

Séance du 23 janvier 1968

La séance est ouverte à 14 h 30 par M. *M.-E. Denaeyer*, directeur sortant et présidée ensuite par M. *J. Jadin*, directeur pour 1968.

Sont en outre présents: MM. G. de Witte, A. Dubois, P. Fourmarier, J. Lepersonne, W. Robyns, P. Staner, J. Thoreau, J. Van Riel, membres; MM. P. Benoit, F. Corin, R. Devignat, F. Evens, A. Fain, R. Germain, J. Lebrun, G. Mortelmans, M. Poll, G. Sladden, O. Tulippe, associés; M. J.-J. Symoens, correspondant, ainsi que MM. E.-J. Devroey, secrétaire perpétuel et M. Walraet, secrétaire des séances.

Absents et excusés: MM. B. Aderca, M. De Smet, C. Donis, F.-L. Hendrickx, P.-G. Janssens, A. Lambrechts, G. Neujean, J. Opsomer.

Compliments

MM. *M.-E. Denaeyer*, directeur sortant, et *J. Jadin*, directeur de la Classe pour 1968, échangent les compliments d'usage.

Décès du Dr René Mouchet

Devant l'assemblée debout, M. *J. Jadin*, directeur, évoque la mémoire de notre regretté confrère, le Dr *René Mouchet*, décédé à Bruxelles le 15 décembre 1967 (p. 390).

La Classe invite M. *A. Dubois*, qui accepte, à rédiger la notice biographique pour l'*Annuaire*.

Félicitations

A l'occasion du 90^e anniversaire de M. *Paul Fourmarier*, le président de l'Académie, M. *L. Tison* lui a adressé le 25.12.1967, les chaleureuses et confraternelles congratulations de notre Compagnie. M. *J. Jadin*, directeur de la Classe, s'associe à ces félicitations.

« La multiplication de *Mycobacterium leprae* »

De H. J. Jadin geeft hierover een uiteenzetting aangevuld met lichtbeelden. Op voorstel van de H. A. Dubois wordt de bespreking van deze mededeling verplaatst naar de zitting van 26 maart 1968. Ondertussen zal de H. J. Jadin zijn tekst laten multigrafiëren opdat hij zou kunnen uitgedeeld worden aan de Confraters geneesheren.

« Arcs antillais et Bassin canadien »

De H. P. Fourmarier zet uiteen dat de bogen der Antillen, zoals ook het Canadees bekken, de indruk geven de uitsteeksels te zijn van het gebied der Stille Zuidzee in dat van de Atlantische Oceaan, voorbij de geplooid ketens langs de rand van de Grote Oceaan. Het lijkt overdreven er een aanwijzing in te zoeken die pleit voor het afdrijven der vastelanden. De inrichting van deze eenheden steunt veeleer de thesis van de bestendigheid en de oudheid der structurele lijnen van de aardkorst (blz. 392).

Evenals de directeur, de H. J. Jadin, wenst de H. M.-E. Denaeyer de H. P. Fourmarier geluk met zijn schitterende uiteenzetting.

Het symposium van Montevideo over de afdrijving der continenten

De H. M.-E. Denaeyer brengt verslag uit over de werkzaamheden van het reizend Congres, gewijd aan de stratigrafie van de Gondwana, en dat ingericht werd in samenwerking door de UNESCO en de Internationale Unie voor Geologische Wetenschappen, in Argentinië, Brazilië en Uruguay, in september en oktober 1967. Het slotsymposium, dat gehouden werd te Montevideo, had als centraal thema de problemen van het afglijden der vastelanden en de uiteenzetting van de argumenten, hoofdzakelijk van geografische aard, die pleiten voor de thesis van de afglijding.

De mededeling die de auteur op dit Symposium deed wordt zeer bondig samengevat. Zij is getiteld: *¿Pueden considerarse las fosas tectónicas del Africa central como un principio de disyunción y de deriva continental?* (blz. 416).

De H. P. Fourmarier laat zijn standpunt over dit onderwerp kennen.

La multiplication de *Mycobacterium leprae*

M. J. Jadin fait, à ce sujet, un exposé accompagné de projections lumineuses.

Sur proposition de M. A. Dubois, la discussion de cette communication est reportée à la séance du 26 mars 1968. Dans l'entre-temps, M. J. Jadin fera multigraphier son texte afin qu'il puisse être distribué aux Confrères médecins.

Arcs antillais et Bassin canadien

M. P. Fourmarier expose que les arcs antillais, tout comme le bassin canadien, donnent l'impression d'être des avancées du domaine pacifique dans le domaine atlantique, au-delà des chaînes plissées en bordure du Grand Océan. Il paraît exagéré d'y chercher un indice en faveur de la dérive des continents; la disposition de ces unités vient plutôt à l'appui de la thèse de la permanence et de l'ancienneté des traits structuraux de la croûte terrestre (p. 392).

M. M.-E. Denaeyer se joint aux félicitations qu'adresse à M. P. Fourmarier, le directeur M. J. Jadin, pour son brillant exposé.

Le Symposium de Montevideo sur la dérive continentale

M. M.-E. Denaeyer rend compte des travaux du Congrès itinérant consacré à la stratigraphie de la Gondwanie, organisé conjointement par l'UNESCO et l'Union internationale des sciences géologiques, en Argentine, au Brésil et en Uruguay, en septembre et octobre 1967. Le symposium de clôture qui s'est déroulé à Montevideo a eu pour thème central les problèmes relatifs à la dérive continentale et l'exposé des arguments, de nature géophysique principalement, militant en faveur de l'hypothèse de la dérive.

La communication présentée par l'auteur à ce Symposium est résumée très brièvement. Elle est intitulée *¿Pueden considerarse las fosas tectónicas del Africa central como un principio de disyunción y de deriva continental?* (p. 416).

M. P. Fourmarier fait connaître son point de vue à ce sujet.

XVI^e Colloquium over de Protiden van de biologische vloeistoffen

De *Vaste Secretaris* deelt de Klasse mede dat het XVI^e colloquium over de protiden van de biologische vloeistoffen zal plaatshebben te Brugge, van 1 tot 5 mei 1968.

De Klasse nodigt de *H. P. Staner*, die aanvaardt, uit er haar te vertegenwoordigen.

XII^e algemene vergadering van de « Union géographique internationale » en XXI^e « Internationaal geografisch congres »

De *Vaste Secretaris* deelt de Klasse mede dat deze zittingen zullen gehouden worden te New-Delhi (India) in november-december 1968.

Onze confrater, de *H. O. Tulippe* werd aangeduid als officieel vertegenwoordiger van het Belgisch nationaal comité voor aardrijkskunde.

De Klasse nodigt hem uit er eveneens de K.A.O.W. te vertegenwoordigen.

Internationale conferentie over de gezondheid

De *Vaste Secretaris* deelt mede dat de Royal Society for the Promotion of Health (England) te Kopenhagen (Denemarken), van 26 tot 30 augustus 1968, een internationale conferentie over de gezondheid inricht, onder de bescherming van Z.M. koning FREDERIK.

Zo de *H. P.-G. Janssens* er aan deelneemt, zal hem gevraagd worden er tevens onze Klasse te vertegenwoordigen.

Geheim comité

De leden, vergaderd in geheim comité, verkiezen, als correspondent, de *HH. Georges Boné*, professor aan de Officiële Universiteit van Congo en *Percy C.C. Garnham*, professor aan de Afdeling Protozoologie van de London School of Hygiene and Tropical Medecine.

De zitting wordt gesloten te 16 h 15.

XVI^e Colloque sur les Protides des liquides biologiques

Le *Secrétaire perpétuel* informe la Classe que le XVI^e colloque sur les protides des liquides biologiques aura lieu à Bruges, du 1^{er} au 5 mai 1968.

La Classe invite M. P. *Staner*, qui accepte, à l'y représenter.

XII^e Assemblée générale de l'Union géographique internationale et XXI^e Congrès géographique international

Le *Secrétaire perpétuel* informe la Classe que ces assises se tiendront à New-Delhi (Inde), en novembre-décembre 1968.

Notre confrère, M. O. *Tulippe* a été désigné en qualité de délégué officiel du Comité national belge de géographie.

La Classe l'invite à y représenter également l'ARSOM.

Conférence internationale de la santé

Le *Secrétaire perpétuel* annonce que la Royal Society for the Promotion of Health (Grande-Bretagne) organise à Copenhague (Danemark), du 26 au 30 août 1968, une conférence internationale de la santé sous le patronage de S.M. le roi FREDERIK.

Il sera demandé à M. P.-G. *Janssens* s'il compte y assister, afin que, dans l'affirmative, il puisse y représenter la Classe.

Comité secret

Les membres, réunis, en comité secret, élisent, en qualité de correspondant, MM. *Georges Boné*, professeur à l'Université officielle du Congo, et *Percy P.C. Garnham*, professeur au département de protozoologie de la London School of Hygiene and Tropical Medicine.

La séance est levée à 16 h 15.

J. Jadin. — Hommage à René Mouchet
(Liège, 16 décembre 1884 -
Bruxelles, 15 décembre 1967)

J'ai le pénible devoir d'annoncer à la Classe la mort de notre confrère René MOUCHET, décédé à Bruxelles le 15 décembre 1967.

René MOUCHET était né à Liège le 16 décembre 1884. Il termine ses études de médecine en 1907 à l'Université de Liège et y devient assistant.

En 1911, il part pour le Congo en compagnie de notre confrère A. DUBOIS et tous deux reprendront le laboratoire de Léopoldville. Il publiera avec DUBOIS plusieurs travaux sur le traitement des trypanosomiasés humaines et animales ainsi que sur le traitement du pian et de la syphilis dans la pratique indigène.

Lors d'un deuxième terme, on le retrouve à la Géomines. En 1916, il prend part, comme volontaire, à la campagne de l'Est africain allemand. Il passera ensuite au service de l'Union minière du Haut-Katanga dont il devient le médecin-chef en 1921. Avec PEARSON, il publie en 1922 une monographie importante sur l'hygiène pratique des camps de travailleurs noirs en Afrique tropicale.

MOUCHET devait revenir au service du Gouvernement la même année en tant que médecin provincial à Stanleyville, pour regagner Léopoldville en 1925 comme médecin-chef adjoint et pour devenir médecin en chef en 1931, fonctions qu'il occupera jusqu'en 1934.

A son retour en Europe, il fut nommé chargé de cours à l'Université de Liège et professeur de législation sanitaire à l'Institut de Médecine tropicale prince Léopold où il enseignera jusqu'en juillet 1954. Il consacra une partie de son temps au FOREAMI, dont il fut directeur de 1942 à 1957.

Membre associé de notre Compagnie en 1930, il devient titulaire en 1947 et assume les fonctions de directeur de classe en 1950. Il fut élevé à l'honorariat en 1965.

Le Dr MOUCHET était, en outre, membre de l'Académie de Médecine et titulaire de plusieurs distinctions honorifiques.

Nous garderons un fidèle souvenir de ce Confrère toujours affable et qui a bien servi son pays.

23 janvier 1968.

P. Fourmarier. — Arcs antillais et bassin canadien

RESUME

Les arcs antillais, tout comme le bassin canadien, donnent l'impression d'être des avancées du domaine pacifique dans le domaine atlantique, au-delà des chaînes plissées en bordure du Grand Océan. Il paraît exagéré d'y chercher un indice en faveur de la dérive des continents. La disposition de ces unités structurales vient plutôt à l'appui de la thèse de la permanence et de l'ancienneté des traits structuraux de la croûte terrestre.

INTRODUCTION

En rédigeant cet article, j'ai simplement le désir d'exposer les réflexions qui me sont venues à l'esprit après lecture d'un certain nombre d'ouvrages et de notes sur la géologie des arcs antillais et de leur signification dans la structure générale de la croûte superficielle du globe; j'ai jugé bon notamment de faire connaître mes idées personnelles après la parution d'un bref article de mon savant collègue, le professeur J. TUZO WILSON, de l'Université de Toronto (Canada) [1]. *

Cet article de l'éminent savant canadien fait ressortir l'analogie remarquable entre la forme des deux arcs insulaires des Caraïbes et de Scotia (Antilles du Sud) et la structure que prennent certains icebergs en dérive lorsqu'ils viennent à se heurter. Son auteur se demande s'il ne convient pas de chercher dans cette voie nouvelle la raison d'être des arcs insulaires mentionnés ci-avant. Une telle interprétation se rattache, dans une certaine mesure, à la théorie de la dérive continentale.

J'ai revu la question en me plaçant spécialement au point de vue du géologue. J'ai tenu compte, dans toute la mesure du

* Les chiffres entre [] renvoient aux notes *in fine*.

possible, des caractères structuraux des deux arcs envisagés: Caraïbes et Antilles du Sud, dont l'analogie est remarquable si l'on se borne à un examen sommaire.

J'ai cependant cherché à élargir le champ des recherches. En conclusion de mon exposé je m'efforcerai de dégager une vue d'ensemble sur certaines dispositions en courbe fermée entre le domaine du Pacifique et celui de l'Atlantique. Le Bassin canadien présente des caractères qui l'apparentent dans une large mesure aux Arcs antillais.

Chapitre I

LA STRUCTURE DES ARCS ANTILLAIS

A. L'arc des Antilles ou des Caraïbes

Cette unité structurale si remarquable, située entre les deux Amériques, me servira de point de départ. De nombreuses études ont été publiées à son sujet. Je me reporterai tout spécialement aux travaux de J. BUTTERLIN [2], Ph. B. KING [3], H. et G. TERMIER [4] ainsi qu'à la monographie de l'Amérique du Sud [5] faisant l'objet d'un volume des Mémoires de la Geological Society of America.

L'ouvrage de H. et G. TERMIER contient une série de cartes paléogéographiques aux époques successives de l'histoire de la Terre, dont l'examen est des plus instructif pour le sujet qui m'occupe.

A l'intérieur de l'arc insulaire des Antilles s'étend la mer Caraïbe ou mer des Antilles. D'après les résultats acquis par l'emploi des méthodes géophysiques, on peut admettre que le fond de cette étendue marine est de nature sialique sur une épaisseur d'une dizaine de kilomètres environ. On lira avec intérêt les considérations émises par J. BUTTERLIN à ce propos. Cet auteur arrive à la conclusion suivante (p. 437):

La mer des Antilles semble être un ancien continent sur lequel s'est moulé l'arc antillais, qui a nourri la sédimentation antillaise au cours du Mésozoïque et du Tertiaire inférieur, puis s'est effondré, à une époque encore mal précisée, peut-être en deux temps.

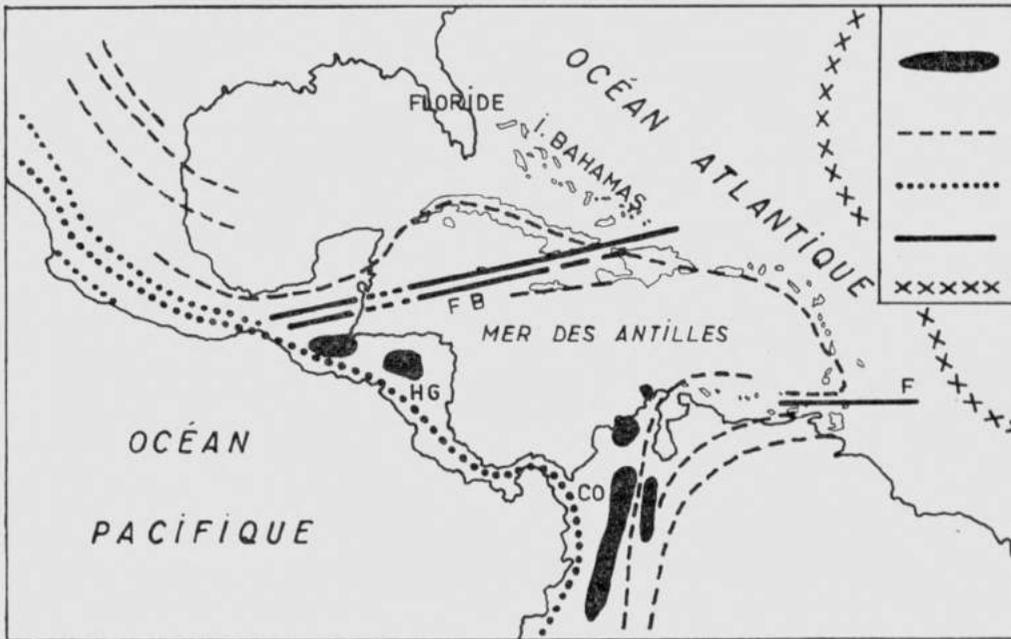


FIG. 1. — *L'arc des Antilles (Caraïbe) avec indications des principales lignes structurales*

1. Massifs cristallins (Co: de Colombie; H.G.: du Honduras Guatemala).
2. Plissements Antillais.
3. Plissements récents en bordure du Pacifique.
4. Failles (F.B.: Fosse Bartlett).
5. Limite occidentale de la zone de relief, dite crête médiane de l'Atlantique.

C'est à cet ancien continent que H. et G. TERMIER ont donné le nom de « Terre Caraïbe ». On peut accepter l'hypothèse que ce massif, lorsqu'il était encore émergé, a contribué pour une part importante à fournir les matériaux nécessaires à l'édification des terrains sédimentaires de l'arc insulaire qui l'entoure; toutefois, il paraît probable qu'à certaines époques, les formations sédimentaires de l'arc ont recouvert, au moins en partie, la Terre Caraïbe, telle que nous pouvons la concevoir aujourd'hui.

L'arc insulaire des Antilles est formé de terrains sédimentaires allant du Jurassique au Cénozoïque et au Pléistocène. La présence du Paléozoïque est probable en profondeur, voire localement en surface, bien que l'on ne possède aucune indication formelle à cet égard. Il convient d'ajouter que les manifestations éruptives

ont joué un rôle important dans la construction de l'arc des Antilles.

Tous les terrains y sont plissés jusqu'au Cénozoïque inclus. En allure générale, les plis paraissent s'être modelés sur la bordure du massif résistant effondré correspondant actuellement à la mer des Antilles (Terre Caraïbe).

D'après les indications tirées des ouvrages consultés, il semble que, dans les Grandes Antilles, il y ait une tendance au déversement des plis vers le Nord, mais la règle est loin d'être générale. Par contre, dans les terres bordant la mer des Antilles vers le Sud, la disposition inverse paraît être de règle, comme c'est le cas, par exemple, dans l'île de la Trinité et dans la partie orientale du Vénézuéla, si l'on s'en rapporte aux indications contenues dans l'ouvrage sur l'Amérique du Sud cité en tête de la présente note [6].

Pour compléter ces indications sur l'allure des plissements de l'arc des Antilles, je rappellerai que, suivant l'avis des auteurs consultés, il y a vraisemblablement lieu d'admettre que les déformations observées ne sont pas nécessairement le résultat d'une seule phase tectonique; elles pourraient s'être faites au cours d'épisodes successifs de la tectogenèse.

De toute manière, au Nord, sur le continent nord américain (Floride), et aux Bahamas, comme au Sud au voisinage du bouclier anciens des Guyanes, les séries plissées passent aux allures subhorizontales d'un avant-pays. Il y a donc là une disposition symétrique typique de l'arc antillais.

Il est utile de compléter ces données par quelques indications sur la disposition de la zone plissée antillaise vis-à-vis de la forme générale du massif effondré de la Terre Caraïbe et des continents voisins.

En suivant du Sud vers le Nord les chaînes de l'ouest de l'Amérique du Sud, on voit, à l'approche de la mer des Antilles, les plis se diviser en deux branches encadrant des massifs anciens situés en Colombie, massifs disposés parallèlement à la côte de l'océan Pacifique. La branche orientale s'infléchit rapidement vers le Nord-Est, puis vers l'Est, pour former la chaîne plissée côtière du Vénézuéla et de l'île de la Trinité. Arrivée là, elle paraît bien se rattacher à l'alignement des Petites Antilles par une courbe assez brusque. Si l'on se reporte aux tracés proposés

par B.C. HEEZEN et Marie THARP [7], on remarque que ces savants indiquent le passage d'une faille de direction Ouest-Est à l'endroit de ce changement de direction du tectogène. Malgré cela, il semble bien que l'on soit autorisé à relier les chaînes récentes du Vénézuéla et de la Trinité à l'alignement des Petites Antilles en un arc subcontinu.

L'autre branche des chaînes côtières de l'ouest de l'Amérique méridionale, à l'ouest des massifs anciens de Colombie, s'infléchit vers le Nord-Ouest pour suivre la côte de l'océan Pacifique et se raccorder ainsi aux plis de bordure de l'Amérique du Nord.

Les plis des Petites Antilles à leur tour s'incurvent vers le Nord-Ouest et l'Ouest, se continuent dans les îles des Grandes Antilles et vont se rattacher ainsi aux chaînes postpaléozoïques des régions occidentales du continent nord-américain.

La courbure est cependant loin d'être régulière et l'on peut supposer qu'il s'agit d'une suite de chaînes disposées en relais, dont l'ensemble borde du côté nord le massif effondré de la Terre Caraïbe.

Du point de vue tectonique, l'arc caraïbe ne représente pas une simple inflexion de l'ensemble des chaînes bordières du Pacifique; il forme bien une unité structurale particulière comprise entre les deux Amériques. Il n'empêche que, du point de vue stratigraphique et sédimentologique, la région des Antilles s'apparente étroitement à la bordure de l'océan Pacifique.

J. BUTTERLIN a écrit à ce sujet:

4^o La sédimentation antillaise a été caractérisée à toutes les époques par la prédominance des *dépôts magmatiques de type andésitique pacifique* et des *dépôts, sédimentaires de types calcaires organogènes* et cela dans toutes les régions [8].

Par contre, du point de vue tectonique, la région antillaise rappelle la structure de diverses parties de la Téthys (Mésogée) [9] notamment l'arc des Carpathes entourant la dépression pannonique; celle-ci est considérée comme un large affaissement du massif sur lequel s'est modelée la chaîne plissée récente des Carpathes, situation en tous points comparable à celle de la chaîne antillaise bordant la mer Caraïbe, correspondant, elle aussi, à un massif effondré.

De part et d'autre la zone plissée passe progressivement à un avant-pays où les couches sédimentaires sont restées horizontales;

je l'ai rappelé ci-avant pour l'arc caraïbe tant vers le Nord que vers le Sud, c'est-à-dire dans la direction des boucliers anciens qui l'encadrent.

En conséquence, il est permis de considérer l'arc des Antilles et la mer des Caraïbes comme un équivalent réduit de la Mésogée à l'ouest de l'Atlantique. Toutefois, il est vraisemblable que ces deux parties du monde n'ont jamais été accolées. Certes, on peut défendre la thèse opposée sur la base du principe de la dérive des continents. J'ai envisagé ce problème dans un ouvrage qui vient de paraître [10]; je ne crois pas devoir reproduire ici les arguments que j'ai fait valoir. J'estime que l'océan Atlantique a constitué, depuis une époque très ancienne, une barrière entre le continent eurafricain et les deux Amériques. L'analogie dans la forme et les conditions d'évolution de l'arc caraïbe et les chaînes méditerranéennes n'en est pas moins remarquable alors que ces deux régions à plissements récents sont situées dans le prolongement l'une de l'autre.

L'apparement des sédiments postpaléozoïques des Antilles aux dépôts de même âge de la bordure du Pacifique est en outre un indice précieux en faveur de l'existence d'un obstacle entre la Méditerranée et la région antillaise; cet obstacle ne pouvait être que l'océan Atlantique.

Pour compléter la documentation sur la géologie structurale de l'arc des Caraïbes, il y a lieu de signaler ici la présence de fractures radiales. Parmi celles-ci je retiendrai les deux plus importantes:

a) Celle qui longe au Sud les Grandes Antilles, dont le tracé est souligné par la présence d'un étroit fossé dénommé « Fosse de Bartlett » et

b) La faille qui sépare l'alignement des Petites Antilles de la chaîne bordière du Vénézuéla; celle-ci se prolonge dans l'île de la Trinité et dans l'île de Tobago où s'esquisse l'inflexion vers le Nord pour épouser l'allure des Petites Antilles.

Dans la structure de l'arc Caraïbe, un autre fait doit retenir l'attention. Comme on le voit aisément sur la *fig. 1*, cet arc est fortement allongé dans la direction Ouest-Est; son grand axe est orienté suivant le parallèle. Il y a de ce fait une disposition symétrique des unités géologiques par rapport à cette ligne axiale.

Elle apparaît déjà dans le sens de déversement des plis et la disposition des avant-pays; elle se marque également de façon très apparente par la présence des massifs anciens du Honduras et du Guatemala symétriques des massifs anciens de Colombie. Nous aurons l'occasion de montrer, à propos du bassin canadien, l'intérêt de cette remarque.

B. *L'arc des Antilles du Sud (Scotia Arc)* [11]

Les chaînes à plissements d'âge andin, de direction subméri-dienne, situées en bordure du Pacifique dans l'Amérique du Sud, s'infléchissent rapidement vers l'Est à l'approche du détroit de Magellan. On en trouve le prolongement dans les îles Falkland et Géorgie du Sud. Les premières peuvent être considérées comme se rattachant aux *Sierras pampeanas* ou à la précordillère qui les sépare de la chaîne principale.

Il semble rationnel d'admettre que cette dernière se continue vers l'Est sous les eaux de l'océan pour réapparaître en surface dans l'île de Géorgie du Sud, avec ses roches très plissées comprenant une série de formations sédimentaires allant du Paléozoïque au Tertiaire.

A peu de distance de cette dernière, la crête s'infléchit brusquement, jalonnée par une série d'îles connues sous le nom de Sandwich du Sud. Ces îles se distinguent par une grande abondance de basalte à olivine et par la présence de volcans récents. On verra plus loin l'intérêt de cette observation.

Au-delà de l'alignement des îles des Sandwich du Sud, la crête dessine un coude vers l'Ouest pour passer à la branche méridionale de l'arc des Antilles du Sud, suivant laquelle se disposent les îles South Orkneys (Orcaïdes du Sud), et qui se rattache au Graham Land appartenant à l'Antarctique occidentale. Les affinités de ce pays avec les chaînes pacifiques de l'Amérique méridionale sont remarquables. Comme l'a écrit Warren T. HAMILTON [12] l'Antarctique occidentale fait partie de la ceinture circumpacifique d'orogénèse mésozoïque et cénozoïque (voir *fig. 2*).

Le diagramme physiographique dressé par Bruce C. HEEZEN et Marie THARP [13] est extrêmement parlant à cet égard, il permet de voir la continuité du relief de l'arc, même là où il est recouvert par les eaux de l'Océan.

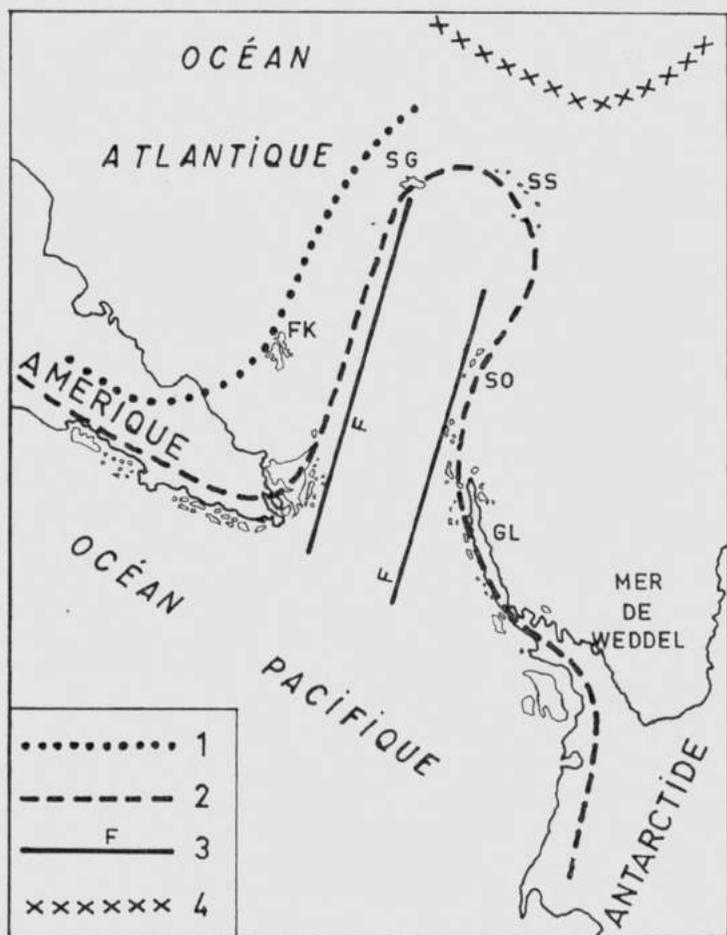


FIG. 2. — L'arc des Antilles du Sud (Scotia Arc).

1: Plis préandins; 2: Plis andins; 3: Failles; 4: Crête médiane de l'Atlantique (limite occidentale); FK: Iles Falkland; S.G.: Géorgie du Sud, S.S.: Sandwich du Sud; S.O. South Orkneys; G.L.: Graham Land.

Le professeur J. TUZO WILSON écrit très judicieusement:

In the Scotia Arc the South Sandwich Islands appear to bear the same relationship to the Southern Andes and to the Antarctic Peninsula [14].

On notera que les chaînes récentes de l'Antarctique occidentale sont caractérisées par la présence de volcans et de foyers séismiques tout comme les chaînes des Antilles du Sud et de la bordure occidentale de l'Amérique méridionale.

Du point de vue tectonique, il convient de rappeler encore que l'arc des Antilles du Sud paraît être compris entre des failles de décrochement orientées de l'Ouest à l'Est si l'on en juge, d'après le tracé établi par HEEZEN et THARP [15] (voir *fig. 14* de la note citée). La présence de ces failles n'est cependant pas démontrée par des arguments géologiques.

A première vue, il semble y avoir une analogie remarquable entre les deux arcs, celui des Caraïbes situé entre les deux Amériques, d'une part, celui des Antilles du Sud entre l'Amérique méridionale et l'Antarctique, d'autre part. Ces deux arcs ont la même forme du point de vue géographique; ils sont tous deux étroitement apparentés aux chaînes côtières pacifiques d'Amérique tant par leurs caractères stratigraphiques que par le rôle important du volcanisme dans leur édification, et par leurs caractères séismiques très marqués.

Enfin, de grandes failles Ouest-Est paraissent avoir influencé largement les deux arcs.

Cependant, une restriction s'impose: J'ai fait observer que l'arc des Caraïbes, malgré son apparentement aux terrains de la bordure du Pacifique a les caractères de certaines unités structurales des régions méditerranéennes. Cette partie du globe comprise entre les deux Amériques fait, en réalité, partie de la grande ceinture mésogéenne. Les chaînes plissées des Antilles entourant l'ancien massif dit Terre Caraïbe, aujourd'hui effondré sous les eaux, rappellent, en effet, les structures typiques de certaines parties du domaine méditerranéen.

Vers l'extérieur de l'arc caraïbe, la zone plissée passe, tant au Sud qu'au Nord, à un avant-pays où les terrains, tout au moins les plus récents de la série plissée apparaissent en allure sub-horizontale ou légèrement ondulée.

La même règle se vérifie pour l'arc de la Scotia, car, vers le Nord, les formations postpaléozoïques sont moins plissées; de même sur la partie ouest de l'Antarctique orientale, les dépôts du Karroo ne sont pas plissés; il s'agit là de l'avant-pays de la chaîne andine de l'ouest de ce grand continent.

Il n'en reste pas moins qu'il y a une différence entre les deux arcs. En effet, dans l'arc de la Scotia, on ne trouve pas à son extrémité occidentale une zone plissée qui en limite l'extension vers le Pacifique comme c'est le cas pour l'arc caraïbe s'arrêtant

au voisinage du Pacifique à une étroite chaîne plissée récente qui longe la côte depuis la Colombie jusqu'au Mexique pour le moins.

De ce fait, l'étendue marine qu'entoure l'arc de la Scotia appartient réellement à l'océan Pacifique; dans l'arc des Caraïbes, la mer des Antilles correspondant à un bloc effondré, s'y rattache moins étroitement.

Les deux arcs antillais occupent néanmoins une situation très semblable dans l'arrangement général des unités structurales de la croûte terrestre. Le massif caraïbe est disposé suivant le grand sillon de la Mésogée; le massif des Antilles du Sud se trouve dans l'axe de la dépression océanique séparant l'Antarctique des trois massifs continentaux d'Amérique méridionale, d'Afrique et d'Australie. Une telle disposition ne peut être l'effet du hasard.

Cette réflexion me conduit à rappeler certaines considérations que j'ai émises dans des travaux antérieurs et notamment dans un article en cours de publication [16].

En parlant de l'arc des Antilles du Sud, j'ai rappelé sa liaison étroite avec les chaînes plissées récentes de l'Antarctique occidentale. J'ai ajouté qu'au-delà de la mer de Ross cette chaîne plissée avec ses séismes et ses volcans pourrait, selon beaucoup de probabilité, se prolonger sous l'Océan en direction de l'Australie. Si l'on tient compte des données acquises sur la géologie des îles Chatham, Émeraude et Macquarie prolongeant les plis récents de la Nouvelle-Zélande, on se trouve là en présence d'un tectogène d'âge cénozoïque marquant une continuité probable entre les chaînes de l'Ouest américain prolongées par celles de l'Antarctique occidentale et les chaînes de même âge de l'arc insulaire situé à l'est de l'Australie.

On est frappé de voir que la longue chaîne de plis récents partant de la Nouvelle-Zélande pour entourer le continent antarctique décrit une courbe symétrique de celle, bien plus accusée, que dessine l'arc des Antilles du Sud; à ce propos, il ne faut pas perdre de vue que la forme de cet arc est accusée du fait des décrochements qui le bordent probablement au Nord et au Sud.

On pourrait dire que, d'un côté comme de l'autre, les chaînes récentes ont une tendance à s'infiltrer d'une part entre l'Amérique

du Sud et l'Antarctique et, d'autre part, entre ce continent et l'Australie, compte tenu cependant de la présence de la crête océanique médiane à son passage de l'océan Indien à l'océan Pacifique.

Cette disposition symétrique est en parfaite harmonie avec celle décrite de part et d'autre du grand axe du Pacifique, se continuant, de l'autre côté du Globe, par l'axe de symétrie afro-européen.

Revenons pour un instant à la Mésogée. L'arc des Caraïbes marque sa liaison étroite avec les chaînes bordières du Pacifique à sa terminaison occidentale.

Il serait sans doute plus malaisé de trouver une disposition analogue qui en serait la réplique de l'autre côté du Pacifique, comme j'ai pu le faire pour la zone quelque peu semblable de l'arc de Scotia. La complexité de la terminaison orientale des chaînes de l'Asie centrale, de la Birmanie et des îles de la Sonde dans leur raccord avec les chaînes bordières du Pacifique et leurs guirlandes insulaires ne permet pas de donner une solution satisfaisante, bien que je l'aie tenté dans d'autres travaux.

Quoi qu'il en soit, on peut penser à un arrangement systématique et très semblable des deux arcs antillais par rapport à la distribution générale des unités structurales de la croûte terrestre. Il n'en reste pas moins une différence non négligeable entre ces deux arcs: l'origine du fond marin qu'ils entourent.

En conclusion, au cours des périodes récentes de l'histoire de la Terre, il s'est produit des inflexions méthodiques des chaînes plissées de l'ouest des continents américains; ces orogènes en suivant l'allure des anciens massifs résistants des trois continents (Amérique du Nord, Amérique du Sud, Antarctique) donnent l'impression de *pénétration du domaine du Pacifique dans le domaine atlantique*, à hauteur des étendues marines séparant les vieux boucliers, telles la Mésogée et l'océan Antarctique.

De telles coïncidences me paraissent être la conséquence d'une grande loi présidant à l'arrangement des unités structurales de la croûte terrestre.

Chapitre II

LES ARCS ANTILLAIS
DANS L'HYPOTHESE DE LA DERIVE DES CONTINENTS

D'après les indications rappelées au cours du premier chapitre, les deux arcs antillais donnent l'impression d'être des anomalies dans la distribution des orogènes à la surface du Globe. En réalité, comme j'ai essayé de le montrer, leur disposition semble liée aux grandes règles qui régissent l'arrangement des unités structurales majeures de la croûte terrestre.

Cependant, d'autres hypothèses ont été émises à leur propos. Des auteurs ont cherché à expliquer par des actions de dérive la disposition et la configuration géologique d'ensemble de la partie de l'Atlantique où se trouvent les arcs insulaires des Caraïbes et des Antilles du Sud.

On trouvera à ce propos des données de grand intérêt dans le magistral ouvrage de J. BUTTERLIN sur les Antilles.

Il serait superflu de rappeler ici le principe de la théorie de WEGENER sur la dérive des continents et la façon dont il explique la présence des guirlandes insulaires à proximité des masses continentales. Pour ce qui concerne les Antilles, WEGENER fut suivi par plusieurs savants de diverses nations; je rappellerai seulement les noms de STAUB, de RUTTEN et de BARRABÉ, bien que ce dernier se soit montré sensible à certaines objections présentées au principe même de la dérive.

J. BUTTERLIN attire l'attention sur une autre manière de concevoir la dérive; elle a été proposée par un géologue cubain J. CORRAL. Ce savant limite le mouvement de dérive aux Grandes Antilles et non pas à l'entière de l'arc. Les Petites Antilles, îles océaniques essentiellement d'origine volcanique, n'auraient pas participé au mouvement. Le principe de la théorie de CORRAL est d'accoler les Grandes Antilles à l'Amérique du Sud le long de la côte de Colombie et du Vénézuéla, dont elles auraient commencé à s'éloigner à partir du Miocène supérieur.

D'après J. BUTTERLIN, les reconstitutions envisagées par CORRAL son entachées du point de vue géologique. Je retiendrai seulement le passage suivant:

Une autre critique qu'on peut faire à la théorie de la dérive telle que la conçoit CORRAL, c'est qu'elle n'explique ni l'existence de l'arc antil-

lais ni les relations structurales au Crétacé et à l'Eocène entre l'Amérique centrale et l'arc antillais.

Après cet examen très sommaire de quelques opinions émises à propos de la dérive continentale en rapport avec l'emplacement actuel des arcs antillais, je désire exposer la conception récente du professeur J. TUZO WILSON sur la genèse des deux arcs antillais à l'intervention d'une action de dérive dans des conditions très particulières.

Il convient que je rappelle tout d'abord le principe même de la théorie de mon savant Collègue. Je cite à cet effet une phrase du début de l'article publié par lui en 1966 (*Are the structure of the Caribbean and Scotia arcs regions analogous to ice rafting?* [17]) A propos de l'action réciproque des icebergs dérivant sur l'Océan, il écrit:

Under some conditions the boundary between two colliding sheets may take the form of a continuous pressure ridge. Under other ice conditions, common in thin sheets of freshly formed ice, the edges of two sheets may overlap and interfinger into long narrow strips ... They are called sea ice thrust structures in the literature but the process is also spoken of as "finger-rafting".

.....

Despite the fact that dimensions and material are quite different, it is suggested that in geometry the structures of the Caribbean and Scotia Sea regions are similar. It is proposed that the Antilles arcs form the tip of a great finger-raft of the lithosphere advancing eastward relative to Mexico and northern South America. This crustal motion may have been produced by the growth of the Mid-Atlantic and East Pacific Ridges. The left handed transform fault which bounds the finger-raft of the Caribbean Sea on the north and connects the West Indies arc with the Mexican arc lies through the Bartlett trough south of Cuba and the right handed transform fault between the West Indies and the Northern Andes lies through northern Venezuela.

L'auteur souligne ensuite l'analogie entre le Scotia Arc et l'arc des Caraïbes. Là aussi des failles de direction Ouest-Est bordent l'arc de part et d'autre. Le professeur J. Tuzo WILSON en tire la conclusion:

If this analogy is correct the properties of transform-faults explain why the east-west faults which bound the Caribbean and Scotia Seas do not continue eastward into the Atlantic or westward into the Pacific. This explanation only applies if the faults requires continental drift. If, on the other hand, the east-west faults are considered to be trans-

current faults, drift is not necessary, but it is strange that the faults stop and do not continue east and west into the Atlantic and Pacific Oceans.

J'ai cru bien faire en reproduisant d'importants extraits de l'article du professeur WILSON, afin d'être certain de ne pas déformer sa pensée. Je n'ai cependant pas l'intention de m'engager dans une discussion serrée de ses idées. Je voudrais seulement faire observer que les failles considérées comme limitant les arcs vers le Nord et vers le Sud, sont incontestablement plus récentes que les plis; ceux-ci dessinent la forme des arcs et l'on est autorisé à admettre que ces arcs existaient, au moins dans leurs traits essentiels, au moment où les failles dites « transform faults » ont pris naissance.

J'ajouterai encore que la « fosse de Bartlett » soulignant le tracé de l'une de ces failles dans l'arc des Caraïbes, est située à l'intérieur de l'arc et non pas à sa bordure; la même réflexion s'impose pour la fracture de direction Ouest-Est qui sépare les chaînes côtières du Vénézuéla et de l'île de la Trinité de l'alignement des Petites Antilles.

En ce qui concerne la fosse de Bartlett, il convient d'ajouter qu'elle traverse la ligne des plissements affectant les terrains de Cuba et Haïti; elle est donc plus jeune que ces plis [18].

On comprend que, dans ces conditions, j'hésite à me rallier à la thèse du professeur TUZO WILSON et à voir dans les arcs antillais un argument en faveur de la théorie de la dérive continentale.

Faut-il, d'ailleurs, attribuer à ces failles de direction Ouest-Est affectant les terrains des deux arcs antillais une signification particulière dans la genèse des arcs eux-mêmes? Je ne le pense pas et je base mon opinion sur l'examen de la carte incluse (*Fig. 14*) dans le travail de B.C. HEEZEN et Marie THARP. Par contre, ces fractures semblent bien appartenir au grand réseau de décrochements (*strike-slip faults*) bien connu sur toute la longueur de l'Atlantique tout aussi bien que dans l'océan Pacifique. De part et d'autre, ces failles sont de direction sensiblement Ouest-Est; elles déplacent d'une quantité variable, mais toujours suivant une composante horizontale, les rides médianes océaniques.

Dans de telles conditions, n'est-il pas exagéré de donner aux failles signalées dans les deux arcs une importance aussi grande que le pense le professeur TUZO WILSON?

Je préférerais insister davantage sur les différences qui existent entre l'arc des Caraïbes et celui des Antilles du Sud, différences soulignant une analogie imparfaite entre les deux arcs, dont certains caractères communs sont cependant des plus remarquables. Je rappelle notamment que le fond marin situé à l'intérieur de l'arc des Antilles du Sud paraît s'apparenter bien plus étroitement au fond de l'océan Pacifique que celui correspondant à l'ancienne Terre Caraïbe dans son homologue situé entre les deux Amériques.

Certes, dans une telle étude comparative, le géologue se heurte à des difficultés presque insurmontables. C'est pourquoi je ne voudrais pas que l'on interprêtât mal mon opinion sur la théorie de mon savant Collègue de Toronto. J'estime simplement de mon devoir de faire connaître les objections qui me sont venues à l'esprit à la lecture de son travail. Je désire seulement mettre en parallèle deux conceptions très différentes quant à la genèse des arcs antillais, en me basant essentiellement sur leur constitution géologique. Le lecteur se ralliera à la thèse qui aura ses préférences. Je voudrais aussi mettre en évidence l'harmonieux arrangement structural tout le long de la côte orientale du Pacifique notamment dans les relations de cet océan avec l'Atlantique; c'est pourquoi je consacrerai un dernier chapitre à une comparaison avec le bassin canadien.

Mais auparavant, j'aime insister sur le fait, signalé ci-avant, de la relation si frappante entre l'emplacement des deux arcs antillais et la distribution des unités structurales majeures de la croûte terrestre. Ce fait me paraît déjà constituer à lui seul un argument d'importance contre l'hypothèse de la dérive continentale au sens où l'entendait WEGENER, au sens que lui donne aujourd'hui le professeur J. TUZO WILSON.

Chapitre III

BASSIN CANADIEN ET ARCS ANTILLAIS

Par leur disposition même, tant du point de vue géologique que géographique, les deux arcs antillais donnent l'impression de correspondre à des intrusions du domaine pacifique dans l'Atlantique quelle que soit la cause de cette particularité.

Dans les régions arctiques, le bassin canadien, en relation avec le Pacifique par le détroit de Behring, n'est pas sans présenter quelque ressemblance avec les étendues marines situées à l'intérieur de l'arc des Caraïbes, comme de l'Arc des Antilles du Sud. Aussi peut-on se demander s'il ne constitue pas un troisième élément d'un arrangement systématique des unités structurales au contact des deux océans: Pacifique et Atlantique.

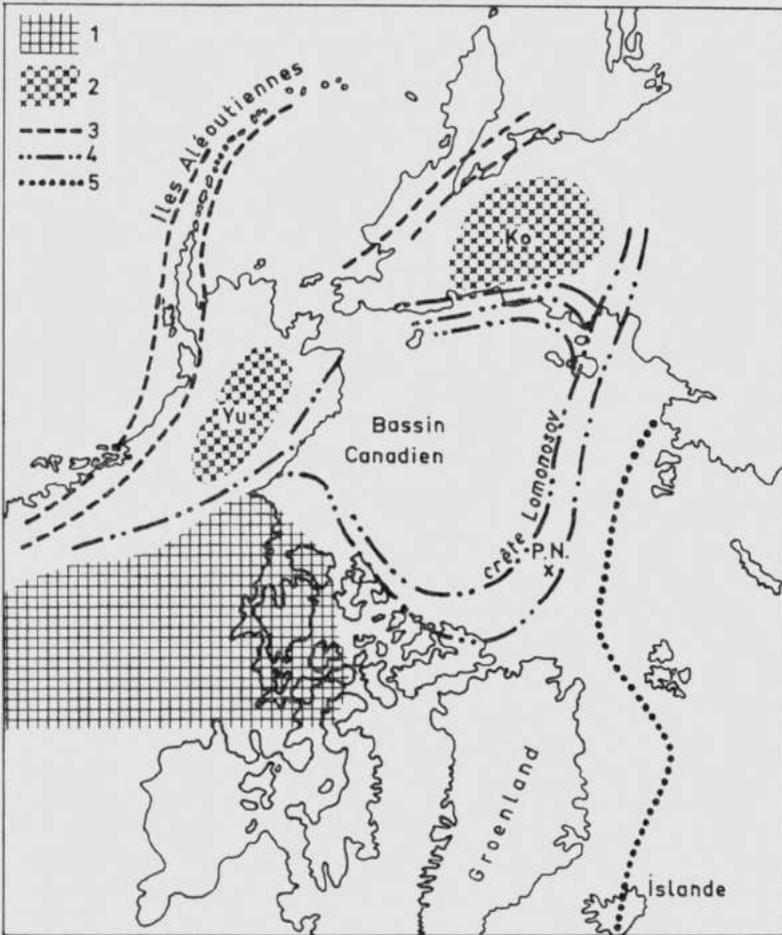


FIG 3. — Carte sommaire du Bassin Canadien et de ses abords.

1: Boucliers; 2: Massifs résistants (Ko: de la Kolyma; Yu: du Yukon); 3: Plis récents; 4: Plis affectant le Mésozoïque et le Cénozoïque; 5: Axe de la Crête médiane de l'Atlantique-Arctique.

Le bassin canadien s'étend entre l'archipel faisant suite au continent nord-américain vers le Nord, la côte sibérienne ou plutôt le talus continental bordant la large plate-forme prolongeant vers le large la grande plaine sibérienne entre le détroit de Behring et les îles de la Nouvelle-Sibérie, et enfin la crête sous-marine Lomonosov passant par les îles de la Nouvelle-Sibérie et le pôle nord pour rejoindre l'Archipel Canadien. Il est relié au Pacifique par le détroit de Behring; aussi est-on tout naturellement enclin à établir une relation étroite entre ces deux unités de type océanique.

En cet endroit, la disposition relative des continents asiatique et nord-américain n'est pas sans présenter une certaine analogie avec la zone de passage de l'Amérique du Sud à l'Amérique du Nord.

L'exploration par les méthodes géophysiques, notamment par l'étude des tremblements de terre, indique pour le fond du bassin canadien, la composition du Sima (basalte) tout au moins là où la profondeur dépasse 3 500 mètres.

Toutefois, il semble que les savants qui se sont occupés de la question ne se sont pas tous arrêtés à la même solution. D'après SACHS, BELOV et LAPINA, comme le rappelle A.J. EARDLEY [19], le fond du bassin canadien correspondrait à une plate-forme d'âge précambrien; il y aurait ainsi, dans cette partie de l'Arctique une unité structurale de signification analogue à celle du bouclier canadien, de la plate-forme sibérienne, du bouclier baltique. S'il en était ainsi, l'analogie serait plus grande avec l'arc des Caraïbes qu'avec celui des Antilles du Sud, car on se trouverait en présence d'un massif sialique affaissé à l'intérieur d'un arc d'origine tectonique. C'est la plate-forme hyperboréale de SACHS.

Cette manière de concevoir la nature du fond du bassin canadien a été adoptée lors de l'élaboration de la carte tectonique de l'Arctique éditée en 1963 par l'Académie des Sciences de l'URSS. Par contre, la carte jointe à l'ouvrage sur l'Amérique du Nord de Philip B. KING [20] porte le figuré correspondant à la présence du Sima sous les eaux océaniques.

Le bassin canadien est bordé de tous côtés par des zones plissées de différents âges. Les unes sont à rapporter à la phase varisque ou à des phases plus anciennes; ce sont les plus éloignées; d'autres d'âge mésozoïque ou cénozoïque en suivent de plus près

les rivages. C'est là une disposition comparable à celle que l'on connaît en bordure de l'océan Pacifique. Cette constatation vient à l'appui de la thèse d'une connexion étroite entre cet océan et le bassin canadien.

Un article récent de Robert STONELEY [21] mérite d'être pris en considération pour une étude comparative des régions arctiques et des arcs antillais. L'auteur établit, en effet, que les plis de la zone bordière du Pacifique en Alaska, de même que les failles principales se prolongent dans l'arc des Aléoutiennes, ce qui les rattache aux guirlandes insulaires en bordure du continent asiatique. On verra là une analogie avec la disposition des chaînes de l'Amérique méridionale en bordure de l'océan Pacifique; nous avons rappelé ci-avant que les chaînes les plus récentes se prolongent en Amérique centrale et vont ainsi se rattacher aux chaînes plissées de même âge bordant le Pacifique dans l'Amérique du Nord; ce grand trait tectonique sépare en quelque sorte la zone affaissée des Caraïbes du Grand Océan.

Les plissements de l'arc des Aléoutiennes jouent un rôle analogue entre le Pacifique et le bassin canadien.

On sait, d'autre part qu'en Amérique septentrionale, au nord du massif résistant du Yukon, les plis bordant vers l'Ouest le Massif canadien s'infléchissent pour contourner le bassin canadien en passant dans l'archipel situé au Nord du grand bouclier de l'Amérique septentrionale. C'est une disposition comparable, dans ses caractères essentiels tout au moins, à ce que j'ai rappelé pour l'extrême nord de l'Amérique du Sud.

De la même manière, de l'autre côté du détroit de Behring, les plis récents de la bordure occidentale du Pacifique s'infléchissent pour contourner le bassin canadien, en passant par la crête Lomonosov et se continuer dans les plis récents de l'Archipel canadien.

Dans l'ensemble, malgré les divergences locales plus ou moins accusées, la ressemblance entre le bassin canadien et la mer des Caraïbes, tous deux avec leur ceinture de plis récents, n'en est pas moins remarquable.

L'examen d'une carte géologique des régions arctiques fait apparaître une autre analogie avec la région de l'arc caraïbe. J'ai attiré ci-avant l'attention sur le fait que le groupe de massifs anciens de Colombie trouve son équivalent symétriquement dis-

posé par rapport au grand axe de l'arc des Caraïbes, dans les massifs anciens du Honduras et du Guatémala. On note une disposition très semblable de part et d'autre du détroit de Behring. Du côté américain, les deux branches des plissements récents entourent le massif résistant du Yukon. Sur territoire sibérien, il existe un massif de même type, disposé de manière très semblable, le massif de la Kolyma [22].

Cette analogie entre le bassin canadien et l'arc caraïbe est frappante et mérite de retenir l'attention.

Enfin, sur une carte représentant à la fois le nord-est de l'Asie et la partie nord occidentale de l'Amérique du Nord, on ne manque pas de constater une analogie des plus remarquables du point de vue géographique avec la région des Antilles. Le continent asiatique à l'approche du détroit de Behring se rétrécit progressivement, comme le fait l'Amérique du Nord à l'approche du golfe du Mexique. De part et d'autre, cet amincissement du continent fait contraste avec la forme massive de la partie septentrionale de l'Amérique du Nord d'une part, de l'Amérique méridionale d'autre part.

Ces considérations suffisent à mettre en évidence une analogie frappante, tant géographique que géologique, entre la disposition du bassin canadien et ses abords et celle de l'arc des Antilles entourant la mer des Caraïbes. Je n'ai pas manqué de souligner la ressemblance entre l'arc des Caraïbes et celui de la Nova Scotia (Antilles du Sud). On voit par là qu'il existe en trois endroits, une sorte d'intrusion du domaine du Pacifique dans le domaine atlantique: Les deux arcs antillais et le bassin canadien avec leur ceinture de terrains plissés d'âge récent ont leur grand axe sensiblement perpendiculaire au rivage de l'océan dont ils dépendent. Il donnent l'impression d'avoir été disposés de façon systématique le long d'une même ligne de rivage, en relation d'ailleurs avec l'emplacement des masses continentales, suivant une règle harmonieuse de l'évolution géologique de la surface de la Terre.

J'ajouterai que les géographes n'ont pas manqué d'être frappés par la différence de structure entre la rive orientale du Pacifique et la côte ouest de cet océan avec ses guirlandes insulaires séparées du continent par des mers de caractère épicontinental.

Certes, cette différence d'aspect peut trouver son explication dans un mouvement de bascule provoquant la descente des chaînes bordières de l'Ouest et le soulèvement des chaînes marginales de l'Est.

Il n'en reste pas moins une différence notable entre l'Est et l'Ouest si l'on tient compte de la présence des arcs antillais, donnant l'impression d'une pénétration du domaine pacifique dans le domaine atlantique, arcs dont l'équivalent est bien malaisé à trouver à la bordure occidentale du Grand Océan, si ce n'est peut-être dans le prolongement des chaînes de la Nouvelle-Zélande par l'Arc de Macquarie et des îles voisines, arc disposé symétriquement par rapport à l'arc des Antilles du Sud, mais bien atténué en comparaison de ce dernier.

Il y a là un problème curieux qui paraît étroitement lié à l'évolution de la croûte terrestre depuis ses origines.

CONCLUSIONS

De l'exposé qui précède, il est possible de tirer quelques conclusions d'ordre général pour la compréhension de l'évolution de la croûte terrestre au cours des périodes géologiques.

1. Il existe sans aucun doute une similitude frappante dans la forme géographique comme dans la constitution géologique des deux arcs antillais et du bassin canadien avec sa ceinture de plis d'âge cénozoïque. Certes, chacune de ces grandes unités structurales a ses caractères propres; il n'empêche qu'il y a des ressemblances manifestes sur lesquelles l'attention a été attirée au cours des chapitres précédents: de telles similitudes ne sont pas l'effet du hasard; elles indiquent que les arcs antillais et le bassin canadien ont obéi à une même règle générale en ce qui concerne leur histoire géologique.

2. Il est à remarquer que les arcs antillais comme le bassin canadien sont apparentés à la bordure orientale du Grand Océan. Tous trois donnent l'impression d'être des « intrusions » du domaine du Pacifique dans le domaine atlantique à l'est et au nord de la ligne de plissements récents qui longe la côte occidentale des deux Amériques et du continent antarctique.

3. L'emplacement de ces « intrusions » a été fixé par la distribution générale des océans et des continents: le bassin canadien avec ses plis de bordure s'est édifié là où l'Asie et l'Amérique du Nord sont séparées par le détroit de Behring; l'arc antillais des Caraïbes se trouve précisément à l'endroit où le massif ancien de l'Amérique du Nord s'approche du bouclier du Brésil et des Guyanes situé de l'autre côté d'une large étendue marine dont la mer des Antilles occupe la plus grande part; là encore les plis récents suivent de part et d'autre la forme générale des massifs centraux ou boucliers, épousant l'allure des plis antérieurs lesquels serrent de plus près la bordure de ces boucliers.

La même observation s'impose pour l'arc des Antilles du Sud compris entre l'Amérique méridionale et la partie orientale de l'Antarctique où dominent des formations bien plus anciennes.

4. De ce fait apparaît une relation remarquable entre l'emplacement de ces arcs et la distribution générale des terres et des mers. L'arc des Caraïbes est dans le prolongement de la Téthys dont le rôle fut essentiel au cours des temps. L'arc des Antilles du Sud est dans l'axe du grand sillon océanique séparant le massif de l'Antarctique des trois massifs anciens de l'Amérique du Sud, de l'Afrique et de l'Australie. Le bassin canadien est une partie de la dépression océanique comprise entre le bouclier canadien et groenlandais d'une part, les boucliers sibérien et baltique d'autre part.

Comme je l'ai déjà fait observer dans d'autres travaux [23], il y a là des coïncidences remarquables indiquant l'assujettissement à une règle fondamentale de l'évolution de la croûte terrestre. Aussi est-on tenté d'en déduire qu'il s'agit d'une règle datant des premiers temps de l'évolution géologique du globe terrestre.

5. Je voudrais insister encore sur une disposition remarquable des unités structurales qui font l'objet de la présente étude: La terminaison en pointe plus ou moins effilée des continents s'opposant aux formes massives des blocs continentaux qui leur font face. La chose est frappante si l'on compare le continent nord-américain à la partie septentrionale de l'Amérique du Sud, situés de part et d'autre de la mer des Antilles correspondant à l'axe de symétrie de la Téthys. Il est une différence de même nature de part et d'autre de l'axe de l'arc des Antilles du Sud, la pointe

effilée de l'Amérique méridionale faisant face au bloc bien plus massif de l'Antarctique.

Fait remarquable, dans ces deux cas, c'est au nord de l'axe de chacun de ces deux arcs que se situe le continent s'effilant en pointe. On a l'impression que cette disposition identique de part et d'autre est le résultat d'une intervention analogue.

A première vue, il semble ne pas en être ainsi à l'endroit du bassin canadien, dont l'axe est le prolongement de l'axe de symétrie du Pacifique. Cependant un examen attentif de la carte des régions arctiques permet de constater qu'à l'est du détroit de Behring, l'Amérique septentrionale est de forme massive, tandis que le continent asiatique tend plutôt à s'amincir à l'approche du détroit. On peut trouver là certaine analogie avec la disposition des masses continentales vis-à-vis des arcs antillais. Dans chacun de ces trois dispositifs, le continent qui s'effile vers l'axe de symétrie est situé de la même manière vis-à-vis de l'axe de l'arc: Si l'on passe du Pacifique à l'Atlantique en suivant le grand axe de symétrie des deux Arcs Antillais, comme l'axe de symétrie du bassin canadien, le continent de forme effilée se trouve à gauche, tandis que celui de forme massive s'étend à droite de l'axe.

Aussi me paraît-il difficile de ne pas voir dans ces trois particularités de la structure du globe une analogie des plus frappante, ce qui conduit à l'idée de l'intervention d'une cause générale en rapport avec l'évolution d'une grande partie de la croûte terrestre. La raison d'une telle disposition nous échappe; elle n'en est pas moins un fait tangible dont il faut tenir compte dans toute théorie visant à expliquer la disposition géographique actuelle de la croûte terrestre.

6. Reste la question de savoir pourquoi les arcs antillais et le bassin canadien se terminent en courbe fermée dans la direction de l'Atlantique, à quelque distance de la limite entre les deux domaines de l'Atlantique et du Pacifique. Il semblerait plus normal que, de l'Ouest vers l'Est, les deux branches de ces arcs aillent en s'écartant de plus en plus pour épouser la forme des massifs centraux des continents qu'ils séparent, suivant en cela la disposition des tectogènes des époques antérieures.

Je crois voir dans cette anomalie apparente l'influence de la crête médiane de l'océan Atlantique qui a formé obstacle. S'il en est ainsi, ce serait en accord avec la notion de la grande ancienneté des rides médianes des océans [24].

On trouvera peut-être un argument en sa faveur dans le fait que dans l'arc des Caraïbes, les phénomènes volcaniques semblent plus marqués dans les Petites Antilles [25]; de même dans l'arc des Antilles du Sud, les îles Sandwich du Sud sont formées essentiellement de basalte à olivine en rapport notamment avec des volcans récents.

Ce n'est là que pure hypothèse; elle mérite cependant que l'on y réfléchisse.

Je termine cette note en souhaitant que le lecteur ne se méprenne pas sur mes intentions. Je n'ai pas voulu présenter une critique systématique de la thèse de mon savant collègue, le professeur J. TUZO WILSON. Nos conceptions, si opposées qu'elles soient, sont à mettre en parallèle en attendant que des arguments nouveaux puissent être produits en faveur de l'une plutôt que de l'autre.

NOTES

[1] J. TUZO WILSON: Are the structures of the Caribbean and Scotia arc regions analogues to ice rafting? (*Earth and planetary Science letters*, North-Holland publishing company, Amsterdam, 1966).

[2] Jacques BUTTERLIN: La constitution géologique et la structure des Antilles (*Publ. Centre nat. rech. scientifique*, Paris, 1956).

[3] Philip B. KING: The evolution of North America (Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1959).

[4] Henri et Geneviève TERMIER: Histoire géologique de la Biosphère (Masson et Cie, Paris, 1952).

[5] William F. JENKS (Editor): Handbook of South American Geology (The Geol. Soc. of America, Memoir 65, 1956).

Pour la Colombie, on consultera également: Hans BÜRGL: Historia geologica de Colombia (*Rev. Acad. Colombienne des Sciences exactes, physiques et naturelles*, 1961).

[6] Voir à ce sujet les coupes incluses dans l'ouvrage de W.F. JENKS: Handbook of South American Geology, aux chapitres relatifs au Vénézuéla et à l'île de la Trinité.

[7] B.C. HEEZEN and Marie THARP: Tectonic fabric of the Atlantic and Indian Oceans and continental drift (*Philos. Transactions of the Royal Society*, volume 258, pp. 90-106, 1965. Voir notamment fig. 5).

[8] J. BUTTERLIN: *Op. cit.*, Constitution géologique et structurale des Antilles, p. 437.

[9] C'était l'opinion d'Ed. SUESS, exposée dans son magistral ouvrage: *Das Antlitz der Erde* (Trad. française par Emm. DE MARGERIE).

[10] P. FOURMARIER: Le problème de la dérive des continents. (Ouvrage rédigé avec la collaboration d'une Commission interacadémique et publié par les soins de l'Académie royale de Belgique, et de l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer, 1967).

[11] Indépendamment de l'ouvrage de JENKS cité au début de cet article, on consultera avec intérêt: B.C. REED: *The geology of the British Empire* (2nd edition Arnold and Co London, 1949). — Carte géologique de l'Amérique du Sud éditée par la Geological Society of America. — J. AUBOIN et A. BORELLO: Chaînes andines et chaîne alpine — Regard sur la Cordillère des Andes au parallèle de l'Argentine majeure (*Bull. Soc. Geol. France*, 7^e sér., t. VIII, n^o 7, 1966 (décembre 1967)).

[12] W.T. HAMILTON: Antarctic tectonics and continental Drift (*in* Polar Wandering and continental Drift, publié par la Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Tulsa, Oklahoma, juillet 1963).

[13] B.C. HEEZEN and Marie THARP: Physiographic diagram of the South Atlantic, the Caribbean, the Scotia sea and the Eastern Margin of the South Pacific Ocean (*Bull. Geol. Soc. of America*, New York, 1961).

[14] J. TUZO WILSON: *Op. cit.*, p. 335.

[15] B.C. HEEZEN and Marie THARP: Tectonic fabric of the Atlantic and Indian Oceans and Continental drift (*in* A. Symposium on Continental Drift. Philos. Trans. of the Royal Society, vol. 258, p. 90-106, 1965. Voir la *fig. 14* de cet ouvrage).

[16] P. FOURMARIER: L'arrangement systématique des Continents et des Océans (*Les mélanges O. Tulippe*, Liège, 1967).

[17] *Op. cit.*: Earth and planetary Science letters (North Holland publishing Cy, Amsterdam, 1966).

[18] Voir la *fig. 856* de l'ouvrage de A. HOLMES. Principles of physical geology, 2nd édition, 1965.

[19] A.J. EARDLEY: History of Geologic thought on the Origin of the Arctic Basin (*Geology of the Arctic*, p. 607).

[20] Ph. B. KING: The evolution of North America (Princeton University Press, Princeton, N.J. 1959).

[21] Robert STONELEY: The structural development of the Gulf of Alaska sedimentary province in southern Alaska (*Quart. Journ. Geol. Soc. of London*, n^o 489, vol. 123, part 1, 15 septembre 1967).

[22] Voir à ce sujet la carte jointe à l'article de P. FOURMARIER: La géologie de l'Arctique, d'après quelques publications récentes. Comparaison avec l'Antarctique (*Bull. Classes Sciences, Acad. roy. Belgique*, 5^e sér., t. XLIX, 1963, n^o 10).

[23] P. FOURMARIER: Le problème de la dérive des continents (Mém. in-4^o, Acad. roy. Belgique, 1967).

[24] Il est à noter que la crête Lomonosov, faisant partie de la ceinture plissée du bassin canadien, est, elle aussi, disposée parallèlement à la crête médiane de l'Atlantique ou à son prolongement dans les régions arctiques.

[25] On consultera avec intérêt à ce sujet le travail de FINK L. KENNETH, Jr., Geomagnetic and Seismic Reflection. Investigations of the Guadeloupe Region of the Lesser Antilles Island Arc, dont un résumé a paru dans Program 1967 Annual Meeting New Orleans, Louisiana, de la Geological Society of America.

Marcel-E. Denaeyer. — Le symposium de Montevideo sur la dérive continentale

RÉSUMÉ

L'auteur rend compte des travaux du Congrès itinérant consacré à la stratigraphie de la Gondwanie et organisé conjointement par l'UNESCO et l'Union internationale des Sciences géologiques, en Argentine, au Brésil et en Uruguay, en septembre et octobre 1967. Le symposium de clôture s'est déroulé à Montevideo et a eu pour thème central les problèmes relatifs à la dérive continentale et l'exposé des arguments, de nature géophysique principalement, militant en faveur de l'hypothèse de la dérive.

La communication présentée par l'auteur à ce Symposium est résumée très brièvement. Elle est intitulée: *¿Pueden considerarse las fosas tectónicas del Africa central como un principio de disyunción y de deriva continental?*

* * *

Au cours d'un voyage d'études et d'une mission d'enseignement en Amérique, l'auteur a participé, à Montevideo, à un Symposium sur la dérive continentale. Il croit intéressant d'informer l'Académie des principaux thèmes qui y ont été développés.

Ce Symposium constituait le troisième et dernier volet du Congrès itinérant consacré à la stratigraphie du Continent de Gondwana et organisé conjointement par l'UNESCO et l'Union internationale des Sciences géologiques (U.I.S.G.) en Argentine, au Brésil et en Uruguay, du 26 septembre au 19 octobre 1967. Des excursions eurent lieu dans ces trois pays. Un symposium partiel s'est tenu à Mar del Plata du 1^{er} au 4 octobre et celui de Montevideo, du 16 au 19 octobre. Les participants inscrits, au nombre de 127, représentaient 26 pays des cinq Continents.

En Argentine, le symposium avait pour thème la stratigraphie et la paléontologie du Gondwana, avec des excursions dans la Sierra de la Ventana, la précordillère de San Juan et la province de Mendoza. Au Brésil et en Uruguay, il s'agissait de la com-

paraison des granites de ces pays avec ceux de l'Afrique occidentale; des excursions eurent lieu dans les provinces de Parana, Santa Catalina, Rio Grande do Sul et en Uruguay. Enfin, le Symposium de Montevideo, réunissant tous les congressistes, reprenait ces thèmes au cours du huit sessions, en les complétant par de nombreuses communications sur la dérive des continents et sur l'histoire de l'Atlantique sud. Au total, 92 communications y furent présentées, dont 76 exposaient les résultats de travaux originaux, les 16 autres constituant des révisions et des résumés bibliographiques des plus utiles. Chacune des sessions était consacrée à un sujet central. L'énumération qui suit en résume la nature.

1^o et 2^o session: Les îles de l'Atlantique sud et le fond océanique;

3^o session: Géologie et géophysique de l'Amérique du Sud;

4^o session: Géologie et géophysique de l'Afrique;

5^o session: Comparaison entre les continents riverains de l'Atlantique;

6^o session: Travaux sur la dérive continentale dans le Bassin du Pacifique et sur la géologie de l'Antarctide;

7^o session: Travaux concernant le Continent de Gondwana, la Téthys et le Bassin de l'océan Indien;

8^o session: Mécanismes possibles de la dérive continentale.

Cette énumération ne saurait refléter les tendances essentielles des travaux présentés, ni des opinions exprimées. Les théories mobilistes n'ont guère été mises en question par les participants et les arguments invoqués en faveur de la dérive furent fondés, en ordre principal, sur les anomalies magnétiques et le paléomagnétisme, sur la géochronologie, la séismologie, la géotectonique, l'océanographie, le volcanisme, la paléogéographie et la lithologie. La glaciologie, la paléontologie, la paléoclimatologie et la biologie ont joué un rôle plus effacé.

De cette confrontation de résultats, en eux-mêmes très intéressants et constituant une masse imposante de données positives, il ne s'est malheureusement dégagé, ni synthèse, ni doctrine de valeur générale. Mais ces résultats doivent être comparés, médités et coordonnés. Les mécanismes possibles de la dérive n'ont

guère fait l'objet de discussions et la théorie de l'expansion du Globe fut à peine effleurée.

* * *

C'est dans le cadre de la huitième session du Symposium que l'auteur de ce compte rendu a présenté une communication intitulée: *¿Pueden considerarse las fosas tectónicas del Africa cencomo un principio de disyunción y de deriva continental?*

Il y examine cette opinion, exprimée dans le titre, et répandue depuis WEGENER, en y objectant les contrastes d'anomalies de la pesanteur — positives sur la mer Rouge et le Golfe d'Aden et négatives sur les fossés tectoniques africains. Il propose d'abord un mécanisme possible d'ouverture des fossés, basé sur l'écoulement des masses de la géotumeur africaine vers les dépressions, conformément aux théories de VAN BEMMELEN. Il appuie cette thèse de deux exemples typiques choisis dans le fossé tectonique du Kivu. Il discute ensuite et met en question l'hypothèse de A. HOLMES, qui attribue la surélévation de l'Est africain à la différenciation d'un magma carbonatitique de faible densité, responsable des anomalies négatives. L'auteur propose une solution de rechange invoquant la fusion des racines des vousoirs axiaux effondrés des fossés, fusion capable de produire des magmas acides de faible densité expliquant également bien ces anomalies et, surtout, leur étroite localisation à l'aplomb de ces fossés. Il en produit deux exemples:

1. Les enclaves ponceuses de roches sialiques fondues rejetées par les volcans actifs des Virunga, et
2. Les épanchements de masses de laves acides et d'ignimbrites entourant les rives méridionales de la fosse du Tanganyka.

Il conclut en exprimant l'avis que des dizaines ou des centaines de millions d'années s'écouleront avant que les produits légers sous-jacents aux fossés tectoniques soient éliminés, rendant alors possible une inversion des anomalies de la pesanteur et permettant d'envisager dès lors — comme dans le cas de la mer Rouge — une véritable disjonction du Continent africain.

Atlantique sud,
à bord du *Pasteur*,
16 novembre 1967.

Zitting van 28 maart 1968

Séance du 28 mars 1968

Zitting van 26 maart 1968

De zitting wordt geopend te 14 h 30 door de H. J. Jadin, directeur.

Zijn bovendien aanwezig: De HH. P. Brien, R. Bouillenne, M.-E. Denaeyer, A. Dubois, A. Duren, W. Robyns, P. Staner, J. Thoreau, M. Van den Abeele, J. Van Riel, leden; de HH. F. Corin, M. De Smet, R. Devignat, F. Evens, F. Hendrickx, J. Jurion, J. Kufferath, J. Opsomer, G. Sladden, L. Soyer, R. Vanbreuseghem, geassocieerden, alsook de HH. E.-J. Devroey, vaste secretaris en M. Walraet, secretaris der zittingen.

Afwezig en verontschuldigd: De HH. G. de Witte, A. Duren, P. Janssens, A. Lambrechts, G. Neujean.

Overlijden van de H. Omer Tulippe

Voor de rechtstaande vergadering roept de H. J. Jadin, directeur der Klasse, de herinnering op aan professor Omer Tulippe, geassocieerde der Klasse, overleden te Luik op 22 februari 1968 (blz. 426).

De Klasse verzoekt de H. R. Bouillenne, die aanvaardt, de necrologische nota over onze betreurde Confrater op te stellen voor het *Jaarboek*.

« Biologie du *Fomes lignosus* et méthodes de lutte préventive dans les cultures tropicales »

De studie van H. Bruno FASSI gewezen fytopathologist van het NILKO, die door de H. P. Staner wordt voorgelegd, omvat twee delen: 1) De studie van de biologie der parasitaire paddenstoelen op de wortels in de tropische bossen en plantages; 2) De preventieve bestrijdingsmethode van deze parasieten, gesteund op het ringen van de om te hakken bomen en het met gift bewerken van de stronken.

Op voorstel van de H. P. Staner — die vragen beantwoordt van de HH. A. Dubois en F. Jurion —, wijst de Klasse de H. F.-L. Hendrickx aan als tweede verslaggever over de nota van de H. B. FASSI.

Séance du 26 mars 1968

La séance est ouverte à 14 h 30 par M. J. Jadin, directeur.

Sont en outre présents: MM. P. Brien, R. Bouillenne, M.-E. Denaeyer, A. Dubois, A. Duren, W. Robyns, P. Staner, J. Thoreau, M. Van den Abeele, J. Van Riel, membres; MM. F. Corin, M. De Smet, R. Devignat, F. Evens, F. Hendrickx, F. Jurion, J. Kufferath, J. Opsomer, G. Sladden, L. Soyer, R. Vanbreuseghem, associés, ainsi que MM. E.-J. Devroey, secrétaire perpétuel et M. Walraet, secrétaire des séances.

Absents et excusés: MM. G. de Witte, P. Fourmarier, P. Janssens, A. Lambrechts, G. Neujean.

Décès de M. Omer Tulippe

Devant l'assemblée debout, M. J. Jadin, directeur de la Classe, évoque la mémoire du professeur *Omer Tulippe*, décédé à Liège le 22 février 1968 (voir p. 426).

La Classe invite M. R. Bouillenne, qui accepte, à rédiger, pour l'*Annuaire*, la notice nécrologique de notre regretté Confrère.

Biologie du *Fomes lignosus* et méthodes de lutte préventive dans les cultures tropicales

L'étude de M. Bruno FASSI, ancien phytopathologiste de l'INEAC, qui est présentée par M. P. STANER, comporte deux parties: 1) L'étude de la biologie des champignons parasites des racines au sein de la forêt et dans les plantations tropicales; 2) Les méthodes de lutte préventive contre ces parasites, basées sur l'annélation des arbres à abattre et sur l'empoisonnement des souches.

Sur proposition de M. P. Staner — qui répond à des questions de MM. A. Dubois et F. Jurion —, la Classe désigne M. F.-L. Hendrickx en qualité de second rapporteur de la note de M. B. FASSI.

« De l'agriculture itinérante à l'agriculture intensifiée »

De H. F. *Jurion* legt het werk voor dat hij opstelde in samenwerking met de H. J. HENRY, en waarin, na een beschrijving van de oorspronkelijke omstandigheden, de auteurs de methodes beschrijven die in Congo gebruikt werden om de landbouwbevolking te stabiliseren, om de factoren die de landbouwproductie bepalen te verbeteren en om de sociaal-economische vraagstukken die ze ontmoetten op te lossen of te omgaan (blz. 427).

De H. M. *Van den Abeele*, de gevoelens vertolkend van alle leden der Klasse, maakt zijn hartelijke gelukwensen over aan de auteurs van dit belangrijk en verdienstelijk werk en drukt de *wens* uit dat diegenen die thans verantwoordelijk zijn voor de Congolese landbouw het voorbeeld zouden volgen van hun voorgangers.

« Florilège des Sciences en Belgique »

De H. M.-E. *Denaeyer* legt het werk voor dat bovenstaande titel draagt* en dat door de uitgever, de „Académie royale de Belgique”, aan de K.A.O.W. aangeboden werd (blz. 430).

Deze belangrijke publikatie werd voorbereid onder de leiding van een commissie waarvan onder meer deel uitmaken onze confraters de HH. P. *Fourmarier*, J. *Lebrun*, M. *Poll*, O. *Tulippe*. De H. P. *Brien* was er de secretaris van en de drijvende kracht.

Een vraag beantwoordend van de H. P. *Staner*, drukt de H. P. *Brien* zijn dank uit voor het hartelijk onthalen door zijn Confraters van deze *Florilège des Sciences en Belgique* en voegt er aan toe dat hij niet zal nalaten aan de Theresiaanse Academie de gelukwensen der Klasse over te maken waarvan de H. M.-E. *Denaeyer* zich de geestdriftige tolk maakte.

« La multiplication de *Mycobacterium leprae* »

De mededeling van de H. L. *Jadin*, die bovenstaande titel draagt en voorgelegd werd op de zitting van 23 januari 1968,

* Florilège des sciences en Belgique pendant le XIX^e siècle et le début du XX^e siècle (Académie royale de Belgique, Classe des Sciences, Brussel, 1968, 1 067 blz., portretten. - Prijs in de boekhandel: 500 F).

De l'agriculture itinérante à l'agriculture intensifiée

M. F. *Jurion* présente un travail qu'il a rédigé en collaboration avec M. J. HENRY et dans lequel, après avoir décrit les conditions de départ, les auteurs exposent les méthodes utilisées au Congo pour stabiliser les populations rurales, pour améliorer les facteurs déterminants de la production agricole et pour résoudre ou contourner les problèmes socio-économiques rencontrés (voir p. 427).

M. M. *Van den Abeele*, interprétant les sentiments unanimes de la Classe, adresse ses vives félicitations aux auteurs de cet important et méritoire ouvrage et émet le *vœu* que les responsables actuels de l'agronomie congolaise s'inspirent des réalisations de leurs devanciers.

Florilège des sciences en Belgique

M. M.-E. *Denaeyer* présente l'ouvrage intitulé comme ci-dessus * et qui a été offert en hommage à l'ARSOM par son éditeur, l'Académie royale de Belgique (voir p. 430).

Cette importante publication a été préparée sous l'égide d'une commission dont faisaient partie, entre autres, nos confrères MM. P. *Fourmarier*, J. *Lebrun*, M. *Poll*, O. *Tulippe*. M. P. *Brien*, qui assumait le secrétariat, en fut la cheville ouvrière.

Répondant à une question de M. P. *Staner*, M. P. *Brien* exprime sa vive gratitude pour le chaleureux accueil réservé par ses Confrères au *Florilège des Sciences en Belgique* et ajoute qu'il ne manquera pas de transmettre à l'Académie thérésienne les congratulations de la Classe, dont M. M.-E. *Denaeyer* s'est fait l'enthousiaste interprète.

La multiplication de *Mycobacterium leprae*

La communication de M. L. *Jadin*, intitulée comme ci-dessus et présentée à la séance du 23 janvier 1968, donne lieu à un

* Florilège des sciences en Belgique pendant le XIX^e siècle et le début du XX^e siècle (Académie royale de Belgique, Classe des Sciences, Bruxelles, 1968, 1 067 pages, portraits. - Prix en librairie: 500 F).

geeft aanleiding tot een bespreking waaraan deelnemen de HH. *J. Van Riel* (blz. 457), *A. Dubois*, *R. Vanbreuseghem* (blz. 458) en *R. Devignat* (blz. 460).

De Klasse beslist het werk van de *H. J. Jadin* te drukken (blz. 434) en nodigt de deelnemers aan de bespreking uit hun opmerkingen schriftelijk vast te leggen.

Jaarlijkse wedstrijd 1970

De Klasse beslist de derde vraag van de jaarlijkse wedstrijd 1970 te wijden aan de betrekkingen, op plantaardig gebied, tussen de parasiet en de gastheer en de vierde aan de ziekteverwekkende algen in tropische streken.

De *P. Staner* en *F. Jurion*, enerzijds, en de HH. *R. Vanbreuseghem* en *A. Dubois*, anderzijds, worden aangewezen om de teksten van deze vragen op te stellen.

De zitting wordt gesloten te 16 h.

échange de vues auquel prennent part MM. *J. Van Riel* (p. 457), *A. Dubois*, *R. Vanbreuseghem* (p. 458) et *R. Devignat* (p. 460).

La Classe décide l'impression du travail de *M. J. Jadin* (p. 434) et invite les intervenants à rédiger le texte de leurs observations.

Concours annuel 1970

La Classe décide de consacrer la troisième question du concours annuel 1970 aux relations dans le domaine végétal, du parasite à l'hôte et la quatrième aux Phycomycètes pathogènes des régions tropicales.

MM. *P. Staner* et *F. Jurion*, d'une part, ainsi que MM. *R. Vanbreuseghem* et *A. Dubois*, d'autre part, sont désignés pour rédiger les textes desdites questions.

La séance est levée à 16 h.

**J. Jadin. — Décès de M. Omer Tulippe
(29.2.1896 - 22.2.1968)**

Il y a deux mois à peine Omer TULIPPE était encore parmi nous. Il s'était recueilli avec nous en mémoire d'un autre Liégeois René MOUCHET qui lui aussi s'en est allé.

Omer-Camille TULIPPE était né à Saint-Vaast le 29 février 1896, il est mort le 22 février dernier.

Il avait conquis son grade de docteur en géographie à l'Université de Liège en 1927. En 1934 il prenait le même grade en Sorbonne. En 1935, il était nommé chargé de cours à l'Université de Liège. Il devient ensuite titulaire de la chaire de géographie humaine et économique, où il enseigna jusqu'en 1966, année de son éméritat. Il dirigeait en outre le séminaire de géographie.

En 1948-1949, il fut nommé titulaire de la chaire d'actualité scientifique à l'Université d'Alger par le Ministre de l'Éducation Nationale de France. En 1954 et 1957, il fut chargé de mission au Congo par son Université. Il était membre de nombreuses sociétés scientifiques belges et étrangères, membre de l'Académie royale de Belgique et membre associé de notre Compagnie depuis 1960, Docteur *honoris causa* de l'Université de Reims, président du Comité national de Géographie, président de la Commission de Géographie appliquée de l'Union géographique internationale.

Il contribua par ses nombreux travaux à étendre le renom de son Université. Citons: *Méthodologie de la Géographie*; *L'homme et la forêt tempérée en Belgique*; *L'habitat rural en Seine-et-Oise*; *Essai de Géographie du peuplement*; *L'élevage du cheval en Belgique*.

De nombreuses distinctions honorifiques devaient récompenser ce long et dur labeur. Il était grand officier de l'Ordre de Léopold, de l'Ordre de la Couronne et de l'Ordre de Léopold II, ainsi que Croix civique de première classe.

Une fois de plus nous devons déplorer la perte d'un de nos membres éminents toujours resté modeste et fidèle à nos séances.

Puis-je vous demander de vous recueillir un instant en sa mémoire.

26 mars 1968

**F. Jurion. — Présentation de l'ouvrage
« De l'agriculture itinérante à l'agriculture
intensifiée » par F. JURION et J. HENRY ***

Comme on l'a spécifié dans l'avant-propos, le but de l'ouvrage est de décrire les réalisations du Congo, du Rwanda et du Burundi, dans le cadre du développement axé sur les cultures saisonnières et l'élevage. Si on s'est limité à ces deux aspects, c'est que ce type d'action visait à modifier et à améliorer des activités coutumières de la population rurale et qu'il avait permis, dès lors, de rencontrer les problèmes humains, techniques et économiques qui se posaient et à leur chercher des solutions adaptées et durables.

Si l'on a voulu surtout être utile en diffusant l'expérience acquise dans ces régions d'Afrique et si, dans le texte, on a évité tout plaidoyer et toute critique, il n'en reste pas moins qu'implicitement les auteurs ont voulu réagir contre la regrettable tendance d'ignorer tout ce qui a été fait sous les régimes coloniaux. Le confrère R. DELAVIGNETTE dans ses *Propos sur la décolonisation* présentés à la Classe des Sciences morales et politiques de cette Académie (*Bulletin ARSOM* 1967, 2, p. 208 à 221) a qualifié cette attitude « d'amnésie collective » et on ne peut que l'approuver quand il écrit:

Le développement africain est retardé quand l'amnésie met sous le boisseau des essais tels que l'enseignement rural populaire et le développement agricole par un programme de travaux villageois sous prétexte qu'ils datent de l'époque coloniale.

Si les assistances bilatérales ou multilatérales avaient tenu compte de l'expérience acquise dans de nombreux domaines, en Afrique notamment, elles auraient évité de gaspiller des milliards de francs.

Cette ignorance du passé, si elle est souvent délibérée, peut, malgré tout, résulter d'un manque de possibilités d'information surtout au niveau des pays assistés. C'est pourquoi, dans les réflexions finales, on a proposé la création, à l'échelon interna-

* 489 p. + 10 p. dépliants, 80 tabl., 19 fig., 153 photos hors texte, Publicat. INEAC (1, rue Defacqz, Bruxelles 5, Belgique) Hors-série (1967). Traduction anglaise à paraître fin 1968.

tional, d'un organisme de documentation au service du développement rural, organisme qui disposerait de tous les moyens modernes pour la diffusion rapide, en plusieurs langues, des informations utiles.

L'ouvrage comporte une partie principale et des annexes. Les données condensées dans les annexes étaient nécessaires pour la caractérisation écologique des zones ou des localités considérées; ces données avaient d'abord été intégrées à la partie principale mais pour alléger celle-ci, elles ont été rassemblées en annexe et remplacées, dans le texte, par des lettres ou des sigles. Il reste cependant aisé de passer des unes aux autres pour apprécier l'applicabilité, dans les zones écologiquement analogues, des résultats rapportés. La première annexe définit les régions bioclimatiques, la seconde fournit les données climatologiques pour 25 stations et la troisième concerne la caractérisation pédologique des sols des essais (88 séries de sols). Cette dernière annexe a été rédigée par C. Sys.

La bibliographie, ventilée par chapitre, compte environ 450 références.

La partie principale de l'ouvrage comporte sept chapitres dont les intitulés sont donnés ci-après:

Chapitre I: L'état des facteurs de la production agricole à l'aube de l'action rationalisatrice.

Chapitre II: Les obstacles rencontrés à l'intensification de l'agriculture et les premières étapes du développement agricole.

Chapitre III: Evolution des méthodes culturales.

Chapitre IV: Problèmes zootechniques et agrostologiques.

Chapitre V: La lutte contre les ennemis des cultures, des semences et des denrées emmagasinées.

Chapitre VI: Problèmes de rationalisation du travail et de mécanisation en agriculture africaine.

Chapitre VII: Les problèmes socio-économiques posés par le développement de l'agriculture saisonnière.

L'ampleur du sujet traité et le caractère synthétique voulu ont obligé les auteurs à prendre, dans certains cas, quelques raccourcis pour l'exposé ou à citer simplement les travaux de base qui avaient conduit aux applications rapportées.

C'est le cas au *Chapitre I* où les divers aspects de la culture itinérante auraient mérité plus de développement, comme égale-

ment, au *Chapitre II*, les réalisations dans le cadre des paysannats. Au *Chapitre III* on n'a pu que mentionner les recherches agronomiques, pédologiques, physiologiques et autres qui ont dirigé l'évolution des méthodes culturales; au même chapitre, l'amélioration des plantes cultivées, qui est un des fleurons de l'œuvre de l'INEAC, n'a pu bénéficier que de quelques pages. Les *chapitres IV* et notamment *V* ont dû être réduits mais avec le moins d'inconvénients, car les deux sujets avaient fait l'objet de quelques synthèses partielles.

Mais ce que les auteurs ont spécialement voulu c'est, au départ de données africaines, faire ressortir la complexité du développement rural, lorsque l'on accepte de tenir compte de l'homme et ainsi souligner le danger de vouloir brûler les étapes. Le développement rural doit suivre une spirale et si le mouvement sur cette spirale peut être accéléré, il est impossible de manquer des spires. C'est pourquoi, par exemple, des éléments coûteux de modernisation comme la fumure minérale, la lutte phytosanitaire, la mécanisation motorisée, ne devraient être introduits qu'au moment où ils deviennent économiques et après avoir épuisé tous les moyens peu coûteux pour le paysan, comme: utilisation de variétés sélectionnées adaptées et résistantes aux maladies, amélioration de l'outillage, allègement des travaux pré- et post-cultureaux, protection des denrées, traction animale, etc.

Cette évolution progressive implique encore un effort d'éducation continu et une adaptation des phases du développement technique à l'évolution de la mentalité des agriculteurs bénéficiaires. Dans certains cas, le psychologue peut être aussi nécessaire que l'agronome, car, comme les auteurs l'ont écrit, on ne passe pas du bâton à fouir au « bulldozer » sans transition et sans préparation psychique préalable.

En conclusion de cette courte note de présentation on peut citer la dernière phrase de l'ouvrage qui en résume la portée:

Le passage de l'agriculture itinérante à l'agriculture intensifiée, dont dépend la solution du problème de l'alimentation humaine, nécessite beaucoup de temps, de patience, de constance, de désintéressement et implique l'aide de nombreuses disciplines scientifiques relevant autant des sciences naturelles, des sciences humaines, des sciences économiques que de la science de l'organisation.

26 mars 1968.

**M.-E. Denaeyer. — Présentation du
« Florilège des Sciences en Belgique
pendant le XIX^e siècle et le début du XX^e » (1)**

*Nous ne sommes jamais tout à fait
contemporains de notre présent...
même si ce présent est une révolution.*
R.D.

Il ne me déplait pas d'inscrire en exergue à la présentation du *Florilège des Sciences en Belgique* cette phrase lourde de sens et bien frappée d'un révolutionnaire dont la presse a beaucoup parlé.

Le foisonnement, l'explosion des connaissances scientifiques en notre siècle et des réalisations techniques prodigieuses qui en découlent, l'influence profonde qu'elles exercent — souvent à notre insu — sur la mentalité grégaire des sociétés humaines ne sont pas des phénomènes gratuits, sans racines.

Nos prédécesseurs les ont préparés, souvent aussi à leur insu.

L'hommage que la Classe des Sciences de l'Académie royale de Belgique a voulu consacrer, avec l'appui de la Fondation Franqui, aux savants illustres qu'elle s'honora de compter dans ses rangs, au cours du XIX^e siècle et au début du XX^e, n'est pas seulement l'expression de la reconnaissance que nous leur devons, mais bien plutôt un témoignage et un chapitre trop méconnu hors de nos frontières, de l'histoire des Sciences en Europe occidentale. Il témoigne aussi de la renaissance de la pensée scientifique dans les provinces belges après la longue torpeur intellectuelle où elles s'engourdirent pendant le XVIII^e siècle — ce siècle qui fut cependant, à leur porte, le siècle de l'Encyclopédie! Sans doute, des raisons politiques et socio-économiques furent-elles partiellement responsables de ce sommeil et le réveil fut-il dû pour une bonne

(1) Académie royale de Belgique, Classe des Sciences, 1968, 1 067 p. 54 photos, Bruxelles (Office international de Librairie, Brux., 500 F).

part au climat d'une indépendance nouvellement acquise dans le cadre de la vaste civilisation méditerranéenne et atlantique.

La méconnaissance de l'histoire générale des Sciences depuis ses origines asiatiques, grecques et arabes, l'ignorance des traits de génie fulgurants qui ont maintes fois fait progresser par bonds prodigieux l'emprise de l'homme sur son univers matériel, sont des « handicaps » dont souffrent trop souvent et de plus en plus les travailleurs scientifiques, enlisés dans les exigences d'une spécialisation à outrance.

Eh bien! c'est à ceux-là surtout, c'est à tous les candidats à la recherche, c'est aux étudiants, aux enseignants, c'est à tout homme cultivé que ce « Florilège » s'adresse.

Ils y verront revivre et s'animer les figures souvent émouvantes des plus éminents représentants défunts de la science belge, dans un contexte historique des diverses disciplines qu'ils ont servies et illustrées: l'Astronomie, les Mathématiques, la Physique mathématique, la Physique expérimentale, la Chimie, la Géologie et la Paléontologie, la Cartographie et la Géographie, la Botanique et la Biologie végétale, la Zoologie et la Biologie animale. Ils se pénétreront de leur pensée novatrice et de l'exemple de leur vie consacrée sans repentirs au progrès des connaissances, comme la sève qui monte dans la tige pour aller nourrir l'épanouissement de la fleur.

Ils y trouveront peut-être leur vocation et sûrement des motifs de s'élever sereinement au-dessus de la vésanie nationalitaire qui agite étrangement, dans l'actuel, tant de populations de la planète.

Saluons donc la mémoire de la quarantaine de savants glorifiés par le « Florilège » et dont maintes photographies font revivre le visage creusé par la méditation ou le regard trahissant l'intensité de la vie intérieure.

Nous eussions encore voulu y voir honorer quelques hommes de très grande valeur ayant appartenu à l'Académie, mais on comprend qu'il fallait opérer un tri dans cette pléiade fournie de savants dont plus d'un furent nos Maîtres, dont plus d'un nous ont nourri de leur science, de leur esprit et de leur amitié agissante.

Il n'est pas possible de résumer, ici, tout le contenu de ce palmarès qui remplit plus de mille pages. En vue de sa publica-

tion, la Classe des Sciences avait constitué une Commission de onze membres, présidée par M. Lucien GODEAUX et dont le secrétaire était notre confrère Paul BRIEN. Plusieurs autres membres de l'Académie et des professeurs d'université ont collaboré avec talent à sa rédaction. Mais la tâche la plus lourde incombait à Paul BRIEN. Il est à lui seul l'auteur de six notices, sans compter celles qu'il a introduites et coordonnées d'après notes et documents parus sous d'autres signatures, ni son vaste panorama historique de la Zoologie et de la Biologie animale.

Nous qui connaissons bien les exceptionnelles qualités de naturaliste, héritier spirituel d'Auguste LAMEERE, de penseur et le talent d'écrivain de cet homme de cœur qu'est notre éminent Confrère, nous nous figurons sans peine l'enthousiasme avec lequel il a su mener à bien cette entreprise collective, si magnifiquement imprimée et habillée dans sa reliure en toile verte frappée de son titre en lettres d'or.

Que d'heures passées sans me rendre compte de la fuite du temps, à lire et à méditer — sans pouvoir m'en détacher — ces pages captivantes qui font revivre la soif de connaître, l'ingéniosité, l'abnégation, les luttes, la volonté, l'opiniâtreté même avec lesquelles des hommes comme Zénobe GRAMME ou Jean-Servais STAS ont vaincu les difficultés, voire la misère et l'épuisement, dans le feu sacré de la recherche et de la découverte.

De quelle impression cosmique ne reçoit-on pas l'impact à la lecture des notices consacrées à la vie si pleine et au rayonnement universel de la pensée vertigineuse et révolutionnaire de Georges LEMAITRE qui nous conduit de l'Atome primitif à l'Univers en expansion?

Et faut-il évoquer la grande figure de Jules BORDET, prix Nobel, encore si proche de nous, du génial expérimentateur, maître de l'Immunologie, qui a ouvert à la Biologie générale les plus vastes horizons, dont l'œuvre immense et ses applications médicales sont connues du monde entier à l'égal de celles de PASTEUR, dont la précision et l'élégance du style s'alliait à un don oratoire hors de pair et qui n'était fait pourtant que de clarté et de simplicité?

Ou encore la prodigieuse destinée d'un Ernest SOLVAY, autodidacte, inventeur, ingénieur, industriel, dont le réseau d'usines et de laboratoires couvre le monde, philanthrope et sociologue

novateur, hardi et généreux, fondateur et animateur des plus illustres assemblées scientifiques internationales, sauveur de combien de vies humaines pendant la tourmente de 1914-1918?

Mais, nous aussi, nous devons nous borner malgré tant de noms prestigieux qui se pressent sous la plume. Non sans constater toutefois que l'immense majorité de ceux qui illustrèrent l'Académie royale et la Science en Belgique, en la haussant au plus haut niveau de la pensée internationale, est représentée par des hommes venus de Wallonie, parfois de France, et par bon nombre de Bruxellois; que leur génie, tourné vers la connaissance de la matière de la vie et de l'univers, s'équilibre dans un ensemble merveilleusement harmonieux avec celui qui anima les artistes immenses — peintres, poètes, philosophes et écrivains d'expression française — qui firent dans le monde la gloire de la Flandre.

Il n'est peut-être pas inutile de le rappeler en ces heures dramatiques de notre vie nationale. Puisse le témoignage de ce « Florilège » être médité par ceux qui voudraient la déchirer.

26 mars 1968.

J. Jadin. — La multiplication de *Mycobacterium Leprae*

Depuis la description par HANSEN, en 1874, des bacilles acido-résistants retrouvés d'une manière constante chez les malades atteints de lèpre, de nombreux chercheurs ont tenté vainement de réaliser la culture de ce germe. Les bacilles de Hansen se comportent ainsi fort différemment des bactéries acido-résistantes qu'il s'agisse du bacille de Koch ou de tous les germes apparentés. Non seulement *Mycobacterium leprae* n'a pas été obtenu en culture, mais sa transmission aux animaux et même à l'homme n'a pas été réalisée; de ce fait, les études de ce germe n'ont guère progressé.

Dans l'exposé que nous vous présentons, nous rapporterons les tentatives successives que nous avons réalisées dans ce domaine grâce à la compréhension et à la générosité de la Fondation du Père Damien que préside avec tant de dévouement notre confrère, M. VAN DEN ABEELE, à qui nous voulons dire toute notre gratitude.

Nous envisageons successivement:

1. Les raisons pour lesquelles nous avons choisi les ganglions de lépreux comme source de matériel pour notre étude;
2. Les milieux de culture;
3. La multiplication du bacille de la lèpre sur les cellules dermoïdes;
4. La multiplication des bacilles de Hansen en présence de Trypanosomidés;
5. Les résultats de l'inoculation de cultures riches aux animaux de laboratoire;
6. Les bacilles de Hansen marqués aux isotopes;
7. L'ultrastructure du bacille de Hansen;
8. Les résultats de l'inoculation de léprômes aux souris nues;
9. L'acido-résistance de *M. leprae*;

10. La recherche de Leishmanies et d'anticorps antileishmaniens chez les lépreux d'Iyonda.

1. *Le choix des ganglions des lépreux comme source de matériel*

Au cours de nombreux essais, nous avons tenté d'obtenir la multiplication de *Mycobacterium leprae* à partir de léprômes et à partir de peaux de lépreux. Ces essais remontent à plusieurs années, puisqu'à Coquilhatville, en 1939, déjà avec le regretté Vettore ZANETTI, nous avons tenté d'obtenir des développements à partir de léprômes sur le milieu à l'œuf de Lubenau et nous avons obtenu des micro-colonies non transmissibles en série.

Nous avons espéré que nos tentatives seraient plus fructueuses avec l'emploi des antibiotiques, qui n'ont aucune action sur les bacilles de Hansen mais qui peuvent entraver le développement des germes contaminants. Car le grand écueil de la multiplication du bacille de Hansen, c'est précisément la présence des contaminants de la peau, champignons et bactéries que l'on retrouve également dans les léprômes.

Ayant eu l'occasion d'étudier un cas traité par notre collègue Albert DUBOIS, nous avons, suivant ses judicieux conseils, tenté de réaliser une culture à partir du produit de ponction obtenu à partir des ganglions de ce malade. Sur dix ensemencements, neuf ont fourni un résultat positif. Nous avons introduit dans un flacon contenant dix centimètres cube de milieu, le produit de ponction d'un ganglion, soit le contenu d'une aiguille hypodermique, ce qui représente environ 0,025 cc de matériel. Cette quantité était donc diluée quatre cents fois environ. Si nous examinions à ce moment une goutte de milieu, nous ne retrouvions que de rares germes et de très rares globi. Après huit et quinze jour de séjour à l'étuve à 37° C, nous pouvions observer de nombreux bacilles et globi dans le fond du tube et si nous agitions ce tube, nous retrouvions des globi dans tous les champs microscopiques de la gouttelette prélevée, fixée et colorée au Ziehl.

Les germes se présentent surtout en globi ou en paquets, certains sont isolés, mais leur morphologie est entièrement super-

posable à celle que l'on observe dans les frottis de ganglions infectés.

Dès ces premiers essais, comme au cours de toute l'expérimentation que nous allons développer, ce matériel fut systématiquement réensemencé en milieu ordinaire, gélose et bouillon de viande, milieu de Loewenstein et de Dubos. Nous voulions ainsi éliminer les bacilles acido-résistants, non lépreux, qui se développent sur ces milieux. Nous avons isolé effectivement au cours de notre expérimentation trois souches de bacilles acido-résistants banaux.

Depuis ces quatre dernières années, nous avons pu examiner six cent quarante produits de ponctions ganglionnaires et dix-sept léprômes prélevés surtout à Iyonda (Mbandaka) par les soins de R. MORIS; à Bamako, par le médecin colonel J. LANGUILLON, mais aussi à Kimpese, à Lovanium, au Mexique, au Brésil, en Argentine, au Cameroun, dans la République Centrafricaine, à Madagascar, au Burundi, en Turquie, en Syrie, en Tunisie et au Maroc.

Sur ces six cent quarante ensemencements, deux cent vingt-trois sont restés négatifs, trois cent quatre ont fourni des résultats nettement positifs et cent treize des résultats fortement positifs, soit 63,59 %.

Il faut constater que le pourcentage des résultats est beaucoup plus élevé lorsque les prélèvements sont pratiqués par des gens qui ont pris l'habitude de la technique et quand il s'agit de sujets traités ou non traités.

TABLEAU I

Nombre de prélèvements	Fortement positifs	Positifs	Total	% des positifs	Négatifs
640	113	304	417	63,59	223
Bamako 205	42	117	159	72,1	46
Iyonda 336	31	187	218	64,88	118

C'est ainsi que sur 205 prélèvements effectués à l'Institut Marchoux à Bamako, 159 sont positifs dont 42 sont très fortement positifs. Ce qui représente 72,1 % des résultats positifs.

Certaines séries ont été positives à 100 % à plusieurs reprises et il s'agissait de sujets non traités.

Iyonda suit de près, mais avec un pourcentage de 64,88 % de résultats positifs sur 336 examens dont 218 étaient positifs et 31 très fortement positifs.

Quant aux prélèvements effectués occasionnellement, les résultats sont parfois entièrement négatifs. Il faut savoir ponctionner les ganglions et inoculer correctement les flacons contenant le milieu de culture et fermés au caoutchouc. Il faut traverser la capsule sans que soit rejeté le contenu de l'aiguille. L'aiguille doit être montée sur la seringue avant de percer le bouchon. Ces diverses manipulations exigent un peu d'habitude et de dextérité. Tout en respectant les exigences de l'asepsie, aiguille et seringue doivent être stérilisées récemment et le bouchon en caoutchouc doit être stérilisé à l'alcool.

Parmi les cas d'Iyonda, nous relevons 237 cas traités et 7 cas non traités. Sur ces 7 cas provenant de sujets non traités, tous les 7 fournissent un résultat positif. Sur les 237 cas traités, 162 sont positifs et 28 très fortement positifs.

Nous disposons de renseignements suffisants pour conclure que sur 246 cas traités, parfois depuis plusieurs années, 75 n'ont pas fourni de développement, mais 171 ont donné lieu à une multiplication de bacilles de Hansen et 32 ont fourni des cultures abondantes, transmises au cours de cinq à huit repiquages pendant quatre à huit mois et comportant jusqu'à 100 et 250 globi pour cent champs microscopiques.

Nous avons, en effet, utilisé cette base d'appréciation, au cours de nos recherches, étant donné que nous estimons qu'elle permet de mieux juger de l'importance du développement. Nous avons tenté d'employer les techniques recommandées par Hanks et ses collaborateurs (1964) après homogénéisation au chloroforme et fixation au formol, mais sans pouvoir nous y rallier.

Car ce qu'il faut apprécier, c'est la multiplication du bacille de Hansen, autrement dit « la vie ». Et l'expression de celle-ci pour la bacille de Hansen est la formation des globi, d'où l'importance de garder ceux-ci dans leur intégrité et de ne pas les fragmenter. La mise en évidence d'éléments isolés, si nombreux qu'ils soient, ne permet pas d'affirmer leur vitalité.

Nous indiquons dans le *tableau II* la répartition des résultats obtenus pour les 246 cas traités par divers médicaments.

TABLEAU II

	Fortement positif 100 à 200 globi/100	Positif de 10 à 100 globi	Négatif	Total
Diphenyl-thiourée		6	1	7
Diamino-diphényl- sulfone	21	95	57	173
DDS + Etisul		4	3	7
Etisul	4	3	2	9
Diphenyl-thiourée + DDS		6		6
Lederkyn	1	11	11	23
B.663	6	14	1	21
	32	+ 139		— 246
		= 171		

On voit ainsi que les germes provenant de sujets traités parfois pendant de longues années persistent et gardent leur pouvoir de se développer dans les milieux de culture. Nous verrons qu'ils peuvent aussi se développer dans l'exsudat péritonéal des rongeurs comme dans les tissus en culture.

2. Les milieux de culture

Ce sont les milieux que nous avons mis au point pour la culture des Trypanosomidés qui nous ont amené à entreprendre la culture du bacille de Hansen.

En premier lieu, nous avons utilisé le milieu de Hanks auquel nous ajoutons de l'hémoglobine de bœuf: de la lactalbumine et du sérum de veau.

Des essais de multiplication des cellules dermoïdes nous ont engagé à utiliser un mélange du milieu de Parker 199 (40 p. 100), du milieu de Hanks (37 p. 100), du sérum humain (20 p. 100) et de l'extrait embryonnaire de poulet (3 p. 100). Ce milieu nous a donné de bons résultats. Mais nos recherches nous ont amené à réaliser des cultures de cellules diploïdes et nous avons pu observer que le milieu utilisé pour la multiplication de

ces cellules et recommandé par EAGLE favorisait davantage la multiplication du bacille de Hansen. Ce milieu nous fut généralement procuré par les soins de MÉRIEUX et nous avons aussi utilisé le produit sec, mis au point par le *General Biochemical* (G.B.I.) et par le *Grand Island Biological Company* (GIBCO). A ce milieu, nous ajoutons 10 % de sérum de veau, 1 % d'extrait embryonnaire de bœuf (Difco), 0,5 % d'hydrolysate de lactalbumine et 18 % d'une solution d'hémoglobine de bœuf à 3 %.

Nous maintenons nos milieux à l'étuve à 37° C, car nous avons observé que cette température était plus favorable bien que plusieurs auteurs aient recommandé des températures plus basses, 32° C notamment.

La concentration en ions hydrogène du milieu est légèrement supérieure à la neutralité. Nos essais réalisés en introduisant du gaz carbonique n'ont pas permis d'observer une amélioration. A tous ces milieux nous avons ajouté 100 unités de pénicilline et 50 microgrammes de streptomycine par centimètre cube.

Les milieux sont conservés à 4° C et doivent être utilisés dès que possible. Les meilleurs résultats ont été observés lorsque les tubes expédiés à nos collaborateurs nous étaient retournés dans les délais les plus courts.

C'est le Basal Medium Eagle complété qui nous a fourni les meilleurs résultats; aussi actuellement nous n'utilisons plus que ce seul milieu.

Nous avons obtenu pour plusieurs souches des développements très riches. Certaines plages renferment parfois des dizaines de globi disposés côte à côte. Dans un même champ, nous avons pu compter de 20 à 30 globi (*Fig. 1*), certains ne comportaient que quelques bacilles entourés d'une capsule, d'autres en sont bourrés et l'on peut y dénombrer jusqu'à 1 200 bacilles, souvent ils sont incomptables.

Dans des cultures de un à trois mois, nous avons retrouvé des masses muriformes composées de plusieurs milliers de bacilles.

A diverses reprises, nous avons modifié le milieu BME (*Basal Medium Eagle*) notamment en y incorporant de l'acide désoxyribonucléique (D.N.A.). Le résultat a été peu favorable. Il est vraisemblable que les bacilles de Hansen ne peuvent utiliser ces acides nucléiques dont ils ne peuvent scinder les molécules beaucoup trop grosses. Nous avons donc eu recours à la ribonu-

cléase, enzyme qui permet de séparer ces longues chaînes d'acides aminés, mais sans résultat intéressant.

Le même problème se pose pour l'adaptation des protozoaires à un milieu de culture. Certains protozoaires comme les trichomonas ont besoin de microbes qui transforment les éléments du milieu de culture et mettent ceux-ci à leur portée et quand ces parasites se sont suffisamment développés, ils parviennent grâce à leurs congénères en dégénérescence à vivre dans un milieu de culture où ils ne pouvaient s'adapter au départ. Ce qu'on observe avec les trichomonas, se retrouve chez les trypanosomidés qui exigent desensemencements abondants au départ.

Les rickettsies elles-mêmes ont des comportements voisins. Elles ne se multiplient, en général, que dans les cellules, mais on parvient à maintenir certaines d'entre elles en milieu dépourvu de cellules, renfermant pourtant les constituants cellulaires (PSHENICKOV, A.V. et PSHENICKOV, R.A., 1966). De plus, comme chez les toxoplasmes où les parasites peuvent se multiplier par endodyogénèse, deux parasites se reformant au sein du premier, les rickettsies filles apparaissent dans la membrane qui entoure la rickettsie-mère, se formant donc aux dépens des éléments qui constituaient la première rickettsie. Il est donc possible que le même processus existe dans l'évolution des bacilles de la lèpre, et qu'ils empruntent une partie du matériel, dont ils ont besoin aux bacilles lysés et l'autre aux cellules à leur déclin et au milieu de culture.

OLITZKI et GERSCHON (1965), reprenant les essais anciens de TWORT et INGRAM (1912) ont obtenu une culture de *Mycobacterium leprae* avec le milieu de Eagle enrichi par un extrait ultra-sonique d'un mycobacterium saprophyte. Bien que nos essais effectués avec des filtrats de germes acido-résistants banaux ne nous aient rien donné, le principe garde sa valeur.

En partant d'ensemencement très riche, nous avons effectivement obtenu de bons résultats avec une augmentation évidente du nombre des globi.

Au cours d'autres essais, nous avons renouvelé fréquemment le milieu de culture. En effet, celui-ci renferme peut-être en très petite quantité les éléments ou les oligo-éléments dont les bacilles de Hansen ont besoin.

En examinant nos préparations, nous avons pu observer qu'il y avait des concentrations de globi et des bacilles en multiplication au niveau de zones colorées en bleu par le bleu de méthylène, protéines disposées en serpentins, toujours plus abondantes lorsque la culture est favorable. LUMSDEN (1964) a pu observer des images comparables avec les cultures obtenues sur cellules humaines de schwannome. Pour lui ce sont des *sequestrum* ou restants de cytoplasme (Fig. 2). Nous avons tenté de favoriser ces précipités en recourant aux précipitines anti-humaines alors que nous avons utilisé du sérum humain pour enrichir notre milieu, nous avons employé la grosse molécule de gelatine, nous avons incorporé du collagène et même du Periston qui a une action anticomplémentaire et antitoxique, mais sans succès. La réaction au Soudan III ne nous a pas permis de déceler des lipides dans les précipités.

LUMSDEN (1964) a émis l'hypothèse de la nécessité d'ajouter au milieu de culture des substances comme l'acide diaminopimelic et d'autres acides gras.

3. La multiplication du bacille de la lèpre sur les cellules dermoïdes

Ce travail a été réalisé grâce à la collaboration du laboratoire de génétique du Service d'Ophtalmologie de l'Université de Gand que dirige le professeur J. FRANÇOIS.

Jusqu'à ce jour, les souches de *M. leprae* ont été entretenues sur lignées de cellules provenant d'Européens, non lépreux. Tous nos essais d'isolement de cellules dermoïdes à partir d'échantillons de peau de lépreux recueillis en Afrique, bien que transportés par avion en milieu de Hanks ont échoué. Il en fut de même pour les essais réalisés avec des échantillons de peaux prélevés en Belgique sur des lépreux traités ou non traités. Les germes contaminants ont toujours entravé plus ou moins rapidement la multiplication des cellules dermoïdes. Grâce aux lignées de cellules dermoïdes provenant d'enfants ou de sujets sains, nous avons pu retransmettre jusqu'à quatre fois diverses souches de bacilles de Hansen. Cependant, ces cellules dermoïdes ne peuvent être retransmises qu'un nombre de fois limité, il devenait malaisé de se servir des cellules d'une seule lignée.

Aussi avons-nous tenté de poursuivre la culture des bacilles qui s'étaient développés sur une lignée et qui avaient été retransmis 3 ou 4 fois à d'autres cellules d'une autre lignée. C'est ce que nous avons obtenu au cours de plusieurs essais.

La transmission des bacilles de Hansen d'une lignée de cellules dermoïdes à une autre lignée provenant d'un autre individu est possible à la condition que les cellules réceptives n'aient pas un effet toxique sur les cellules qui sont parasitées par le bacille de Hansen ou réciproquement.

Le fait le plus saillant observé au cours de cette multiplication sur les cellules dermoïdes est le développement des bacilles de Hansen dans le noyau. Nous avons souvent observé l'envahissement du cytoplasme par *M. leprae* et nous avons pu compter jusqu'à quatre globi dans le noyau des cellules dermoïdes.

Etant donné que la culture de ces cellules se fait sur des lamelles en tube de Leighton, on obtient, en prélevant ces lamelles, des étalements idéaux qui sont colorés après simple fixation au méthanol. Cette localisation dans le noyau n'est pas décrite par les anatomo-pathologistes de la lèpre, bien que YAMAMOTO et ses collaborateurs (1958) aient publié des images au microscope électronique où l'on voit des *M. lepraemurium* au sein du noyau des cellules contaminées.

4. La multiplication des bacilles de Hansen en présence de Trypanosomidés

Ayant à notre disposition toute une collection de Trypanosomidés entretenus par repiquage hebdomadaire sur milieu de Hanks ou de Eagle modifié, nous avons voulu rechercher si *M. leprae* était susceptible de se multiplier en présence de ces flagellates et si certains de ceux-ci favorisaient davantage la multiplication du bacille de Hansen.

Nous avons réalisé des essais avec *Strigomonas oncopelti*, *Leishmania tropica*, *L. donovani*, *L. mexicana*, *L. brasiliensis*, *Trypanosoma cruzi* et *T. gambiense*. Des séries de tubesensemencés au moyen de ces flagellates ont été inoculés avec des quantités équivalentes de diverses souches de bacilles de Hansen, ayant déjà subi au moins deux repiquages afin d'éliminer les

cellules provenant des ganglions ponctionnés lors de la récolte de la souche.

Nous avons obtenu des résultats divers suivant le flagellate utilisé. Le nombre de globi obtenu en présence des Trypanosomidés est sensiblement plus élevé que celui fourni par les tubes contrôles dépourvus de flagellates et dépourvus de cellules.

Au cours d'un premier essai, nous avons pu observer une augmentation très nette du nombre de globi qui étaient le double de ceux des tubes contrôles en six jours en présence de *T. gambiense* et de *L. brasiliensis*.

En présence des *Stigomonas oncopelti* le nombre des globi avait triplé. Pour la souche 405, nous avions dans le tube de contrôle 30 globi pour 100 champs microscopiques et nous observions 62 globi en présence de *T. gambiense*, 69 en présence de *L. brasiliensis* et 100 en présence de *Stigomonas*. Par contre, en présence de *L. tropica*, il n'y avait que 33 globi pour 100 champs microscopiques et en présence de *T. cruzi* 55.

Nous avons alors repris ces essais en réensemencant les tubes tous les quatre jours au moyen de *Trypanosoma gambiense* afin que les B. de Hansen se trouvent constamment en présence de cellules vivantes. Les milieux utilisés étaient le Hanks et le B.M.E.

Nous résumons dans le tableau III l'ensemble de cet essai.

TABLEAU III

Souche	6.4.67	11.4.67	14.4.67	24.4.67	10.5.67	17.5.67	22.5.67
420 B.M.E. + <i>gambiense</i>	19/100	23/100	59/100	37/100	60/100	41/100	29/100
420 Hanks + <i>gambiense</i>	17/100	18/100	43/100	6/100	38/100	Infecté	
Témoin	5/100				6/100		

En milieu B.M.E., nous avons pu observer une augmentation du nombre de globi du 6 avril au 10 mai. Alors que le témoin ne présentait que 5 et 6 globi par 100 champs, on a pu compter 59 et 60 globi. Après 35 jours, le nombre de globi diminue, on en compte 41 et 29. L'essai en milieu de Hanks a été moins favorable, après neuf jours on peut compter 43 globi par 100 champs.

En bref, il apparaît que la multiplication des souches étudiées a été favorisée par la présence des trypanosomidés.

5. *Les résultats d'inoculation de cultures riches aux animaux de laboratoire*

Comme nous avons observé que les bacilles obtenus dans nos milieux de culture étaient susceptibles de se multiplier dans les cellules dermoïdes, entretenues dans les tubes de Leighton, nous avons recherché le comportement des animaux de laboratoire à cet égard. Des souris blanches N.M.R.I. (*Naval Medical Research Institute*, Bethesda), des souris nues obtenues par croisement successif à partir de souris possédant le mutant « nu » ainsi que des hamsters de Syrie, sont inoculés dans la cavité péritonéale avec trois dixièmes de millilitre d'un milieuensemencé depuis huit jours. Le liquide péritonéal de ces animaux est recueilli par ponction péritonéale à la pipette Pasteur. Cette technique fort simple et relativement peu traumatisante est répétée régulièrement. Elle nous a permis de suivre l'évolution de *Mycobacterium leprae* chez ces rongeurs parfois pendant des temps prolongés (*Fig. 3*).

Nous avons pu observer la présence de bacilles isolés non seulement dans le protoplasme des cellules histiocytaïres, mais aussi dans les noyaux et la multiplication progressive de ces bacilles dans ceux-ci. Les images que nous avons relevées au microscope font bien saisir cette évolution du globi qui est la résultante de la multiplication du B. de Hansen dans la capsule qui l'entoure. A ce deuxième stade succède la formation de globi muriformes très riches en bacilles qui débordent la limite de la capsule primitive.

Le comportement de ce germe rappelle celui de *Rickettsia conori* qui se multiplie tout d'abord dans le noyau des cellules contaminées. KOKORINE et RYBHMA (1966) ont pu montrer d'une manière saisissante, grâce à l'objectif de phase en micro-cinématographie, cette évolution d'un germe qui prend naissance au sein de la masse nucléaire, qui se divise et forme une chaînette qui traverse alors la membrane nucléaire et envahit tout le protoplasme.

Au cours de nos observations chez une centaine de hamsters, de souris blanches NMRI et de souris nues, nous avons pu observer la constance de la présence des bacilles et des globi dans le noyau des cellules de l'exsudat péritonéal des animaux inoculés avec des milieux de culture riches en *M. leprae*.

Nos observations ont pu être poursuivies pendant plus de quatre mois chez le même animal et même pendant huit mois chez deux hamsters. L'intérêt de cette localisation réside dans le fait qu'il ne s'agit pas de bacilles dispersés dans les tissus, mais de la formation en globi, parfois très riches qui permettent de mieux comprendre le cycle de développement de ce bacille. La persistance des globi dans le protoplasme des cellules comme dans le noyau et la multiplication des germes dans ces globi établissent la vitalité des germes provenant des milieux de culture. Nous avons pu retrouver des globi pendant des mois dans des cellules dont la moyenne de vie est de 24 à 72 heures. Le fait de retrouver ces germes dans des cellules qui se renouvellent sans cesse établit leur vitalité et la conservation de leur pouvoir d'infectiosité.

A l'autopsie des souris nues, mortes ou sacrifiées, nous avons pu retrouver des bacilles et des globi dans des ganglions situés dans la cage thoracique. On ne peut cependant parler de l'envahissement de l'organisme par *M. leprae*. La mortalité des souris nues est quand même élevée, la mort survient trois à six semaines après l'inoculation intrapéritonéale, parfois après une cachexie avec amaigrissement considérable. Les hamsters sont de loin plus résistants et vivent encore dix mois après l'inoculation mais ils n'ont jamais présenté une infection aussi marquée.

Non seulement cette observation établit bien la vitalité des germes qui se multiplient dans nos milieux de culture, mais elle permet de saisir comment les germes apparus dans les cellules évoluent en se divisant successivement dans la capsule primitive, un peu comme les rickettsies ou les toxoplasmes jusqu'à constituer d'énormes grappes de bacilles, qui sont les globi.

Nous avons, en outre, pu observer que l'inoculation d'un produit contaminé par des germes banaux ou par des champignons permettait d'éliminer ces souillures et nous avons pu réisoler la souche à l'état pur en l'ensemencant sur des milieux de culture.

6. *Bacilles de Hansen marqués aux isotopes*

C'est toujours dans le but d'établir la vitalité des bacilles obtenus dans nos milieux de culture que nous avons voulu les marquer au moyen d'un acide aminé radioactif, la glycine au Carbone 14. Cet acide aminé préparé par CEA-CEN-SORIN est introduit de manière à obtenir 15 microcuries par ml. de BME,ensemencé avec les souches 420, 423 et 452. Un prélèvement est effectué après huit jours et le culot obtenu par centrifugation après une demi-heure à trois mille tours est lavé à trois reprises à l'eau physiologique de façon à enlever l'isotope en excès.

Des préparations de chacune des souches sont placées au réfrigérateur pendant huit et quinze jours après les avoir enduites d'une émulsion ionographique. Après huit jours, nous pouvons observer au microscope Leitz muni d'un objectif à lumière incidente (Ultropak) que des globi réfléchissant cette lumière se trouvent surtout à la périphérie. Les acides aminés marqués au Carbone 14 ont sensibilisé la couche sensible à l'émulsion 7.15 de Gevaert et ce sont ces points argentiques qui réfléchissent la lumière. L'examen de cette préparation au microscope optique nous permet de confirmer cette observation après 15 jours. Ainsi les bacilles mis à se multiplier dans les milieux BME ont donné naissance à des globi qui sont marqués au C 14.

Une de ces souches, la souche 423, a été inoculée à des souris nue dans la peau de l'abdomen, à la base de l'oreille et dans la patte. Après quelques jours, une souris meurt et on retrouve dans les frottis de la peau de l'abdomen des globi. Les frottis de cette peau sont enrobés au moyen de l'émulsion ionographique et après 15 jours, on a retrouvé sur ces frottis des bacilles marqués. Par ailleurs, la souche 420 marquée au C14 a été ensemencée sur des fibroblastes humains (Laboratoire de cytologie à Gand). Après huit jours de culture en tube de Leighton, on a enlevé les lamelles chargées des cellules et on les a enrobées avec l'émulsion ionographique. Après quinze jours à 4° C, on a procédé au développement et on a retrouvé une radioactivité élevée, au niveau des globi et également sur les noyaux des cellules.

Ceci nous montre, une fois encore, que les bacilles de Hansen s'étaient multipliés dans nos milieux et avaient incorporé la glycine marquée au C 14 et que cette radioactivité a pu être

retrouvée dans les globi qui se sont multipliés chez l'animal dans les cellules dermoïdes en culture.

7. *L'ultrastructure du Bacille de Hansen*

C'est ce qui nous a amené à demander le secours d'un laboratoire de microscopie électronique. J. CREEMERS et J.-M. JADIN disposent d'un laboratoire spécialement bien outillé à l'Institut Vésale à l'Université de Louvain, et depuis plus d'une année, ils nous ont fourni des images remarquables de nos bacilles en multiplication.

Des centrifugats de culture fixés et contrastés par l'acide phosphotungstique à 1 % ont été photographiés et agrandis 35 000 fois. Ces images nous permettent d'observer la division des bacilles après allongement dans le sens de la longueur. Si on agrandit l'image 74 900 fois, on peut remarquer chez certains germes des noyaux situés au deux pôles, faits de substances moins opaques aux rayons alors qu'une ligne de cloisonnement se précise au centre et peu à peu, on voit se former deux bactéries. Ce mode de division est d'ailleurs habituel chez les bactéries (Fig. 4 et 5).

Nous voulions, en outre obtenir des images des globi. La difficulté est de fixer sans les altérer ces agglomérations de bacilles qui sont disposés dans des vacuoles ou des vésicules qu'ils soient intracellulaires, intranucléaires ou qu'ils se trouvent libres dans un milieu de culture. On peut ainsi trouver des vésicules à parois ténues sur le pourtour desquelles on peut observer quelques bacilles, d'autres mieux pourvues et d'autres encore absolument bourrées de bacilles.

IMAEDA (1965) a publié des images dans lesquelles il montre une coupe à travers une cellule parasitée par *M. leprae*. Ceux-ci sont entourés d'une membrane qui sépare les bacilles du cytoplasme, membrane qui renfermerait des lysosomes dont la formation serait d'ailleurs favorisée par la chimiothérapie.

Nous pensons que cette observation est exacte et que l'usage de substances qui entravent l'action des lysosomes favorisent la dispersion et la multiplication des bacilles inoculés dans la cavité péritonéale de la souris. C'est ce que montre avec évidence l'image que nous avons pu observer chez un animal traité avec un

produit qui ne s'est pas montré actif vis-à-vis de *M. leprae* et qui au contraire a favorisé la multiplication des Bacilles de Hansen.

Cependant, nous croyons qu'indépendamment de l'image observée dans les histiocytes, il y a une capsule qui entoure le globi et c'est ce que nous observons dans les étalements de culture où les cellules sont à leur déclin et où les bacilles se multiplient dans les « sequestres » ou restants de cytoplasme ainsi que LUMSDEN l'avait déjà signalé. Il ne peut s'agir dans ce cas de phagosomes. La capsule qui entoure le germe au départ se développe et continue à entourer les germes qui se sont multipliés dans le globi en formation.

8. Les résultats de l'inoculation de léprômes aux souris nues

Les résultats observés lors de l'inoculation aux animaux de bacilles provenant des milieux de culture nous ont conduit à rechercher le comportement des bacilles récoltés à partir de léprômes humains chez les mêmes animaux. Ceux-ci avaient été prélevés à Iyonda par R. MORIS.

Des souris nues qui se sont montrées plus réceptives que les souris blanches NMRI sont injectées dans le péritoine au moyen de broyats de léprômes. Nous utilisons à cet effet le broyeur au Teflon préconisé en malariologie pour broyer les glandes salivaires des anophèles afin d'en libérer les sporozoïtes sans les détériorer.

Après quarante huit heures, les souris sont ponctionnées au moyen d'une pipette Pasteur et on peut observer la présence de germes phagocytés, très souvent disposés en couronne, dans le cytoplasme de la cellule (*Fig. 6*). Le nombre de cellules contaminées augmente dans les jours qui suivent. Apparaissent alors des globi parfois en nombre considérable et d'une densité telle qu'il n'est pas concevable de considérer ces bacilles comme morts. Ici encore nous observons la présence de bacilles et de globi intracellulaires et intranucléaires (*Fig. 7*).

Malheureusement, les souris nues paraissent assez fragiles et la mortalité est fréquente quinze jours ou trois semaines après l'inoculation des bacilles de Hansen.

Néanmoins, cette technique nous a permis d'observer que les germes de léprômes conservés à -34°C pendant 16 mois dans le milieu de Hanks étaient encore vivants et capables de se multiplier chez la souris nue.

Nous avons pu constater aussi que les germes broyés et émulsionnés en milieu de Eagle chauffé à 56°C pendant 50 minutes, se comportaient à peu de chose près comme des germes non soumis au chauffage.

Nous basant sur les observations de FORSTER (1909) qui insiste sur la nécessité de maintenir la température à 70°C pendant au moins 30 minutes, si l'on veut obtenir la destruction du bacille de Koch dans le lait, nous avons soumis une suspension de bacilles, broyés au broyeur au Teflon à cette même température et nous avons encore constaté la présence de bacilles acido-résistants et de globi dans les frottis d'exsudat péritonéal des animaux inoculés. Cependant, à l'examen de l'émulsion de léprômes chauffé à 70°C , on n'avait plus observé que de rares germes non altérés.

Dans les frottis de l'exsudat péritonéal des souris inoculées, on retrouve des globi phagocytés dès les deux premiers jours, puis ceux-ci augmentent dès le huitième jour. Il apparaît donc que ces bacilles ne sont pas détruits par une température de 70°C pendant 30 minutes. Les bacilles de Hansen sont plus résistants à la chaleur que les bacilles de Koch. Enfin, nous avons inoculé à d'autres souris nues un broyat de léprômes chauffé à 100°C pendant 30 minutes. Au troisième jour et dans les jours qui suivent, on retrouve quelques globi, bien caractéristiques, avec de nombreux germes. Un chauffage à 100°C pendant 30 minutes ne suffit pas à tuer tous les bacilles de Hansen contenus dans une émulsion. BERGEL (1961) considère qu'il faut une heure au moins à 120°C pour atteindre ce but. Le *tableau IV* donne les détails de cette recherche.

Si on compare les résultats obtenus au cours de cette expérience, on observera que le nombre de globi a été plus nombreux chez les souris inoculées avec le broyat de léprômes non chauffé, et nettement moindre avec les bacilles chauffés à 56°C , et moindre encore avec les bacilles chauffés à 70°C et à 100°C .

TABLEAU IV

Léprôme 292 inoculé le 11.12.1967 aux souris nues.

Souches	15.12.1967	20.12.67	2.1.68	5.1.68	21.1.68
3347	285/100 champs pas d'ascite pas de ponction	259/100 morte le 23.12.67			
3348		0/100 morte le 27.12.67			
3349		51/100 vivante 32/100 sacrifiée sacrifiée le 20.12.67			
3350	67/100	43/100	160/100	72/100	morte

Léprôme 292 chauffé à 56°C pendant 30 min. inoculé souris nues le 22.12.67

Souches	26.12.67	5.12.67	11.1.68	15.1.68	20.1.68	30.1.68	6.2.68
3373	69/100	146/100	113/100	232/100	164/100	15/50	30/100
3374	74/100	38/100	53/100	26/100			
3375	152/100	69/100	160/100	morte			
3376	66/100		47/100	60/100	14/100	19/100	10/100

Léprôme 292 chauffé à 70°C pendant 30 min. Inoculé le 27.12.67

Souches	29.12.67		11.1.68	15.1.68	20.1.68	6.2.68
3383	52/100	39/100 morte le 8.1.68				
3384	30/100	43/100	38/100	morte le 12.1.68		
3385	50/100	74/100	19/100	28/100	3/100	2/100
3386	22/100	55/100	35/100	20/100		

Léprômé bouilli 292. Inoculé le 12.1.68

Souches	15.1.68	17.1.68	22.1.68	30.1.68		6.2.68
3399	14/100	3/100		6/100		
3400	45/100	sacrifiée				
3401	1/100	2/100	12/100	10/100		8/100
3402	6/100	4/100	13/100	32/100		18/100

9. L'acido-résistance de *M. leprae*

A plusieurs reprises, les bacilles de Hansen contaminés par des germes ou des levures, et que nous avons obtenus après

ensemencement du produit de ponction ganglionnaire, ont été traités avec de l'acide chlorhydrique à 1 % ou avec de l'acide sulfurique à 25 %. Après avoir laissé ces germes au contact pendant 10 minutes, nous les avons lavés à trois reprises à l'eau physiologique, puis nous les avons ensemencés dans nos milieux de culture. Nous les avons également inoculé dans la cavité péritonéale des souris nues et sur cellules dermoïdes. Ces essais nous ont montré que comme les germes acido-résistants, *M. leprae* résistaient à ces traitements, et que l'on pouvait constater qu'ils se multiplient dans les milieux de Hanks modifiés ou dans les milieux de Eagle. On peut constater la multiplication des germes traités à l'acide dans les histiocytes de la cavité péritonéale des souris nues et dans les cellules dermoïdes en tubes de culture. Notons cependant que les souris inoculées vivaient encore après 45 jours et que les bacilles avaient disparu.

10. Recherches de *Leishmanies* et d'anticorps antileishmaniens chez les lépreux d'Iyonda

Des recherches effectuées en Ethiopie par DESTOMBES, POIRIER et SÉRIE (1965), ont montré que 19 sujets considérés comme lépreux et porteurs de lésions cutanées nodulaires étaient en réalité des leishmaniens. Dix-neuf souches d'un protozoaire apparenté aux *Leishmanies* sud-américaines (Venezuela) avaient été isolées. Jusqu'à ce jour, on n'a pas isolé de souches authentiques de *Leishmania* au Congo. Nous basant sur l'importance de l'observation des chercheurs français et nous rendant compte de tout l'intérêt qu'il y avait à récupérer ainsi des cas susceptibles de guérison par un traitement anti-leishmanien, nous avons entrepris une série de recherches.

Tout d'abord, chaque prélèvement reçu d'Iyonda a été examiné au point de vue parasitaire. Les milieux de culture B.M.E. étaient enrichis avec de l'hémoglobine de bœuf de façon à rendre ce milieu favorable à la multiplication des leishmanies. Nous aurions donc éventuellement pu retrouver des leishmanies à partir des prélèvements ganglionnaires. Il ne faut cependant pas oublier que l'adaptation des leishmanies au milieu de culture est souvent difficile. Jusqu'à présent, ces examens qui portent sur

une trentaine de prélèvements ont été négatifs à l'examen direct et après coloration.

Par ailleurs, nous avons recherché si des sérums de lépreux porteurs de plaies ou de lépreux ayant séjourné pendant une longue période à Iyonda possédaient des anticorps antileishmaniens.

A cet effet, nous avons demandé des sérums à Iyonda et nous avons pu examiner 21 sérums.

Dans un premier groupe d'essais, nous avons recherché l'activité de quelques sérums sur le développement de *Leishmania donovani* et nous avons pu observer que quelques sérums, les n^{os} 3, 6, 12, 21, 22 et 28 ont une action inhibitante sur le développement de *L. donovani*.

Ces sérums ont alors été mis en présence de *Leishmania mexicana* et nous avons pu observer qu'un sérum, le n^o 6, inhibait la culture et empêchait la formation du voile, caractéristique de cette culture à la dilution de 1/80. Les sérums 21 et 28 avaient une action presque comparable. Cette recherche nous incite à persévérer. Il n'y a que l'isolement des souches qui puissent apporter un argument formel, mais on ne peut y parvenir qu'en effectuant des prélèvements et des essais de culture sur place.

Discussion

Nos essais de multiplication de *M. leprae* apportent une contribution aux résultats obtenus par les nombreux chercheurs qui se sont attaqués à ce problème.

Parmi les résultats qui nous paraissent les plus intéressants retenons ceux que LUMSDEN (1964) a obtenu avec la culture de *M. leprae* sur cellules de la gaine de Schwann. Dans les microphotographies publiées par ce chercheur, on peut fort bien observer la phagocytose du bacille de la lèpre. Il montre un globi juxta-nucléaire qui rappelle les images intranucléaires ou juxta-nucléaires que nous avons observées.

Cet auteur considère que beaucoup de bacilles de la lèpre humaine même quand ils sont morts résistent longtemps à l'autolyse. Ils conservent leur colorabilité et leurs caractères morphologiques après 200 jours *in vitro* à 36 à 37° C et beaucoup d'obser-

vateurs sont d'accord pour admettre que dans le matériel provenant des léprômes la plus grande majorité des bacilles sont morts. Pour cet auteur, ce serait une des raisons de la faible contagiosité de ce germe chez l'homme et la difficulté de sa mise en culture résulterait du petit nombre de germes vivants comme de la longueur du temps nécessaire au développement du bacille de Hansen.

En se basant sur une expérimentation conduite au moyen de *M. Lepraemurium*, REES, VALENTINE et WONG (1960) ont montré que les bacilles granuleux étaient non viables. L'examen au microscope électronique a permis à REES et VALENTINE (1962) d'établir que la proportion de bacilles dégénérés était beaucoup plus grande dans le matériel humain, jusqu'à 55 % alors que pour *M. lepraemurium* il n'y en aurait que 7 %.

Le fait que les germes morts résistent longtemps à l'autolyse résulte bien de nos observations après chauffage à 56, 70 et 100° C. Nous retrouvons de la même façon ces germes dans les macrophages de l'exsudat péritonéal qu'ils aient été chauffés ou non chauffés avant l'inoculation. Cependant, les bacilles provenant des léprômes non chauffés sont bien capables de se multiplier et sans doute aussi de tuer la souris nue. Il y a donc deux aspects à considérer: 1) la présence des germes dans les macrophages et 2) l'augmentation de leur nombre comme la croissance des globi et leur multiplication.

Nous pensons qu'avant de pouvoir affirmer que ces germes sont morts, il faut posséder une méthode de culture valable et se servir d'un animal sensible. La cavité péritonéale de la souris nue comme celle du hamster de Syrie, paraissent capables de jouer ce rôle ainsi que les cellules dermoïdes humaines en culture. Ici, nous rejoignons les conceptions de SOUZA-ARAUJO (1951) pour qui les granules retrouvés dans *M. leprae* ou grains de Mûch seraient des organismes libres, vivants, actifs dans les tissus de l'hôte, suivant l'ancienne théorie de VON BEHRING and MÛCH (1907) établie à propos de *M. tuberculosis*. CHANG et NEIKIRK (1965) ont d'ailleurs bien établi que l'on pouvait obtenir une culture de *M. lepraemurium* et de *M. leprae* dans les macrophages du péritoine de la souris en culture et GARBUTT (1965) a montré tout l'intérêt présenté par les cellules diploïdes

pour la culture de ces mêmes germes pendant deux ou quatre mois.

Conclusions

1. *M. leprae* recueilli par ponction ganglionnaire se multiplie dans le milieu de Eagle modifié pour autant que les cellules restent en vie ou sont à leur déclin;

2. Les bacilles obtenus grâce à ces ponctions peuvent se multiplier dans le protoplasme et dans le noyau des cellules dermoïdes;

3. Ils peuvent de même se multiplier dans les histiocytes de l'exsudat péritonéal du Hamster et de la souris nue;

4. Les bacilles de Hansen des léprômes ont les mêmes propriétés que les germes provenant des ganglions. Ils sont viables dans une forte proportion;

5. Les souris nues sont généralement sensibles au bacille de Hansen et paraissent constituer un animal de choix pour établir la vitalité de *M. leprae*;

6. Les bacilles de Hansen traités à l'acide chlorhydrique à 1 % et à l'acide sulfurique à 25 % peuvent encore se multiplier dans les milieux de culture, dans les histiocytes de l'exsudat péritonéal de la souris nue et en culture dans les cellules dermoïdes;

7. Les bacilles de Hansen qui se multiplient dans le milieu de Eagle, dans les cellules dermoïdes et chez la souris nue peuvent incorporer un acide aminé marqué au Carbone 14, ce qui établit la vitalité des bacilles de Hansen des cultures;

8. Au microscope électronique, les bacilles obtenus dans les milieux de culture ne sont pas granuleux, ils sont remplis de substance et en division;

9. *M. leprae* résiste à un chauffage de 70° C pendant 30 minutes, mais tous ces bacilles ne sont pas détruits à 100° C.

Ce travail a été effectué grâce à la collaboration de tous les chercheurs de notre service, M. BISOUX, M. WÉRY, D. LE RAY, W. ZUKOWSKI, E. DU BOIS, M. JANSSENS, Ed. WILLAERT et F. HERMAN. Le professeur J. FRANÇOIS, chef du service d'Ophthalmologie de l'Université de Gand, nous a apporté son aide ainsi que celle de ses collaborateurs M. MATTON-VAN LEUVEN

et N. EECKHOUT. Le laboratoire de microscopie électronique de l'Institut Vésale à Louvain avec J. CREEMERS et J.-M. JADIN nous a été d'un précieux secours. A tous nous voulons dire notre reconnaissance.

Travail de l'Institut de Médecine tropicale
« Prince Léopold », Anvers.
Directeur professeur P.-G. JANSSENS.

BIBLIOGRAPHIE *

- [1] CHANG, Y.-T. and NEIKIRK, R.-L.: *Mycobacterium lepraemurium* and *Mycobacterium leprae* in cultures of mouse péritoneal macrophages (Preliminary results) (*Int. Journ. of Leprosy*, 1965, 33, 586).
- [2] DESTOMBESP., POIRIER, A. et SERIE, C.: Leishmaniose cutanée nodulaire disséminée en Ethiopie (*Arch. Inst. Pasteur d'Algérie*, 1965, 43, 9-19).
- [3] EAGLE, H.: *Science*, 1955, 122, 501.
- [4] FORSTER, I.: Über die Abtötung der Tuberkelbacillen durch Erhitzung I (*Centr. f. Bakt.*, 1909, 51, 417).
- [5] GARBUTT, E.-W.: Studies on *M. lepraemurium* and *M. leprae* in tissue culture (*Int. J. of Leprosy*, 1965, 33, 578).
- [6] HANKS, J.-H., CHATTERJEE, B.-R. et LECHAT, M.-F.: A guide to the counting of mycobacteria in clinical and experimental materials.
- [7] JADIN, J., FRANÇOIS, J., WERY, M., MATTON-VAN LEUVEN, M., LANGUILLON, J., MORIS, R., HERMAN, F. et WILLAERT, E.: La multiplication de *Mycobacterium leprae* sur fibroblastes de peau humaine (*Bull. de l'Acad. nat. de Méd.*, 1966, 150, 612-616).
- [8] —, WERY, M. et MORIS, R.: Multiplication de *Mycobacterium leprae* possibilité de test de sensibilité (*Acad. nat. de Méd. Paris*, 1964, 148, 333-342).
- [9] LUBENAU: *Hygiene Rundschau*, 1907, 17, 1456.
- [10] LUMSDEN, C.-E., COCHRANE, R.-G. et DAVEY, T.-F.: Leprosy in theory and practice (p. 244, John Wright and Sons, Bristol, 1964).
- [11] OLITZKI, A.-L. et GERSCHON, Z.: Growth of *Myobacterium leprae* on Eagle's medium enriched by the sonic extract of a saprophytic mycobacterium (*Israel J. Med. Sci.*, 1965, 1, 1 004).

* Nous n'avons pas jugé nécessaire de faire figurer dans cette bibliographie les travaux que nous avons cité dans nos publications précédentes et qui concernaient la multiplication de *Mycobacterium leprae*.

- [12] PSHENICKOV, A.-V. and PSCHENICKOV, R.-A.: Cultivation of some pathogenic rickettsiae on artificial half synthetic nutrient medium. (IX. International Congress for Microbiology abstracts of papers, Moscou, 1966, 357).
- [13] REES, R.-J.-W., VALENTINE, R.-C. et WONG, P.-C.: Application of quantitative Electron microscopy to the study of *Mycobacterium lepraemurium* and *Mycobacterium leprae* (*J. gen. microbiol.*, 1960, 22, 443).
- [14] — and —: The appearance of dead leprosy bacilli in the light and the electron microscope (*Int. J. leprosy*, 1962, 30, 1).
- [15] SOUZA DE ARAUJO, H.-D.: Demonstration of two new cultures of *Mycobacterium leprae hominis* (Strains « Chavez » and « Emilia ») pathogenic for Macacus Rhesus and Man (*Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 1951, 45, 151).
- [16] TWORT, F.-W. and IMGGRAM, G.-L.-Y.: A method for isolating and cultivating the *Mycobacterium enteritidis chronicae pseudotuberculosis bovis* John, and some experiments on the preparation of a diagnostic vaccine for pseudotuberculous enritis of bovines (*Trop. Roy. Soc.*, 1912, 84, 517).
- [17] YAMAMOTO, T., NISKINRA, M., HARADA, N., et IMAEDA, T.: Electron microscopy of *Mycobacterium leprae murium* in ultra-thin sections of murine leprosy lesions (*Int. J. of Leprosy*, 1958, 28, 111-114).

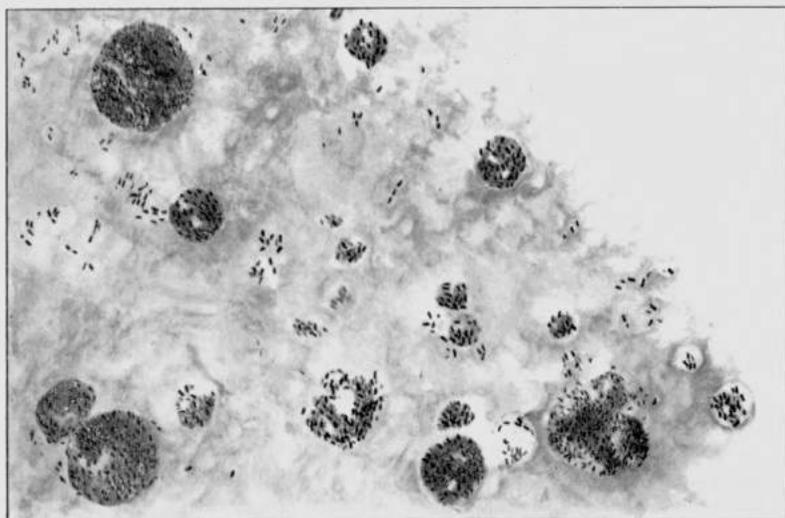


Fig. 1. — Etalement d'une culture de *M. leprae*. Globi entourés d'une capsule.

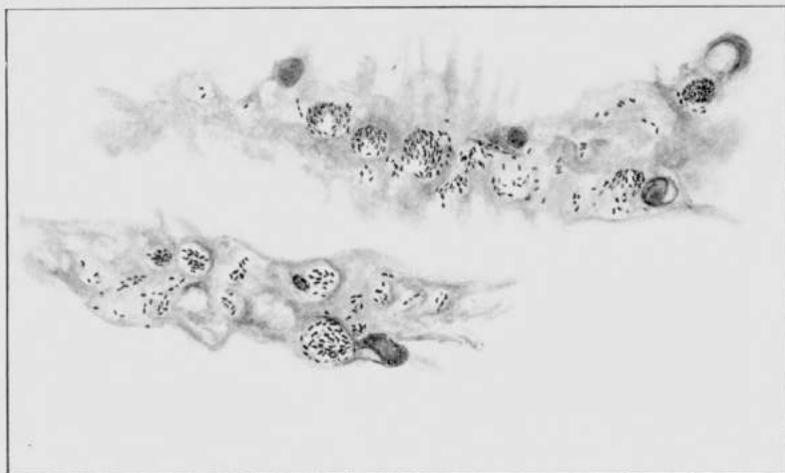


Fig. 2. — *Sequestrum* ou restant de cytoplasme avec bacilles et globi

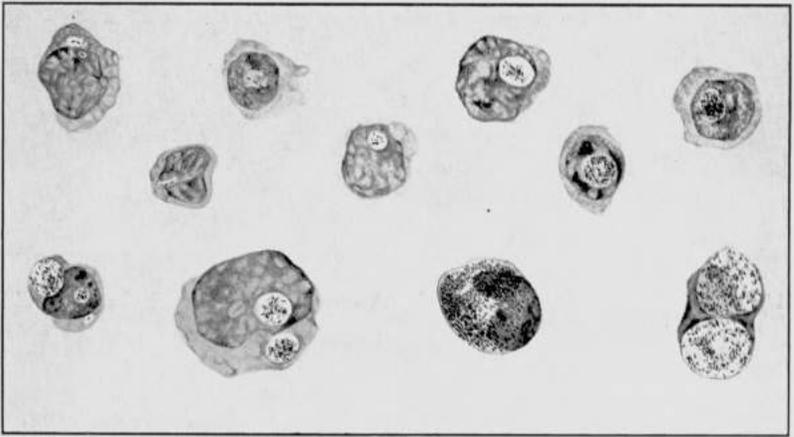


Fig. 3. — Evolution de *M. leprae* dans le protoplasme et le noyau des histiocytes

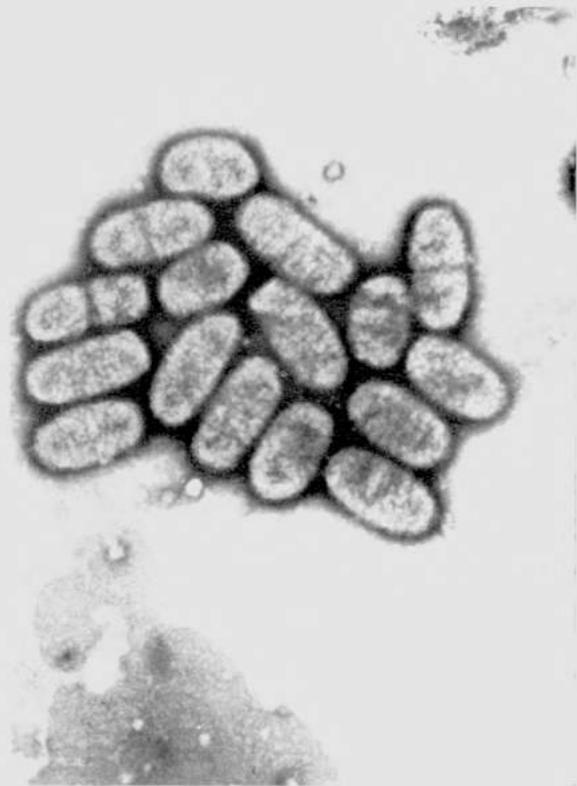


Fig. 4. — Image d'un globi fixé par l'acide phosphotungstique.
Gross. 16 000 x.

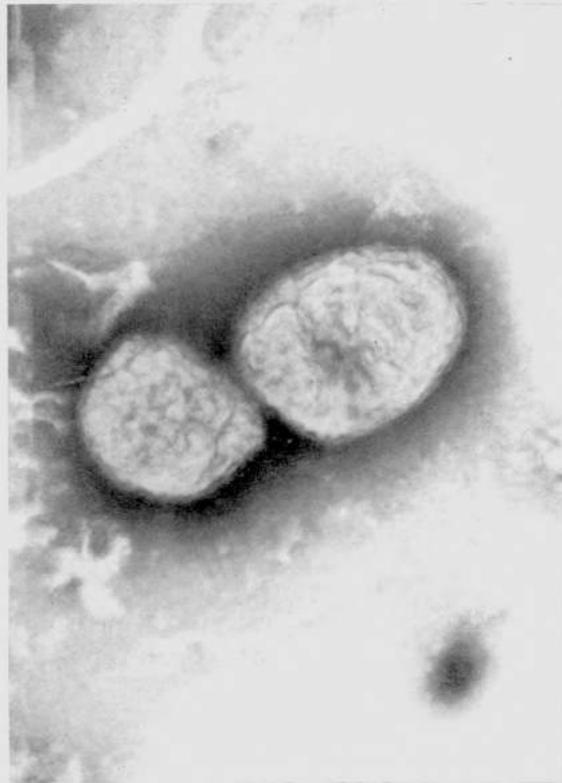


Fig. 5. — *Mycobacterium leprae* en division. Fixé à l'acide phosphotungstique.
Gross. 32 200 x.

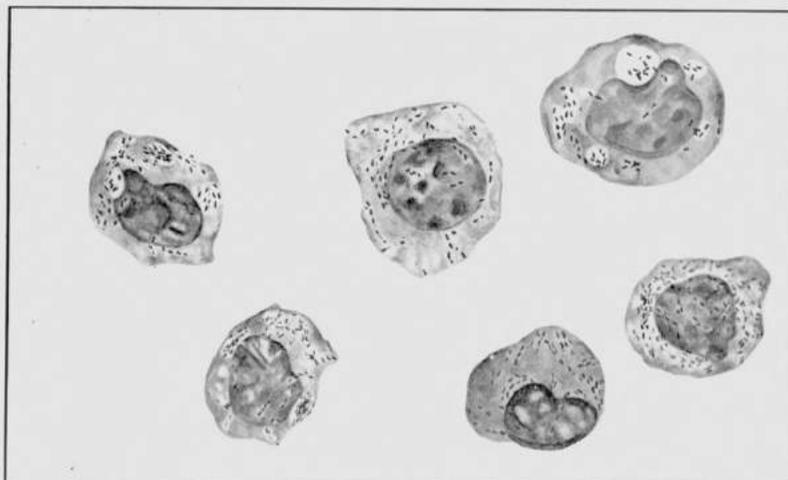


Fig. 6. — Disposition en couronnes et naissance de globi dans les histiocytes de l'exsudat péritonéal



Fig. 7. — Evahissement des cellules de l'exsudat péritonéal par les bacilles et les globi

**J. Van Riel. — Intervention à propos de la
note de M. J. Jadin: « La multiplication de
Mycobacterium leprae. »***

En ce qui concerne la transmission de la lèpre à l'homme, il convient de rappeler l'étude qu'a consacrée notre confrère A. DUBOIS aux inoculations volontaires ou accidentelles de la lèpre aux êtres humains (*Bulletin de l'Institut royal colonial belge*, Tome XXIII, fasc. 1, 1952), dans laquelle il conclut que l'inoculation de la lèpre à l'adulte est difficile, mais non impossible. En effet, à côté d'innombrables échecs, deux inoculations ont eu un résultat incontestablement positif: c'est le cas du collaborateur de MARCHOUX (*Inter. Jl. of Leprosy*, 1934, 2.1.1.) et ceux, pendant la dernière guerre, de deux G.I., que PORRIT et OLSEN ont rapportés (*Amer. Jl. Path*, 1947, 23-805). Quant aux inoculations aux animaux de laboratoire, SHEPARD a, dans ces dernières années, décrit une technique expérimentale d'inoculation avec multiplication des bacilles dans la patte de la souris et du hamster, ainsi que dans les oreilles de ce dernier rongeur (*Amer. J. Hyg.*, 1960, 71, 147; *J. exp. Med.*, 1960, 112, 445).

26 mars 1968.

* Voir p. 434.

**A. Vanbreuseghem. — Intervention à propos
de la note de M. J. Jadin:
« La multiplication de *Mycobacterium leprae*. »***

On se doit de féliciter J. JADIN pour le travail qu'il a présenté lors de la précédente réunion de l'ARSOM. Tant de chercheurs ont été rebutés par les difficultés que présente la culture du bacille de Hansen qu'il faut un véritable courage pour vouloir, comme l'a fait M. JADIN, s'y attaquer de nouveau. Le succès qu'il annonce par son travail et dont nous voudrions être convaincu nous donne le droit d'être plus exigeant.

La lecture attentive du travail de M. JADIN fait apparaître aussitôt la difficulté de le critiquer. En effet, le texte est si serré, si touffu parfois, l'auteur enjambe des étapes du développement expérimental à jambées si larges que l'on a souvent difficulté à le suivre. Sans doute possède-t-il les arguments permettant de franchir ces étapes à petits pas comme dans toute recherche bien conduite. Mais il ne nous les dit pas. Et nous pouvons aussi supposer, ce qui nous a peut-être échappé, que le rapport, qu'il nous a présenté, suivait des travaux partiels qu'il a pu introduire auprès d'autres sociétés scientifiques.

J'aurais voulu notamment, quant à moi, que M. JADIN, étant donné l'importance même de son sujet et du succès qu'il croit avoir atteint, nous donne des précisions:

1. Sur le protocole très exact de la technique qu'il a utilisée pour faire les sub-cultures: le point exact de prélèvement dans le tube de culture, le volume de ce prélèvement, et les intervalles qui ont séparé chaque sub-culture;

2. Malgré le succès qu'il a obtenu apparemment, il eût été de plus haut intérêt d'avoir des témoins. Notamment, M. JADIN nous parle de milieux de culture favorables ou très favorables et de milieux de culture qui ne le sont pas. Nous aurions aimé

* Voir p. 434.

savoir ce qui se passerait si on traitait ces milieux de culture défavorables exactement comme on a traité les milieux de culture favorables. En d'autres termes, nous aurions aimé savoir si il n'y avait absolument pas de multiplication apparente dans les milieux de culture défavorables;

3. Un point qui a préoccupé l'auteur, à juste titre, est celui de la vitalité du bacille de Hansen dans ses cultures. Il eût été certes très intéressant d'introduire dans son milieu de culture une substance telle que le D.D.S. qui a la réputation d'inhiber le développement du bacille de Hansen;

4. Enfin, il m'est très difficile d'admettre que le bacille de Hansen résiste à un chauffage à 100° C durant 30 minutes. Si cela est vrai, nous devons admettre que bien des léprologues dans le monde ont inoculé à des lépreux ou à des non-lépreux des masses de bacilles de Hansen vivants lorsqu'ils tentaient de procéder au test de Mitsuda;

5. On peut regretter également que M. JADIN n'ait pas tenté de tester la vitalité de ses cultures et de ses sub-cultures par la technique maintenant bien connue d'inoculation à la patte de la souris blanche telle que l'utilisèrent des auteurs tels que SHEPARD et après lui notre collègue PATTIJN.

Voilà quelques-uns des points sur lesquels j'aurais aimé d'être informé. Quelle que soit la réponse que l'auteur puisse y donner, je crois qu'il faut encore lui dire une fois combien nous admirons le travail considérable qu'il a fait.

Anvers, le 27 mars 1968.

**R. Devignat. — Observations sur
« La multiplication de *Mycobacterium leprae*. »***

1. J'ai été frappé par la ressemblance des images de globies que nous a présentées M. JADIN à la réunion du 23.1.1968 avec celles que j'ai observées lors des primo-cultures de *Mycobacterium leprae* que j'ai obtenues, à partir de fragments de léprômes, en symbiose avec des bacilles saprophytes, dont un anthracoïde que je suspecte comme responsable (ref. *Nature*, 1961, 190, p. 832) et j'ai tenu à apporter à M. JADIN quelques photographies inédites de ces globies. Deux procédés de culture aussi différents et aboutissant aux mêmes images, non repiquables sur milieux habituels, pourraient constituer une probabilité de plus sur l'authenticité lépreuse des bacilles et globies observés;

2. Considérant les conditions de culture spéciales, je dois ajouter que les globies rencontrés par moi étaient extra-cellulaires, les seules cellules présentes étant des bactéries. Ce qui pouvait cependant exister dans le milieu symbiotique était un extrait digéré de cellules de la peau du léprôme;

3. Dans des recherches ultérieures (mars 1962) inédites, sur un léprôme, étiqueté L VIII et provenant de Busia (Uganda), j'ai tenté d'influencer la primo-culture par contact préalable pendant 10 jours à 28° C de huit petits fragments du même léprôme L.VIII, avec une eau physiologique renfermant les substances suivantes en solution ou suspension à 1 pour mille: Sulphetrone; P.A.S.; Streptomycine; Cycloserine; Ciba 1906; Rovamycine; Trichlorex et un témoin sans addition. Après ce temps de contact, les fragments, dûment pesés au préalable, furent lavés à l'eau stérile avant addition du milieu symbiotique en proportion du poids du fragment de léprôme soit 50 milligrammes de léprôme par cm³ de milieu.

Dans ces conditions, aucun antibiotique n'empêche la multiplication du microbe et la pullulation des globies, mais au contraire,

* Voir p. 434.

certains paraissent avoir une action stimulante sur la croissance; ce sont, par ordre décroissant et après six semaines d'incubation à 34° C:

Le Ciba 1906, avec 12 000 globies par millimètre cube;

La Rovamycine, avec 4 800 globies par millimètre cube;

La Streptomycine avec 3 880 globies par millimètre cube.

Le tube témoin et les autres contenaient à ce moment entre 560 et 1 900 globies par millimètre cube de milieu;

4. Je signale enfin que je n'ai jamais obtenu de subculture fertile de ces souches: les globies stagnent en quantités statistiquement équivalentes pendant de nombreux mois, mais ne se multiplient que très peu ou pas du tout.

16 avril 1968.

Zitting van 28 mei 1968

De zitting wordt geopend te 14 h 30 door de H. J. Jadin, directeur.

Zijn bovendien aanwezig: De HH. P. Brien, M. E. Denaeyer, A. Dubois, P. Fourmarier, J. Lepersonne, W. Robyns, P. Staner, J. Thoreau, J. Van Riel, leden; de HH. P. Benoit, F. Corin, M. De Smet, R. Devignat, F. Evens, A. Fain, R. Germain, F. Hendrickx, F. Jurion, J. Kufferath, J. Lebrun, G. Mortelmans, J. Opsomer, geassocieerden; de HH. P. Raucq, G. Boné, correspondenten, alsook de HH. E.-J. Devroey, vaste secretaris en M. Walraet, secretaris der zittingen.

Afwezig en verontschuldigd: De HH. G. de Witte, C. Donis, P. Janssens, A. Lambrechts, R. Vanbreuseghem.

Welkomstgroet

De *Directeur* begroet de H. *Georges Boné*, correspondent, die voor het eerst aan onze zittingen deelneemt.

« La végétation psammophile du littoral congolais »

De H. J. *Lebrun* legt de studie voor die hij over dit onderwerp opstelde en waarin hij de zandflora van het Congolese strand voorstelt.

Zowel voor wat het ecologisch midden betreft, als voor de aard der plantengroepen, dienen twee zones onderscheiden te worden; de ene, met zeer verzwakt halofiel karakter, grenzend aan de monding van de Congo en de andere, duidelijker een oceaانflora, tussen de inham van de Kumbistroom en de grens van Cabinda (blz. 468).

Deze mededeling geeft aanleiding tot een gedachtenwisseling waaraan deelnemen de HH. G. *Mortelmans*, P. *Benoit*, W. *Robyns* en J. *Lebrun*, waarna de Klasse beslist het werk van de H. J. *Lebrun* te publiceren in de verhandelingenreeks in-8° van de Klasse.

Séance du 28 mai 1968

La séance est ouverte 14 h 30 par M. *J. Jadin*, directeur.

Sont en outre présents: MM. P. Brien, M.-E. Denaeyer, A. Dubois, P. Fourmarier, J. Lepersonne, W. Robyns, P. Staner, J. Thoreau, J. Van Riel, membres; MM. P. Benoit, F. Corin, M. De Smet, R. Devignat, F. Evens, A. Fain, R. Germain, F. Hendrickx, F. Jurion, J. Kufferath, J. Lebrun, G. Mortelmans, J. Opsomer, associés; MM. P. Raucq, G. Boné, correspondants, ainsi que MM. E.-J. Devroey, secrétaire perpétuel et M. Walraet, secrétaire des séances.

Absents et excusés: MM. G. de Witte, C. Donis, P. Janssens, A. Lambrechts, R. Vanbreuseghem.

Bienvenue

Le *Directeur* souhaite la bienvenue à M. *Georges Boné*, correspondant, qui assiste pour la première fois à nos réunions.

La végétation psammophile du littoral congolais

M. *J. Lebrun* présente l'étude qu'il a rédigée sur ce sujet et dans laquelle il décrit les groupements végétaux du littoral congolais.

Tant en ce qui concerne le milieu écologique que la nature des groupements végétaux, il convient de distinguer deux zones: l'une, à caractère d'halophilie très atténuée, limitrophe de l'embouchure du Congo et l'autre, plus nettement océanique, entre l'estuaire du fleuve Kumbi et la frontière de Cabinda (p. 468).

Cette communication donne lieu à un échange de vues auquel participent MM. *G. Mortelmans*, *P. Benoit*, *W. Robyns* et *J. Lebrun*, après quoi la Classe décide la publication du travail de M. *J. Lebrun* dans la série des Mémoires in-8° de la Classe.

**Over de verhandeling van de H. Paul Fourmarier, getiteld:
« Le problème de la dérive des continents »**

De H. M.-E. Denaeyer behandelde en commentarieerde het werk van onze confrater, de H. P. Fourmarier, gepubliceerd onder de titel *Le problème de la dérive des continents* door de Koninklijke Academie van België en waarvan ons Genootschap een speciale oplage liet drukken voor zijn *Verhandelingenreeks in-4°* van de Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen (blz. 469).

De H. P. Fourmarier, antwoordend aan de H. M.-E. Denaeyer, preciseert zijn kijk op de belangrijkste aspecten van het probleem der afdrijving van de vastelanden (blz. 476).

« Le plateau des Bianco. Géologie et géomorphologie »

De H. J. Lepersonne stelt een werk voor van Mw. S. ALEXANDRE-PYRE, doctor in aardrijkskundige wetenschappen, dat getiteld is als hierboven.

De Klasse wijst de HH. G. Mortelmans en P. Raucq als verslaggevers aan.

« Biologie du *Fomes lignosus* et méthodes de lutte préventive dans les cultures tropicales »

Zich verenigend met de besluiten van de twee verslaggevers, de HH. F. L. Hendrickx en P. Staner, beslist de Klasse de nota van de H. Bruno FASSI, getiteld als hierboven, in de *Mededelingen* te publiceren, dit mits enkele wijzigingen die aan de auteur zullen voorgesteld worden door voornoemde twee Confraters.

Jaarlijkse wedstrijd 1968

De *Vaste Secretaris* legt een werk neer van de H. Jacques M. PASTEELS, dat regelmatig ingediend werd in antwoord op de 4de vraag van de jaarlijkse wedstrijd 1968 en getiteld: « Le système glandulaire exocrine des *Aleocharinae* (Coleoptera, Staphylinidae) et son évolution chez quelques espèces termitophiles ».

De Klasse wijst de HH. P. Brien, A. Fain en M. Poll als verslaggevers aan.

Jaarlijkse wedstrijd 1970

De Klasse stelt als volgt de tekst vast der vierde en vijfde vraag van de jaarlijkse wedstrijd 1970:

**A propos du mémoire de M. Paul Fourmarier sur
« Le problème de la dérive des continents »**

M. M.-E. Denaeyer évoque en le commentant, l'ouvrage de notre Confrère, M. P. Fourmarier, publié sous le titre *Le problème de la dérive des continents* par l'Académie royale de Belgique et dont notre Compagnie a fait exécuter un tirage spécial pour la collection des *Mémoires in-4°* de la Classe des Sciences naturelles et médicales (p. 469).

M. P. Fourmarier, répondant à M. M.-E. Denaeyer, précise ses vues sur les aspects les plus importants du problème de la dérive des continents (p. 476).

Le plateau des Bianco. Géologie et géomorphologie

M. J. Lepersonne présente un travail, intitulé comme ci-dessus, de Mme S. ALEXANDRE-PYRE, docteur en géographie.

La Classe désigne MM. G. Mortelmans et P. Raucq en qualité de rapporteurs.

**Biologie du *Fomes lignosus* et méthodes de lutte préventive
dans les cultures tropicales**

Se ralliant aux conclusions de deux rapporteurs, MM. F.-L. Hendrickx et P. Staner, la Classe décide l'impression, dans le *Bulletin*, de la note de M. Bruno FASSI, intitulée comme ci-dessus et ce, moyennant certaines modifications qui seront proposées à l'auteur par les deux Confrères précitées.

Concours annuel 1968

Le *Secrétaire perpétuel* dépose un travail de M. Jacques M. PASTEELS, régulièrement introduit en réponse à la 4^e question du concours annuel 1968 et intitulé: « Le système glandulaire exocrine des *Aleocharinae* (Coleoptera, Staphylinidae) et son évolution chez quelques espèces termitophiles ».

La Classe désigne MM. P. Brien, A. Fain et M. Poll en qualité de rapporteurs.

Concours annuel 1970

La Classe arrête comme suit les textes des quatrième et cinquième questions pour le concours annuel 1970:

4. *In het kader van de verhouding parasiet-gastheer, voor wat de planten betreft, vraagt men een studie over de pathogenie der verwelking veroorzaakt door bepaalde Fusarium.*

5. *Men vraagt een studie over de voor mens en dier in de tropische streken ziekte verwekkende Phycomyceten.*

Geheim comité

De Klasse, tot geheim comité gesteld, wisselt van gedachten over kandidaturen voor openstaande plaatsen van geassocieerde en correspondent.

De H. P. Brien stelt voor dat de kandidaturen voor openstaande plaatsen zouden besproken worden in de schoot van groepen specialisten van de Klasse, en dat het resultaat van deze besprekingen ter kennis zou gebracht worden van de Klasse, vergaderd in geheim comité.

Het vraagstuk zal besproken worden tijdens het volgende geheim comité.

De zitting wordt gesloten te 16 h 25.

4. *Dans le cadre des relations du parasite et de l'hôte, dans le domaine végétal, on demande une étude sur la pathogénie des flétrissures dues à certains Fusarium.*

5. *On demande une étude sur les Phycomycètes pathogènes pour l'homme et les animaux en régions tropicales.*

Comité secret

La Classe, constituée en comité secret, échange des vues sur des candidatures à des places vacantes d'associé et de correspondant.

M. P. Brien propose que la présentation des candidats aux places vacantes fasse l'objet d'un échange de vues au sein des groupes de spécialistes de la Classe, et que le résultat de ces délibérations soit porté à la connaissance de la Classe réunie en comité secret.

La question sera discutée lors du prochain comité secret.

La séance est levée à 16 h 25.

**J. Lebrun. — Présentation du mémoire, intitulé:
« La végétation psammophile
du littoral congolais »**

Malgré sa faible étendue, le littoral du Congo montre, en bien des points, de fort beaux exemples d'une végétation non perturbée occupant les sables côtiers.

Une végétation pionnière de l'estran s'installe au niveau des laisses des marées de vive eau. Elle est essentiellement formée de plantes couchées sur le sable, développant un lacinis de cordons entrecroisés qui peuvent atteindre plusieurs dizaines de mètres de longueur.

En arrière, se développe une pelouse à *Remirea maritima* où dominent des espèces rhizomateuses. Sur les amas de sables secs, se rencontre la formation pantropicale à *Ipomoea pes-caprae*.

Là où le sol est remanié, notamment par la culture, apparaît une pelouse graminéenne comportant de nombreuses espèces annuelles.

Un groupement pionnier arbustif s'avance très près de l'Océan lorsque la configuration du liseré littoral l'abrite, dans une certaine mesure, des embruns salins. Il constitue l'avant-garde d'une formation arborescente où domine un palmier, le « *mateba* »: *Hyphaene guineensis*.

Sur le pourtour des estuaires des petits fleuves côtiers régulièrement fermés par une barre sableuse, comme en bordure des lagunes, se forme un véritable « schorre » herbeux. Les zones les plus déprimées, constituant des « slikkes », sont occupées par une végétation fortement halophile. Une belle zonation apparaît dans ces formations herbeuses, découlant de l'amplitude des fluctuations du niveau de l'eau et du degré de salinité du substrat.

A tous égards, tant en ce qui concerne le milieu écologique que la nature des groupements végétaux, il convient de distinguer deux zones: l'une, à caractère d'halophilie très atténuée, limitrophe de l'embouchure du Congo, et une autre, plus nettement océanique, entre l'estuaire du fleuve Kumbi et la frontière de Cabinda.

28 mai 1968

Marcel-E. Denaeyer. — A propos du mémoire de
M. Paul Fourmarier sur
"Le problème de la dérive des continents,,⁽¹⁾

*Nous sommes devant la Terre
comme un juge devant un accusé
refusant toute réponse, et nous
avons la tâche de découvrir la
vérité à l'aide de présomptions.*

Alfred WEGENER (2)

Quand parut, en 1922, la première traduction française par F. REICHEL de la troisième édition allemande de *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane* — il y a près d'un demi-siècle —, je travaillais au Muséum de Paris, dans le laboratoire d'Alfred LACROIX. Et je me souviens, comme si c'était d'hier, de la vague d'enthousiasme soulevée chez les jeunes par la théorie des translations continentales, comme aussi des « mouvements en sens divers » des géologues chevronnés, ébranlés cependant par l'audace de l'hypothèse révolutionnaire et bien argumentée de WEGENER.

Qu'elles nous paraissaient tout à coup lointaines et vétustes, les sacro-saintes hypothèses de continents effondrés dans les abîmes et des ponts continentaux jetés en passerelles sur les océans! Et, depuis lors, que de travaux, que de recherches inspirés par la théorie de la dérive, que d'affrontements entre fixites et mobilistes, que d'arguments avancés pour ou contre l'une ou l'autre thèse! Il n'est pas exagéré d'affirmer que l'hypothèse wegenérienne a sous-tendu, depuis sa diffusion, tout le déroulement de la géologie fondamentale (3).

(1) Académie royale des Sciences d'Outre-Mer, Classe des Sciences naturelles et médicales. Mém. in-4°, VIII-1, Bruxelles 1968, 318 p., 47 fig. Prix. 500 F. Ouvrage publié conjointement par l'Académie royale de Belgique et l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer.

(2) Préface de la traduction française par A. LERNER (1937, p. VII) de la cinquième et dernière édition allemande de *La genèse des continents et des océans*.

(3) Par « géologie fondamentale », on entend, ici, ce qui se rapporte à l'histoire évolutive et à l'architecture de la planète depuis ses origines.

C'est une vaste fresque du comment et du pourquoi de la configuration et de la structure des continents et des océans sous tous leurs aspects que notre cher et vénéré confrère, le professeur Paul FOURMARIER, offre à nos méditations dans cet ouvrage consacré au « problème de la dérive des continents ». Notre éminent Secrétaire perpétuel m'a fait le grand honneur de m'en confier l'évocation en spéculant bien témérairement sur mes connaissances, en fait, bien modestes en la matière. Et dois-je avouer que je ressens en effet une certaine timidité à parler de cette somme scientifique que seul, parmi nous, pouvait édifier un Paul FOURMARIER, un Maître dont on ne peut s'empêcher d'admirer l'ardeur toujours combative, l'érudition sans faille, la droiture du jugement et les ressources d'une dialectique jamais à court d'arguments. Mais n'a-t-il pas eu la chance peu commune de « vivre » sur le terrain et par l'esprit — *mente et malleo* — tous les développements de la géologie trois-quarts de siècle durant, et d'avoir dans une large mesure contribué à ses progrès ?

Sans doute l'ouvrage sous revue est-il, dans une certaine mesure, une œuvre collective : celle d'une Commission composée de quatorze spécialistes de disciplines très diverses, appartenant aux Classes des Sciences de l'Académie royale de Belgique et de l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer. Cette Commission, placée sous la présidence de M. Paul FOURMARIER, M. M. WALRAET étant secrétaire, a donc confié à son président la rédaction de cette mise au point du problème de la dérive, estimant à juste titre qu'un exposé cohérent de la question ne pouvait être mené à bien que par le plus qualifié de ses membres.

M. FOURMARIER, selon ses propres termes, « s'est efforcé d'être aussi impartial que possible ». « Il se peut néanmoins », souligne-t-il, « que des tendances personnelles se marquent par endroits plus qu'il ne conviendrait. » Eh oui ! nous connaissons tous bien les opinions de l'auteur, défenseur acharné d'un fixisme relatif s'opposant au mobilisme intégral de WEGENER et de ses adeptes. Il a si brillamment soutenu son point de vue dans de multiples publications qu'on ne peut vraiment pas s'étonner de le voir, ici, relever avec insistance les contradictions soulevées par les théories adverses. Ce qui ne l'empêche pas de reconnaître ce qu'elles peuvent contenir de positif et d'acceptable

sous certaines réserves. On peut regretter cependant que ce contenu positif, qui eut si bien « fait le poids » dans l'exposé du problème de la dérive et exprimé les faits et arguments pertinents opposés au fixisme par certains membres de la Commission, n'ait pas retenu davantage l'attention de l'auteur.

Mais ouvrons maintenant l'ouvrage de M. FOURMARIER, feuilletons-en les pages et admirons sa structure et son ordonnance.

Dans sa PREMIÈRE PARTIE, il nous offre un tableau largement brossé des *Données du problème*: revue sommaire de la constitution physique de la Terre, accent mis sur la discontinuité actuelle des continents et exposé des hypothèses — discontinuité originelle, segmentation d'une Pangée primitive ou expansion du globe — tendant à expliquer la configuration présente de la planète. Puis vient une analyse des structures des masses continentales où l'on voit les orogènes se mouler successivement sur des noyaux précambriens, le tout découpé, fragmenté par des systèmes de failles et de décrochements horizontaux qui nous font apparaître, nous dit l'auteur, « la croûte terrestre comme ayant été essentiellement mobile au cours de la longue durée des temps géologiques » (p. 62). Il nous plonge ensuite dans les abîmes océaniques au relief si différent de celui des continents, parcourus, ces abîmes, d'alignements volcaniques, de crêtes médianes disloquées par des failles radiales et d'où se dégage un flux thermique anormal, dépourvus de sédiments antérieurs au Crétacé, bordés de fosses marginales dans le Pacifique et, ailleurs, d'avant-pays effondrés des vieux orogènes. Déjà, l'auteur discute les opinions avancées pour l'explication de ces diverses particularités. Il fait aussi remarquer le caractère très différent, géosynclinal et instable, de la Mésogée ou Téthys qui sépare les continents boréaux des austraux, de même que les dissemblances structurales des côtes du Pacifique d'une part et de celles de l'Atlantique, d'autre part. Enfin, il consacre un dernier chapitre à l'exposé de l'arrangement symétrique des éléments des continents et des océans et à leur courbure sigmoïde si remarquable. Et M. FOURMARIER de penser « qu'il en fut ainsi depuis le début des temps géologiques » (p. 109).

Et voici le nœud, la moelle de l'ouvrage: les deux cents pages de la DEUXIÈME PARTIE consacrée aux *Moyens d'investigation* et à l'*Examen critique des données du problème*. Et c'est sur ce

terrain que l'auteur va livrer bataille! Aucun défaut de la cuirasse n'échappe à ses coups. Et ceux-ci se retournent à l'occasion contre lui-même...

D'entrée de jeu, ce sont des objections à la théorie de la dérive, basées sur certains enseignements de la géographie physique et de la géologie stratigraphique, bien que l'auteur reconnaisse que « la notion de permanence n'arrive pas à expliquer l'âge relativement jeune des dépôts sédimentaires s'étendant sur le fond basique des océans » (p. 124).

Les résultats des mesures paléomagnétiques impliquant de toute évidence le déplacement des pôles au cours de l'histoire géologique de la Terre, ont suscité en ces dernières années, après une période de désaffection, une recrudescence d'intérêt à l'égard des théories moblistes. Témoin les nombreux congrès et symposia réunis autour de ce thème et dont le dernier en date fut celui de Montevideo dont j'ai rendu compte ici-même. Si la migration des pôles qui s'accorde avec les conclusions de la paléoclimatologie ne démontre pas formellement la dérive, elle favorise en tous cas l'idée d'une coalescence primitive des diverses parties du continent de Gondwana et de leur disjonction ultérieure depuis une époque beaucoup plus lointaine que ne l'imaginait WEGENER. Cependant, M. FOURMARIER préfère expliquer la migration des pôles par le jeu des failles de décrochement, tant océaniques que continentales, à moins d'imaginer un déplacement en masse de l'écorce terrestre sur son substratum.

L'extension des glaciations permo-carbonifères et de la flore à *Glossopteris* dans les fragments actuels du continent de Gondwana, ainsi que l'emboîtement si parfait des côtes africaines et de celles de l'Amérique du Sud sont les deux arguments les plus frappants en faveur du morcellement d'un continent unique. Aussi l'auteur s'attache-t-il à discuter longuement ces problèmes. Il fait notamment remarquer que les glaciations sont des phénomènes épisodiques et cherche à attribuer la répartition des climats anciens à des causes propres à la Terre ou, à défaut, à des causes extérieures, par exemple à une variation de l'inclinaison de l'axe des pôles sur le plan de l'écliptique.

Sont ensuite passés en revue les enseignements de la paléontologie et de la biologie au point de vue de la paléogéographie. Ici, M. FOURMARIER fait remarquer avec pertinence que les faciès

marins connus depuis le Cambrien sur les côtes d'Afrique et d'Amérique du Sud impliquent l'existence en ces endroits d'un océan libre et par conséquent très ancien, à quoi les « mobilistes » pourraient répliquer que d'étroits chenaux en communication avec cet océan y suffiraient.

En tectonicien consommé qu'il est depuis toujours, l'auteur s'étend longuement sur les enseignements des structures géologiques: orogènes, grandes failles de décrochements horizontaux et failles transversales déplaçant les crêtes médianes des océans. Il ne voit là, assez vaguement, que les effets des « règles normales de l'évolution géologique de la croûte terrestre », sans rapport avec un mobilisme au sens wegenérien. Il explique les structures très dissemblables des côtes du type pacifique et du type atlantique par l'âge différent et le degré d'érosion des orogènes qui les bordent. D'autre part, l'aséismicité relative des boucliers et de leurs plates-formes et celle des grands fonds océaniques (en dehors de leurs crêtes médianes) lui semble, parmi bien d'autres, un argument en faveur de la très grande ancienneté de ces éléments majeurs de la planète. Il rapporte de nombreux exemples de dissymétrie entre des côtes que la théorie de la dérive suppose avoir été jointives à l'origine et, *mutatis mutandis*, des analogies entre des massifs qu'il n'a jamais été question de rapprocher. Il ne manque cependant pas de faits gênants pour la thèse de la permanence. Témoin, la continuité si remarquable, pétrographique et structurale, des zones de même âge des terrains précambriens du saillant du Brésil et des régions entourant le golfe de Guinée, si l'on rapproche l'Amérique du Sud de l'Afrique.

M. FOURMARIER revient à plusieurs reprises sur la signification des crêtes médianes des océans. Ce sujet le préoccupe et cela se conçoit. Sources d'un flux thermique anormal, zones probables de courants de convection ascendants et donc en connexion avec le manteau supérieur, zones de tensions de l'écorce basaltique sous-océanique puisque parcourues de fossés morphologiquement analogues aux fossés tectoniques de l'écorce sialique (et que, avec ce génie de la brièveté si caractéristique de la langue anglaise, R.W. GIRDLER appelle *ridges-rifts*), enfin système convergeant vers le pôle nord mais ceinturant l'Antarctide, tout cela « porte à réfléchir » comme le répète si souvent l'auteur tout au

long de son mémoire. Et l'on serait bien aise de le voir résumer la tentative de GIRDLER qui (je cite) « essaie de mettre en un ensemble cohérent et rationnel des faits de diverses natures, depuis le flux de chaleur vers l'extérieur de la planète jusqu'au paléomagnétisme » (p. 272).

Mais M. FOURMARIER ne se départ pas pour autant de sa conviction de la grande antiquité des océans et des continents comme de leur découpage par les grandes failles de décrochements horizontaux. Ce ne sont évidemment pas les minimes variations constatées des longitudes qui peuvent mettre cette position en cause.

Les contraintes et les facteurs qui agissent sur l'écorce terrestre sont naturellement multiples et complexes et chaque théoricien mettra en vedette ceux d'entre eux qui s'accordent le mieux avec sa propre conception de la structure et de l'évolution de la Terre.

C'est ainsi que la radio-activité de l'écorce sialique comme aussi l'instabilité de l'état surcomprimé du noyau terrestre peuvent faire penser à un échauffement et à une dilatation du Globe. Cette idée a été exploitée simultanément par L. EGYED et S.W. CAREY. Le concept de l'expansion est sans doute de nature à lever partiellement les contradictions soulevées par la théorie de la dérive et par celle d'un fixisme, même relatif. Savourons la subtilité du grand savant écossais, Arthur HOLMES, qui admet des alternatives locales de contraction et d'expansion thermique, cette dernière en relation avec l'activité volcanique et les courants de convection, suivant qu'il s'agit, respectivement, de l'écorce ou du manteau.

Permanence? Mobilisme? Expansion? Ou encore et sous bénéfice d'inventaire — selon l'hypothèse de L. DONN et de H.-P. BERLAGE reprise récemment par R.-W. VAN BEMMELEN — origine extra-terrestre, météoritique, de la croûte sialique, associant en une synthèse relativiste fixisme et mobilisme?

Il ne faut jamais se laisser emprisonner par des dilemmes ni par les circuits fermés des théories. Nous sommes si petits, si débiles, en dépit de nos prodigieuses découvertes scientifiques, devant la *grandeur* (au sens gaulliste) et la complexité des phénomènes *physiques* (au sens grec)! Et il nous faut plus que jamais « raison garder ».

Eh bien! je crois que tout en militant obstinément pour sa conviction profonde, M. FOURMARIER a su « raison garder ». Si-

non, il n'eut pas écrit dans les dernières pages de son ouvrage des phrases comme celles-ci : « Il ne convient pas de donner au fixisme un sens absolu, car il y a lieu de tenir compte du déplacement de vastes blocs de la croûte terrestre... » (p. 303), ou bien, « Il nous apparaît cependant que ces dislocations sont insuffisantes à elles seules pour rendre compte de tous les effets constatés » (p. 307), ou bien encore, « Le paléomagnétisme a permis de l'envisager [la théorie de la dérive] sous un jour nouveau : s'il y a eu réellement dérive au sens de WEGENER ce n'est pas à partir des temps mésozoïques, mais dès l'époque du Précambrien » (p. 308).

M. FOURMARIER qualifie lui-même son fixisme de « relatif ». Il le pourrait tout aussi bien appeler « mobilisme mitigé ».

Ce que nous n'avons pas assez souligné dans le commentaire de ce mémoire animé d'un grand souffle de vitalité, c'est l'ampleur de la documentation qu'il met à notre portée. Quiconque voudra reprendre à ses sources l'examen du « problème de la dérive des continents » et s'en faire une opinion personnelle raisonnée se devra de le consulter. Car, dans les notes bibliographiques dont il est enrichi, on trouve mentionnés les travaux les plus importants, des plus anciens (depuis DARWIN) aux plus récents, les publications les plus documentées — les plus orthodoxes comme les plus audacieuses — concernant la géologie fondamentale. Chose curieuse cependant et omission involontaire bien sûr, aucune référence aux livres de WEGENER, bien que son schéma classique figure en due place. Tant il est vrai que les dérives du célèbre géophysicien se sont intégrées à nos habitudes de pensée.

Monsieur FOURMARIER, d'aucuns penseront peut-être que l'œuvre que je viens d'évoquer si imparfaitement est le couronnement d'une longue et glorieuse carrière. Je ne l'envisage pas ainsi. Elle m'apparaît plutôt comme un regard circulaire jeté sur le monde de la cime d'une haute montagne et comme une confrontation de concepts fertilisant une pensée toujours vigoureuse, sans cesse préoccupée de tresser de nouvelles guirlandes « à la gloire de la Terre ».

18 mai 1968.

P. Fourmarier. — Remarques à propos du problème de la dérive des continents

Il m'est tout particulièrement agréable de remercier notre distingué confrère M. le professeur M.-E. DENAEYER de l'analyse si objective qu'il vient de présenter de l'ouvrage paru récemment sous le titre *Le problème de la dérive des continents*.

En rédigeant ce mémoire, je me suis efforcé de tenir compte de toutes les opinions exprimées sur cette question délicate par les membres du groupe de travail désignés par l'Académie royale de Belgique et par l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer. Dans l'introduction, comme l'a rappelé M. DENAEYER, je n'ai pas manqué de m'excuser d'avoir pu, par endroits, me laisser entraîner par mes opinions personnelles.

En choisissant le titre de l'ouvrage: « *Le problème de la dérive des continents* » j'ai voulu attirer l'attention sur le fait que, malgré le grand nombre de travaux publiés, la question n'a pas encore reçu sa solution définitive. Depuis que l'impression de ce travail est achevée j'ai eu l'occasion de prendre connaissance de plusieurs travaux récents consacrés à la solution du problème. C'est ainsi que le Dr OPPENHEIM, de Dallas (Texas, U.S.A.) (1) s'appuyant sur les données relevées par les satellites artificiels comme sur celles fournies par les séismes profonds, conclut à l'impossibilité de la dérive au sens wegenerien.

D'autres savants, par contre, trouvent des arguments supplémentaires en faveur de la dérive continentale, par exemple dans certaines analogies de structure entre le Gabon et le Sud du Brésil. De tels arguments apparaissent parfois bien discutables du point de vue géologique. Dans ces remarques succinctes je me garderai bien, cela va sans dire, d'entreprendre une discussion à ce sujet.

(1) OPPENHEIM, V.: Critique of Hypothesis of continental Drift (*Bull. Amer. Assoc. of Petroleum Geologists*, vol. 51/7, juillet 1967).

A mon avis, à l'exclusion des théories basées sur une expansion éventuelle de la planète, conception que les géologues n'accepteraient que comme fauteur secondaire, deux thèses principales nettement opposées restent en présence pour l'explication de l'évolution de la croûte terrestre au cours de la longue durée des périodes géologiques.

1. *La thèse de la dérive des continents* au sens où l'entendait WEGENER. La distribution actuelle des continents résulterait du glissement de larges fragments d'une Pangée originelle sur un substratum visqueux. La dislocation de cette Pangée se serait faite à une époque relativement récente; petit à petit, chacun de ces fragments aurait gagné son emplacement actuel qui est celui des massifs continentaux tels que nous les connaissons aujourd'hui.

Des arguments frappants ont été avancés en faveur de cette thèse. Les études du paléomagnétisme semblent, à première vue, l'appuyer de façon remarquable. Cependant, même dans ce domaine des objections sérieuses peuvent être présentées.

2. *La thèse de la permanence* suivant laquelle les noyaux des blocs continentaux sont restés sensiblement dans leurs positions relatives actuelles pendant toute la durée des périodes géologiques. On peut la désigner aussi sous le nom de *thèse fixiste*, à condition de considérer ce fixisme comme « relatif » ou « mitigé ». Il est évident, en effet, que le fixisme « absolu » ne peut être envisagé si l'on tient compte des déformations de la croûte terrestre tant à l'endroit des continents que sur les grands fonds océaniques, zones de plissement intense ou grandes cassures radiales du type des décrochements horizontaux.

Ces grands accidents géologiques permettent d'expliquer les anomalies relevées dans l'emplacement des pôles par les études du paléomagnétisme entreprises à la suite des belles recherches du professeur RUNCORN par toute une pléiade de savants: Sur cette base il n'est pas besoin de faire appel aux interventions encore bien mal précisées pour l'explication de la dérive wegenerienne; les règles normales de l'évolution géologique de la croûte terrestre y suffisent.

Il serait, d'autre part, bien difficile de mettre en doute la répartition harmonieuse des unités structurales de la croûte terres-

tre par rapport à certains axes de symétrie, conception bien différente de l'évolution quelque peu chaotique qu'exige la thèse de la dérive; d'après celle-ci, certains blocs se seraient déplacés suivant le parallèle, d'autres suivant le méridien, et cela sur une distance pouvant aller jusque 80 degrés de latitude comme on l'a supposé pour l'Inde péninsulaire.

Dans plusieurs travaux, j'ai attiré l'attention sur l'hypothèse de la permanence et de la symétrie; je l'ai fait encore dans une note toute récente (2).

Dans cette note, je me suis efforcé de mettre en lumière la disposition bien ordonnée des unités structurales par rapport à certains axes ou cercles de symétrie. J'ai envisagé aussi l'explication de la forme en S si remarquable des axes de symétrie d'allure méridienne, forme en S qui s'accorde particulièrement bien avec les changements de direction si caractéristiques de la Mésogée.

Enfin, dans une note en cours de publication dans le *Bulletin de l'Académie royale des Sciences d'Outre-Mer* (P. FOURMARIER: Arcs antillais et bassin canadien), je me suis efforcé de montrer que ces trois zones de pénétration du domaine du Pacifique dans l'Atlantique, sont disposées harmonieusement par rapport à l'arrangement des unités principales de la croûte terrestre. Et un tel arrangement s'est manifesté depuis une date très ancienne de l'évolution de la croûte terrestre.

Dans ces conditions, la thèse fixiste, me paraît devoir s'imposer pour expliquer l'évolution géologique et géographique de la surface du Globe au cours des temps. Toutefois, j'insiste une fois encore sur la nécessité absolue de considérer le fixisme comme « relatif » ou « mitigé » sous peine de faire abstraction des faits essentiels de l'histoire géologique de la croûte terrestre, tant sur les continents qu'à l'endroit des grands fonds océaniques (3).

Cette thèse n'est pas en contradiction avec la notion des courants de convection dans le manteau supérieur, qui permet-

(2) FOURMARIER, P.: L'arrangement systématique des continents et des océans (*Les mélanges de Géographie Omer Tulippe*, éditions Duculot à Gembloux).

(3) Eu égard à la différence profonde dans le principe même des deux thèses principales rappelées ci-avant, j'estime que ce serait une erreur de considérer comme équivalents les termes de « fixisme mitigé » et « dérive mitigée ».

tent de concevoir une apparente expansion au départ des crêtes médianes océaniques.

Je voudrais aussi attirer tout spécialement l'attention sur le très grand intérêt que présenterait une étude d'ensemble aussi détaillée que possible du grand réseau de failles de décrochement (*Strikes slip faults*) qui couvre toute la surface de la terre et qui a joué au cours des temps un rôle capital dans l'histoire de la croûte terrestre, rôle qu'il serait utile de préciser par une étude d'ensemble de cet important problème de tectonique.

28 mai 1968.

KLASSE VOOR TECHNISCHE WETENSCHAPPEN

Zitting van 26 januari 1968

De zitting wordt geopend door de *H. L. Tison*, voorzitter der K.A.O.W. voor 1967 en vervolgens voorgezeten door de *H. C. Camus*, directeur van de Klasse voor 1968.

Zijn bovendien aanwezig: De HH. F. Campus, I. de Magnée, E.-J. Devroey, P. Geulette, A. Lederer, M. van de Putte, R. Vanderlinden, J. Van der Straeten, leden; de HH. H. Barzin, P. Bourgeois, L. Brison, F. Bultot, J. Charlier, J. De Cuyper, P. Grosemans, J. Lamoen, E. Roger, A. Rollet, R. Van Ganse, geassocieerden, alsook de H. M. Walraet, secretaris der zittingen.

Afwezig en verontschuldigd: De HH. P. Bartholomé, L. Callembert, P. Evrard, L. Jones, E. Mertens de Wilmars, L.-J. Pauwen, R. Spronck.

Begroetingen

De HH. *L. Tison* en *C. Camus*, respectievelijk directeurs der Klasse voor 1967 en voor 1968, wisselen de gebruikelijke begroetingen.

Nieuws van een Confrater

De *Vaste Secretaris* licht de Klasse in over de gezondheidstoestand van de *H. L.-J. Pauwen*, die ingevolge een ongelukkige val een operatie diende te ondergaan waarvan de gevolgen hem gedurende talrijke maanden zijn bewegingsvrijheid zullen ontnemen.

Er werd hem, namens zijn Confraters, geschreven om hem een zo spoedig mogelijk herstel toe te wensen.

« Faut-il supprimer l'assistance technique belge? »

De *H. A. Lederer* stelt vast dat in 1967 de Belgische openbare mening, verward door de gebeurtenissen in Congo, er toe kwam

CLASSE DES SCIENCES TECHNIQUES

Séance du 26 janvier 1968

La séance est ouverte par M. L. Tison, président de l'ARSOM pour 1967 et présidée ensuite par M. C. Camus, directeur de la Classe pour 1968.

Sont en outre présents: MM. F. Campus, I. de Magnée, E.-J. Devroey, P. Geulette, A. Lederer, M. van de Putte, R. Vanderlinden, J. Van der Straeten, membres; MM. H. Barzin, P. Bourgeois, L. Brison, F. Bultot, J. Charlier, J. De Cuyper, P. Grosemans, J. Lamoën, E. Roger, A. Rollet, R. Van Ganse, associés, ainsi que M. M. Walraet, secrétaire des séances.

Absents et excusés: MM. P. Bartholomé, L. Calembert, P. Evrard, L. Jones, E. Mertens de Wilmars, L.-J. Pauwen, R. Spronck.

Compliments

MM. L. Tison et C. Camus, respectivement directeurs de la Classe pour 1967 et pour 1968, échangent les compliments d'usage.

Nouvelles d'un Confrère

Le Secrétaire perpétuel informe la Classe de l'état de santé de M. L.-J. Pauwen qui, à la suite d'une chute malencontreuse, a dû subir une opération dont les conséquences l'immobiliseront durant de nombreux mois.

Il lui a été écrit, au nom de ses Confrères, pour lui souhaiter le rétablissement le plus rapide possible.

Faut-il supprimer l'assistance technique belge?

M. A. Lederer constate qu'en 1967, l'opinion publique belge, désorientée par les événements du Congo, en vint à se demander

zich af te vragen of België een technische bijstand diende in stand te houden.

Hij is echter de mening toegedaan dat, industrieel en economisch ontwikkeld, België zich niet kan onttrekken aan een plicht van solidariteit tegenover de landen van de derde wereld.

De regering dient echter haar ontwikkelingssamenwerking te steunen op wetenschappelijke instellingen en er de privé-ondernemingen, die tot op heden te zeer verwaarloosd werden, bij betrekken (blz. 514).

Ingevolge een gedachtenwisseling waaraan deelnemen de HH. *M. van de Putte, I. de Magnée, E.-J. Devroey, J. Charlier, C. Camus, R. Vanderlinden* en *A. Lederer*, besluit de Klasse de bespreking van deze mededeling uit te stellen tot de zitting van 29 maart 1968. Ondertussen zullen de Confraters in het bezit gesteld worden van de tekst van de *H. A. Lederer*.

De ontzilting van zout water en het belang ervan voor de ontwikkelingslanden

De *H. A. Lederer* legt een studie voor die de *H. A. VAN HAUTE*, professor aan de Katholieke Universiteit te Leuven, over dit onderwerp opstelde.

In een eerste hoofdstuk wordt het „waterprobleem in de wereld” in het algemeen besproken met een overzicht van de waterbronnen op onze planeet, die men vergelijkt met onze behoeften aan zoet water.

In een tweede hoofdstuk worden dan de methoden van ontzilting van zeewater en brak water besproken. Vooral wordt de nadruk gelegd op de op heden economisch verantwoorde procédés, maar ook de belangrijkste proecessen die op laboratoriumschaal werden getest, worden aangegeven.

In een derde hoofdstuk tenslotte worden de gebruikscriteria van de ontziltingmethoden aangegeven, waarbij men rekening houdt met de criteria van autonomie, van ingewikkeldheid en van standaardisering.

Na tussenkomsten van de HH. *C. Camus, F. Bultot* en *A. Lederer*, die een gunstig advies geeft over het publiceren van de verhandeling van de *H. A. VAN HAUTE*, wijst de Klasse de HH. *R. Spronck* en *L. Tison* als 2de en 3de verslaggevers aan.

si la Belgique avait encore à maintenir une assistance technique. Il estime néanmoins que, développée industriellement et économiquement, la Belgique ne peut se soustraire à un devoir de solidarité envers les pays du tiers monde. Mais le Gouvernement doit fonder son action de coopération sur des institutions scientifiques et y associer les entreprises privées, trop négligées jusqu'à présent (p. 514).

A la suite d'un échange de vues auquel participent MM. *M. Van de Putte, I. de Magnée, E.-J. Devroey, J. Charlier, C. Camus, R. Vanderlinden* et *A. Lederer*, la Classe décide de reporter la discussion de cette communication à la séance du 29 mars 1968. Dans l'entre-temps, les Confrères seront mis en possession du texte de *M. A. Lederer*.

**« De ontzilting van zout water en het
belang ervan voor de ontwikkelingslanden »**

M. A. Lederer présente l'étude, qu'a rédigée à ce sujet *M. A. VAN HAUTE*, professeur à l'Université catholique de Louvain.

Un premier chapitre est consacré au « problème de l'eau dans le monde », en général. Il donne un aperçu des sources d'eau de notre globe, et les compare à nos besoins en eau douce.

Un deuxième chapitre expose les méthodes de dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres. L'accent est mis sur les procédés qui présentent un intérêt économique actuel, sans toutefois négliger les plus intéressantes recherches de laboratoire.

Dans un troisième chapitre, sur l'application de ces techniques, il est tenu compte des critères suivants: autonomie, complexité et standardisation.

Après des interventions de MM. *C. Camus, F. Bultot* et *A. Lederer*, qui émet un avis favorable à la publication du mémoire du *M. A. VAN HAUTE*, la Classe désigne MM. *R. Spronck* et *L. Tison* en qualité de 2^e et 3^e rapporteurs.

**« L'évolution de la région divagante
du bief maritime du fleuve Congo »**

De H. J. *Charlier*, toont aan, onder deze titel, dat de over-stroomde streek van het zeegedeelte van de Congostroom lager dan Boma gelegen, ten allen tijde evoluties ondergaan heeft die de scheepvaart hinderden en soms gevaarlijk maakten. Een diepgaande wijziging der afvloeingsvoorwaarden heeft er de verantwoordelijke diensten toe gebracht, in 1967, de scheepvaartwegen die sinds het begin der eeuw in gebruik zijn, te verlaten en een oude weg, die diende in de tijd der pioniers, terug aan te wenden.

Onze Confrater besluit met te herinneren aan enkele nuttige raadgevingen, om het behoud van een goede bevaarbaarheid te waarborgen (blz. 527).

Deze mededeling geeft aanleiding tot een gedachtenwisseling waaraan deelnemen de HH. J. *Lamoën*, R. *Vanderlinden*, E.-J. *Devroey* en F. *Campus*.

Geheim comité

De leden, vergaderd in geheim comité, verkiezen als titelvoerende lid, de H. R. *Van Ganse*, vroeger geassocieerde.

De zitting wordt gesloten te 16 h 15.

L'évolution de la région divagante du bief maritime du fleuve Congo

M. J. *Charlier* expose, sous ce titre, que la région divagante du bief maritime du fleuve Congo, située en aval de Boma, a subi de tout temps des évolutions qui ont entravé et parfois rendu périlleuse la navigation maritime. Une profonde transformation des conditions d'écoulement a amené les services responsables à abandonner, en 1967, les routes de navigation utilisées depuis le début du siècle et à remettre en service une ancienne route ayant servi au temps des pionniers.

Notre Confrère termine en rappelant quelques conseils utiles pour préserver le maintien de bonnes conditions de navigabilité (p. 527).

Cette communication donne lieu à un échange de vues auquel prennent part MM. J. *Lamoën*, R. *Vanderlinden*, E.-J. *Devroey* et F. *Campus*.

Comité secret

Les membres, réunis en comité secret, élisent, en qualité de membre titulaire, M. R. *Van Ganse*, anciennement associé.

La séance est levée à 16 h 15.

A. Prigogine. — Les Parcs nationaux de l'Est africain *

Les ressources naturelles de ce pays — sa grande faune qui attire tant les visiteurs du monde entier, les beaux sites dans lesquels vivent ces animaux, ses forêts imposantes préservant les aires de captage des eaux vitales pour la survie de l'homme et des animaux — représentent un héritage inestimable pour l'avenir.

Le Gouvernement du Kenya, réalisant pleinement la valeur de ses ressources naturelles, se porte garant de les conserver pour la postérité avec tous les moyens dont il dispose.

Nous avons confiance dans la coopération d'autres gouvernements de l'Afrique Orientale à cette importante tâche mais, pour le moment, il nous est impossible, sans aide, de fournir les spécialistes et l'argent nécessaires.

Nous lançons donc un appel aux autres nations et aux amis de la nature du monde entier pour nous aider à honorer cet engagement solennel.

Nairobi, le 18 septembre 1963

Jomo KENYATTA
Président du Kenya.

0. INTRODUCTION

En août 1967, nous avons eu l'occasion de faire un voyage en Afrique Orientale et de visiter un certain nombre de parcs nationaux du Kenya et de Tanzanie. Le but de notre safari n'était pas seulement d'admirer de près les animaux sauvages dans un cadre souvent prestigieux, mais de nous rendre compte également de la situation générale dans ces parcs et de nous documenter sur les mesures prises dans l'Est africain en vue de la conservation de la faune. Il nous paraît donc intéressant de réunir nos principales observations et remarques faites pendant ce voyage et complétées par différents documents consultés.

* Communication présentée au cours de la séance du 24 novembre 1967 (*Bull.* 1967, p. 1 176).

En particulier, nous décrirons la situation dans les parcs nationaux de l'Afrique Orientale, nous examinerons les problèmes connexes avec leur gestion et nous essayerons de nous faire une idée quant à leur avenir.

Ayant présenté récemment une communication sur la situation des parcs nationaux du Congo et du Rwanda [6]* (1), la comparaison avec les réalisations de l'Afrique Orientale permettra de tirer quelques conclusions quant aux voies à suivre par le Congo et le Rwanda pour permettre le développement futur de leurs parcs nationaux dans leur propre intérêt et pour le bien de l'humanité toute entière.

1. INVENTAIRE DES PARCS NATIONAUX ET DES RÉSERVES ANALOGUES

Nous nous sommes basés sur la liste des Nations Unies des Parcs nationaux et réserves analogues, établie sous la responsabilité de la Commission internationale des Parcs nationaux de l'Union internationale pour la Conservation de la nature et de ses ressources par notre confrère, Jean-Paul HARROY, pour dresser l'inventaire des parcs nationaux et des réserves analogues (2) de l'Afrique Orientale (*tableau 1.1*). Cependant, nous avons cru nécessaire d'y incorporer la Masai Amboseli County Council Game Reserve, après l'avoir visitée tout récemment (3).

Les parcs nationaux et réserves analogues cités dans cette liste appartiennent à plusieurs catégories et sont administrés par des organismes différents:

1. Parcs nationaux et réserves nationales

Les parcs nationaux sont administrés respectivement par les Kenya National Parks, Tanzania National Parks et Uganda National Parks. Un conseil d'administration (*board of trustees*)

* Les chiffres entre [] renvoient à la bibliographie *in fine*.

(1) Nous voudrions profiter de cette note pour corriger quelques erreurs d'impression de notre communication précédente:

Page 578 ligne 28 lire ... A.Mburanumwe,...

» 579 » 20 lire ...jeunes)et waterboks.

» 581 » 24,25 lire Hippopotames 10

Buffles 4 600

» 583 » 22 lire Topis 16 500 (11 000-19 000)

(2) Voir [1: 28] pour la définition des termes « parc national » et « réserve analogue ».

(3) Comparez p. 499.

TABLEAU 1.1. — Liste des parcs nationaux et des réserves analogues dans l'Est africain

Désignation	Statut	Superficie en km ²
<i>Kenya</i>		
Aberdare National Park	PN	591
Amboseli [Masai] Game Reserve	R	3 250 (4)
Elgon [Mount] Nature Reserve	R	150
Isiolo Buffalo Spring Game Reserve	R	194
Kenya [Mount] National Park	PN	588
Mara [Masai] Game Reserve	R	1 810 (5)
Marsabit National Reserve	RN	2 070 (5)
Meru National Park	PN	1 810 (5)
Nairobi National Park	PN	114
Nakuru [Lake] National Park	PN	62 (5)
Uaso Nyiro [Samburu] Game Reserve	R	104
South West Mau Nature Reserve	R	426
Tsavo National Park	PN	20 800
<i>Tanzanie</i>		
Gombe Stream Game Reserve	R	158
Manyara [Lake] National Park	PN	86 (6)
Mikumi National Park	PN	1 295 (7)
Ngorongoro Conservation Area	R	8 500 (8)(9)
Arusha National Park	PN	116 (7)
Ruaha National Park	PN	12 950 (7)
Serengeti National Park	PN	14 500
Tarangire Game Reserve	R	2 590 (7)
<i>Uganda</i>		
Aswa-Lolim Game Reserve	R	80 (11)
Elizabeth [Queen] National Park	PN	1 980 (10)
Kidepo Valley National Park	PN	1 295 (10)
Kigezi Game Reserve	R	332 (11)
Lomungo Game Reserve	R	(12)
Murchinson Falls National Park	PN	3 890 (10)
Toro Game Reserve	R	555 (11)
PN: Parc national	RN: Réserve nationale	R: Réserve

(4) Ce chiffre, donnant la superficie de toute la réserve, devrait être réduit pour tenir compte des pâturages occupés par les troupeaux domestiques.

(5) Superficies d'après [11].

(6) Superficie totale 318 km², y compris les deux tiers du lac.

(7) Superficies d'après renseignements reçus de Tanzania National Parks (*in litt.*).

(8) Le fond du cratère a une superficie de 264 km².

(9) La partie effectivement protégée, qui correspond à la Ngorongoro Controlled Area Section, s'élève aux trois quarts approximativement de la superficie totale.

(10) Superficies d'après renseignements reçus de Uganda National Parks (*in litt.*).

(11) Superficies d'après renseignements reçus de Game Department à Entebbe (*in litt.*).

(12) Cette réserve a été abolie en 1967 (Game Department, *in litt.*).

se trouve à la tête de chaque organisme et le dirige par l'intermédiaire d'un directeur assisté par des conservateurs.

La réserve nationale de Marsabit dépend des Kenya National Parks;

2. Réserves d'animaux sauvages

Les réserves d'animaux sauvages dépendent des départements de chasse (*game department*) respectifs;

3. Réserves forestières

Les réserves forestières (*nature reserves*) sont administrées par le département forestier (*forest department*) avec la collaboration du conservateur en chef du département de chasse. Ces réserves ont un statut très strict et la chasse y est interdite;

4. Réserves des County Councils

Ces réserves sont administrées par divers *County Councils* avec la collaboration du département de chasse. C'est le *County Council* qui édicte les lois concernant la conservation des habitats (coupes de bois, fréquence des feux de brousse, etc.). Par contre, les animaux sauvages sont sous la protection du département de chasse. Les résultats dépendent donc d'une bonne coopération entre le conservateur local et le représentant du conseil. Il apparaît comme évident qu'un tel arrangement n'est pas idéal.

Les *County Council Game Reserves* n'existent qu'au Kenya et ont été créés pour associer les Masai à l'administration de ces terres;

5. Aire de conservation

La Ngorongoro Conservation Area dépend du Ministère d'Agriculture, des Forêts et de la Faune sauvage. Un conservateur est en charge de cette région. Il est secondé par un conseil consultatif comportant 19 membres dans lequel figurent des hauts fonctionnaires du ministère et des personnalités représentant les divers intérêts en jeu.

Le *tableau 1.2* montre les superficies relatives constituées en parcs nationaux et réserves analogues dans les trois pays de l'Est africain.

Bien que ce soit la Tanzanie qui possède la plus grande superficie réservée à la protection des grands mammifères, on constate que la superficie relative la plus élevée se rencontre au Kenya.

TABEAU 1.2. — Superficies relatives des parcs nationaux seuls et des parcs nationaux plus des réserves analogues dans l'Est africain (en km² et en %)

Libellé	Kenya	Tanzanie	Uganda
Etats	583 000	939 700	243 410
Parcs nationaux	23 965	28 947	7 165
Parcs nationaux plus réserves analogues	31 979	39 995	8 132
Etats	100,00	100,00	100,00
Parcs nationaux	4,11	3,08	2,95
Parcs nationaux plus réserves analogues	5,49	4,25	3,39

2. CRÉATION DE NOUVEAUX PARCS NATIONAUX (13)

Un des aspects les plus réjouissants de la politique des jeunes états de l'Est africain est la création très récente de nouveaux parcs nationaux et la recherche continuelle de régions qui conviendraient, dans un avenir rapproché, pour des parcs nationaux.

En tête de ces états, il faut citer la Tanzanie qui, le 7 août 1964, a créé le Parc national de Ruaha et le Parc national de Mikumi. L'établissement d'un parc national d'une superficie voisine de 1 300 000 ha (Ruaha) est certes un événement remarquable même à l'échelle mondiale et le Gouvernement du Dr. J. NYERERE doit être félicité pour cette réalisation. La création de ce parc a pu être réalisée grâce à l'aide généreuse reçue de la New York Zoological Society et de la Old Dominion Foundation, également aux Etats Unis, qui ont fourni les capitaux nécessaires pour l'aménagement du Parc national de Ruaha pendant les trois premières années.

Tout récemment, fin 1967, fut créé l'Arusha National Park par l'incorporation de la réserve forestière du mont Meru dans le Ngurdoto Crater National Park.

Enfin, les Tanzania National Parks espèrent créer sous peu de nouveaux parcs nationaux ou des extensions aux parcs existants dans les régions suivantes:

- a) Tarangire Game Reserve;
- b) Gombe Stream Game Reserve;

(13) Pour simplifier nous comprendrons sous le terme général « parcs nationaux » en réalité « parcs nationaux et réserves analogues ».

c) Grumeti Controlled Area (une partie) (extension de Serengeti) (14);

d) Lamai Game Reserve (extension de Serengeti) (14);

e) Kilimandjaro Game and Forest Reserve.

Les autorités ont approuvé en principe tous ces projets. Les sommes nécessaires pour l'aménagement de ces nouveaux parcs ont été trouvées à l'étranger, principalement aux Etats Unis.

Au Kenya, l'établissement de nouveaux parcs nationaux a fait moins de progrès. Mais, comme nous l'avons vu au *tableau 1.2*, le Kenya se trouve en tête pour la superficie relative des terres réservées à la conservation de la grande faune.

Tout récemment, la Meru Game Reserve a obtenu le statut d'un parc national. Le sanctuaire d'oiseaux du lac Nakuru sera transformé très prochainement en parc national. De même, la montagne Donyo Sabuk, d'une superficie voisine de 2 500 ha, sera incorporée dans les parcs nationaux. Cependant, les administrateurs des Kenya National Parks sont peu disposés d'assumer la responsabilité de nouvelles régions pour des raisons budgétaires. Néanmoins, les Shimba Hills, près de Mombasa, d'un intérêt spécial à cause des antilopes sable, seront transformés en priorité en un parc national, dès que les fonds nécessaires seront disponibles. Des extensions mineures sont aussi prévues au mont Kenya National Park et à l'Aberdare National Park [3:26].

Il faut toutefois citer la création, au Kenya, depuis 1961, d'importantes réserves administrées par les *County Councils*, en particulier, la Masai Mara Game Reserve (1961), la Samburu Uaso Nyiro Game Reserve (1962) et l'Isiolo Buffalo Spring Game Reserve (1964). La Samburu Uaso Nyiro Game Reserve sera augmentée très prochainement à 20 700 ha [3: 28]. Des projets existent aussi pour l'établissement d'un parc national au lac Rudolf et la transformation de la Marsabit National Reserve en parc national.

En Uganda, le Kidepo Valley National Park a été créé seulement en 1962. De plus, il est question d'établir un nouveau parc national dans un avenir rapproché (avant 1971) (15).

(14) Ceci vient d'être réalisé (Tanzania National Parks, *in litt.*).

(15) Uganda National Parks (*in litt.*).

3. GESTION ET AMÉNAGEMENT DES PARCS NATIONAUX

Il est intéressant de noter quelques points qui permettent de se faire une idée de la gestion et de l'aménagement des parcs nationaux en Afrique Orientale.

31. *Divers*

1. Des guides sont partout disponibles, mais leur service n'est pas obligatoire.

2. Dans tous les parcs on peut louer des véhicules tout terrains à toit ouvrant, ce qui permet d'observer et de photographier plus facilement les animaux.

3. Des excursions en bateau peuvent être entreprises au Murchison National Park, sur le Nil, de Paraa Safari Lodge jusqu'aux chutes de Murchison, et au Queen Elizabeth National Park, le long du canal de Kazinga, entre les lacs George et Edouard.

4. Dans tous les parcs nationaux, il est défendu de sortir du véhicule à une distance inférieure de 200 m environ de n'importe quel animal sauvage et de s'éloigner de plus de 30 m du véhicule, sauf dans des endroits spécialement désignés pour camper.

5. Le réseau des routes et des pistes est fortement développé dans la plupart des parcs, spécialement à Nairobi, lac Manyara, Mara, etc.

6. A l'exception du Tsavo National Park, les véhicules peuvent quitter les routes et pistes dans tous les parcs nationaux et s'approcher des animaux, sans, toutefois, les déranger.

7. Les feux de brousse sont évités, dans la mesure du possible, dans tous les parcs. Ils sont rapidement décelés à l'aide de petits avions et combattus. Toutefois, le problème du *fire-management* reste controversé et cette question est étudiée au Serengeti National Park.

8. Dans certains parcs nationaux, le problème de l'eau est d'une importance capitale. En 1958, on a créé « The Water for Animals Fund » pour l'établissement des points d'eau artificiels dans les régions arides. Au Tsavo, des forages ont été effectués pour trouver des nappes d'eau souterraines et il y existe de multiples points d'eau et réservoirs. Un barrage assez important a été construit à Aruba, dans la partie est du Tsavo. Des points d'eau et des petits barrages existent dans la Mara Game Reserve,

Nairobi National Park, Isiolo Game Reserve, etc. Des points d'eau artificiels ont été établis devant le Kilaguni Lodge, Ol Tukai Lodge et le Keekorok Lodge, dans un but touristique.

32. *Introduction d'animaux*

Au Kenya, on capture, chaque fois lorsque c'est possible, un animal considéré comme nuisible dans une région déterminée et on le relâche ensuite dans un parc national. C'est ainsi qu'en 1958 cinq léopards ont été introduits au Tsavo National Park [8: 53]. De même, en 1965, 14 rhinocéros capturés dans la région d'Ukambani ont été relâchés dans le Tsavo National Park [3: 42]. Mais si ceci s'applique aux espèces existant déjà dans les parcs, on y a introduit également des animaux qui, précédemment, ne se trouvaient pas dans la région en question. C'est ainsi que vers 1956, on a essayé d'introduire des zèbres dans le Queen Elizabeth National Park, mais leur capture n'ayant pas réussi, cette idée a été abandonnée. En 1961, douze rhinocéros blancs ont été transférés du Madi District, à l'ouest du Nil, dans le Murchison Falls National Park. Plus récemment, en 1966, trois couples de rhinocéros blancs, provenant du Zululand, ont été introduits dans le Meru National Park au Kenya.

Notons encore que des télapias ont été lâchés dans plusieurs barrages artificiels créés au Kenya, comme au barrage d'Aruba dans le Tsavo [8: 54] et, plus récemment, dans deux petits barrages construits à la rivière Ngare Mara, dans l'Isiolo County Council Game Reserve.

33. *Contrôle des animaux*

En Uganda, le nombre d'hippopotames (16) a été réduit dans le Queen Elizabeth National Park, à partir de 1958. Plus récemment, on a procédé à une limitation du nombre d'éléphants, au Murchison Falls National Park (17). Enfin, dans la partie orientale du Tsavo National Park, on a commencé à abattre un certain nombre d'éléphants, leur population étant estimée à 25 000. Un comité spécial a été constitué pour étudier ce problème dif-

(16) Le recensement avait montré que la population des hippopotames dépassait 15 000 [10: 99].

(17) Un comptage aérien effectué dans la partie sud de ce parc et dans les territoires limitrophes avait indiqué des concentrations d'éléphants dépassant 12 000 pendant certaines saisons [10: 100].

ficile. La Fondation Ford a fourni les sommes nécessaires permettant d'engager un écologiste et on espère arriver à une conclusion satisfaisante dans un avenir rapproché.

Notons aussi qu'en 1958 d'importantes colonies de *Quelea* ont été détruites à l'aide de lance-flammes dans le Tsavo National Park [8: 58].

34. Personnel

Les Tanzania National Parks occupent un personnel important avec J.-S. OWEN comme directeur. Il comportait, au début de 1968, 15 conservateurs en chef, conservateurs, conservateurs adjoints et fonctionnaires scientifiques dont sept Africains.

En 1965, le personnel administratif des Kenya National Parks s'élevait à sept personnes, avec M. COWIE comme directeur (18). Le personnel des différents parcs nationaux comportait 15 conservateurs et conservateurs assistants. A titre comparatif, notons que le *game department* du Kenya avait, au début de 1966, un effectif de 34 conservateurs en chef, conservateurs divisionnaires, conservateurs, conservateurs assistants et fonctionnaires. A leur tête se trouvait D.-W.-J. BROWN.

Il est intéressant de noter que l'africanisation de ces institutions gouvernementales a été faite progressivement, sans hâte inutile, et ceci pour le plus grand bien de la conservation des animaux sauvages.

Les conservateurs africains sont préparés à leur travail à Moshi, dans le Mweka College of African Wildlife Management, où les études durent deux années.

Notons aussi qu'il existe toujours au Kenya le titre de *Honorary Game Warden* qui est confié aux personnes, y compris les Européens, ayant une compétence reconnue dans la conservation des animaux.

4. PROBLÈMES ET DIFFICULTÉS RENCONTRÉES

Les divers problèmes et difficultés auxquels la conservation des animaux dans l'Afrique orientale doit faire face sont en

(18) Récemment, P. OLINDO a été nommé directeur des Kenya National Parks. Il a terminé le Mweka College et possède un diplôme en zoologie.

relation avec l'interférence humaine. Dans certaines réserves, qui n'ont pas le statut d'un parc national ou d'une réserve naturelle intégrale, on constate la présence de populations Masai dont les troupeaux domestiques sont en compétition avec les animaux sauvages et provoquent souvent un « surbroutage » dangereux menant à la dégradation des habitats. De plus, bien que les Masai ne soient pas des chasseurs, ils procèdent à l'occasion à l'abattage d'animaux sous le prétexte de la protection de leurs troupeaux. Le gouvernement du Kenya ne veut pas ou ne peut pas prendre des mesures contre les Masai et ce problème, d'une importance capitale pour la conservation de la grande faune dans certaines réserves, ne sera probablement résolu que par une éducation progressive des Masai et par leur participation aux revenus provenant de l'exploitation de ces régions. A titre d'exemples, nous décrirons en détail la situation dans la Ngorongoro Conservation Area et dans la Masai Amboseli Game Reserve.

Toutefois, nous devons traiter à part les problèmes existant dans la région du Parc National de Serengeti où, lors de la création de la réserve en 1959, les limites ont été établies en se basant sur des renseignements fort incomplets concernant les migrations annuelles des herbivores.

Enfin, nous examinerons aussi quelques difficultés provenant de l'action des bandits (Shifta) venus de la Somalie et des braconniers agissant surtout aux frontières des parcs nationaux.

41. *Ngorongoro Conservation Area*

Au centre de la Ngorongoro Conservation Area se trouve le cratère du Ngorongoro (19) qui est certes une des merveilles du monde, avec une concentration extraordinaire de grands mammifères et ceci dans un paysage d'une beauté fascinante.

D'après les comptages faits en 1966, la population animale du cratère se chiffrait comme suit [5: 58]:

Gnous	10 440
Zèbres	4 040
Bubales	70
Elands	320

(19) En réalité il s'agit d'une caldeira.

Waterboks	90
Gazelles (de Grant et de Thomson)	2 100
Rhinocéros noirs	110 (20)
Hippopotames	30

Par conséquent, sans tenir compte des animaux prédateurs, des éléphants et des buffles, on obtient une densité de population de 17 200:264, soit 65 grands mammifères par km², ce qui représente un chiffre fort élevé (21) (22).

Cependant, plusieurs familles de Masai avec leurs troupeaux continuent à vivre simultanément dans le cratère même et le recensement de 1966 des animaux domestiques a donné les chiffres suivants [5: 58]:

Gros bétail	1 498
Petit bétail	290
Anes	48

Bien que, pendant notre récente visite au Ngorongoro, nous ayons vu ces Masai avec leur troupeaux, leur présence ne semblait pas déranger la faune sauvage et les habitats ne paraissaient nulle part abîmés par un broutage excessif.

La population totale des Africains installés dans la Ngorongoro Conservation Area s'élevait, en mai 1966, à 7 400 Masai et 1 300 personnes appartenant à d'autres ethnies. Ils se répartissaient en 6 100 éleveurs et 2 600 cultivateurs. Le cheptel total se chiffrait à 94 580 têtes de gros bétail, 68 590 têtes de petit bétail et 4 280 ânes (février 1966), mais il augmente pendant la saison sèche, lorsque d'autres troupeaux sont amenés illégalement de l'extérieur dans la Ngorongoro Conservation Area. La superficie des cultures est peu importante. Notons que l'installation de nouveaux habitants dans cette région est prohibée. L'administration a essayé, d'ailleurs avec un succès partiel, d'éliminer les

(20) Comptage par J. GODDARD en identifiant les animaux individuellement. Il faut toutefois faire remarquer que tous ces animaux ne se trouvent pas simultanément dans le cratère.

(21) A comparer par exemple avec 29 grands mammifères par km² de la région Kasindi-Ishango, du Parc National Albert, en 1958 [6: 581] et 42 animaux par km² du Parc National de la Kagera, d'après des estimations de 1965 [6: 583].

(22) Ce recensement correspond à une biomasse de 160 kg par ha, y compris les animaux domestiques qui interviennent seulement pour 10,6%. Ce chiffre est comparable à 235 kg par ha trouvés pour le secteur Rwindi-Rutshuru du Parc National Albert (d'après Bourlière et Verschuren).

cultivateurs de certains points vitaux de la Ngorongoro Conservation Area et de leur assigner des terres dans une autre partie de cette région.

Primitivement, on avait tenté un essai de coexistence entre l'homme et la grande faune. L'idée était de garder les Masai avec leurs troupeaux même dans les régions giboyeuses, comme dans le cratère du Ngorongoro. Simultanément, on voulait essayer d'améliorer le standard de vie des populations Masai, tout en conservant les grands animaux sauvages.

Mais il est certain que ceux-ci ne peuvent être préservés de l'action anthropique que pour autant que les Masai continuent à subsister dans des conditions de vie très primitives, comme c'est actuellement toujours le cas. C'est pourquoi une nouvelle révision du plan d'aménagement de la Ngorongoro Conservation Area, élaboré récemment par l'écologiste H.-J. DIRSCHL nous paraît beaucoup plus réaliste. Ce plan prévoit la division de l'ensemble en quatre secteurs qui auraient des destinations principales différentes:

1. Secteur réservé à la grande faune, dont le statut se rapprocherait de celui d'un parc national (superficie voisine de 207 000 ha). Il engloberait en particulier le cratère du Ngorongoro et le cratère de l'Empekaai;

2. Secteur réservé à l'élevage (superficie voisine de 233 000 ha);

3. Secteur réservé à l'agriculture (superficie voisine de 8 000 ha);

4. Secteur mixte, constituant le prolongement sud-est du Parc National de Serengeti, ayant le statut d'une réserve d'animaux, dans lequel la grande faune serait protégée, mais d'où les troupeaux domestiques ne seraient pas exclus (superficie voisine de 389 000 ha).

Chaque secteur sera aménagé en vue de son utilisation principale, mais on essaiera d'y maintenir l'utilisation secondaire, tant que ceci ne nuit pas à la destination principale.

Notons aussi l'intention d'étendre la Ngorongoro Conservation Area par un couloir en direction du Parc National du lac Manyara pour protéger certains grands mammifères (éléphants, rhinocéros noirs, buffles) pendant leurs migrations.

42. *Masai Amboseli County Council Game Reserve*

La situation n'est pas très satisfaisante dans la réserve d'Amboseli. Ceci est d'autant plus regrettable que cette réserve jouit d'une renommée mondiale à cause de la densité élevée de la population des rhinocéros noirs et d'une variété impressionnante de grands animaux.

En général, la réserve d'Amboseli souffre fortement de « surbrouitage » et ceci conduit à la destruction de la végétation suivie de l'érosion du sol avec diminution consécutive des ressources en eau. Mais les Masai amènent des troupeaux domestiques près d'Ol Tukai pour pouvoir les abreuver, la région manquant d'eau, et ceci constitue un cercle vicieux. Il faudrait donc d'abord résoudre le problème de l'eau en créant des points d'eau éloignés d'Ol Tukai.

Il faut noter que les obligations acceptées en juillet 1961 par le County Council d'Ol Kejuado n'ont pas été respectées complètement. En effet, il existe seulement un sanctuaire d'une superficie voisine de 8 000 ha près d'Ol Tukai, d'où les troupeaux domestiques sont exclus. Tous les efforts faits pour augmenter cette aire de protection à environ 52 000 ha (200 sq.m.) ont échoué jusqu'à maintenant. Le bétail continue à pénétrer dans la région centrale de la réserve (à l'exception des 8 000 ha) et cause des dégâts supplémentaires à la végétation déjà très appauvrie par le surbrouitage. Cette question est très préoccupante et le Game Department du Kenya estime que la réserve sera complètement ruinée, si les troupeaux domestiques ne sont pas exclus de la région centrale d'Amboseli [3: 4]. De plus, la législation actuelle ne semble pas prévoir une limitation (23), ni des populations Masai, ni du bétail dans la réserve et aucun contrôle n'est effectué à ses frontières.

Le nouveau conservateur de la Masai Amboseli Game Reserve, D.-M. SINDIYO, a été transféré récemment du Game Department au Ol Kejuado County Council pour être mis en charge de cette réserve. Précédemment, il avait obtenu de bons résultats dans une

En 1958 déjà, on avait essayé de limiter le nombre de familles Masai à huit et le nombre de grand bétail à 7 000. Cet arrangement a pu être maintenu pendant un certain temps, mais difficilement [8].

autre région controversée, à Samburu, en parvenant à montrer aux habitants les objets et les avantages de la conservation des animaux. Il a pu gagner, dans un temps relativement court, la confiance et l'aide des populations et il faut espérer que, dans la réserve d'Amboseli, les Masai prendront finalement eux-mêmes des mesures en faveur de la conservation des habitats. Ils commencent à se rendre compte que leurs pratiques traditionnelles d'élevage de bétail, favorisé actuellement par l'absence d'épidémies ou de guerres tribales, conduisent à la destruction des habitats et qu'ils doivent éviter une augmentation inconsiderée de leurs troupeaux. De plus, ils commencent à comprendre que la grande faune peut constituer pour eux une source de revenus très appréciables grâce au développement du tourisme. C'est ainsi que, dans la Masai Mara Game Reserve, les Masai locaux semblent prendre un intérêt grandissant dans la conservation des animaux sauvages et sont en général très fiers de leur réserve et du lodge [3: 5].

Malgré cette situation peu satisfaisante, il faut faire remarquer que, lors de notre visite en août 1967, les animaux étaient tellement nombreux et peu farouches près d'OI Tukai qu'il est évident qu'ils y profitent d'une protection efficace. Mais, il est, d'autre part, certain que la compétition des troupeaux domestiques est très sévère. Il est donc absolument indispensable et urgent pour la survie de la réserve d'Amboseli que des mesures strictes soient prises pour limiter le pacage du bétail dans certains secteurs de la réserve. Cette action devrait être menée de pair avec la création de points d'eau dans des endroits particulièrement arides du périmètre de la réserve. Enfin, le nouveau conservateur, par une propagande habile, pourrait rendre de grands services en agissant directement sur l'opinion des Masai locaux.

43. *Parc National de Serengeti*

Le Dr J. VERSCHUREN, ancien biologiste des Parcs Nationaux du Congo, qui a séjourné dans le Parc National de Serengeti de 1962 à 1964 et qui connaît cette région et ses problèmes particulièrement bien, a bien voulu nous communiquer ce qui suit à ce sujet:

En Tanzanie, les problèmes les plus graves existent au Parc National de Serengeti. Les limites de la réserve ont été entièrement modifiées en 1959; malheureusement, les études biologiques sur lesquelles se basaient les législateurs étaient insuffisantes, pour ne pas dire complètement erronées! Les travaux du professeur B. GRZIMEK et ultérieurement du Serengeti Research Institute ont établi que, dans ses limites actuelles, le Parc National de Serengeti n'est pas une unité viable toute l'année, malgré ses dimensions imposantes. En fait, la majorité du million d'ongulés se reproduit sans la partie occidentale des steppes de la Ngorongoro Conservation Area et il y a donc une compétition intense avec les troupeaux des Masai. Toutefois, une sorte de « situation de fait » existe qui permet le maintien de la faune sauvage. La situation est beaucoup plus grave dans le Sud-Ouest et surtout dans le Nord-Ouest pendant la saison sèche. Des vastes concentrations d'ongulés quittent chaque année pendant plusieurs mois le Parc National de Serengeti à la recherche d'eau et surtout de pâturages frais. Un braconnage intense sévit certaines années dans la région d'Ikoma et plus au Nord-Ouest et des milliers de gnous et de zèbres sont massacrés. Parfois même les braconniers pénètrent dans le parc. On a suggéré le remplacement de ce braconnage par un abattage contrôlé du gibier.

Comme nous l'avions indiqué précédemment, des extensions du Parc National de Serengeti sont en voie de réalisation avec, en même temps, le déplacement des populations humaines installées récemment dans les régions au nord-ouest du parc.

44. *Action des Shifta et des braconniers*

Assez récemment, en juin 1964, une attaque de Shifta a eu lieu dans la Meru Game Reserve, actuellement Meru National Park, et la situation restait peu sûre encore en 1965. Pour la même raison, la Marsabit National Reserve est restée fermée en 1964. C'est l'activité des Shifta, dans les régions nord du Kenya, qui retient les autorités du Kenya d'y créer de nouveaux parcs nationaux ou réserves.

En 1964/65, le braconnage a été relativement modéré au Kenya. Ceci est dû principalement à l'action d'un corps spécial, créé il y a quelques années pour le combattre, la Ranger Field Force, et qui opère dans les parcs nationaux de Tsavo, d'Aberdare et du Mount Kenya. De plus, l'utilisation de petits avions par les conservateurs facilite énormément le dépistage des bra-

conniers. Mais la menace due aux braconniers persiste toujours et il est essentiel de rester vigilant (24).

En Tanzanie, le braconnage a été important près des limites du Serengeti National Park, en 1963/64. La Serengeti Field Force a été réorganisée en unités motorisées munies d'émetteurs portatifs. Des avions légers aident l'action de ce corps et il a été possible, grâce à l'attitude sévère du gouvernement, de condamner un grand nombre de braconniers.

Une autre difficulté provient d'infiltrations de populations humaines dans la périphérie des parcs nationaux, spécialement au Serengeti. Ces infiltrations illégales ont été décelées rapidement à l'aide de reconnaissances aériennes et des mesures ont été prises en vue du refoulement de ces populations.

5. RECHERCHE SCIENTIFIQUE

C'est surtout en Tanzanie que l'étude scientifique des animaux sauvages a pris un développement considérable grâce à la création du Serengeti Research Project transformé récemment en Serengeti Research Institute.

Les travaux de cet institut sont financés par différents organismes internationaux et privés. Citons en particulier: U.N.T.A.B. (25), F.A.O., Gouvernement allemand, Gouvernement des Etats-Unis, Fritz Thyssen Stiftung, Netherlands Foundation for Pure Research, Nuffield Foundation, Deutsche Forschungsgemeinschaft, Fondation Ford, Michaël Grzimek Memorial Fund (26), Société zoologique de Francfort.

Des contacts étroits sont maintenus avec d'autres institutions scientifiques de l'Afrique Orientale, comme les University Colleges de Makerere, Nairobi et Dar es Salaam, l'East African Agricultural and Forestry Research Organization et l'East African Veterinary Research Organization. Des représentants de ces institutions scientifiques sont membres du con-

(24) En 1965, le prix des cornes de rhinocéros a augmenté de 1 230 à 2 320 F le kilo en fin d'année. Le prix de l'ivoire est resté aux environs de 330 F le kg. Enfin, les dents d'hippopotame valent 220 F le kilo. Ces prix élevés, spécialement des cornes de rhinocéros, constituent évidemment une très grande tentation pour les braconniers.

(25) United Nations Technical Assistance Board.

(26) Rappelons que Michaël GRZIMEK, fils du professeur B. GRZIMEK, s'est tué dans la région de Serengeti en avion — lors d'une collision avec un vautour — pendant un dénombrement d'animaux et la recherche de braconniers.

seil scientifique du Serengeti Research Institute en même temps que des représentants du Ministry of Agriculture, Forests and Wildlife et des Tanzania National Parks. Signalons aussi parmi les membres de cet institut, des savants aussi connus comme le professeur N. TINBERGEN, de l'Université d'Oxford, et le professeur B. GRZIMEK.

Le Dr J. VERSCHUREN a dirigé le Serengeti Research Project pendant les deux premières années de son existence. Actuellement, la direction est assumée par le Dr H.-F. LAMPREY. De nombreux chercheurs (27), et parmi eux le Dr G.-B. SCHALLER (28), étudient au Serengeti différents problèmes en rapport avec la séquence écologique de la végétation, des animaux herbivores et des animaux prédateurs. Signalons aussi l'étude générale des sols du Serengeti, de l'influence des feux de brousse sur la végétation et de la vitesse de destruction des arbres par les éléphants. Des études du comportement social et de la dynamique des populations ont été effectuées ou sont en cours pour les gnous, zèbres, lions, lycaons, hyènes tachetées, gazelles de Thomson, etc. La Tarangire Game Reserve a fait l'objet également d'une étude scientifique détaillée par H.-F. LAMPREY.

Au Kenya, des études scientifiques ont été effectuées par la Fauna Research Unit, attachée au Game Department, qui a occupé en 1964/65 deux biologistes. Une étude du cycle biologique des crocodiles a été commencée au lac Rudolf, en association avec les Wildlife Services Ltd.

En Uganda, les études scientifiques commencèrent avec l'envoi au Queen Elizabeth National Park, en 1956, de trois biologistes américains par la Commission Fulbright. C'est cette équipe qui préconisa l'abattage d'un certain nombre d'hippopotames pour limiter leur population particulièrement dense produisant une érosion très appréciable des régions à proximité du canal Kazinga. Le comportement social des cobs de Buffon a été étudié en détail par le Dr H. BUECHNER. Actuellement, il faut citer principalement la Nuffield Unit of Tropical Animal Ecology (NUTAE) dont la base se trouve à Mweya, au Queen Elizabeth National Park. Les travaux de la NUTAE commencèrent en 1961

(27) Au début de 1967, 7 chercheurs étaient attachés au S.R.I.

(28) G.-B. SCHALLER avait précédemment étudié les gorilles dans les Virunga et, dans la suite, les tigres et les cerfs aux Indes.

sous la direction de D. LAWS. La NUTAE supervise la limitation des populations d'hippopotames, au Queen Elizabeth National Park, et des éléphants, dans le Murchison Falls National Park, et effectue en même temps des études écologiques, en particulier, des buffles.

6. ASSISTANCE TECHNIQUE ET AIDE FINANCIÈRE

Nous venons de voir, lors de la discussion des études scientifiques entreprises, l'importance de l'aide financière offerte par différents gouvernements et organismes privés. De même, comme nous l'avons indiqué, la création de nouveaux parcs nationaux et, en particulier, leur aménagement, ne peuvent se faire que grâce à l'appui financier venant surtout de l'étranger.

En général, la conservation de la faune dans l'Est africain est grandement facilitée par des dons d'argent et d'équipement provenant des sources les plus variées parmi lesquelles figurent des gouvernements, des institutions, des fondations, des sociétés privées et des personnes du monde entier. La plupart de leurs noms figurent dans les chapitres précédents. Signalons aussi le World Wildlife Fund et le British Wildlife Fund Appeal qui ont collaboré financièrement à la réalisation de nombreux projets de conservation en Afrique Orientale.

En Tanzanie, une association appelée Friends of the Serengeti a été créée récemment. Elle fournit une aide très appréciée et fort importante aux Tanzania National Parks. C'est ainsi qu'en 1965/66 une somme supérieure à 11 000 000 F belges a pu être distribuée pour les divers projets (aménagement du Parc National d'Arusha, achat d'avions, etc.). Notons que les sommes distribuées proviennent en partie de la Fondation Ford et de la Fondation Rockefeller.

Parmi les organismes privés intéressés à la conservation des animaux sauvages il faut citer en premier lieu l'East African Wild-Life Society qui, en 1966, a distribué près de 1 400 000 de francs belges pour les buts suivants:

a) Conservation et protection des animaux sauvages, lutte contre le braconnage (achat d'avions légers);

b) Action éducative des populations locales en faveur de la conservation des animaux sauvages (achat d'unités mobiles pour la projection de films éducatifs, fourniture de films aux

organismes gouvernementaux, transport d'enfants aux parcs nationaux);

c) Recherche scientifique sur les animaux sauvages.

Récemment, un nouveau fonds a été créé par Joy ADAMSON, l'auteur de *Born free*.

Ce fonds porte le nom de Elsa Wild Life Appeal et a comme objet de sauver de l'extinction de nombreuses espèces animales de l'Est africain, de combattre le braconnage, d'aménager les nouvelles réserves, etc. En somme, les buts poursuivis sont semblables à ceux de l'East African Wild-Life Society.

Signalons aussi l'assistance technique fournie par le Canada à la Tanzanie en mettant à sa disposition l'écologiste H.-J. DIRSCHL, le biologiste J. GODDARD et P.-B. THRESHER, spécialisé dans l'administration des parcs nationaux.

7. ACTION ÉDUCATIVE AUPRÈS DES AFRICAINS

C'est spécialement la Tanzanie qui semble avoir fait le plus grand effort, particulièrement méritoire, pour gagner à l'idée de la conservation de la nature des couches de plus en plus larges de la population locale. La propagande effectuée dans ce but a deux aspects distincts. Tout d'abord, les Tanzania National Parks organisent, dans les villes et les villages, des projections de films, des conférences et distribuent des brochures expliquant le but poursuivi par les parcs nationaux et les bénéfices escomptés pour le pays. Ensuite, ils organisent des excursions d'écoliers et de personnalités locales dans les parcs nationaux.

L'éloignement des parcs et l'obligation de les visiter dans un véhicule pose évidemment le problème d'organiser des moyens de transport pour des personnes ne possédant pas de voiture personnelle. Il fallait disposer aussi de logements moins chers et des auberges ont été construites dans les parcs nationaux. De cette façon, un grand nombre d'Africains ont eu l'occasion de les visiter.

Un centre éducatif existe à Arusha et utilise les services d'un expert pour ces questions. Une landrover a été équipée spécialement pour la projection des films et, en 1963, 250 séances ont pu avoir lieu devant un auditoire estimé à 150 000 personnes.

Tout ce programme a pu être exécuté en Tanzanie grâce aux diverses organisations ou firmes privées, en particulier, la New

York Zoological Society, la Frankfurter Zoologische Gesellschaft et la Fondation Ford.

Les Tanzania National Parks pensent que les bonnes relations établies avec les populations vivant en bordure des parcs nationaux sont dues à ce programme d'information réalisé.

Au Kenya également, des mesures ont été prises pour promouvoir l'intérêt de la population locale pour la conservation des animaux sauvages. Un centre éducatif est installé près de l'entrée du Nairobi National Park et ce centre rencontre un grand succès auprès des étudiants et des écoliers assistant aux conférences et aux projections de films. Un projet existe pour pouvoir héberger les écoliers les plus intéressés à proximité du parc. Des plans ont été établis pour la construction des dortoirs pour des groupes de visiteurs.

Les Parcs Nationaux de l'Uganda encouragent les écoles à les visiter. Du personnel est attaché au Queen Elizabeth National Park et au Murchison Falls National Park pour conduire de tels groupes et, au cours de ces visites, l'accent est mis sur les valeurs culturelles, économiques, etc. des parcs. Des auberges de jeunes y existent.

8. TOURISME

81. Evolution du tourisme

L'évolution du nombre de visiteurs dans quelques parcs nationaux résulte du *tableau 8.1.*

TABLEAU 8.1. — Nombre de visiteurs (en milliers)

Parc ou Réserve	1955	1958	1961	1964	1966
Nairobi N.P.	115	107	103	105	
Tsavo N.P. (East)	7	7	7	16	
Tsavo N.P. (West)	5	9	11	24	
Marsabit N.P.	1	2	1	—	
Mountain N.P. *	—		5	6	
Amboseli G.R.	7	7		19	
Ngorongoro C.A.			7	12	24
Serengeti N.P.				10	13
Lac Manyara N.P.				19	23
Queen Elizabeth N.P.			6	8	8
Murchison Falls N.P.			18	21	27

* Ensemble des Mount Kenya N.P. et Aberdare N.P.

Comme le montre bien ce tableau, c'est le Parc National de Nairobi qui jouit de la plus grande popularité et qui enregistre de loin le plus grand nombre de visiteurs, ce qui est normal, vu son emplacement aux portes mêmes de Nairobi. Le nombre de visiteurs augmente cependant très rapidement dans les autres parcs nationaux. En 1966, le Ngorongoro a déjà enregistré presque 24 000 visiteurs et 4 440 véhicules. De même, le Murchison Falls National Park a reçu, en 1966, 26 572 visiteurs. Cette augmentation du nombre de visiteurs montre très bien l'attrait grandissant des parcs nationaux sur l'homme de la ville.

L'importance du tourisme ressort bien de l'estimation faite par l'East African Travel Association que les visiteurs étrangers ont introduit, en 1963, environ 1 400 000 000 de francs belges dans l'Est africain [8: 14]. Cette somme a profité principalement à l'industrie hôtelière (40 %) et aux transports (29 %). Par contre, les sommes qui sont allées directement aux parcs nationaux sont restées relativement faibles (0,67 %). Ole SAIBULL, le conservateur de la Ngorongoro Conservation Area, écrit à ce propos très justement qu'il ne faut pas oublier que l'avenir des grands animaux sauvages dépendra beaucoup de la preuve que leur protection peut être menée d'une façon rentable, en d'autres mots, que les parcs nationaux devront rapporter directement de l'argent et non seulement indirectement [5:18].

Malheureusement, jusqu'à maintenant, ceci n'était pas le cas. C'est ainsi qu'en 1964/65, seulement 53,6 % des dépenses totales des Kenya National Parks étaient couverts par des rentrées directes: le reste était donné sous forme de subsides par le gouvernement du Kenya. Dans le cas des Tanzania National Parks, les divers revenus couvraient en 1965/66 seulement 48,4 % des dépenses totales. La différence provenait de subsides. Enfin, dans le cas de la Ngorongoro Conservation Area, les entrées couvraient déjà 60 % des dépenses, en 1966, et la situation était en train d'évoluer dans un sens favorable. L'amélioration de la situation économique est recherchée dans l'augmentation des droits d'entrée, portés récemment à 140 F par jour et par personne, en Tanzanie, et par la création de nouveaux logements à proximité des parcs.

82. *Influence du tourisme sur les animaux*

L'augmentation du nombre de visiteurs dans les parcs nationaux est, d'une part, souhaitée pour des raisons budgétaires, mais, d'autre part, elle pose toute une série de problèmes à l'administration de ces parcs.

Citons, en premier lieu, la dégradation des habitats qui se manifeste particulièrement dans le cas des sols marginaux déjà fortement épuisés par un surbrouillage. C'est ainsi que des dégâts supplémentaires ont été causés à Amboseli, près d'Ol Turkai, par le grand nombre de voitures parcourant la réserve dans tous les sens [3: 4]. De plus, spécialement à Amboseli pendant la saison sèche, la poussière soulevée par les véhicules et déposée sur la végétation rend celle-ci impropre à la consommation par les animaux. Ceci se manifeste aussi dans le Parc National de Nairobi dans lequel circulent en moyenne 100 véhicules par jour.

Ensuite, on peut facilement admettre avec M. COWIE que le trafic intense des véhicules, en particulier dans le Parc national de Nairobi, mais aussi dans d'autres parcs nationaux jouissant d'une popularité de plus en plus grandissante, a un effet préjudiciable sur la population des animaux [8: 19]. Les activités (bruit, comportement) de certains touristes dérangent sans aucun doute les animaux et ne leur permettent pas de s'adonner à leur façon de vivre naturelle. Ceci se manifeste probablement par un potentiel de reproduction plus faible pouvant conduire à une réduction de la population. Il est donc essentiel de réserver aux animaux des zones où ils peuvent jouir d'une tranquillité complète et où ils peuvent se retirer pendant la saison de mise bas. Ils retourneront ensuite, attirés par les herbages, dans les régions ouvertes au grand tourisme. L'étendue de la plupart des parcs nationaux, dont certaines parties sont inaccessibles aux touristes, permet aux animaux de se soustraire au dérangement causé par les véhicules lorsqu'ils éprouvent le besoin de le faire. Ce problème est particulièrement aigu dans le Parc National de Nairobi (29), de faible superficie, et il est extrêmement urgent de con-

(29) La proximité immédiate de la ville de Nairobi oblige de clôturer trois côtés de ce parc pour empêcher le vagabondage des animaux. Seul le côté sud est ouvert et permet leurs mouvements.

stituer, au moins en réserve nationale, la région de Ngong, située à proximité de ce parc et formant une unité écologique avec ce dernier.

Il faut toutefois faire remarquer que les animaux s'habituent de plus en plus aux véhicules et qu'ils deviennent de moins en moins farouches, permettant souvent leur observation dans des conditions excellentes. Nous avons constaté ceci pour différentes espèces et dans les différents parcs visités. Ceci ne s'applique pas seulement aux lions qui, la plupart du temps, peuvent être approchés facilement à quelques mètres et même moins ou aux éléphants qui supportent provisoirement la présence d'un véhicule à environ 10 mètres, mais aussi aux phacochères, animaux farouches par excellence, qui se laissent facilement approcher, sans interrompre leurs activités normales, au Parc National de Nairobi. On ne peut cependant pas généraliser le comportement des animaux dans les parcs. C'est ainsi que, parmi les animaux se trouvant dans les parties les plus visitées, le caractère particulier des principaux fauves est bien connu des guides. A Amboseli, les deux fameux rhinocéros *Gertie* et *Gladys*, remarquables par leur cornes d'une longueur étonnante, étaient particulièrement peu farouches. Au Ngorongoro Crater, nous avons rencontré la femelle appelée *Mamma Agnes* qui, malgré la présence de son jeune, s'est laissé approcher à une dizaine de mètres.

Par contre, les rhinocéros aperçus dans la Masai Mara Game Reserve prenaient la fuite déjà à une distance supérieure à une centaine de mètres. Nous pourrions multiplier à volonté de tels exemples et il nous paraît évident que le comportement des différents individus ne dépend pas seulement de leurs expériences précédentes avec les humains, mais aussi de leur caractère propre et des conditions spéciales dans lesquelles ils se trouvent (par exemple reproduction).

83. Logements

Un très grand effort a été consenti dans l'Est africain, par les gouvernements intéressés et par l'initiative privée, pour augmenter le nombre de logements dans les parcs.

Le logement est généralement assuré dans des hôtels ou des lodges extrêmement confortables construits dans un style cadrant bien avec le paysage. Les lodges comportent le plus souvent un

bâtiment principal, comprenant le salon-bar et le restaurant, et des pavillons doubles pour quatre personnes avec deux salles de bain.

Les emplacements des hôtels et des lodges sont toujours choisis avec beaucoup de soin pour profiter soit d'une belle vue panoramique, soit de la proximité des animaux. C'est ainsi que le Ngorongoro Crater Lodge est situé au bord du cratère permettant d'avoir une vue magnifique sur son fond. De même, le Lake Manyara Hotel a été construit au bord de la falaise descendant vers le lac Manyara et les visiteurs peuvent jouir d'un panorama de toute beauté. D'autres hôtels ou lodges ont été installés à proximité de trous d'eau naturels ou artificiels attirant une grande variété d'animaux, spécialement lorsqu'on y répand régulièrement du sel. L'exemple le plus fameux est donné par le Treetops Hotel installé primitivement sur un immense arbre et reconstruit, il y a une dizaine d'années, après sa destruction en 1954 par les Mau-Mau, sur une plateforme soutenue par des troncs d'arbre. Un autre lodge très réputé, permettant d'observer les animaux directement de sa terrasse, est le Kilaguni Lodge au Tsavo National Park.

Un grand nombre d'hôtels et de lodges possèdent des bassins de natation très appréciés par les touristes (Keekorok Lodge, Lake Manyara Hotel, Chobe Safari Lodge, etc.). Presque tous ont établi à proximité des pistes d'atterrissage pour avions légers (Ngorongoro, Amboseli, Seronera, etc.). Notons aussi que les hôtels ou lodges sont gérés par des sociétés ou des personnes spécialisées dans la branche hôtelière.

Certains parcs ont prévu également des logements dans des tentes comme par exemple à Amboseli, Seronera, Ngorongoro, Tsavo et ceci est préféré par une partie des touristes qui désirent avoir l'impression de participer à un véritable safari.

Dans d'autres parcs comme par exemple à Leopard Rock Lodge (Meru National Park), Safari Lodge (Marsabit National Reserve), etc., les touristes trouvent un logement dans des ronds, mais ils doivent apporter leur nourriture. C'est le système *do-it-yourself* qui a beaucoup de succès spécialement auprès des résidents européens de l'Est africain et qui, évidemment, conduit à des frais beaucoup moins importants. De plus, dans presque tous les parcs, des endroits réservés au camping sont disponibles.

Enfin, il existe encore des logements à bon marché qui permettent à la population locale, spécialement aux jeunes, de visiter les réserves d'animaux sauvages. C'est ainsi que des auberges de jeunesse ont été construites au Queen Elizabeth National Park, au Murchison Falls National Park et près du Ngorongoro Crater. On trouve aussi, spécialement en Uganda, un certain nombre de gîtes, mais sans aucun équipement.

9. CONCLUSIONS

La création récente de nouveaux parcs nationaux et la recherche continuelle de régions, dans lesquelles on pourrait envisager la constitution de parcs dans un avenir rapproché, est certes très réjouissante et ceci permet d'envisager l'avenir de la conservation de la grande faune, dans l'Afrique de l'Est, avec beaucoup d'optimisme. Les progrès réalisés dans ce domaine sont les fruits d'une action persistante d'une minorité agissante qui lutte en faveur de la conservation de la nature. Les déclarations solennelles des deux chefs d'état, le président J. NYERERE à la conférence d'Arusha, en 1961, le président J. KENYATTA à la conférence de Nairobi, en 1963, et l'intérêt qu'ils ont manifesté à plusieurs reprises aux parcs nationaux, par des visites et des séjours répétés, ont grandement contribué à la compréhension, par la grande masse des Africains, des buts poursuivis pour la conservation de la faune et des avantages qu'elle procure à leurs pays. De plus, l'action éducative auprès des Africains, entreprise depuis un certain temps, commence à donner des résultats et des couches de plus en plus étendues de la population s'intéressent davantage à ces problèmes.

L'ampleur de l'aide financière prodiguée à la conservation de la faune en Afrique orientale est tout à fait remarquable. Elle s'explique, croyons-nous, par l'intérêt général manifesté par les Britanniques pour les animaux et, surtout, par le dynamisme de quelques personnalités qui parviennent, comme c'est surtout le cas en Tanzanie, à intéresser des organismes, des fondations, des privés à l'idée de la conservation de la nature et à recueillir des fonds très importants.

La gestion des parcs nationaux de l'Est africain est essentiellement différente de celle qui est encore à la base de la conserva-

tion de la faune au Congo et au Rwanda. Dans l'Afrique de l'Est, l'accent est mis avant tout sur le tourisme et le rendement financier, tandis qu'au Congo et au Rwanda, les parcs nationaux se rapprochent plus des réserves naturelles intégrales. Dans notre communication précédente nous avons déjà discuté ce problème [6]. A notre avis, les pays en voie de développement ne peuvent pas se permettre d'immobiliser d'énormes superficies dans un but purement scientifique. En principe, seuls les pays riches pourraient maintenir des réserves naturelles intégrales. Mais, justement dans leur cas, la densité des populations humaines ne permet pas, généralement, de réserver à ce but des superficies suffisamment grandes, constituant des unités écologiques viables. De toute façon, la conservation intégrale a certainement été négligée en Afrique Orientale et il semble bien que, dans certains cas, on est allé trop loin. Comme nous l'a dit justement le Dr VERSCHUREN « garantir des éléphants aux bords de points d'eau artificiels, attirés par du sel, à la lumière de lunes artificielles, choque le vrai naturaliste! » Il faut cependant ajouter à la défense de la politique des parcs nationaux de l'Afrique de l'Est que le touriste moyen n'est pas aussi difficile et qu'il apprécie de tels spectacles préfabriqués. Il faudrait donc rechercher un compromis entre la protection intégrale et le rendement financier. A notre avis, exposé déjà précédemment, la solution consiste à créer différentes zones destinées à des buts distincts, dans les parcs nationaux d'une superficie suffisante. Ceci permettrait non seulement au véritable naturaliste de fuir la foule des touristes et de visiter des endroits non dégradés, mais ce zonage permettrait également aux animaux de se retirer dans les secteurs calmes, lorsqu'ils en éprouvent le besoin.

La gestion et l'aménagement semblent aussi avoir été poussés trop loin, dans certains cas, en Afrique Orientale. L'abattage d'animaux en surnombre ou malades, l'introduction d'espèces nouvelles, la création de points d'eau, autant de problèmes qui peuvent être discutés et controversés. Nous pensons que l'aménagement des parcs devrait être limité, en général, seulement aux zones réservées au tourisme, à l'exception des régions arides où la présence de points d'eau est vitale pour la faune.

Notons que les parcs nationaux de l'Afrique de l'Est occupent un personnel nombreux et que l'africanisation des cadres y a été

effectuée très progressivement. De plus, les conservateurs africains reçoivent un enseignement spécial dans une école technique qui les prépare à leurs futures fonctions dans les parcs.

Exactement comme au Congo, la conservation de la grande faune a dû faire face, mais avec des conséquences beaucoup moins désastreuses pour les animaux, aux difficultés résultant d'événements politiques. Rappelons d'abord les troubles dus aux Mau-Mau et, plus récemment, les incursions des Shifta venus de la Somalie. Le problème du braconnage se pose aussi; mais les parcs nationaux de l'Afrique orientale sont bien outillés pour le déceler et pour prendre des mesures en conséquence, grâce à l'utilisation d'avions légers.

L'éducation de l'opinion africaine conduira sans doute à la solution des problèmes rencontrés dans tous les parcs où les troupeaux des Masai sont en compétition avec la faune sauvage. L'idée de la coexistence entre l'homme civilisé et la faune nous paraît purement utopique conduisant, en fin de compte, à l'élimination progressive et définitive de l'animal.

La recherche scientifique commence, depuis quelques années, à se développer considérablement en Afrique orientale, spécialement en Tanzanie. Cependant, les études scientifiques ont été beaucoup moins approfondies dans l'Afrique de l'Est qu'au Congo, comme c'était le cas sous l'impulsion de l'ancien Institut des Parcs nationaux du Congo belge et du Ruanda, et les études effectuées au Congo par de nombreux chercheurs de toute nationalité resteront un modèle du genre dans ce domaine.

Le tourisme est en plein essor dans l'Est africain et il se développera de plus en plus dans les prochaines années. Les gouvernements intéressés et l'initiative privée prennent des mesures pour augmenter la capacité de logement dans les parcs en construisant de nouveaux hôtels ou lodges ou en agrandissant les logements existants et ceci avec tout le confort exigé par le tourisme moderne. Simultanément, on développe également les possibilités de logements à bon marché et ceci permettra à un nombre grandissant d'Africains de visiter les parcs et d'être gagnés à l'idée de la conservation de la nature.

Pour terminer, nous voudrions exprimer nos remerciements au Dr J. VERSCHUREN avec qui nous avons eu l'occasion de discuter en détail certains problèmes soulevés dans cette communi-

cation. La Direction des Tanzania National Parks et des Uganda National Parks a eu l'amabilité de nous fournir des renseignements et de la documentation pour lesquels nous leur sommes très reconnaissants. Enfin, nous avons eu des conversations fort intéressantes avec MM. ole SAIBULL, le conservateur de la Ngorongoro Conservation Area, et D.-M. SINDIYO, le conservateur de la Masai Amboseli Game Reserve.

6 mai 1968.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Commission internationale des Parcs nationaux de l'Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources (Liste des Nations Unies des Parcs nationaux et réserves analogues, Bruxelles, 1967).
- [2] HUXLEY, J.: La protection de la grande faune et des habitats naturels en Afrique centrale et orientale (UNESCO, Paris, 1962).
- [3] Kenya Game Department (*Annual Reports* 1964 and 1965, Nairobi, 1967).
- [4] Kenya National Parks (*Report* for 1964/65).
- [5] Ministry of Agriculture, Forests and Wildlife, Tanzania (*Annual Report of the Ngorongoro Conservation Unit*, 1966).
- [6] PRIGOGINE, A.: Les parcs nationaux du Congo et du Rwanda, leurs situation, statut et perspectives d'avenir (*Bull. ARSOM*, p. 576-616, Bruxelles, 1967).
- [7, 8] Royal National Parks of Kenya (*Report* 1956; *Report* 1958).
- [9] Tanganyika National Parks (Report and Accounts of the Board of Trustees for the Period 1st July 1962-30th June 1964).
- [10] Union internationale pour la conservation de la nature et des ressources naturelles (Conservation of Nature and National Resources in modern African States, Morges, 1963).
- [11] WILLIAMS, J.-G.: A field guide to the National Parks of East Africa (London, 1967).

A. Lederer. — Considérations sur l'efficacité de l'assistance technique belge

Devant l'indigence croissante des pays sous-développés, on doit considérer comme normal qu'un pays évolué consacre une partie de sa production à satisfaire leurs besoins; normal aussi qu'il forme des éducateurs, des ingénieurs, des techniciens, des savants qui mettront science et compétence à leur service.

Populorum progressio, 48
S.S. Paul VI

1. *Les doutes de l'opinion publique belge*

A la suite des événements survenus au Congo ces dernières années, et en particulier au cours de l'été 1967, l'opinion publique s'est inquiétée à propos de l'assistance technique et une fraction de la population s'interrogeait sur l'opportunité pour la Belgique de participer à cette action en faveur du tiers monde alors que les finances publiques connaissaient quelques difficultés.

Le manque de sécurité dans lequel ont œuvré nos compatriotes en République démocratique du Congo a éveillé, pour quelque temps, l'attention de couches assez larges de la population sur un problème qui ne surgissait pourtant pas de façon inopinée; il existe, en effet, depuis que la Belgique a accordé au Congo son indépendance dans la hâte, dans l'improvisation, en se débarrassant d'une tâche devenue trop compliquée.

Il serait vain d'épiloguer sur les événements survenus au Congo après le 30 juin 1960; un fait est patent: le pays n'était pas préparé et le manque de cadres africains formés se fit cruellement sentir. L'illusion de la décolonisation réussie sans heurts s'évanouit en quelques jours. Le pays se vida rapidement d'Européens dont le concours était indispensable pour assurer la vie économique et administrative.

Malgré les déceptions, nombreux étaient les Belges qui désiraient poursuivre leur carrière au Congo ou consacrer leur activité

au tiers monde; beaucoup de nos compatriotes avaient une compétence particulière dans ce domaine en fonction de leurs études, de leur expérience et de leur idéal.

On aurait pu espérer qu'en Belgique un regroupement des experts permit de participer à la coopération au développement du tiers monde. Hélas, notre pauvre pays se montrait également bien malade et l'administration découragea de nombreuses bonnes volontés. Alors que la France, l'Angleterre et la Hollande faisaient participer les cadres des anciens territoires coloniaux à leur effort en faveur des pays économiquement moins avancés, en Belgique on dispersait ce personnel qui devait se reclasser tant bien que mal dans la métropole [14]*.

Le gouvernement ayant renoncé au concours de ce personnel expérimenté et désireux de participer à l'effort belge en faveur du tiers monde, il fallut trouver un moyen de faire éclore des vocations nouvelles. On eut alors recours à des mesures législatives, telle par exemple l'exemption du service militaire pour ceux qui souscrivaient un engagement de trois ans dans un pays du tiers monde. De nouveau, ce problème était mal pensé et on envoyait comme experts des jeunes non préparés à la tâche qui les attendait [8].

En plus de ces maladresses, la situation s'aggrava singulièrement lorsqu'il apparut que l'Armée nationale congolaise était devenue, dans certaines régions du pays, la cause de graves désordres qui coûtèrent la vie à un certain nombre d'Européens, dont des Belges occupés par l'assistance technique au Congo [2].

Devant pareille situation, il était normal que le gouvernement belge se préoccupât de la sécurité de nos nationaux. La révolte d'une colonne militaire conduite par quelques mercenaires, révolte lancée sans aucune chance de succès, embrouilla encore la situation et eut pour conséquence de rendre encore plus difficiles les relations entre le Congo et la Belgique, alors que notre pays n'avait rien à voir dans cette aventure dirigée par des hommes payés et recrutés par les dirigeants du Congo.

Comme les garanties exigées par la Belgique n'étaient pas accordées, le Gouvernement dut prendre la décision de ne pas laisser retourner au Congo les agents de l'assistance technique,

* Les chiffres entre [] renvoient à la bibliographie *in fine*.

dont de nombreux enseignants [13]. La mise en veilleuse de l'action belge donna lieu à des réactions en sens opposés: les uns préconisaient de ramener notre aide aux possibilités budgétaires, ou même de la supprimer, d'autres qui n'avaient aucune expérience congolaise, réclamaient, au contraire, le retour au Congo des enseignants et des agents de l'assistance technique sans attendre l'obtention de garanties de sécurité. L'une et l'autre de ces attitudes manquent vraiment de réalisme; la première semble ignorer la situation angoissante des populations sous-alimentées, la seconde paraît dictée par la naïveté ou par le besoin de tenir la vedette, leurs promoteurs n'ayant pas l'intention de se rendre personnellement au Congo pour œuvrer dans des centres ruraux.

2. Les raisons du maintien de l'assistance technique

L'écart entre l'opulence des pays industrialisés et l'indigence du tiers monde va en croissant au fil des années.

Pour s'en convaincre, il suffit de citer les chiffres suivants: en 1935, un tiers de l'humanité ne mangeait pas à sa faim.

Malgré les progrès de la science dans tous les domaines, en 1965, on constate que les deux tiers de la population mondiale, sont sous-alimentés, qu'un homme sur trois meurt de faim et que trois enfants sur cinq ne reçoivent pas la ration alimentaire normale pour leur âge.

Cette situation, loin d'être en voie de redressement, s'est encore dégradée ces dernières années. Ceci résulte clairement d'un rapport dressé par cinq enquêteurs qui ont étudié, du 5 janvier au 9 août 1967, le fonctionnement de la F.A.O., en vertu d'un mandat qui leur avait été conféré par la conférence de cet organisme. Les Etats-membres ont été saisis de ce rapport écrit en toute liberté d'esprit. L'objet de l'enquête était le suivant: « Evaluer jusqu'à quel point la F.A.O. sera à même de faire face aux tâches pressantes des années à venir, en tenant compte de la nécessité d'accélérer le progrès dans les domaines de l'alimentation et de l'agriculture. » L'examen des structures et de l'emploi des ressources face à des tâches de plus en plus lourdes a conduit à un constat de carence.

En dix ans, de 1957 à 1967, le coût des programmes mis sur pied par la F.A.O. a augmenté de 438 %, le personnel de 300 % et le nombre des experts œuvrant dans les pays en voie de déve-

loppement, de 400 %. Malgré ces efforts, le taux d'accroissement de la production agricole est resté inférieur au taux de l'expansion démographique mondiale [10].

Dans le domaine de la production agricole en zone tropicale, la compétence dont la Belgique a donné ses preuves en Afrique centrale lui confère une responsabilité particulière; notre pays ne peut se soustraire à une mission humanitaire urgente alors que les équipes de savants, de chercheurs et d'agronomes mises sur pied par l'INEAC avaient montré l'efficacité de leurs méthodes.

En matière d'enseignement, les besoins sont aussi impérieux qu'en matière d'alimentation. Rappelons ce que S.S. le Pape PAUL VI a écrit à ce sujet:

La faim d'instruction n'est pas moins déprimante que la faim d'aliments [11].

L'analphabétisme est, en effet, l'obstacle principal au développement et au progrès.

L'enseignement de base doit être dispensé dans les pays du tiers monde et la Belgique possède de nombreux enseignants pour le primaire, le secondaire et le technique. En outre, des compatriotes enseignent dans diverses universités d'Amérique latine, d'Asie du sud et d'Afrique, en particulier à Lovanium et à Lubumbashi. Une autre manière de participer à la lutte contre l'ignorance est le système des bourses d'études; mais il s'agit de distribuer celles-ci avec discernement et ce point sera réexaminé plus loin.

Ce qui est vrai pour l'agriculture et l'enseignement l'est également dans d'autres domaines qui requièrent le concours de l'assistance technique. On peut citer les transports et les communications, la prospection et l'exploitation minière, la recherche et l'utilisation de l'eau, les travaux publics et l'urbanisme. Toutes ces disciplines sont enseignées dans les établissements d'enseignement supérieur ou des institutions scientifiques belges et notre pays peut certainement en ces matières, fournir des experts de l'assistance technique aux pays en voie de développement.

Le devoir de solidarité internationale ne permet pas à la Belgique de se dérober à sa tâche, d'autant plus que son passé récent lui a donné une responsabilité particulière qui dicte de façon impérieuse la voie à suivre.

3. *Eviter les erreurs du passé*

Cependant, bien des erreurs ont été commises depuis le 1^{er} juillet 1960 dans le domaine de l'assistance technique et de la coopération au développement. La première est le jumelage du commerce extérieur et de l'assistance technique; pareille association éveille la méfiance des pays qui sont dans le dénuement. Le commerce extérieur est organisé au profit de la Belgique, alors que l'assistance technique doit être exercée en faveur du tiers monde. Dans un discours prononcé au Sénat le 4 mars 1965, le ministre BRASSEUR sembla vouloir justifier le peu d'efficacité de l'aide belge au tiers monde en déclarant qu'en 1961 tout était à faire, qu'il fallait créer et mettre en place une administration, qu'il fallait imbriquer son action dans les relations extérieures et dans la vie quotidienne. Pourtant à ce moment on disposait du cadre des fonctionnaires de l'ancien Ministère des Colonies qui pouvait former l'ossature d'une administration dont il suffisait de réorienter l'action en lui donnant une nouvelle impulsion. Ce personnel a été dispersé, tout comme les équipes de l'INEAC [5].

La répartition dans plusieurs départements des services ayant pour objet l'assistance technique et la coopération au développement nuit à l'efficacité des efforts consentis. Consacrer des sommes importantes sans résultats est un leurre et soulager la conscience nationale par une inscription budgétaire, sans s'assurer de l'efficacité des moyens mis en œuvre dans la lutte contre le sous-développement, est une hypocrisie.

Les populations qui sont dans le besoin attendent des pays riches un soulagement à leur ignorance, à leurs misères et à leurs souffrances.

Tout pays industrialisé a pour devoir de faire participer des experts compétents à l'offensive contre le sous-développement.

Dans son encyclique *Populorum progressio*, S.S. PAUL VI l'a rappelé en des termes émouvants et d'une grande hauteur de vue. Ce document contient des directives qui peuvent servir de guide et dont voici un extrait:

Des programmes sont donc nécessaires pour encourager, stimuler, coordonner, suppléer et intégrer l'action des individus et des corps intermédiaires. Il appartient aux pouvoirs publics de choisir, voire d'imposer

des objectifs à poursuivre, les buts à atteindre, les moyens d'y parvenir, et c'est à eux de stimuler toutes les forces regroupées dans cette action commune. Mais qu'ils aient soin d'associer à cette œuvre les initiatives privées et les corps intermédiaires. Ils éviteront ainsi le péril d'une collectivisation intégrale ou d'une planification arbitraire qui, négatrice de liberté, excluerait l'exercice des droits fondamentaux de la personne humaine [12].

Jusqu'à présent, on ne peut affirmer que l'action de la Belgique répondait à de pareilles directives. De programme, il n'y en avait point; d'ailleurs, comment en dresser lorsque la coopération au développement dépend de plusieurs départements. Il faut, avant tout, une unité de commandement qui, depuis la disparition du Ministère des Affaires africaines, a fait défaut.

Peut-on parler d'encouragements lorsqu'on sait qu'il a fallu près de sept ans avant d'élaborer un statut régissant les agents de l'assistance technique; de tels retards furent apportés à sa mise au point qu'il fut promulgué à peu près au moment de la mise en veilleuse de notre action en Afrique centrale.

Les agents, envoyés au hasard des demandes, se décourageaient car ils étaient isolés; c'est d'ailleurs à leur initiative qu'est né en Afrique un bulletin d'informations servant de liaison entre eux. Il aurait fallu les constituer en équipes, de préférence polyvalentes, à l'instar de celles du Peace corps, formées non seulement d'enseignants, mais surtout d'éducateurs; il eut été souhaitable que chaque équipe reçût un problème à résoudre dans une région géographiquement limitée. La tâche principale des experts ne consiste pas uniquement à résoudre un problème dans une région, mais surtout à former des autochtones prêts à assurer leur relève. Faute d'agir de la sorte, on ne peut obtenir un résultat durable.

Ceci suppose évidemment une adhésion, une participation, un désir de progrès de la part des populations; il faut provoquer chez celles-ci la motivation de l'effort, sans imposer pour cela notre mode de vie, mais en respectant leur civilisation ancestrale. Pour atteindre ce but, les experts doivent être préparés à leur mission dans des instituts spécialisés ou des centres universitaires. Dans ces derniers, les problèmes spécifiques des régions tropicales et équatoriales sont étudiés. C'est à eux que le Gouvernement devrait donner la préférence pour l'étude de notre action outre-mer, plutôt qu'à des organismes purement administratifs.

Il faut bien constater que l'absence de directives et le manque d'objectifs expliquent le peu de résultats dans le domaine de la coopération au développement. Ceci, tout autant que l'insécurité dans laquelle devait travailler l'assistance technique au Congo, justifie une mise en veilleuse temporaire de notre action [13].

Un temps d'arrêt doit être mis à profit pour penser au problème. Ce qu'il faut, ce sont des moyens financiers, des programmes à offrir, des experts compétents, et le concours des initiatives privées et des corps intermédiaires.

L'effort financier de la Belgique en faveur de la coopération au développement est officiellement de l'ordre de six milliards de francs belges. (Annexe I). Cependant, environ le quart de cette somme représentent des obligations souscrites par la Belgique et qu'elle ne peut s'empêcher d'honorer; on ne peut réellement considérer, par exemple, les pensions des anciens fonctionnaires et agents de la Colonie comme une participation à la lutte contre l'ignorance, la faim et la maladie. En fait, le montant de l'effort financier, belge n'est que de quatre milliard et demi (Annexe I). Or on sait que M. Georges WOODS, président de la Banque mondiale a demandé aux pays industrialisés d'y consacrer 1 % de leur produit national brut, ce qui ferait pour la Belgique environ huit milliards de francs; ainsi les moyens financiers mis en œuvre réellement atteignent la moitié du montant préconisé [6].

Il faut, avons-nous dit, avoir des programmes à offrir, car le pays qui reçoit l'aide doit la désirer réellement. Des instituts spécialisés et les centres universitaires existants peuvent préparer des programmes sur base scientifique dans lesquels les pays du tiers monde ont la possibilité d'opérer leur choix. Ceci permet à la Belgique d'élargir progressivement son action au lieu de la concentrer presque exclusivement sur le Congo. Cet élargissement ne doit pas être redouté et, comme l'a fait remarquer récemment notre confrère M. L. CAHEN, il constitue un enrichissement pour notre recherche scientifique. Il est suffisamment d'autres pays où nos compatriotes peuvent faire œuvre utile sans que cela porte préjudice à l'aide que la Belgique est susceptible d'apporter au Congo [1].

Ces instituts spécialisés et centres universitaires peuvent recevoir également pour mission de former des experts réellement

désireux de se rendre en pays en voie de développement. Il faut bien reconnaître que le recrutement tel qu'il est fait actuellement se passe dans des conditions déplorable. Il se fonde sur le désir des jeunes d'échapper au service militaire obligatoire et, si ce dernier venait à être supprimé, il est permis de se demander comment on pourrait assurer l'action de la Belgique en faveur du tiers monde.

Le système des instituts spécialisés et des centres universitaires permet cependant d'envoyer dans les pays désireux de recourir à l'aide belge des experts à même d'étudier avec les autorités locales les programmes à mettre sur pied pour atteindre les objectifs souhaités. Ceci peut éviter le grief de voir des administratifs étudier dans leurs bureaux des programmes qui ne correspondent pas aux réalités [9]. Pour la préparation de ces programmes, le concours de bureaux privés habitués à l'étude de travaux importants doit être sollicité et même encouragé.

C'est, en effet, une mission qui peut se révéler très fructueuse, car les demandes formulées par les pays en voie de développement ne reflètent pas toujours la réalité ni l'ampleur du problème à résoudre. Une demande bien formulée facilite en effet grandement la désignation de l'expert ou de l'équipe à envoyer sur place.

Le manque d'efficacité de notre action outre-mer et les erreurs commises ont une cause profonde. Depuis plusieurs années, on semble avoir perdu en Belgique le sens de l'intérêt général. Peu importe le but à atteindre et le résultat obtenu, pourvu qu'on satisfasse aux exigences les plus contradictoires de fractions de tous genres et de groupes de pression. Les décisions ne se prennent qu'en fonction d'impératifs de notre politique intérieure et les nominations ne se font plus en vertu de la compétence, mais de façon à satisfaire aux lois de savants dosages politiques, linguistiques et philosophiques. Cette façon d'agir plaît sans doute à certains milieux belges qui se complaisent à ce jeu, mais elle jette un sérieux discrédit sur notre pays et nuit grandement à notre prestige outre-mer. La perte du sens de la grandeur conduit à la recherche du profit le plus immédiat. Si des fonds sont mis à la disposition de l'assistance technique, les uns cherchent l'occasion d'en faire indirectement un subside à l'industrie, d'autres

y voient un moyen de procurer un emploi aux affiliés d'un groupe politique ou syndical.

4. *Lueur d'espoir*

Cependant, lorsqu'on fait l'inventaire des moyens dont dispose la Belgique en matière de coopération au développement, on se rend compte qu'ils sont nombreux et réels. En 1965, pas moins de quarante-sept institutions officielles et organismes privés ayant pour objet la connaissance du tiers monde ont été recensés [15]. A ceux-ci il faudrait encore ajouter de nombreux laboratoires universitaires et bureaux d'études privés dont l'activité est partiellement axée sur des problèmes relatifs à l'équipement et au développement du tiers monde.

La multiplicité de ces organismes belges prouve la prise de conscience du devoir de solidarité vis-à-vis de la communauté internationale. Certaines expériences belges à but limité et défini peuvent être citées en exemple et constituent de véritables réussites. Citons la fondation belge de lutte contre la lèpre organisée en Inde au village de Polambakkam par le docteur HEMERYCKX [3], l'île de paix de Gohira organisée en Inde par le R.P. P. PIRE, la pêche maritime au Congo qui a été développée industriellement à partir de 1950 sur base de l'expédition scientifique Mbizi [4].

Il s'agit de précédents dont on peut avantageusement s'inspirer car les promoteurs de ces entreprises ont fait œuvre durable au profit des populations. Les habitants ont été associés à l'action entreprise et formés en vue de résoudre eux-mêmes certains problèmes propres à leur région.

C'est de la coopération au développement comprise dans son sens profond et véritable. Ce qui a été réalisé par des équipes belges aux Indes et au Congo dans le domaine médical, agricole et de la pêche peut être renouvelé ailleurs et dans d'autres domaines, par exemple, celui de l'enseignement.

En effet, le meilleur moyen de relever le niveau de vie du tiers monde c'est d'apprendre aux populations à résoudre elles-mêmes leurs propres problèmes. La Belgique a certes déjà envoyé pas mal d'enseignants outre-mer, mais jusqu'à présent trop souvent on a répondu à des demandes arrivées en ordre dispersé

plutôt que de chercher à résoudre le problème de l'enseignement de base dans une région. Le travail en équipe, avec un but défini et une limitation géographique, est bien plus fructueux. C'est d'ailleurs la méthode suivie par les initiatives privées qui ont été citées ci-dessus.

En ce qui concerne l'enseignement universitaire, la Belgique a dispensé des bourses assez nombreuses à des ressortissants de pays du tiers monde. Mais, à notre avis, plus de discernement devrait présider à leur octroi. Il paraît inopportun de subsidier des études à l'étranger pour un enseignement organisé convenablement dans le pays d'origine d'un quémendeur. Ceci entraîne des frais plus élevés et rend peu rentable l'organisation d'un enseignement supérieur dans les pays en voie de développement.

En outre, il y a le risque du *brain drain* qui prend actuellement des proportions inquiétantes et s'il n'y est pas mis fin, l'assistance technique et les efforts de coopération au développement constitueront un problème sans issue. Pour y remédier, deux voies peuvent être suivies. D'abord réserver les bourses d'études dans les pays industrialisés pour des programmes qui ne sont pas organisés dans le pays du demandeur, en stipulant qu'il devra retourner dans sa patrie une fois le diplôme acquis.

D'autre part, les pays riches devraient organiser dans le tiers monde des centres de recherche où les autochtones pourraient poursuivre des études dans des conditions comparables à celles qu'ils rencontrent dans nos universités. De cette façon, la tentation d'évasion vers l'étranger serait fortement réduite et les meilleurs éléments du tiers monde se consacraient au développement de leur pays en créant progressivement autour d'eux de nouvelles équipes. Ce système donnerait naissance à des études répondant aux conditions et aux besoins de chaque région. La Belgique qui a créé deux universités au Congo pourrait jouer un rôle important dans la fondation de centres d'études dans d'autres pays.

Ce ne sont pas les bonnes volontés ni les hommes capables qui manquent, mais jusqu'à présent l'action envers le tiers monde n'a été coordonnée ni stimulée par les pouvoirs publics. Alors que dans les pays voisins les bureaux d'études œuvrant outre-mer sont soutenus par leur gouvernement, les nôtres sont sans soutien officiel et doivent lutter isolément.

Un programme d'action devrait indiquer des buts à atteindre, fixer des objectifs et, pour y parvenir, les organismes tant officiels que privés devraient y être intéressés. Une politique à la petite semaine, sans ligne directrice ne peut donner de bons résultats. Elle conduit au découragement qui anéantit l'esprit d'entreprise, alors qu'il est si nécessaire de le rétablir en Belgique.

Loin de supprimer l'assistance technique, il faudrait l'amplifier et tâcher d'unir dans cette action les Belges plutôt que de les laisser s'épuiser en luttes stériles.

D'ailleurs, après le temps de pause qu'on vient de connaître, il semble qu'on aille vers un heureux élargissement de l'aide belge à d'autres pays que le Congo.

Il y a lieu de reconnaître que certaines institutions scientifiques officielles ont participé à cet effort et que des directives ont été données pour assurer le reclassement d'agents de l'assistance technique qui n'ont pu poursuivre leur séjour au Congo.

Cependant, toutes les forces vives du pays disponibles pour cette tâche humanitaire urgente sont loin d'avoir été mobilisées. Il s'agit pourtant de ne pas tarder à le faire devant l'ampleur du problème. Pour terminer rappelons les paroles prononcées à ce sujet par Mgr MASSAUX, prorecteur de l'Université de Louvain:

Il y a une raison de vivre autrement valable, à la mesure du drame essentiel du monde moderne; non plus seulement la lutte contre l'injuste inégalité des classes sociales, mais la lutte contre l'effrayant sous-développement des peuples de la faim, qui interpellent aujourd'hui, de façon dramatique les peuples de l'opulence.

Plus loin, le prorecteur continuait:

C'est le monde qui nous interpelle. Notre tâche actuelle est à cette échelle. Nous nous couperions de l'humanité et nous mourrions d'ennui si nous restions braqués sans cesse sur nos petits problèmes particuliers [7].

ANNEXE I

Volume de l'aide financière et technique consentie en 1966 par la Belgique, en millions de FB :

Dons bilatéraux	3 832
Prêts bilatéraux	90
Aide multilatérale	406
Assistance technique	1 897
	<hr/>
Total	6 204

Dans les dons bilatéraux sont comprises des dettes garanties par la Belgique et les pensions versées aux anciens fonctionnaires et agents du Congo; ces sommes s'élèvent à 1 582 millions de FB, si bien que l'aide réelle de la Belgique ne s'élève qu'à 4 622 millions de FB.

ANNEXE II

L'aide de la Belgique se concentre principalement sur le Congo, le Rwanda et le Burundi. Sur 1 952 étudiants étrangers aidés par la Belgique, 1 286 étaient des ressortissants des trois pays précités.

Sur 3 532 agents en service dans les pays moins développés, la Belgique en a envoyé 3 257 dans les anciens territoires gérés par elle autrefois.

Il y avait 1 957 agents se consacrant à l'enseignement dont 1 787 au Congo, au Rwanda et au Burundi.

Ces chiffres se rapportent à l'année 1966.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] CAHEN, L.: Le Musée de l'Afrique centrale et la coopération au développement (*Africa-Tervuren*, Tervuren, 1967, fasc. 3/4, p. 101 à 104).
- [2] DELMARCELLE, R.: Anthologie de l'insécurité au Congo (*La Libre Belgique*, Bruxelles, 8 au 11.7.1967).
- [3] DE ROOVER, M.: Expérience en Inde de la fondation belge de la lutte contre la lèpre (*Bulletin des séances de l'ARSON*, Bruxelles, 1960, fasc. 6, p. 990-995).
- [4] LEDERER, A.: La pêche maritime au Congo (*Africa-Tervuren*, Tervuren, 1963, T. IX, fasc. 3, p. 53-56).
- [5] — : La Belgique et la coopération au développement (*Bulletin des séances de l'ARSON*, Bruxelles, 1965, fasc. 4, p. 1 186).
- [6] — : Pour une stratégie de coopération au développement (*Bulletin des séances de l'ARSON*, Bruxelles, 1966, fasc. 6, p. 1 069).

- [7] MASSAUX, E. (Mgr): Discours de rentrée académique à l'Université de Louvain (Université Catholique de Louvain, Louvain, 1967, p. 25).
- [8] MOSMANS, G. (R.P.): A propos de l'assistance technique, telle qu'elle est, telle qu'elle devrait être, telle que la réalise la Belgique (*Bulletin des séances de l'ARSOM*, Bruxelles, 1962, fasc. 6, p. 946-955).
- [9] — : A propos de l'assistance technique au Congo (*Bulletin des séances de l'ARSOM*, Bruxelles, 1967, fasc. 4, p. 649-656).
- [10] NOBECOURT, J.: La F.A.O. va-t-elle cesser d'être un instrument de contrôle par les pays riches du développement agricole du tiers monde? (*Le Monde*, Paris, 4.11.1967).
- [11] PAUL VI (S.S.): *Populorum progressio* (Encyclique, *Vatican*, 26 mars 1967, par. 35).
- [12] — : *Idem* (par. 33).
- [13] R.: Pas question d'encourager les Belges à retourner pour le moment au Congo (*Le Soir*, Bruxelles, 10 et 11.9.1967).
- [14] THORP, Willard L.: Efforts et politiques d'aide au développement poursuivis par les membres du comité d'aide au développement, examen 1963 (Publication de l'OCDE, p. 45, Paris 16°, 1963).
- [15] WALRAET, M.: Documentation belge et tiers monde (Mémoire de l'ARSOM, Cl. des Sc. mor. et pol., Bruxelles, 1965, T. XXXIV, 1, 71 p.).

J. Charlier. — Considérations sur les évolutions de la région divagante du bief maritime du fleuve Congo

INTRODUCTION

Le Bas-Congo, nom sous lequel on désigne habituellement l'Estuaire maritime du fleuve Congo, constitue un des éléments fondamentaux du système de transport de la République du Congo et la principale porte de sortie vers l'Océan de ce pays.

Depuis de nombreuses années, une partie importante du commerce extérieur du Congo, tant à l'importation qu'à l'exportation, transite par les ports congolais de Boma et de Matadi situés sur le bief maritime du fleuve Congo. C'est ainsi qu'on a pu écrire en 1937 que le Bas-Congo constituait l'artère vitale de la Colonie (E.-J. DEVROEY et R. VANDERLINDEN: *Le Bas-Congo, artère vitale de notre Colonie*, Edition GOEMAERE, Bruxelles).

Depuis cette époque, l'importance économique du Bas-Congo n'a fait que croître, se développant constamment en parallèle avec le développement économique du pays.

En 1957, les perspectives de développement du trafic se sont fortement accrues suite aux projets de construction des centrales hydroélectriques d'Inga et aux projets d'installation d'usines consommatrices de courant le long de l'estuaire maritime du fleuve.

Les nouvelles perspectives de réalisation des projets d'Inga d'une part, et la nouvelle politique des transports déterminée par le Gouvernement de la République du Congo tendant à diriger la plus grande partie du commerce extérieur du Congo vers la voie nationale, d'autre part, amènent actuellement un regain d'activité dans les ports du Bas-Congo.

On peut donc dire que le Bas-Congo deviendra de plus en plus important dans le réseau des transports congolais et qu'il y restera réellement, dans les années à venir, l'artère vitale de la République du Congo, après avoir été qualifié en 1937 d'artère vitale de la Colonie.

* * *

Le Bas-Congo peut se subdiviser en trois tronçons possédant chacun leur physionomie particulière:

1. *De Matadi à l'Île des Princes*: zone resserrée où le Congo s'est frayé sur 50 km environ de longueur un passage dans un couloir d'un millier de mètres de largeur. Les berges sont élevées, les courants sont rapides et les coudes brusques du lit occasionnent des remous violents. Dans toute cette région, les difficultés de navigation ont été résolues par l'installation d'un balisage de jour et de nuit sur les deux rives et sur les écueils peu nombreux se trouvant en plein lit.

2. *De l'Île des Princes à la Pointe écossaise*: zone d'épanouissement où sur 65 km environ le fleuve s'élargit progressivement et s'encombre d'îlots et d'îles, dont certaines sont de très grande superficie. Les fonds se relèvent, les rives sont beaucoup moins élevées, la distance entre ces rives s'élargit très fort pour atteindre à certains endroits près de 20 km.

Les îles situées dans ce tronçon sont de formation essentiellement alluvionnaire; en temps de crue, elles sont presque submergées et sont en continuelle transformation: érosion d'une part, engraissement de l'autre. Les obstacles à la navigation se localisent dans ce que l'on appelle la région divagante, c'est-à-dire le vaste pool compris entre Fetish Rock et Kisanga.

3. *De la Pointe écossaise à l'embouchure*, sur un peu plus de 30 km jusqu'à Banana, le lit est à bras unique formé par un sillon central qui se creuse de plus en plus; à mesure que l'on se rapproche de l'Océan, les profondeurs deviennent très grandes pour atteindre environ 600 m en face de Banana. Aucune difficulté de navigation n'existe dans ce dernier tronçon.

Au point de vue de la navigation, seul le second tronçon présente réellement de sérieuses difficultés qui sont dues avant tout à l'instabilité naturelle des rives, des passes et des fonds.

Cette instabilité a créé de tout temps des mécomptes pour l'exploitation rationnelle du bas fleuve.

La présente communication a trait plus spécialement à l'examen des conditions d'écoulement dans la région divagante du fleuve Congo, dont l'évolution a été suivie par le soussigné depuis près de 20 années.

I. — EVOLUTION DANS LA RÉPARTITION DES DÉBITS

a) Répartition du débit total d'entrée:

Nous avons d'abord examiné les résultats de très nombreux jaugeages effectués au bief maritime au cours des 30 dernières années, ce qui permet de dresser le tableau de répartition du débit total pour trois époques de référence:

Période de référence	1937-1938	1956-1960	1966-1967
Chenal Maxwell	15	13,5	13
Banc d'Anvers	85	86,5	87
Mateba amont	38	35	45
Fetish Rock	47	51,5	42
Passes portugaises	12	22	23
Pool de Camoëns	35	29,5	19
Sortie principale Mateba amont	14	23	34
Chenal réouvert	24	12	11
Passes Jonctions	22	15	17
Mateba aval	51	49,5	47
Passe Nord	66	63	60
Passe Sud	34	37	40

Ces différentes valeurs sont des pourcentages résultant de nombreux relevés: une dizaine de séries en 1937-1938, une trentaine en 1956-1960, quatre séries en 1966-1967.

On constate au cours de cette période d'environ 30 années une diminution du débit du chenal Maxwell et une augmentation de celui du Banc d'Anvers, les modifications étant toutefois peu sensibles.

Par contre, la répartition du débit du Banc d'Anvers a fluctué à plusieurs reprises au cours de la même période, la quote-part du pool de Mateba amont diminuant d'abord légèrement pendant les 20 premières années pour augmenter ensuite très fort et dépasser,

probablement vers 1962 celle du pool de Fetish Rock; en effet, un jaugeage effectué en 1962, juste après le passage de la plus grande crue connue jusqu'à ce jour, indiquait des valeurs quasi égales pour les débits de Mateba amont et de Fetish Rock.

b) *Répartition du débit de sortie de Fetish Rock*

La répartition d'ensemble du débit de sortie de Fetish Rock a fortement évolué au cours des 30 dernières années.

En 1937-1938, la division du débit de Fetish Rock entre le pool de Camoëns et les passes portugaises était dans le rapport de 74 à 26. En 1956-1960, cette même répartition était dans le rapport de 57,5 à 42,5.

En 1966-1967, cette répartition est dans le rapport de 45,5 à 54,5 avec tendance vers la diminution du premier de ces chiffres et l'augmentation du second.

On voit donc que depuis plus de 30 ans, le débit de sortie de Fetish Rock passant en face de la Pointe des Palmiers alimente de plus en plus les passes portugaises au détriment du pool de Camoëns, et il semble difficile d'empêcher une continuation sinon une accélération de ce phénomène qui s'est poursuivi sans interruption bien qu'on ait donné instruction, en 1957, de déverser des déblais de dragages à l'entrée de ces passes et que de grandes quantités l'aient été effectivement.

c) *Répartition du débit de sortie de Mateba amont*

Ici également, une très grande évolution a eu lieu au cours de la même période.

En 1937-1938, le chenal principal rejoignant l'île de Mateba absorbait 40 % du débit total de Mateba amont; en 1956-1960, ce chiffre était porté à environ 70 %; en 1966-1967, il varie aux environs de 75 % avec tendance à l'augmentation.

La région du chenal réouvert qui absorbait donc près de 60 % du débit total de Mateba amont en 1937-1938, n'en prenait plus que 30 % en 1956-1960, et actuellement environ 25 % seulement de ce débit.

On pourrait donc croire qu'il y a une diminution constante du débit de cette région; il n'en est rien car, entre 1950 et 1955, le chenal principal était quasi complètement bouché et, en réalité, il y a depuis quelques années augmentation du débit de ce chenal

qui, après avoir été ouvert en 1925-1935 et fermé en 1945-1955, absorbe maintenant à nouveau une partie non négligeable du débit total.

En ce qui concerne l'évolution future, il est bien certain que l'augmentation du pourcentage transitant par cette région serait défavorable au maintien d'une fosse profonde joignant la partie aval de Mateba amont à l'île de Mateba, et, plus en aval, aux fosses de Mateba aval.

d) *Répartition du débit de sortie de Camoëns*

Pour étudier cette répartition, nous devons considérer comme entrant dans le pool de Camoëns la quote-part du débit de la Pointe des Palmiers s'écoulant au nord de l'île Papyrus, dont il a été question au paragraphe *b*, ainsi que l'ensemble des débits de Mateba amont, dont il a été question au paragraphe *c*.

La somme de ces deux quantités qui était de 73 % du débit total en 1937-1938 a diminué jusque 64 % en 1956-1960; elle se répartit entre Mateba aval et une série de chenaux de communication entre le pool de Camoëns et les passes portugaises dénommées d'une façon générique « passes Jonctions ».

Du fait du déversement de très nombreux produits de dragage dans ces dernières, le débit qui y transite a diminué depuis 1937-1938 pour passer de 22 % du débit total à cette époque à environ 15 % en 1956-1960, mais la tendance actuelle semble être à l'augmentation.

En même temps, le débit transitant par Mateba aval a diminué de 51 % du total en 1937-1938 à 47 % actuellement; cette diminution, bien que préoccupante pour l'avenir, n'est pas suffisante actuellement pour perturber les conditions d'écoulement en aval.

e) *Répartition du débit total de sortie entre les passes nord et sud*

Les jaugeages effectués dans ces deux passes permettent de dire que le débit de la passe Nord est passé de 66 % en 1937-1938 à 63 % en 1956-1960 et 60 % en 1966-1967.

Cette diminution continuelle, s'accompagnant évidemment d'une augmentation continuelle du débit de la passe Sud, a pour causes la diminution décrite ci-avant du débit de Mateba aval et en même temps une diminution constante également du débit du chenal Maxwell.

Cette diminution du débit dans la passe Nord ne paraît pas suffisamment sensible pour justifier de sérieuses craintes, tout comme nous venons de le dire pour Mateba aval.

f) *Conclusions*

Au cours des 30 dernières années, de très nombreux jaugeages ont été effectués dans les diverses passes du bief maritime du fleuve Congo. Les tendances du fleuve et son évolution naturelle étant fonction de divers facteurs perturbateurs que l'on ne peut éliminer qu'en étudiant les valeurs moyennes pour un assez grand nombre de mesures, nous pensons qu'il est téméraire de tirer des conclusions lorsque l'on dispose de moins d'une dizaine de séries de mesures.

Nous avons donc pour cette raison divisé cette période en trois grandes séries:

— 1935-1938;

— 1956-1960;

— 1966-1967.

Pour cette dernière période toutefois, nous ne disposons encore que de quatre séries de mesures et les résultats décrits ci-avant doivent donc être vérifiés par d'autres jaugeages.

Quoiqu'il en soit, on peut conclure de ce qui précède:

1. Le débit du chenal Maxwell a diminué constamment depuis 1937, lentement, mais sûrement; la diminution étant de l'ordre de 2 % du débit total;

2. Le débit du Banc d'Anvers a évidemment augmenté dans la même proportion; la répartition de ce débit entre les pools de Mateba amont et de Fetish Rock a évolué en faveur de Mateba amont qui, pour la première fois en 1962, a dépassé le débit de Fetish Rock;

3. La concentration du débit dans Mateba amont s'est poursuivie depuis de nombreuses années, notamment dans les parties centrale et aval de ce pool;

4. La division du débit de Fetish Rock, alias Pointe des Palmiers, entre le pool de Camoëns et les passes portugaises, a évolué constamment au profit de ces dernières qui, pour la première fois, ont dépassé en débits le pool de Camoëns, également vers 1962;

5. La répartition des débits de sortie du pool de Camoëns semble avoir moins varié que les éléments précédents; le débit de Mateba aval tend toutefois à diminuer, celui des passes Jonctions évoluant en sens inverse;

6. Le débit de la passe Nord diminue régulièrement au cours de toute cette période et, pour la première fois, est descendu en dessous de 60 % en 1966.

La répartition des débits à l'entrée de la région divagante a donc peu varié au cours des 30 dernières années; par contre, les répartitions internes dans les différents bras du fleuve ont été extrêmement modifiées au cours de la même période et, même souvent, en un laps de temps d'une dizaine d'années; au centre de la région, le débit passant dans Mateba aval reste sensiblement égal à lui-même bien qu'il provienne de débits amont très différemment répartis.

Les débits déviés vers les passes portugaises et jonctions ayant tendance à augmenter de façon régulière, il semble impératif de reprendre la surveillance hydrographique de ces passes où l'amorce de futures fosses de grande profondeur pourrait, peut-être, être décelée en temps utile, car si ces tendances actuelles devaient s'amplifier, on assisterait au cours des prochaines années à un renversement complet de la répartition des débits, non seulement entre Fetish Rock et Mateba, ce qui s'est déjà réalisé, mais également en aval; la quote-part du débit des passes portugaises et Bulikoko devenant de plus en plus importante, le fleuve tendant à reprendre une situation analogue à celle qui exista avant 1930, au moment où la navigation empruntait le côté sud de l'île de Bulikoko.

II. — ÉVOLUTIONS GÉNÉRALES DES FONDS

a) *Evolution dans le pool de Fetish Rock*

La tendance générale dans ce pool a été jusqu'en 1957-1960 un approfondissement de l'axe Nisot-Mayaudon et un engraissement de la rive angolaise.

Le creusement de la passe Nisot en 1924 a entraîné la nécessité de creuser dix années plus tard la passe Mayaudon, afin que la route rejoigne une fosse naturelle le long de l'île des

Oiseaux. On peut estimer que l'orientation générale de la passe Nisot, dans le prolongement d'une fosse naturelle venant de Fetish Rock était très bonne; il n'en fut par contre pas tout à fait de même pour la passe Mayaudon qui, faisant obliquer une partie du débit vers la droite, a rompu l'équilibre et la répartition des débits en amont de la pointe des Palmiers, et aussi en aval, comme il sera montré plus loin. Il semble que M. NISOT ait eu l'intuition de ce phénomène, puisque son projet initial prévoyait la réunion de la fosse amont à la fosse Congo Yella.

On a probablement hésité à l'époque devant la quantité très importante des dragages nécessaires pour réaliser ce projet, comme on aura hésité dix années plus tard devant la quantité des dragages nécessaires pour conserver la passe dans le prolongement naturel de Nisot, le long de la rive nord de l'île des Canards.

Quoiqu'il en soit, la répartition des débits ainsi créée fut défavorable pour le maintien de bonnes conditions de navigabilité.

En effet, le maintien des profondeurs dans les passes Nisot et Mayaudon n'a été possible qu'au moyen de dragages extrêmement importants; malgré cela, la passe Mayaudon a reculé de plus en plus vers la rive nord de l'île des Canards qu'elle longe actuellement, suite à la formation d'un banc très important le long de la rive sud de l'île des Oiseaux.

On peut donc dire qu'actuellement, il ne reste plus rien des premiers travaux de creusement de la passe Mayaudon et qu'on assiste à un ensablement généralisé du pool de Fetish Rock, ce qui concorde avec l'évolution des débits décrite au chapitre précédent.

b) *Evolution dans le pool de Camoëns*

1. On a constaté pendant plus de trente-cinq ans que la fosse qui, de la Pointe des Palmiers, partait vers Mateba en longeant la rive ouest de l'île des Oiseaux, a piqué de plus en plus vers l'île des Papyrus qui a été rongée de plus en plus par le courant, avant de bifurquer vers la droite, pour rejoindre, après avoir formé un S très prononcé, un point situé près de la sortie aval du chenal Réouvert.

Cette évolution continue entre 1930 et 1960 fut très défavorable pour le maintien des profondeurs, la fosse s'allongeant de

plus en plus et se plaçant de plus en plus en travers du courant; il s'ensuivit que les dragages durent y être de plus en plus importants.

La cause de ce phénomène doit être recherchée à l'amont; nous pensons que les creusements des passes Nisot et Mayaudon ont pu faciliter cette évolution, car le courant qui était dirigé vers l'île des Oiseaux à la sortie du Congo Yella contribuait au maintien de la fosse le long de cette île et la partie du débit qui divaguait dans le pool Camoëns était ainsi moins importante avant ces travaux. Il est possible que l'on avait pensé continuer l'amélioration de la navigabilité, après creusement de la passe Mayaudon, en creusant une nouvelle passe en travers du pool Camoëns, rejoignant directement l'amont des îles Bulikoko, mais ce travail n'a pas été fait.

2. Un élément stable paraît être le maintien depuis quelques années de la pointe amont de l'île des Papyrus à la même position, alors que précédemment, cette pointe amont avait reculé de plus d'un kilomètre.

Plus en aval, le pool de Camoëns s'est ensablé constamment; l'entredistance entre les fosses aval et amont, passant de 1 km environ en 1957 à 2 km en 1962 et 4 km en 1967, et il semble que nous allons vers un aplatissage général des bancs du pool avec engraissement des zones profondes et approfondissement des zones peu profondes, ce qui explique l'augmentation des débits aux hautes eaux et une certaine diminution des débits aux eaux basses, fait confirmé par les derniers jaugeages.

c) *Evolution dans le pool de Mateba amont*

1. Nous avons noté depuis une dizaine d'années la concentration du débit de Mateba amont en un lit unique dans les parties centrale et aval de ce pool, avec formation de fosses profondes bien que le débit global de ce pool, n'ait pas sensiblement varié depuis 1937.

Suite à la crue de 1961-1962, une fosse continue s'est également formée en amont dans le banc d'entrée de Mateba amont au départ de la grande fosse située au droit de Fetish Rock.

Depuis lors, à part quelques engraissements locaux, elle est restée continue et d'une largeur presque partout supérieure à

500 m. Elle a poursuivi sa formation et sa progression vers l'aval en érodant systématiquement la rive sud de l'Archipel des Tortues qui a reculé d'environ 500 m en moyenne depuis 1960.

2. Dans le même laps de temps, les bancs situés dans le centre de Mateba amont sur une longueur d'environ 6 km se sont soudés de façon à former actuellement un banc continu qui ne laisse subsister que deux chenaux dont le premier, ci-avant décrit et le second, le long de la rive nord de l'île des Oiseaux.

Cette dernière est également fort érodée et on assiste donc dans ce pool à une augmentation de la largeur totale entre les deux rives extrêmes et à une concentration du débit par suite de la formation de bancs très importants au milieu du pool.

3. Plus en aval, l'érosion de la rive nord de l'île des Oiseaux a amené une augmentation du débit du chenal réouvert, situé entre l'île des Oiseaux et l'île des Flamants. Cette dernière île et les bancs qui lui faisaient suite au Nord et au Nord-Ouest ont été érodés de façon spectaculaire depuis 1960. A certains endroits, le recul de la rive nord est de l'ordre de 2 km vers le Sud et la fosse profonde passe actuellement en certains lieux, là où nous étions, en 1959-1960, distants de plus de mille mètres de toute rive; cet élargissement très important du côté sud de la sortie aval de Mateba amont a été compensé par un engraissement aussi important du côté nord de cette sortie, probablement formé par le sable érodé le long de l'Archipel des Tortues, ce qui conserve la concentration du débit dans un chenal simple et profond.

4. Encore plus en aval, à la jonction des pools de Mateba amont et de Camoëns, les bancs situés en aval de l'île des Flamants se prolongent sur une distance de près de 4 km et séparent ainsi le pool de Camoëns de la fosse profonde de sortie du débit principal de Mateba amont.

Cette zone de jonction entre les pools de Mateba amont et de Camoëns sera critique pour les prochaines années: d'une part, la réunion de deux fosses relativement profondes est toujours un point faible pour le maintien de bonnes profondeurs, le banc se situant à la jonction pouvant basculer d'un côté ou de l'autre; d'autre part, l'augmentation actuellement observée, bien qu'encore assez faible du débit du chenal réouvert, ne peut qu'être

défavorable pour le maintien de bonnes profondeurs à la sortie aval de Mateba amont.

d) *Evolution des passes Convensaingh — Mateba aval*

1. Dans la partie amont de cette région, l'évolution est directement fonction de ce qui s'est passé dans les pools de Mateba et de Camoëns, et notamment à la jonction entre ces deux pools.

Nous avons déjà décrit comment s'était effectuée la concentration du débit de sortie de Mateba amont dans un seul chenal, au nord de l'île des Flamants et rejoignant la rive sud de l'île de Mateba.

Suite à l'appel d'eau créé par cette nouvelle fosse profonde en formation, une liaison plus directe entre le pool de Camoëns et la rive sud de l'île de Mateba s'est créée en 1963; à partir de ce moment, le débit provenant aussi bien de Camoëns que de Mateba amont s'est donc concentré dans une seule fosse au sud de l'île Mateba.

Toutefois, l'engraissement des bancs se trouvant à l'ouest de l'île des Flamants oblige le coude aval de la fosse Camoëns à ripper vers l'aval, ce qui contrarie la bonne tenue de cette nouvelle liaison vers Mateba aval et contribue à l'approfondissement des bancs du pool de Camoëns dont nous avons déjà parlé au paragraphe *b*.

La jonction entre les pools de Mateba amont et Camoëns et son prolongement immédiat à l'entrée de Mateba aval entre l'île de Mateba et les îlots Hippos constituera une zone délicate à surveiller attentivement.

2. Plus en aval, la fosse profonde longeait la rive nord de l'île Bulikoko et rejoignait la rive sud de l'île de Katala devant l'entrée du chenal Maxwell en traversant la région de Mateba aval, en face du Banc des Fraudeurs.

Le basculement de la fosse en amont vers l'île de Mateba a entraîné la création d'une fosse profonde traversant la région de Mateba aval dans l'autre sens, entre 1962 et 1966.

On constate en même temps un engraissement spectaculaire des Bancs des Fraudeurs dont la partie émergente en eaux basses est passée de 4 à plus de 10 km de longueur.

La formation de ce banc extrêmement important du côté nord de la passe est accompagnée d'une érosion de la rive nord

de l'île Bulikoko qui, en certains points, a reculé de plus de 500 m depuis 1962, phénomène qui aurait été observé déjà avant 1930.

Plus en aval par contre, la concentration du courant en face de la rive nord de l'île Bulikoko qui a creusé une fosse de plus de 20 m de profondeur, inexistante en 1958 et présentant actuellement plus de 5 km de longueur, semble suffisante pour empêcher toute entrave à la navigation au cours des prochaines années.

e) *Conclusions*

1. Les débits naturels se sont concentrés, surtout depuis 1962, beaucoup plus qu'ils ne l'ont généralement fait précédemment. Cela est vrai notamment dans le pool de Mateba amont, et dans toute la région de Mateba aval.

Cette concentration s'accompagne dans toutes ces régions de formations de bancs de sable très importants dont les dimensions dépassent ce qui était habituellement observé antérieurement, lesdits bancs de sable laissant subsister des chenaux profonds contre les rives qui existaient depuis une vingtaine d'années, sans grandes modifications.

La concentration des débits dans ces chenaux profonds le long des rives, amène immédiatement une érosion très importante de ces rives, ce qui augmente la largeur globale des pools entre rives plus ou moins formées.

Ce phénomène est observé aussi bien dans le pool de Mateba amont, le long de la rive nord de l'île des Oiseaux et de la rive sud de l'Archipel des Tortues, et également dans la région de Mateba aval, le long de la rive nord de l'île Bulikoko. La seule exception semble être la rive sud de l'île de Mateba, dont la composition et la stabilité pourraient être différentes de celles des autres îles ou bancs précédemment cités.

2. Ces bouleversements profonds de la structure de la région font généralement suite aux grandes crues du fleuve Congo, 1957 et surtout 1961-1962, qui contribuent à la formation de bancs beaucoup plus importants que la normale, vu la hauteur atteinte par les eaux et à la concentration des débits dans les chenaux profonds.

Entre ces périodes de grandes crues, on assiste à des déplacements et des formations plus limités de bancs, dus en premier lieu aux érosions de rives non stabilisées.

3. En ce qui concerne l'évolution future des fonds, la dérive des bancs de sable nouvellement formés vers les fosses, reste comme toujours le phénomène le plus inquiétant dans le bief maritime, les points suivants devant être contrôlés actuellement de l'aval vers l'amont: dérive du Banc des Fraudeurs vers la fosse rejoignant Katala, Banc ouest Flamants vers la fosse Camoëns, Bancs de Mateba amont à l'ouest des Tortues vers la fosse de sortie de Mateba amont, Banc central Mateba amont vers la fosse longeant l'Archipel des Tortues.

4. Dans tout ce qui précède, il a été toujours question de modifications de fonds et de débits. Les seuls éléments paraissant stables au cours des trente dernières années sont d'une part, les rives extrêmes nord et sud de la région divagante, c'est-à-dire la rive de l'Angola, et notamment les Pointes Fetish Rock, Penfold et des Palmiers, ainsi que les rives sud des îles de Mateba et de Katala.

En outre, nous constatons que la pointe amont de l'île des Oiseaux n'a pratiquement pas varié au cours du même laps de temps et que la pointe amont de l'île des Papyrus, qui avait fortement reculé entre 1937 et 1960, reste actuellement à la même position.

Tout le reste de la région, dite divagante, paraît constitué de bancs de sable voués à plus ou moins longue échéance à la disparition par suite d'érosions superficielles au moment des grandes crues ou d'érosions de rives dues aux divagations des courants principaux.

III. EVOLUTION DES PASSES NAVIGABLES ET DES DRAGAGES

Les descriptions de l'évolution des débits et des fonds dans les chapitres I et II expliquent immédiatement que la tenue générale des passes navigables dans les pools de Fetish Rock et de Camoëns ait été très difficile depuis une dizaine d'années. En

fait, les profondeurs offertes à la navigation ont diminué pour atteindre et même descendre en dessous de 24 pieds au lieu des 29 pieds que l'on s'accorde à reconnaître comme possibles généralement avant 1959, les mouillages réels étant de un pied supérieurs à ces chiffres.

Cette évolution défavorable trouve son origine dans les tendances naturelles du fleuve, décrites précédemment, parmi lesquelles les plus importantes sont la concentration du débit de Mateba amont en une seule fosse à l'entrée, presque en face de Fetish Rock, et la déviation d'une part de plus en plus importante du débit de la Pointe des Palmiers vers les passes portugaises. C'est ce qui explique l'ensablement progressif et généralisé des passes Nisot et Camoëns, qui étaient utilisées par la navigation depuis plus de 40 ans.

La formation et la dérive des bancs de sable situés au sud et à l'ouest de l'île des Oiseaux a également contribué à la mauvaise tenue des passes navigables en amont et en aval de la pointe des Palmiers.

Afin de contrecarrer l'action de ces bancs, de grandes quantités de dragages ont été effectués à partir de 1958 aux abords de la passe Mayaudon et de l'île des Papyrus. En 9 années, entre 1958 et 1966, on a dragué plus de 8 000 000 de m³ pour maintenir la passe Mayaudon, alors qu'avant 1957, de nombreuses années n'avaient nécessité aucun dragage en cette région. De même, le chantier Papyrus ne s'est ouvert qu'en 1957 et depuis lors, on y a dragué près de 4 000 000 de m³.

Au total, les quantités draguées entre 1958 et 1966 représentent une moyenne annuelle de près de 4 200 000 m³ contre 2 700 000 m³ de moyenne annuelle pour les cinq années précédentes.

Cette augmentation de plus de 50 % du volume annuel des dragages a permis de limiter la diminution des profondeurs qui, sans elle, aurait encore été beaucoup plus grave.

Notons cependant que les quantités de dragages citées ci-avant, ainsi d'ailleurs que celles pouvant être mises en œuvre par des moyens beaucoup plus puissants que ceux dont dispose actuellement le Service des voies navigables du Congo, restent minimes par rapport aux volumes des déplacements de bancs de sable dans la région divagante, qui se chiffrent parfois par dizai-

nes et même centaines de millions de m³ par secteur en quelques années.

En fait, depuis plus de 50 ans, le Service des voies navigables du Congo ne fait que remédier aux déficiences de la voie navigable en y effectuant des travaux de dragages et, parfois, certains travaux de correction des rives ou du débit.

Combinés avec la surveillance constante et attentive de l'évolution des fonds dans la région divagante, ces travaux avaient permis de faire passer les profondeurs offertes à la navigation de 14 pieds avant 1900 à 20 pieds en 1908, 22 pieds en 1925, 24 pieds en 1934, 28 pieds en 1944 et 30 pieds en 1953.

Depuis 1957, le maintien des profondeurs de 30 pieds dans les passes de navigation, s'est révélé de plus en plus difficile et le Service des voies navigables du Congo dut faire face au cours de ces dernières années à de nombreuses et nouvelles difficultés.

À l'instabilité naturelle qui existait de tout temps, s'est ajoutée la profonde transformation des rives et des fonds due à la crue de 1961, et pour faire face à cette situation plus grave que la normale, le Service des voies navigables ne disposait que de moyens réduits en qualité et en quantité, suite au départ d'un grand nombre de techniciens étrangers en 1960/61 et au vieillissement du matériel de dragage affecté à l'entretien du bas-fleuve.

L'ensemble de ces facteurs défavorables avait amené à mi-1967 une réduction des profondeurs nous reportant à plus de 30 ans en arrière.

Pour remédier d'urgence à cette situation catastrophique, et compte tenu des évolutions des débits et des fonds décrites aux chapitres précédents, le Service des voies navigables du Congo a pris la décision, en mai 1967, d'abandonner les passes de Nisot, Mayaudon, Papyrus et Camoëns qui étaient utilisées depuis plus de 40 années et de remettre en service la route de navigation en travers du pool de Mateba amont que les navires empruntaient aux premiers temps de la colonisation.

Bien que strictement conformes et adaptées à la situation existant en 1967, ces décisions ne sont pas suffisantes pour assurer le maintien à l'avenir de meilleures conditions de navigabilité; en effet, la diminution des profondeurs offertes à la navigation malgré une forte augmentation des volumes dragués, a pu avoir pour cause une tendance à vouloir conserver les passes de navigation

là où elles ont été placées soit par la nature elle-même, soit par les travaux de nos prédécesseurs, parfois à l'encontre des nouvelles tendances naturelles du fleuve qui se manifestent.

Il est donc absolument indispensable au bief maritime du fleuve Congo d'assurer constamment la surveillance hydrographique des fonds de *toute* la région divagante pour déceler à temps ces tendances et concentrer les moyens nécessaires pour les favoriser ou pour y parer.

Cette surveillance doit couvrir aussi bien les passes empruntées par la navigation que les passes délaissées dont l'évolution sera, peut-être, bénéfique au cours des années suivantes; à ce sujet il serait très souhaitable que la surveillance hydrographique des passes portugaises puisse être assurée à nouveau.

La répartition des débits entre les différents bras, navigables ou non, doit également continuer à être observée constamment car elle permet également de déceler rapidement les fluctuations importantes.

Il sera ainsi possible de diriger les travaux de dragage sans nuire à la formation ou à la stabilité des passes créées ou entretenues par la nature elle-même ou par les travaux du service hydrographique.

* * *

Conscient de l'instabilité fondamentale des passes du Bas-Congo, et de la nécessité de mieux connaître les lois de leur formation et de leur évolution, le Service des voies navigables du Congo avait demandé dès 1957 d'entreprendre une étude générale de l'amélioration de la navigabilité du bief maritime du fleuve Congo; cette demande a été réintroduite en 1966.

Pour assurer à cette étude toute l'envergure et toute la technicité voulues, le gouvernement congolais sollicite l'aide technique adéquate du gouvernement belge et une convention d'assistance a été négociée à cet effet.

Il a été décidé de confier cette œuvre à l'Administration des voies hydrauliques de Belgique et spécialement au Laboratoire de recherches hydrauliques de l'Etat à Borgerhout, avec la participation de représentants de sociétés privées ou d'indépendants, anciens ingénieurs ou hydrographes du Service des voies navigables du Congo; plusieurs missions de reconnaissances préala-

bles et d'experts auxquelles a participé le soussigné ont été ainsi envoyées au Congo entre 1965 et 1967.

Il nous plaît de souligner ici qu'elles ont toujours été reçues avec la plus grande bienveillance et que leurs travaux ont pu être toujours menés dans un esprit de totale indépendance et de grande efficacité, ayant trouvé le personnel du Service des voies navigables à la fois aimable et compétent.

Les mesures décidées par le Service des voies navigables du Congo au cours de l'année 1967 ont déjà permis de retrouver un minimum de 27 pieds dans les passes de navigation et, par des dragages plus intensifs au cours du premier trimestre de 1968, on espère retrouver les 30 pieds généralement considérés comme l'optimum au double point de vue de la sécurité de la navigation et de l'économie des transports.

Ces résultats encourageants, après plusieurs années de détérioration continue dans les passes, font honneur au Service des voies navigables tout entier et à ses représentants les plus qualifiés; je pense notamment à MM. UMANDE, directeur du Service et WARNIMONT, conseiller technique attaché à la Direction des voies navigables, ainsi qu'à tout le personnel de la section du bief maritime à Boma, sous la direction de M. l'hydrographe MAMBUKU, chef de section.

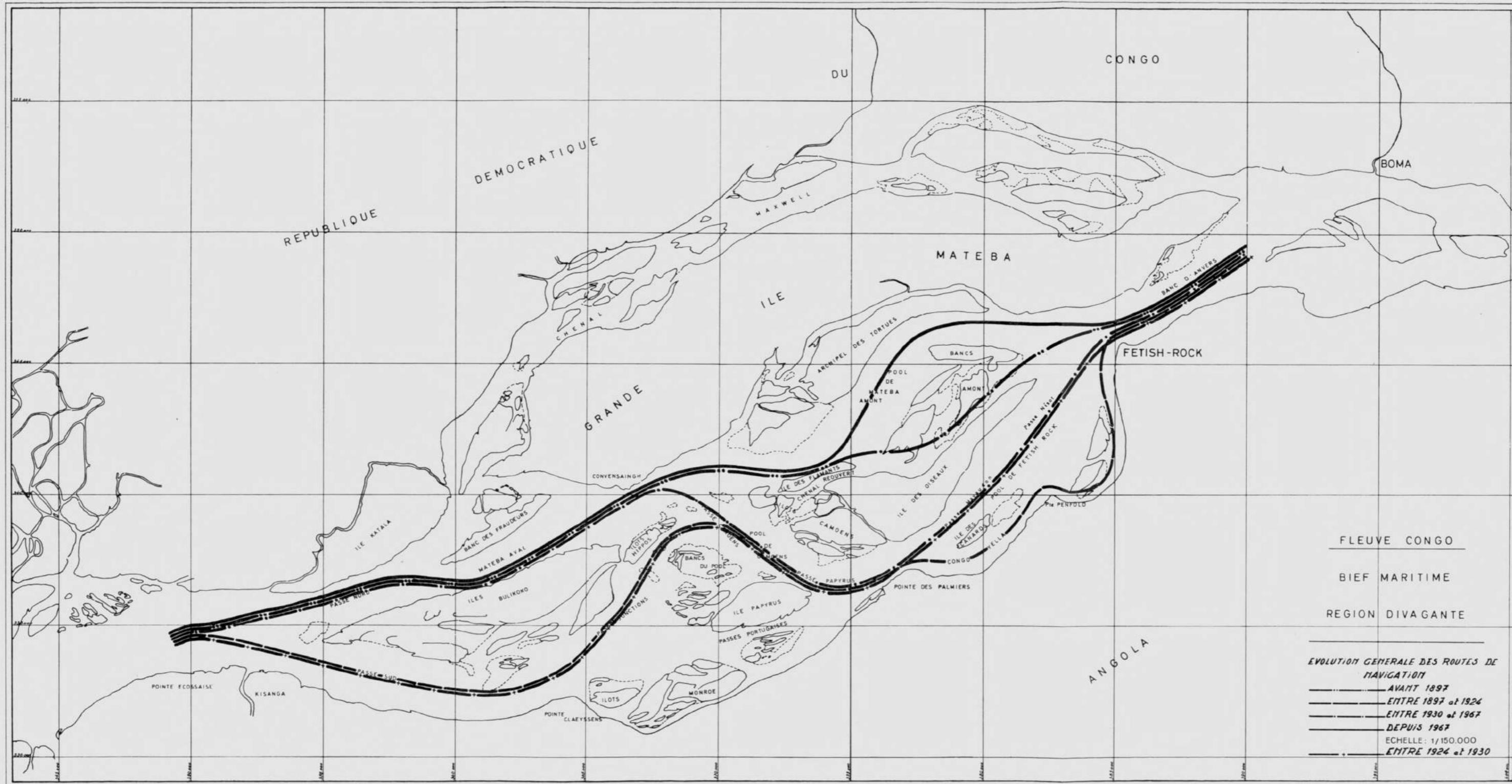
Il reste maintenant, pour conserver et améliorer ces résultats à plus long terme, à étudier l'ensemble des phénomènes régissant les évolutions du bief maritime du fleuve Congo; ce sera fait au moyen des techniques universellement reconnues par toutes les administrations chargées de l'entretien de la navigabilité des fleuves naturels.

La surveillance hydrographique attentive des fonds, méthode empirique traditionnelle, ira de pair avec la représentation et l'étude de la région divagante en modèles réduits en laboratoire hydraulique, méthode scientifique moderne.

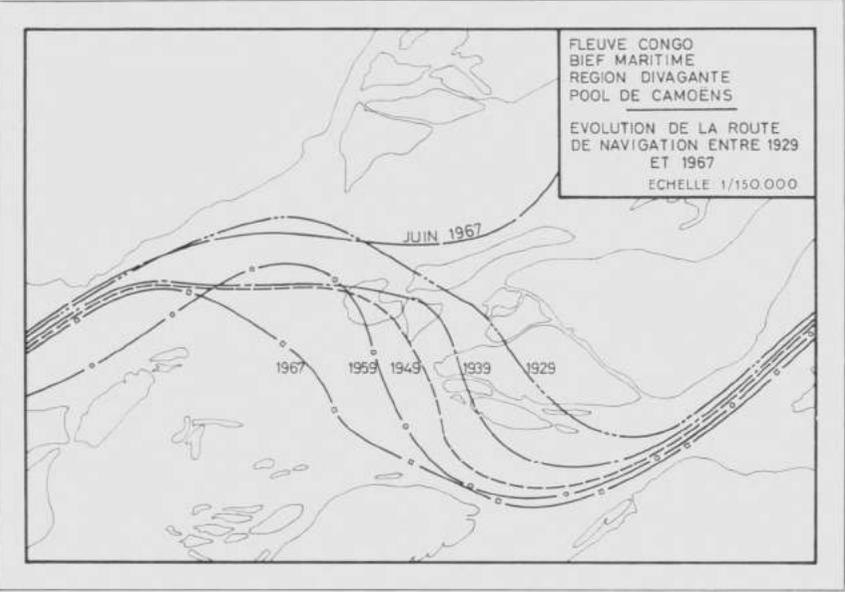
Le Service des voies navigables du Congo et le Laboratoire de l'Administration des voies hydrauliques à Borgerhout, aidés par les anciens techniciens belges, spécialistes des problèmes hydrographiques du Bas-Congo entreprendront ces nouvelles études en 1968, exemple concret d'une collaboration belgo-congolaise technique, réelle, efficace, qui se poursuit sans discontinuité depuis plusieurs années. Bruxelles, le 31 décembre 1967.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] DEVROEY, E.-J.: Un essai de régularisation du bief maritime du fleuve Congo: le barrage du faux-bras de Mateba (*Revue universelle des mines*, Liège, février 1939, p. 49-73).
- [2] — : Le bassin hydrographique congolais spécialement celui du bief maritime (Mém. I.R.C.B., 1941).
- [3] — : La vallée sous-marine du fleuve Congo (*Bull. I.R.C.B.*, 1946, p. 1 043-1 074).
- [4] — : Les ressources portuaires du Bas-Congo (Mém. A.R.S.C., Bruxelles, 1957).
- [5] — : Annuaire hydrologique du Congo belge et du Ruanda-Urundi pour 1959 (Mém. ARSOM, Bruxelles 1961).
- [6] — et VANDERLINDEN, R.: Le Bas-Congo, artère vitale de notre Colonie (2^e édition, Ed. Goemaere, Bruxelles, 1951).
- [7] LAMOEN, J.: Note concernant la courbe limnimétrique des débits du fleuve Congo à Léopoldville (*Bull. ARSOM*, 1964, p. 980 à 987).
- [8] LEDERER, A.: Sur la dimension des navires de mer susceptibles de desservir le Bas-Congo (Mém. A.R.S.C., Bruxelles, 1958).
- [9] ROMBOUTS, Ph.: Etude concernant les débits du bief maritime du fleuve Congo (inédit, 1966).
- [10] SPRONCK, R.: Mesures hydrographiques dans la région divagante du bief maritime du fleuve Congo — Observations du mouvement des alluvions (Mém. I.R.C.B., Bruxelles, 1941).
- [11] SPRONCK, R. et TRIQUET, J.: Hydrographie de la côte océane au Congo belge (*Bull. du CERES*, Liège, III, 1948, p. 317 à 357).
- [12] STERLING, A., ROMBOUTS, C. et CHARLIER, J.: Rapport de mission dans la région divagante du bief maritime du fleuve Congo (mai 1967) (Ministère des Travaux publics, document autographié).
- [13] VAN GANSE, R.: Les débits du fleuve Congo à Léopoldville et à Inga (*Bull. A.R.S.C.*, 1959, p. 737 à 763).
- [14] VAN WETTER, L.: Le chenal maritime du fleuve Congo (*Bull. A.R.S.C.*, 1957).



Fleuve Congo: bief maritime



Evolution de la route de navigation entre 1929 et 1967

Zitting van 28 maart 1968

Séance du 28 mars 1968

Zitting van 28 maart 1968

De zitting wordt geopend door de H. C. *Camus*, directeur. Zijn bovendien aanwezig: De HH. F. Campus, I. de Magnée, E.-J. Devroey, P. Evrard, P. Geulette, A. Lederer, M. van de Putte, R. Vanderlinden, J. Van der Straeten, leden; de HH. H. Barzin, P. Bourgeois, F. Bultot, L. Calembert, J. De Cuyper, P. Grosemans, L. Jones, F. Pietermaat, A. Rollet, R. Spronck, R. Van Ganse, geassocieerden; de H. G. de Rosenbaum, correspondent, alsook de H. M. Walraet, secretaris der zittingen.

Afwezig en verontschuldigd: De HH. L. Brison, M. De Roover, J. Lamoen, E. Mertens de Wilmars, L. Pauwen.

« Pour sauver les réserves actuelles du Rwanda menacées de disparition »

De H. A. *Lederer* legt een studie voor van de H. E. WOLANSKI, die, na betreurd te hebben dat het stropen en de mijnprospectie zware bedriegingen vormen voor de twee nationale parken van Rwanda, maatregelen voorstelt om het behoud ervan te verzekeren (zie blz. 550).

« Why is Mt Nyiragongo a volcano of outstanding mineralogical and petrological interest? »

Namens onze confrater, de H. *Tb.-G. Sabama*, correspondent, legt de H. I. *de Magnée* een mededeling voor die een overzicht geeft van het geheel der resultaten van de mineralogische en petrologische studie van de vulkaan Nyiragongo (Kivu). Ze brengt heel wat nieuwe gegevens aan over de mineralogie en de structuur van de alkalische ultrabasische lava's (zie blz. 564).

« Etude sur le ruissellement superficiel au Congo »

De H. F. *Bultot* legt, onder deze titel en namens de H. L.-J. *Pauwen* die wegens gezondheidsredenen verontschuldigd is, een werk voor van de H. Cl. WATTECAMPS, burgerlijk mijn ingenieur.

Deze studie betreft het vaststellen, voor een bepaald bekken; het waarschijnlijk specifiek maximaal debiet van de oppervlakte neerslag en de duur van de bui die er oorzaak van was.

Séance du 29 mars 1968

La séance est ouverte par M. C. *Camus*, directeur.

Sont en outre présents: MM. F. Campus, I. de Magnée, E.-J. Devroey, P. Evrard, P. Geulette, A. Lederer, M. van de Putte, R. Vanderlinden, J. Van der Straeten, membres; MM. H. Barzin, P. Bourgeois, F. Bultot, L. Calembert, J. De Cuyper, P. Grosemans, L. Jones, F. Pietermaat, A. Rollet, R. Spronck, R. Van Ganse, associés; M. G. de Rosenbaum, correspondant, ainsi que M. M. Walraet, secrétaire des séances.

Absents et excusés: MM. L. Brison, M. De Roover, J. Lamoen, E. Mertens de Wilmars, L. Pauwen.

Pour sauver les réserves naturelles du Rwanda menacées de disparition

M. A. *Lederer* présente une étude de M. E. WOLANSKI, qui, après avoir déploré que le braconnage et la prospection minière constituent de graves menaces pour les deux parcs nationaux du Rwanda, préconise les mesures propres à assurer leur sauvegarde (voir p. 550).

« Why is Mt Nyiragongo a volcano of outstanding mineralogical and petrological interest? »

Au nom de notre confrère, M. Th.-G. *Sabama*, correspondant, M. I. de *Magnée* présente une communication donnant un aperçu de l'ensemble des résultats de l'étude minéralogique et pétrologique du volcan Nyiragongo (Kivu). Elle apporte beaucoup de données nouvelles en ce qui concerne la minéralogie et la structure des laves alcalines ultrabasiqes (voir p. 564).

Etude sur le ruissellement superficiel au Congo

En lieu et place de M. L.-J. *Pauwen*, excusé pour raison de santé, M. F. *Bultot* présente, sous ce titre un travail de M. Cl. WATTECAMPS, ingénieur civil des mines.

Cette étude a pour objet l'établissement d'une méthode permettant de calculer, pour un bassin donné, le débit spécifique

Na een gedachtenwisseling waaraan deelnemen de HH. *F. Campus*, *R. Van Ganse*, *R. Spronck* en *F. Bultot*, nodigt de Klasse deze laatste er toe uit contact te nemen met de auteur, door bemiddeling van de *H. L. Pauwen* en dat om hem de opmerkingen mee te delen die tijdens de bespreking naar voor kwamen.

De ontzilting van zout water en het belang ervan voor de ontwikkelingslanden

De *H. R. Spronck* legt het verslag voor dat hij opstelde over het werk getiteld als hierboven, waarvan de auteur de *H. André A. VAN HAUTE* is en dat aan de Klasse werd voorgelegd door de *H. A. Lederer* tijdens de zitting van 26 januari 1968.

Ingevolge opmerkingen gemaakt door de HH. *F. Campus* en *L. Calembert*, beslist de Klasse om het advies te verzoeken van de *H. L. Tison*, die als derde verslaggever was aangeduid tijdens voornoemde zitting en dat om op 31 mei e.k. een beslissing te kunnen nemen over het lot dat dient voorbehouden aan de studie van de *H. A. VAN HAUTE*.

« Faut-il supprimer l'assistance technique belge? »

De mededeling die onder deze titel voorgelegd werd op 26 januari 1968, door de *H. A. Lederer*, geeft aanleiding tot een gedachtenwisseling waaraan deelnemen de HH. *C. Camus*, *M. van de Putte*, *P. Geulette*, *L. Calembert*, *R. Vanderlinden* en de auteur.

De Klasse verzoekt de Confraters die wensen dat hun tussenkomst in de *Mededelingen* na het stuk van de *H. A. Lederer* verschijnt, hun tekst ten spoedigste aan de *Vaste Secretaris* te laten geworden.

Jaarlijkse wedstrijd 1970

De Klasse beslist de vijfde vraag van de jaarlijkse wedstrijd 1970 aan het verrijken der ertsen te wijden en de zesde aan de corrosie.

De HH. *J. De Cuyper* en *I. de Magnée* enerzijds, evenals de HH. *M. van de Putte* en *J. Van der Straeten* anderzijds worden aangewezen om de tekst van gezegde vragen op te stellen.

De zitting wordt gesloten te 16 h.

maximal probable du ruissellement superficiel et la durée de l'averse qui l'engendre.

A la suite d'un échange de vues auquel participent MM. *F. Campus*, *R. Van Ganse*, *R. Spronck* et *F. Bultot*, la Classe invite ce dernier à prendre contact avec l'auteur par l'intermédiaire de *M. L. Pauwen* et ce, pour lui faire part des observations émises par les intervenants.

« De ontziltling van zout water en het belang ervan voor de ontwikkelingslanden »

M. R. Spronck donne connaissance du rapport qu'il a rédigé sur le travail intitulé comme ci-dessus, dont l'auteur est *M. André A. VAN HAUTE* et qui avait été présenté à la Classe par *M. A. Lederer*, lors de la séance du 26 janvier 1968.

A la suite d'observations émises par MM. *F. Campus* et *L. Calembert*, la Classe décide de solliciter l'avis de *M. L. Tison*, qui avait été désigné comme troisième rapporteur lors de la séance susdite et ce, afin de pouvoir, le 31 mai prochain, prendre une décision sur le sort à réserver à l'étude de *M. A. VAN HAUTE*.

Faut-il supprimer l'assistance technique belge?

La communication présentée sous ce titre, le 26 janvier 1968, par *M. A. Lederer*, donne lieu à un échange de vues auquel participent MM. *C. Camus*, *M. Van de Putte*, *P. Geulette*, *L. Calembert*, *R. Vanderlinden* et l'auteur.

Si ces Confrères souhaitent que leurs interventions soient publiées dans le *Bulletin* à la suite de la communication de *M. A. Lederer*, la Classe les invite à en adresser les textes, à leur plus prompt convenance, au *Secrétaire perpétuel*.

Concours annuel 1970

La Classe décide de consacrer la cinquième question du concours annuel 1970 à l'enrichissement des minerais et la sixième à la corrosion.

MM. *J. De Cuyper* et *I. de Magnée* d'une part, ainsi que MM. *M. van de Putte* et *J. Van der Straeten*, d'autre part, sont désignés pour rédiger les textes desdites questions.

La séance est levée à 16 h.

E. Wolanski. — Pour sauver les réserves naturelles du Rwanda menacées de disparition

(Note présentée par M. A. Lederer)

1. Situation générale

Profondément érodée par le surpâturage et une agriculture souvent peu soucieuse de conserver le potentiel de fertilité du sol, la République rwandaise se doit de combattre avec vigueur le slogan simpliste et dangereux: « Conservation de la nature, œuvre de luxe ».

Le Rwanda possède le privilège peu envié d'être le pays le plus densément peuplé de toute l'Afrique Orientale avec une densité moyenne proche de 103 habitants au kilomètre carré [10]* et dont l'index d'accroissement — autre record — est estimé à 33 %. C'est cependant dans les secteurs occidentaux du pays qu'est établie la plus grande partie de la population où sa densité dépasse fréquemment 150 habitants au kilomètre carré. Ces secteurs sont caractérisés par un relief extrêmement accidenté; la culture itinérante initiale, qui permettait une exploitation agricole conservatrice du sol sous la condition d'une rotation suffisamment accélérée des parcelles, y a abouti fréquemment à une érosion accélérée de versants où apparaît souvent déjà de soc rocheux primaire.

Un programme dynamique de conservation des sols a permis de restaurer certaines régions ravagées par le déboisement et les mauvaises pratiques agricoles. Malheureusement, la superficie totale cultivée en terrasses a sensiblement diminué. Plusieurs experts de l'ISAR, un institut de recherches agronomiques dont la station principale est à Rubona, mettent cette diminution en parallèle avec celle de la production des cultures vivrières.

Le surpâturage qu'accompagne le classique cortège de facteurs d'érosion a, lui aussi, contribué à accentuer la pression anthropi-

* Les chiffres entre [] renvoient à la bibliographie *in fine*.

que sur les cycles biologiques naturels de l'Afrique Orientale; le Rwanda n'a pas été épargné.

Jadis limité en nombre, notamment par les épizooties, le cheptel indigène, dont l'élevage a été stimulé par l'ouverture de nouveaux débouchés économiques et par l'intervention de la médecine vétérinaire, s'est mis à proliférer sans souci de réduire le nombre d'animaux excédentaires de façon à le proportionner à la capacité limite des pâturages.

L'extension de l'activité agricole et la multiplication considérable du nombre de bovidés, si elle fut déterminante dans l'ambiance psychologique du pasteur, furent des facteurs puissants de la destruction particulièrement spectaculaire du couvert végétal et de la faune sauvage.

Tandis que les ressources naturelles étaient soumises à un tel pillage systématique, que les derniers lambeaux de nature sauvage étaient à leur tour menacés sous la pression conjuguée des agriculteurs, des pasteurs et des chasseurs, le Rwanda, pays surpeuplé au paysage enchanteur, eut le privilège de voir se créer en son territoire deux Parcs nationaux en deux zones biogéographiques fort différentes: au Nord-Ouest, la section rwandaise du Parc national Albert, dénommée Parc national des Volcans, si caractéristique par ses étages successifs de végétation conduisant de la forêt ombrophile de montagne aux étages de flore alpine et subalpine; à l'Est, au cœur d'un territoire longtemps considéré comme zone marginale, le Parc national de la Kagera, succession de collines couvertes d'une végétation de savane arbusculaire ou herbeuse, entrecoupé de plaines marécageuses où s'étalent de nombreux lacs en bordure de la rivière Kagera et de ses épaisses formations de papyrus.

2. *Le Parc national des Volcans*

Voici plus de trente ans, les flancs des volcans Karisimbi, Visoke, Sabinyo, Gahinga et Muhavura furent constitués en réserve naturelle intégrale malgré les convoitises qu'inspiraient ces forêts encore riches en gibier.

Ces dernières années, suite au relâchement de la surveillance sur les versants méridionaux des volcans Sabinyo, Gahinga et Muhavura,

...la forêt mésophile de montagne et les bambous ont été endommagés par le feu, l'abattage des arbres et le pâturage non contrôlés à un point tel qu'ils ne peuvent plus servir maintenant d'habitat pour le gorille [4].

Récemment encore, 3 000 ha du Parc national des Volcans furent rétrocédés, ce qui correspond à un recul des bornes de la réserve de plus de quatre kilomètres en certains points, et ce en vue de permettre l'installation de paysannats et d'ouvrir de nouvelles terres à la culture du pyrèthre. Un curieux tropisme a orienté ainsi les convoitises vers une réserve naturelle où survivent pourtant les derniers gorilles de montagne (1) existant au Rwanda, alors que ce programme de mise en valeur agricole aurait pu, apparemment, avoir lieu dans la forêt de la dorsale Congo-Nil qui, elle, n'est pas protégée par un statut d'inviolabilité.

Lorsque des récriminations, oubliées de la rapidité avec laquelle furent rasées, peu d'années après la création du P.N.A., les forêts d'*Hagenia* et le *Bambusetum* situées en dehors des limites de cette réserve naturelle, s'élèvent pour affirmer que la création du Parc national des Volcans n'a concédé que des terres déboisées et sans fertilité aux populations rurales, comment ne pas constater l'acharnement avec lequel ont été détruites les forêts rétrocédées sans s'inquiéter du risque de dégradation et d'érosion de ces terrains dénivelés.

Comment justifier le sort qui a été réservé aux éléphants dans ce sanctuaire et que j'ai comparé, en août 1966, dans un rapport, pour le Ministère provincial de l'Agriculture du Kivu, sur la situation de la réserve zoologique et forestière du Kahuzi-Biéga, à celui de ces mêmes pachydermes dans cette dernière réserve?

Au premier semestre 1967, la situation du Parc national des Volcans s'est nettement améliorée. Les Autorités rwandaises fi-

(1) Le gorille de montagne figure parmi la liste de l'UICN des mammifères rares et menacés. Il faut rappeler la recommandation n° 22 de la première Conférence mondiale sur les Parcs nationaux:

La première Conférence mondiale sur les Parcs nationaux recommande que pour chaque espèce animale ou végétale menacée d'extinction une étendue appropriée d'habitat naturel soit prévue dans un refuge de faune, une région sauvage ou dans une réserve équivalente afin de maintenir une population reproductrice suffisante et considère que toute espèce ainsi menacée à laquelle un sanctuaire officiel n'est pas accordé, proclame l'absence du sens de responsabilité du Gouvernement intéressé vis-à-vis des générations futures.

rent acte d'autorité en renforçant sensiblement la surveillance de ce sanctuaire, notamment en plaçant sous l'autorité directe d'un agronome de préfecture les gardes qui effectuent maintenant des patrouilles régulières. Leur premier rapport semestriel est des plus encourageant.

Enfin, le Ministère du Tourisme a décidé la mise en valeur rationnelle et progressive de ce Parc national, notamment par la construction et l'aménagement de gîtes et de sentiers forestiers.

3. Le Parc national de la Kagera (Fig. 1)

Depuis sa création, en 1934, le Parc national de la Kagera a été divisé en deux domaines: à l'Est, la réserve naturelle intégrale d'une superficie de 179 000 ha; à l'Ouest, le territoire annexe, couvrant 72 000 ha où une population humaine, initialement d'une faible densité, est autorisée à séjourner et à cultiver des plantes vivrières.

La réserve naturelle intégrale couvre la majeure partie de la zone lacustre dont les nombreux lacs et les vastes marécages offrent des frayères idéales à la reproduction de la faune ichthyologique et constituent un milieu des plus favorable à la vie aquatique et semi-aquatique; y abondent les oiseaux d'eau, dont beaucoup de migrateurs, les poissons, les crocodiles, les hippopotames — dont la population estimée avoisiner un millier d'individus est néanmoins limitée par la rareté des points d'accès à l'eau libre [21] — et les *situlunga*, ces si rares antilopes des marais.

L'Ouest de la réserve naturelle intégrale (2) évolue lentement depuis le déplacement, en 1958, des dernières populations qui y vivaient, vers une savane boisée à allure primaire. La mise en protection du territoire annexe, savane herbeuse et boisée extrêmement secondarisée, est justifiée par le souci de conservation du grand gibier. Les grands mammifères, et plus particulièrement les ongulés, sont extrêmement nombreux: zèbres, élans, impalas — qui représentent 40 % de la biomasse totale des ongulés — bushbucks, reedbucks, oribis, buffles et phacochères sont ubiquis-

(2) Comme on le sait, les argiles noires des vallées du Rwanda Oriental sont extrêmement peu salines. Un tel échantillon que nous avons prélevés et que nous avons analysés au laboratoire de M. le professeur LAUDELOUT, a donné une teneur saline pondérale de 0,50 %.

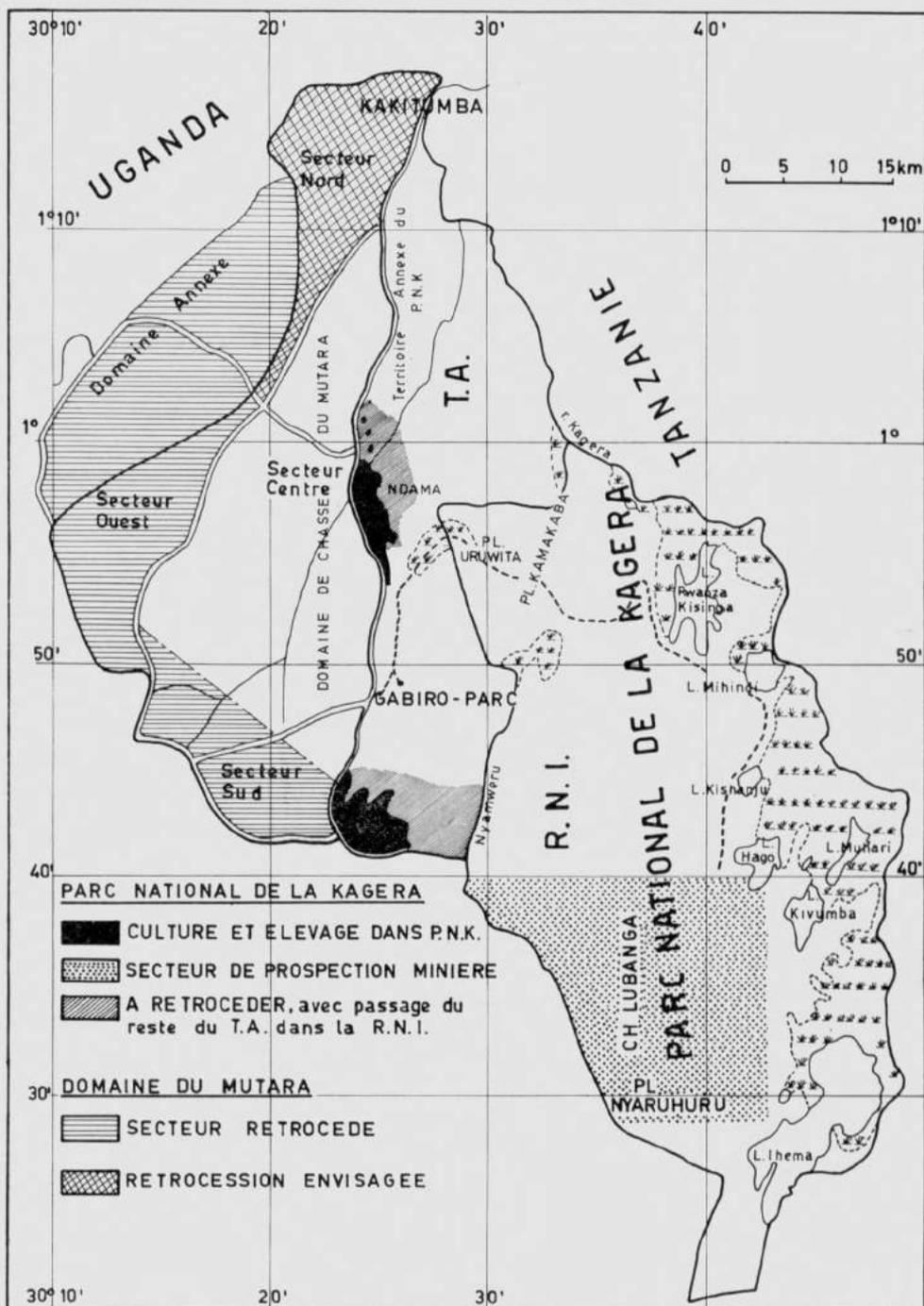


Fig. 1. — Carte du Parc national de la Kagera et du Domaine de Mutara

tes; la présence du potamochère est maintenant confirmée dans le secteur de Gihinga; les waterbucks se rencontrent principalement dans la dépression de la zone lacustre; les antilopes rouannes, vivant en petits groupes — l'un d'eux réside en permanence sur les flancs méridionaux du mont Gabiro —, les damans, les klispringer et la sylvicapera sont occasionnellement aperçus. Six rhinocéros noirs, capturés en Tanzanie, furent introduits dans le Parc voici neuf années et au moins trois nouveau-nés ont été depuis lors aperçus. Néanmoins, aucun rhinocéros n'ayant été vu depuis plusieurs mois, nous les avons recherchés longuement en juillet 1967, dans la presqu'île du Mubari. Il est maintenant acquis que quelques-uns se sont déplacés vers le Sud; un individu ayant été aperçu près du lac Ihema lors d'une observation aérienne effectuée au début de l'année par un membre du Ministère de l'Agriculture, on peut craindre que certains ne viennent à sortir du P.N.K.

Enfin, le conservateur du P.N.K. et moi-même avons commencé à effectuer des recensements des grands mammifères par comptage sur des échantillonnages types choisis entre le lac Mihindi et le nord du lac Hago. Et ce afin d'étudier principalement la composition des troupeaux, la sociabilité, le rythme de la reproduction et la biomasse des populations. Similairement est envisagée la possibilité de compléter ces données par des recherches similaires sur l'ancienne piste touristique de Kamakaba Ouest.

DENOMBREMENT DES GRANDS ONGULES RENCONTRES PAR LES GARDES DU P.N.K.

	1958 (I trimestre)	1966 1967 (I trimestre)
	en %	en %
Buffle	5,3	23,8
Impala	47,9	34,1
Zèbre	17,5	12,0
Topi	13,0	13,3
Eland	2,9	4,78
Phacochère	3,9	3,8
Waterbuck	5,9	4,7
Rouanne	1,5	1,55
Reedbuck	0,7	0,98
Oribi	1,1	0,71
Bushbuck	0,3	0,28

Cette étude est devenue d'autant plus impérieuse que la comparaison des mammifères rencontrés par les gardes au P.N.K. en 1958 d'une part et en 1966 et durant les premiers trimestres de 1967 d'autre part, indique une sensible évolution dans les populations des principaux grands ongulés.

Il est bien connu que le domaine de chasse du Mutara (*Fig. 1*), le territoire annexe du P.N.K. et la réserve naturelle intégrale constituent une unité écologique complète. Malheureusement, la stabilité de cette biocénose a été compromise en mars 1967 par la rétrocession de près de 26 000 ha du Domaine du Mutara et de son domaine annexe. D'autre part, non seulement dans l'immédiat, l'intérêt biologique et cynégétique du domaine du Mutara est compromis par le braconnage qui y est tout à fait hors de contrôle actuellement (3) et par le développement des implantations humaines avec toutes leurs conséquences (4) mais encore un projet de rétrocession des 23 100 ha du secteur nord de ce domaine est à l'étude.

De plus, la partie méridionale du territoire annexe est déjà densément peuplée, principalement par des agriculteurs, et les nombreuses cultures de bananes, de sorgho et de maïs y rendent toute mesure de conservation illusoire.

Certaines régions du nord du territoire annexe sont progressivement converties en terrain de pâturage où il est possible de percevoir des nets phénomènes d'érosion, de destruction de la stabilité du régime hydrographique et de refoulement vers l'intérieur du P.N.K. des grands mammifères sauvages. Ceci semble exclure, ou tout au moins limiter, les possibilités d'une certaine symbiose entre les bovidés domestiques qui maintiennent les graminées courtes, et les ongulés sauvages.

Les vrais intérêts culturels économiques et scientifiques devraient l'emporter dans cette lutte qui oppose un bétail sans

(3) Le major Kinloch [14], qui insiste sur le danger du refoulement du gibier, affirme que les animaux sauvages du Domaine du Mutara payent un lourd tribut aux braconniers. Les chiffres officiels du nombre d'animaux abattus, avec permis, dans le domaine du Mutara devraient être doublés au moins pour le braconnage qui s'y effectue principalement à l'aide de fils de fer, de la couronne à épines et de fosses à gibier.

(4) Cette année, la quasi-totalité du domaine a été incendiée par des feux courants d'origine anthropique et certains ont réussi à franchir la route Gabiro-Kakitumba si bien que plusieurs milliers d'hectares du P.N.K. ont aussi été incendiés.

grande valeur économique à une faune des plus précieuses en Afrique.

Déjà actuellement les mouvements réguliers entre le Mutara et le P.N.K. qui devrait pouvoir jouer le rôle de réservoir de faune sont sérieusement entravés.

A la suite d'une étude, en juillet 1967, un projet a été émis de rétrocéder certaines parties du territoire annexe avec, en contrepartie, passage du reste de ce territoire au statut d'inviolabilité de réserve intégrale, ce qui mettrait les habitats et la faune à l'abri et constituerait, avec la partie bénéficiant déjà du statut de réserve intégrale, un ensemble naturel du plus haut intérêt.

La complication des limites proposées pour l'onglet de Ndama provient de ce qu'il faut assurer une zone tampon à l'excellente piste touristique actuelle Gabiro-lac Mihindi. Au Sud, enfin, la limite proposée permettrait de conserver dans le P.N.K. un important Salt-Lick et un point d'eau permanent au pied de la colline Kisharo, qui semble d'ailleurs être la limite méridionale de la distribution actuelle des grands mammifères dans le territoire annexe.

Le coût entraîné par une telle modification des limites du P.N.K. serait extrêmement modeste.

Si la présence de vastes troupeaux d'ongulés sauvages ne manifestant souvent aucune crainte à l'approche du visiteur constitue une irréfutable preuve de l'absence de perturbations dans la réserve naturelle intégrale et de l'intérêt témoigné par les autorités rwandaises à la protection de ce sanctuaire naturel, la valeur du P.N.K. est encore réhaussée par le fait qu'il devient progressivement le dernier échantillon-type laissé intact dans ce district biogéographique. En effet, les campagnes de lutte contre la mouche tsé-tsé dans le district d'Ankole, en Uganda (5), les programmes d'aménagement de paysannats au Rwanda Oriental, notamment dans le Bugesera et à Rusumu — où a été évitée de justesse en août 1967 une « campagne de refoulement » de toute

(5) Le « Tsetse Control Department » a mené une campagne d'extermination des animaux sauvages dans les vallées d'Ankole, de Masaka et de Bunyoro; de 1952 à 1962, y ont été abattus 60 182 grands mammifères sauvages dont notamment 20 185 bushbucks, 4 553 suidés, 3 556 waterbucks et plus de 4 000 buffles, 6 000 reedbucks...

la faune primitive —, les projets d'élevage de bétail à Kitangule, près de la rivière Kagera, en Tanzanie, juste au sud de la frontière de l'Uganda (6), et les implantations humaines qui se développent dans le Mutara et le territoire annexe du P.N.K., aboutissent tous à la raréfaction, à la disparition de la grande faune.

Dans le P.N.K. lui-même, la lutte contre le braconnage est sérieusement entravée par le manque de matériel roulant à la disposition permanente du service de surveillance, par le fait que la piste reliant les lacs Mihindi et Ihema n'est plus praticable que jusqu'au nord du lac Hago, par le manque total d'embarcations pour effectuer des patrouilles sur la Kagera ou sur les lacs... En outre, certains braconniers se livrent à la chasse à partir de la route Gabiro-Kakitumba. Ce braconnage pourrait aisément être contrecarré en effectuant des patrouilles à vélo le long de cette route. On se doit de louer le courage du personnel de surveillance et des conservateurs qui s'efforcent avec de maigres moyens de réduire le braconnage. Leur action a permis ainsi l'arrestation, d'avril à juin 1967, de 23 chasseurs rwandais dans le secteur sud de Lurama, et de 29 pêcheurs Tanzaniens, 10 sur le lac Kivumba et 19 sur l'île Shango.

Le 26 juin 1966, la Commission de la Communauté économique européenne a pris la décision de financer pour un montant de 42 000 000 de francs rwandais un programme de recherches géologiques et minières dans le parc national de la Kagera (7). Cette décision fut ratifiée par la Convention du 13 mars 1967 de Kigali entre le Ministère de l'Agriculture et les agents de l'équipe chargée de la prospection minière. Cette convention, en cinq articles, ne limite nullement les moyens mis en œuvre pour la prospection. Par contre, elle assortit les déplacements et les conditions

(6) Un projet de création d'un Parc national au sud de cette région est à l'étude.

(7) Dans leur manifeste de décembre 1966, rédigé à Louvain, les étudiants rwandais en Belgique, qui analysaient l'impact destructif qu'aurait l'ouverture du P.N.K. à une prospection minière peu soucieuse de la survivance du Parc, affirmaient:

...nous ne voyons nullement quels seraient les avantages d'une extension dans l'exploitation minière à tout prix s'il faut détruire, sans compensation à longue échéance, des richesses naturelles indispensables tant au développement du tourisme qu'à de nombreuses études scientifiques.

de travail de l'équipe de prospection de nombreuses mesures conservatoires.

La première phase de la prospection amorcée dans la seconde quinzaine de mars et achevée en mai 1967, s'est limitée à la plaine Nyaruhuru où ont été effectués des forages d'une vingtaine de mètres de profondeur et aux collines Kigarama, Ndago, Sabasengo et Mutisumu, où ont été creusées, au bulldozer, plus d'une douzaine de tranchées d'une longueur atteignant jusqu'à 120 mètres, larges de 3 à 5 mètres, et profondes souvent de près de deux mètres.

Une piste routière, particulièrement inesthétique, longue de 70 km a été construite par cette équipe de prospection. En plusieurs points, spécialement dans la chaîne montagneuse du Nyamiyaga, elle constitue incontestablement l'amorce d'une succession de phénomènes érosifs.

Plusieurs embranchements ont été aussi construits, parfois fort longs, conduisant à des impasses (collines de pente trop raide par exemple) comme si l'itinéraire même de cette piste routière n'avait pas été préalablement étudié.

Toute la plaine Nyaruhuru est complètement désertée par la faune sauvage, jadis si riche en cette région. Les rares animaux, principalement des ongulés et une avifaune extrêmement appauvrie, qui survivent dans cette région du P.N.K. sont incontestablement nerveux. Cela est d'autant plus regrettable qu'existe non loin un important Salt-Lick dont on sait qu'il constituait une valence très positive pour les mammifères sauvages.

Le 27 juillet, la présence de charognards a permis de découvrir dans cette région un zèbre tué le jour même dans deux barrages érigés par des braconniers et d'une longueur moyenne de cent mètres, comportant plus de trente pièges en épais fils métalliques. La localisation de ces pièges par rapport à la piste routière de prospection permet aisément de présumer que les braconniers se servent de cette route comme voie de pénétration aisée dans le P.N.K.

Actuellement, la zone de prospection ne s'est pas encore étendue à la plaine Migina qui supporte une biomasse particulièrement élevée d'ongulés, relevée par comptage par transects. Aucune perturbation n'a encore été apportée au splendide petit

lac Kizi qui s'est formé en 1963 dans une dépression et que des hippopotames venus de Kamakaba ont déjà peuplé.

L'équilibre naturel du Parc naturel de la Kagera, et par là même sa survivance, est réellement menacé par la prospection minière de l'ampleur prévue qui ne revêt qu'un caractère temporaire et destructif, malgré les indéniables mesures conservatoires dont est assortie la réalisation de ce programme. Il faut se persuader, en toute conscience, qu'une continuation de la recherche minière des 350 km² qui lui sont ouverts, et dont une petite partie seulement a été étudiée jusqu'à présent, compromet gravement les possibilités de survie d'une unité écologique valable au P.N.K. dont la conservation ultérieure ne pourra se poursuivre sans un acte d'autorité.

4. *Un espoir de survie*

Deux projets de création de nouvelles réserves naturelles ont récemment échoués. Le premier visait à la conservation d'une minime étendue, à une vingtaine de km de Kigali, qui aurait été clôturée et artificiellement peuplée d'animaux sauvages. Le second proposait la mise en réserve, dans le Bugesera, d'une région de 25 000 ha de savane boisée où survivent notamment les derniers éléphants du Rwanda oriental qui y sont encore occasionnellement chassés, parfois à partir d'hélicoptère, bien que leur population totale ne dépasse plus cent individus.

Des impératifs économiques justifieraient à eux seuls la conservation des derniers lambeaux de forêt primaire de la dorsale Congo-Nil; ils justifieraient la conservation des habitants aquatiques de la Nyawarongo, dans le Rwanda oriental, où la population d'hippopotames est en déclin, en vue de l'exploitation cynégétique et rationnelle des populations de crocodiles, d'hippopotames — dont la densité de population avoisine 10 individus par kilomètre courant en aval d'Icyanya — et de l'avifaune particulièrement riche et diversifiée, qui vivent dans ces zones marécageuses qui jouent un rôle primordial dans l'équilibre hydrique du Rwanda Oriental.

Les réserves naturelles existantes au Rwanda sont attaquées de toutes parts bien qu'elles ont toutes les raisons d'être. Assez vastes pour être représentatives d'unités écologiques, elles sont appel-

lées à jouer le rôle de laboratoires naturels absolument irremplaçables. Leur aménagement cynégétique et touristique, tel qu'il est préconisé pour le cas du P.N.K. par le major KINLOCH, peut les transformer en une importante source de revenus. Ainsi, le Kenya tire du tourisme sa seconde source de revenu national. Or, 80 % des 70 000 touristes étrangers qui se rendent annuellement en Afrique Orientale y sont avant tout attirés par la nature sauvage, et principalement par la grande faune.

Pour quelque temps encore, la création et l'aménagement de réserves naturelles où l'influence humaine serait maintenue à un minimum, doit avoir toute la priorité.

Néanmoins, il est indispensable de s'intéresser aussi aux territoires situés en dehors des Parcs nationaux et qui sont encore plus ou moins riches en vie sauvage. Il n'est pas exclu que plusieurs régions marginales du Rwanda Oriental seraient utilisées au mieux en y aménageant les éco-systèmes naturels. Ce qui préviendrait de plus la dégradation des terres et une nouvelle réduction inutile des populations d'animaux sauvages.

En ce domaine, un programme d'éducation revêt une importance capitale. Ainsi a été créé, en Afrique Orientale, le « College of African Wildlife Management » de Mweka. Ainsi sont financées, par les gouvernements et plusieurs organisations telles que l'East African Wildlife Society, des équipes qui vont de village en village projeter des films et tenir des conférences sur la nécessité économique de conserver la vie sauvage... On estime ainsi qu'une de ces équipes mobiles, travaillant en Tanzanie, a déjà atteint en deux années une audience de près de 265 000 personnes!

Enfin, il est devenu absolument indispensable d'accroître les efforts de répression du braconnage qui prend une ampleur catastrophique dans les principaux secteurs giboyeux du Rwanda, en dehors des deux Parcs nationaux.

Rendu possible par le renforcement de la législation en matière de protection des animaux sauvages et intervenu en août 1966, ce ne serait pas seulement une question de disposer de plus de fonds. Un personnel, même très limité, expérimenté, aux nombreuses qualifications, et une somme relativement modeste dépensée pour l'achat d'un petit avion (pour repérer les bracon-

niers, effectuer des recensements, pourvoir un transport rapide) seraient plus utiles qu'une somme relativement plus importante qui servirait à gonfler les effectifs de l'administration.

Un gigantesque effort en matière de conservation est devenu indispensable. C'est à la fois la nécessité d'un planning pour la création de voies d'accès et de pénétration dans les réserves naturelles, pour l'aggrandissement ou la création d'hôtels à leur périphérie, pour la mise sur pied d'unités mobiles, dont le « commando du Dr. King » au Kenya est un des meilleurs exemples, chargées de la transplantation des espèces menacées localement, l'intégration des Parcs nationaux rwandais dans les circuits touristiques d'Afrique Orientale, l'élaboration d'une méthodologie pour les recherches fondamentales et appliquées à conduire dans les réserves naturelles, partielles ou intégrales, l'accroissement des effectifs des gardes-chasses dans les zones giboyeuses même non comprises dans les réserves naturelles, et la mise sur pied d'un indispensable programme d'éducation.

29 mars 1968.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BOURLIÈRE, F.: Le rôle scientifique des Parcs nationaux, en particulier dans les régions tropicales (Communication à la 1^{re} conférence mondiale des Parcs nationaux, 1962).
- [2] —: Protection et exploitation rationnelle de la grande faune (in *Enquêtes sur les ressources naturelles du continent africain*, Unesco, 1963, p. 407-419).
- [3] CURRY-LINDAHL, K.: Contribution à l'étude des vertébrés terrestres en Afrique tropicale (Publication de l'Institut des Parcs nationaux du Congo et du Rwanda, 1961).
- [4] —: La situation actuelle dans les Parcs nationaux Albert et de la Garamba (*Bulletin UICN*, juillet-septembre 1966).
- [5] DE LEYN, G.: Le domaine de chasse du Mutara (Dir. Service Agriculture du Ruanda-Urundi, 1960).
- [6] —: Contribution à la connaissance du lycaon au Parc national de la Kagera (Publication de l'Institut des Parcs nationaux du Congo et du Ruanda, 1962).
- [7] DORST, J.: Avant que Nature meure (Delachaux & Niestlé, 1965, p. 1-424).

- [8] FRANKART, R. et LIEBEN, L.: Bugesera-Mayaga (Ruanda). Notice explicative de la carte des sols et de la végétation (Publication de l'Inst. nat. pour l'étude agron. au Congo belge, 1956, 57 p. + 2 pl.).
- [9] FRECHKOP, S.: Mammifères. Exploration du Parc national de la Kagera. (Publication de l'Institut des Parcs nationaux du Congo belge, 1944).
- [10] HARROY J.-P.: *Bull. Séances Acad. royale Sci. Outre-Mer*, N.S., 8, 524-530, Bruxelles 1962.
- [11] HEDIGER, H.: Observations sur la psychologie animale dans les Parcs nationaux du Congo belge (Publication de l'Institut des Parcs nationaux du Congo belge, 1951).
- [12] KAHL, M.: A contribution to the ecology of the Marabou Stork in East Africa (*Journ. of Zool.*, 1966, 148, 289-311).
- [13] KING, J.: Field Studies on reproduction of Grants and Grevys Zebras (*East African Wildlife Journal*, August 1965).
- [14] KINLOCH, B.: Rapport sur le développement du tourisme au Parc national de la Kagera (Ministère du Tourisme, Kigali, août 1966).
- [15] KLINGEL, H.: Notes on the biology of the plain Zebra (*Equus Quagga*) (*East African Wildlife Journal*, August 1965).
- [16] KRUK: Clan system and feeding habits of spotted hyaenas (*Crocuta Crocuta* Erselbers) :*Nature*, 1966, vol. 209, n° 5 029, p. 1 257-1 258).
- [17] LAMBRECHT, F.: Some principles of tsetse control and land-use with emphasis on wildlife husbandary (*East African Wildlife Journal*, August 1966, p. 89-97).
- [18] LEBRUN, J.: Esquisse de la végétation du Parc national de la Kagera (Publication de l'Institut des Parcs nationaux du Congo belge, 1955, p. 1-89).
- [19] SALE, J.-B.: The feeding behaviour of rock hyraces in Kenya (*East African Wildlife Journal*, August 1965).
- [20] SCHENKEL, R.: Sociology and behaviour in Impala (*Melampus Lichtenstein*) (*East African Wildlife Journal*, August 1966, p. 89-114).
- [21] VERSCHUREN, J.: Introduction à l'écologie des grands mammifères au Parc national de la Kagera (Publication de l'Institut des Parcs nationaux du Congo et du Rwanda, 1965).

**Th.-G. Sahama. — Why is Mt. Nyiragongo
a volcano of outstanding mineralogical
and petrological interest?**

Through the classical petrographic studies by A. LACROIX (Paris) and Arthur HOLMES (Edinburgh) it was known that the outer slopes of the volcano Mt. Nyiragongo in North Kivu consist of lavas with beautifully fresh and relatively large crystals of the mineral nepheline ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$). LACROIX and HOLMES never visited the volcano but used specimens collected by geological explorers of the area.

Having knowledge of the existence of such lavas on Nyiragongo, the author was looking for material of volcanic nepheline for mineralogical laboratory study. Following the advice kindly given by the late Madame Elisabeth JÉRÉMINE (Paris) the author visited professor Jacques THOREAU in Louvain and professor HOLMES in Edinburgh in 1951. Both gentlemen very generously handled over a piece of the nepheline-bearing Nyiragongo lava which, at that time, was a great rarity in petrographic rock collections. The specimens were very similar to each other in appearance and that given by HOLMES was used for study. The nepheline crystals were extracted out of the specimen and subjected to chemical analysis by Mr. H.-B. WIIK, mineral analyst of the Geological Survey of Finland. The result of his analysis, later verified by a number of additional data, was a considerable surprise in showing more potassium than sodium in weight percent. According to our knowledge of the mineralogy of nepheline, the ratio of potassium to sodium found in the Nyiragongo mineral should not be possible for natural nepheline and, in fact, has not been found later in other areas. On Nyiragongo it must represent an exceptional high temperature crystallization of the magma which, through very rapid cooling, has been preserved as an unstable relict in the rock.

To collect more material of nepheline, an expedition was undertaken to the areas of young alkaline volcanism in British

East Africa in 1952, accompanied by Dr K.-J. NEUVONEN and Mr. Kai HYTÖNEN, both of Finland. It was only more than natural that this journey was extended to North Kivu. Through the courtesy of the late professor Victor VAN STRAELEN, director of the Institut des Parcs nationaux du Congo belge, it was possible to collect specimens of lava on the slopes of Nyiragongo. It was a happy accident that, among the specimens brought back to Helsinki, there was one collected on the Goma-Rutchuru road containing large crystals of a nepheline-looking mineral which could not be identified under the microscope. It was finally suspected that the mineral might represent the very rare species kalsilite (KAlSiO_4) which has a crystal structure different from that of nepheline and which was previously known only from two localities (Uganda, Italy), in both localities as small microscopic grains. X-ray test proved the suspicion to be correct. Kalsilite occurs in the rock in a curious exsolution texture with nepheline. Such a mode of occurrence which is analogous to the common alkali feldspar perthite is now known to be characteristic of the Nyiragongo lavas, but has not been found outside this area. The occurrence on Nyiragongo is in a perfect agreement with the data known for the stability relations in the synthetic NaAlSiO_4 - KAlSiO_4 system.

It was now clear that the mineralogy of the Nyiragongo lavas does exhibit some unusual features worth studying more closely. For that reason, a new visit was paid to the Kivu area in 1954, accompanied by Mr. HYTÖNEN. On that trip the author was fortunate of meeting professor Marcel-E. DENAEYER in the field and partly working with him. The main part of the field work was made in the company of the late Mr. André MEYER, of the Service géologique du Congo belge, who was specially released for the purpose from his ordinary duties by the director of the Survey, M. François CORIN. During this field work a fairly extensive series of specimens was collected from the outer slopes of the volcano including Mt. Shaheru and Mt. Baruta and from the lava plain between the mountain and the town of Goma. A rough geological sketch map of the Nyiragongo area was prepared, based on the rather poor topographic background available at that time. A laboratory study of the material resulted in the discovery of a number of new mineral species and varieties

one of which was named delhayelite in honor of the late professor Fernand DELHAYE. This mineral is a complex water containing aluminosilicate.

The close cooperation with Mr. MEYER established in 1954 was greatly facilitated by his transfer to Goma where he was put in charge of a permanent observation and study of the Virunga volcanoes. From time to time field data and specimens were sent by him to the author and on two occasions he visited the authors laboratory. During his first visit in November 1956 a telegram was received from the governor of the Belgian Congo with the information that the north flank of Mt. Nyamuranira had started erupting. Mr. MEYER had to interrupt his visit and rushed back to Kivu. A week later the author arrived to the area. The eruption was a small one and had ceased before it could be observed on the spot. On the visit, however, more material was collected especially on Baruta. During Mr. MEYER's second visit in Finland a progress report was prepared in which the field and laboratory data were collected together. This report was published in 1958 by the Parcs nationaux.

In 1958 a preliminary expedition to Nyiragongo was organized by the Institut pour la recherche scientifique en Afrique centrale (IRSAC) under the leadership of professor Ivan DE MAGNÉE. It was a merit of Mr. Haroun TAZIEFF that this expedition for the first time could descend down to the inner crater. Due to illness the author could arrive to the mountain, invited by the Parcs nationaux, only two weeks after the expedition had finished its work. Through the practical organizer of the IRSAC expedition, commandant C. TULPIN, facilities had been left behind on the mountain permitting a descent to the upper platform of the crater. Accompanied by Mr. and Mrs. MEYER, Mr. TULPIN and Mr. Marcel-A.-P. VERHAEGHE, systematic collectioning was made in different parts of the upper crater.

In 1959, a large expedition was sent to Nyiragongo by the Centre national de Volcanologie (Belgique) under the leadership of professor Pierre EVRARD. This expedition made a descent to the lava lake on the bottom of the crater. Duplicates of specimens collected by Mr. MEYER were placed at the author's disposal, including series of specimens across the strata of lava beds above and below the upper platform. The boxes containing

the collection arrived safely in Helsinki two years after the expedition, a year after the independence of Congo.

After 1959, new field work has not been done in the Kivu area. The material available in the collections of different institutes in Brussels and in Helsinki has, however, permitted a number of petrographic and mineralogical studies, an important part of which was carried out by professor DENAEYER. On the basis of air photographs, Mr. R.-L.-G. THONNARD and professor DENAEYER compiled a general geological map of the area.

With the above lines a brief scetch was given of the more recent history of the field study of Nyiragongo, mainly describing the author's share in it. Now, why all this work? It is certainly true that the aim of the research is to explore the geological structure of all parts of the world. The experience gained will aid us in gradually learning more about the geological processes and laws governing the structure of the Earth's crust. In exhibiting aspects of more than merely local or regional importance, however, some areas are more instructive than others. Apart from purely volcanological, general geological and geophysical aspects, the study of the mineralogy and petrology of the Nyiragongo rocks offers more than just a new area and a new series of rocks to work with. These rocks have been found exceptional, sometimes even giving the impression that, on creating the Nyiragongo volcano, Nature had forgotten to attend the lectures of learned geology professors.

A number of extraordinary minerals are specific to Nyiragongo and, so far, have not been detected elsewhere. It was mentioned above that the discovery of the extremely potassian nepheline and kalsilite drew the author's attention to the volcano. These minerals have been studied in the laboratory using various techniques. In addition, for the mineral melilite commonly occurring on Nyiragongo, no counterpart has been found outside the area. The melilite of volcanic rocks consists mainly of the three components $\text{NaCaAlSi}_2\text{O}_7$ (alkali melilite), $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ (åkermanite) and $\text{Ca}_2\text{FeSi}_2\text{O}_7$ (iron aakermanite). In some rock varieties on Nyiragongo the mineral is heavily zoned. It has been possible to show that, when passing over from the core of a zoned crystal to its margin, the content of the iron åkermanite component increases and that of the (magnesium) åkermanite

decreases rapidly whereas the content of the alkali melilite component remains virtually constant. Under suitable conditions this trend can result in a melilite which is exceptionally rich in iron and exhibits optical properties deviating radically from those of ordinary rock forming melilite. Like in most other dark rock making silicates, also in melilite the main shift in chemical composition during progressing crystallization occurs in the ratio in which Mg and Fe atoms are incorporated in the crystal structure of the mineral. This same trend is detectable also for the calcium olivine. The calcium olivine mineral monticellite (CaMgSiO_4) represents a known species. On Nyiragongo this mineral occurs in a complete solid solution series with its iron analogue CaFeSiO_4 for which the name kirschsteinite was given and which is not known outside the volcano. This mineral name honors Dr. Egon KIRSCHSTEIN, the early petrographic pioneer who, in the begin of this Century, made the first rock collection in the North Kivu area.

It has been said that, in the branch of mineralogy, one of the duties of the present generation is to explore most of the chemical compounds which do occur in nature as minerals. Due to the rapid post-war development of the modern laboratory technique, the mineralogist of today is well equipped for this task. In fact, the number of new mineral species and varieties reported annually in mineralogical journals has increased remarkably in recent years. Most of such minerals represent, however, just rarities found merely in a few localities of more or less exceptional geological environment. Yet, from the point of view of mineralogy proper, the scientific value of a mineral species does not depend on its abundance in Nature. Even a rare species can be of a high importance in establishing a natural system of minerals, in exhibiting a special kind of crystal structure, in illustrating the mode of occurrence of a chemical element in Nature, etc. In view of these aspects the few examples of minerals specific to Nyiragongo will illustrate the peculiarities which make the volcano attractive to a mineralogist.

A rock is nothing but a mixture of its constituent minerals. If these minerals are outstanding, the rock must inevitably show unusual characteristics. This simple rule is certainly valid for the Nyiragongo lavas. In the early days of exploration, before

any descent into the crater of the main cone had been made, it was thought that the mountain represents a nephelinite volcano. The few rock specimens available for inspection were collected on the outer slopes, mainly on the path leading from the south to the crater rim. Nephelinite is a rock in which the mineral nepheline is the most abundant constituent. After a descent into the difficultly accessible upper crater had been effected by Mr. TAZIEFF in 1948 and by Mr. MEYER in February and, a second time, in June of 1956, it was realized that nephelinite lava flows on the outer slopes rest like the icing on a cake covering melilitite lavas. Collectioning of specimens on Shaheru and Baruta in 1954 revealed the fact that also these two extinct tributary volcanoes consist essentially of melilitite. In this rock the mineral melilite, instead of nepheline, forms the most conspicuous constituent. Later field work in 1958 and 1959 have verified the idea according to which the main mass of the Nyiragongo complex is built up of different varieties of melilitite material.

Melilitite lavas are known from several volcanoes in Africa, in Italy, etc. So far, however, Nyiragongo remains unique in representing a big active volcano with essentially melilitite lava beds. This circumstance will become still more conspicuous by the fact that the neighboring active volcano Mt. Nyamuragira, lying only ca. 15 km to the North-West, consists of entirely different material (so called "basanite") in which the minerals nepheline and melilite are absent. The sharp petrographic difference between the two volcanoes seems to indicate that the magma feeding these volcanoes must come from different depths and along different fault surfaces known to exist in abundance beneath the bottom of the Rift Valley. Thus, it is well understood why the Nyiragongo lavas are different from those of Nyamuragira.

Two points are important in judging the origin of the Nyiragongo melilitite magma.

1. Extensive synthetic studies made in recent years especially at the Geophysical Laboratory of the Carnegie Institution of Washington have demonstrated that, if the fractional crystallization of an ordinary basaltic magma proceeds under high pressure, then the composition of the rest melt still left uncrystallized

will gradually shift towards those of alkaline rocks. If such rest magmas from which the crystalline phases have been removed by crystal settling will reach the surface, they will consolidate yielding lavas with nepheline or even with melilite.

This result represents an experimental fact which can not be neglected. It might, possibly, help in interpreting the origin of the Nyamuragira magma. On the other hand, it is by no means certain that high pressure alone would be sufficient to explain the development of the curious Nyiragongo melilititic melt from an ordinary basaltic parent magma. On the contrary, a number of field evidence seems to support the view according to which other factors must have been involved.

2. A number of other volcanoes and intrusive rock bodies largely in Central Africa demonstrate a close connection between melilititic rocks and carbonatites. Carbonatites are defined as rocks consisting essentially of carbonate minerals which crystallized direct from molten carbonate magma. Accordingly, they are fundamentally different from limestones of sedimentary origin. The discovery of the world-wide occurrence of carbonatite rocks is one of the great achievements of the post-war petrological research. Through experimental work it has been shown that, in principle, such carbonate melts can occur in conditions to be expected in Nature.

Being an active volcano, Nyiragongo has not been exposed to erosion to an extent as to make the roots of the mountain accessible. By analogy, however, it may be concluded that carbonate-rich fractions are possible in the magma reservoir which must exist beneath the volcano. In fact, as has been suggested by Mr. MEYER, the subvolcanic basement of Nyiragongo very probably represents a kettle in which carbonatite magma is being developed.

The two points mentioned above do not represent alternative explanations of the process which produced the Nyiragongo magma. They will merely serve as initial starting points when trying to build up a reasonable hypothesis. It is evident that the process must have been rather complicated involving phenomena like gas transfer of, say, alkalis from the deeper parts of the magma basin to its top, etc. Actually, the field and laboratory

data made available up to the present do not permit telling the entire story of the development of the Nyiragongo magma.

On the other hand, it is equally evident that a full understanding of the magmatic process which resulted in the Nyiragongo lava material would essentially aid us in disclosing the connections between carbonatites and alkaline silicate magmas in other areas. In this respect the unusual character of the Nyiragongo magma makes it to a valuable link in the series of rock types involved. The information obtainable through studying Nyiragongo will have its important bearing in exploring the general problem of carbonatites and alkaline magmas. For a petrologist this is a good reason to go on with the study of Nyiragongo.

In this paper only the mineralogy and petrology of the Nyiragongo rocks has been treated. With a number of papers, not to be listed here, the author has been privileged to participate in that research. For obvious reasons, Nyiragongo belongs to the sphere of interest of the Musée royal de l'Afrique centrale in Tervuren which institute, through its director Mr. Lucien-S. CAHEN, assisted in several ways in the practical matters connected with the work. The study of the rock pile produced by Nyiragongo is, of course, only one side of the story. As has been recently summarized in a very illustrative way by Mr. TAZIEFF, the many aspects exhibited by the volcano in other branches of research are equally important and make this volcano an outstanding subject of international cooperation. It is therefore well founded that the International Institute of Volcanological research in Catania under the presidency of professor Alfred RITTMANN has taken the initiative to send a new international expedition to Nyiragongo under the leadership of Mr. TAZIEFF. May we hope that this expedition will be successful.

March, 29th 1968.

BIBLIOGRAPHY

- [1] 1952: Leucite, potash nepheline, and clinopyroxene from volcanic lavas from southwestern Uganda and adjoining Belgian Congo (*American Journal of Science*, Bowen-Volume) (together with H.-B. WILK).

- [2] 1953: Mineralogy and petrology of a lava flow from Mt Nyiragongo, Belgian Congo (*Annales Academiae Scientiarum Fennicae*, Ser. A III, N° 35).
- [3] 1953: Parallel growth of nepheline and micropertthitic kalsilite from North Kivu, Belgian Congo (*Annales Academiae Scientiarum Fennicae*, Ser. A III, N° 36).
- [4] 1954: Determination of the composition of natural nephelines by an X-ray method (*Mineralogical Magazine*, vol. 30) (together with J.-V. SMITH).
- [5] 1956: Determination of the composition of kalsilites by an X-ray method (*Mineralogical Magazine*, vol. 31) (together with K.-J. NEUVONEN and Kai HYTÖNEN).
- [6] 1957: Order-disorder in kalsilite (*American Mineralogist*, vol. 42) (together with J.-V. SMITH).
- [7] 1957: Tri-kalsilite, a new mineral (*American Mineralogist*, vol. 42) (together with J.-V. SMITH).
- [8] 1957: Götzenite and combeite, two new silicates from the Belgian Congo (*Mineralogical Magazine*, vol. 31) (together with Kai HYTÖNEN).
- [9] 1957: Complex nepheline-kalsilite phenocrysts in Kabfumu lava, Nyiragongo area, North Kivu in Belgian Congo (*Journal of Geology*, vol. 65).
- [10] 1957: Kirschsteinite, a natural analogue to synthetic iron monticellite, from the Belgian Congo (*Mineralogical Magazine*, vol 31).
- [11] 1958: Calcium-bearing magnesium-iron olivines (*American Mineralogist*, vol. 43) (together with Kai HYTÖNEN).
- [12] 1958: Study of the volcano Nyiragongo, A progress report (Exploration du Parc national Albert, mission d'études volcanologiques, fasc. 2) (together with André MEYER).
- [13] 1959: Delhayelite, a new silicate from the Belgian Congo (*Mineralogical Magazine*, vol. 32) (together with Kai HYTÖNEN).
- [14] 1960: Identity of calcium rinkite and götzenite (*American Mineralogist*, vol. 45).
- [15] 1960: Kalsilite in the lavas of Mt. Nyiragongo (Belgian Congo) (*Journal of Petrology*, vol. 1).
- [16] 1961: Contact microradiographic distinction between nepheline and kalsilite in thin section (*Comptes rendus de la Société géologique de Finlande*, n° 33).
- [17] 1961: Thermal metamorphism of the volcanic rocks of Mt Nyiragongo (Eastern Congo) (*Comptes Rendus de la Société géologique de Finlande*, N° 33).
- [18] 1962: Order disorder in natural nepheline solid solutions (*Journal of Petrology*, vol. 3).
- [19] 1962: Perthite-like exsolution in the nepheline-kalsilite system (*Norsk Geologisk Tidsskrift*, Bd. 42).

- [20] 1962: Petrology of Mt Nyiragongo: A review (*Transactions of the Edinburgh Geological Society*, vol. 19).
- [21] 1965: Infrared absorption of nepheline (*Comptes rendus de la Société géologique de Finlande*, n° 37).
- [22] 1966: Relationship between götzenite and rosenbuschite (*Comptes rendus de la Société géologique de Finlande*, n° 38).
- [23] 1967: Iron content of melilite (*Comptes rendus de la Société géologique de Finlande*, n° 39).
- [24] 1967: Infrared absorption of melilite (*Comptes rendus de la Société géologique de Finlande*, n° 39).
- [25] 1968: Mineralogical composition of the Nyiragongo rocks (*Geologische Rundschau, Rittmann-Volume*) (In press).

Zitting van 31 mei 1968

De zitting wordt geopend door de H. *I. de Magnée*, vice-directeur.

Zijn bovendien aanwezig: De HH. F. Campus, E.-J. Devroey, P. Evrard, P. Geulette, A. Lederer, L. Tison, M. van de Putte, R. Van Ganse, leden; de HH. F. Bultot, J. De Cuyper, L. Jones, F. Pietermaat, A. Rollet, R. Spronck, geassocieerden; de HH. G. de Rosenbaum, P. Herrinck, correspondenten.

Afwezig en verontschuldigd: De HH. J. Charlier, J. Lamoen, L. Pauwen, J. Van der Straeten, J. Verdeyen, alsook de H. M. Walraet, secretaris der zittingen.

Overlijden van Célestion Camus en van Odon Jadot

Voor de rechtstaande vergadering, roept de H. *I. de Magnée*, vice-directeur, de herinnering op aan onze betreunde confraters *Célestion Camus* en *Odon Jadot*, die beiden overleden op 16 april ll. (blz. 580).

De Klasse vraagt de H. *A. Lederer*, die aanvaardt, de necrologische nota voor het *Jaarboek* op te stellen van *Célestion Camus*, terwijl deze van *Odon Jadot* aan de HH. *J. Van der Straeten* en *R.-J. Cornet* samen toevertrouwd wordt.

« La mise en valeur du bassin hydrographique du Zambèze en Mozambique

De H. *A. Lederer* wijst erop dat belangrijke werken weldra zullen ondernomen worden in Mozambique. Een stuwdam, gebouwd op de Zambesi, te Cabora-Bassa, zal toelaten een hydroelektrische centrale in te stellen van 3 600 MW; later zullen op de benedenloop drie andere stuwdammen opgericht worden.

De Zambesi zal aldus de ontwikkelingsas worden van een deel van Oost-Afrika (blz. 583).

De H. *I. de Magnée* verstrekt een bijkomende inlichting betreffende de gebruiksmogelijkheden van de stroom dezer cen-

Séance du 31 mai 1968

La séance est ouverte par M. *I. de Magnée*, vice-directeur.

Sont en outre présents: MM. F. Campus, E.-J. Devroey, P. Evrard, P. Geulette, A. Lederer, L. Tison, M. van de Putte, R. Van Ganse, membres; MM. F. Bultot, J. De Cuyper, L. Jones, F. Pietermaat, A. Rollet, R. Spronck, associés; MM. G. de Rosenbaum, P. Herrinck, correspondants.

Absents et excusés: MM. J. Charlier, J. Lamoën, L. Pauwen, J. Van der Straeten, J. Verdeyen, ainsi que M. M. Walraet, secrétaire des séances.

Décès de Célestin Camus et de Odon Jadot

Devant l'assemblée debout, M. *I. de Magnée*, vice-directeur, évoque la mémoire de nos regrettés confrères, *Célestin Camus* et *Odon Jadot*, décédés tous deux le 16 avril dernier (p. 580).

La Classe invite M. *A. Lederer*, qui accepte, à rédiger, pour l'*Annuaire*, la notice nécrologique de *Célestin Camus*, celle d'*Odon Jadot* étant confiée conjointement à MM. *J. Van der Straeten* et *R.-J. Cornet*.

La mise en valeur du bassin hydrographique du Zambèze en Mozambique

M. *A. Lederer* expose que des travaux importants vont être entrepris incessamment en Mozambique. Un barrage construit sur le Zambèze, à Cabora-Bassa, permettra d'installer une centrale hydro-électrique de 3 600 MW; ultérieurement trois autres barrages seront érigés en aval.

Le Zambèze deviendra ainsi l'axe du développement d'une partie de l'Afrique australe (p. 583).

M. *I. de Magnée* fournit un complément d'information au sujet des possibilités d'utilisation du courant de cette centrale,

trale, terwijl de H. A. Lederer vragen beantwoordt van de H. P. Evrard.

« On the critical speed ranges of ships in restricted waterways »

De H. A. Lederer legt een studie voor, getiteld als hierboven, van de H. J.-P. HOOFT, medewerker van onze confrater de H. W. Van Lammeren bij het Scheepsbouwkundig proefstation te Wageningen (Nederland).

De auteur zet er een berekeningsmethode in uiteen betreffende de beslissende snelheid van een schip in water van beperkte diepte of in een kanaal.

De Klasse verzoekt de HH. R. Spronck en L. Tison verslag uit te brengen over dit werk.

De ontzilting van zout water en het belang ervan voor de ontwikkelingslanden »

Zich verenigend met de besluiten van de drie verslaggevers, de HH. A. Lederer, R. Spronck en L. Tison, beslist de Klasse het handschrift terug te sturen naar de auteur, de H. A. VAN HAUTE, hem verzoekend rekening te houden met de besluiten van de verslaggevers.

Tekst der vragen van de wedstrijd 1970

De Klasse stelt als volgt de tekst vast der 5de en 6de vraag van de jaarlijkse wedstrijd 1970:

5. Men vraagt een bijdrage tot de oplossing van een probleem der verrijking van erisen, betrekking hebbend op een laag gelegen in een ontwikkelingsland.

6. Men vraagt een bijdrage tot het voorkomen van een soort corrosie eigen aan tropische landen.

Jaarlijkse wedstrijd 1968

Zich verenigend met het voorstel van de H. R. Spronck, gedaan tijdens de zitting van 24.11.1967 en aan het gelijkkluidend advies van de H. L. Tison, beslist de Klasse het werk van de H. A. CLERFAYT, getiteld: „La production d'eau potable par dessalement” te beschouwen als een antwoord op de 5de vraag van de jaarlijkse wedstrijd 1968.

tandis que M. A. Lederer répond à des questions que lui pose M. P. Evrard.

« On the critica speed ranges of ships in restrcted waterways »

M. A. Lederer présente une étude, intitulée comme ci-dessus, de M. J.-P. HOOFT, collaborateur de notre confrère M. W. Van Lammeren au Bassin d'essais de carènes à Wageningen (Pays-Bas).

L'auteur y expose une méthode de calcul concernant la vitesse critique de navigation dans une eau de profondeur limitée ou dans un canal.

La Classe invite MM. R. Spronck et L. Tison à faire rapport sur ce travail.

**« De ontziltng van zout water en het
belag ervan voor de ontwikkelingslanden »**

Se ralliant aux conclusions des trois rapporteurs, MM. A. Lederer, R. Spronck et L. Tison, la Classe décide le renvoi de son manuscrit à l'auteur, M. A. VAN HAUTE, en l'invitant à tenir compte des avis exprimés par les rapporteurs.

Texte des questions du concours 1970

La Classe arrête comme suit les textes des 5^e et 6^e questions du concours annuel 1970:

5. *On demande une contribution à la solution d'un problème d'enrichissement de minerai portant sur un gisement situé dans un pays en voie de développement.*

6. *On demande une contribution à la prévention d'un type de corrosion propre aux pays tropicaux.*

Concours annuel 1968

Se ralliant à la proposition de M. R. Spronck, faite lors de la séance du 24.11.1967, et à l'avis conforme exprimé par M. L. Tison, la Classe décide de considérer l'ouvrage de M. A. CLERFAYT, intitulé: « La production d'eau potable par dessalement » comme une réponse à la 5^e question du concours annuel 1968.

Zij beslist dientengevolge de HH. professoren M. POURBAIX (Brussel) en L. D'OR (Luik) ons hun medewerking te verlenen als tweede en derde verslaggever.

Voorleggen van de gedenkpenning P. Fourmarier

De H. P. *Evrard*, secretaris van het ere-comité professor P. *Fourmarier*, lid van de Klasse voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen, legt aan de Klasse de gedenkpenning voor, geslagen met de beeldenaar van onze Confrater, naar aanleiding van zijn negentigste verjaardag.

De zitting wordt gesloten te 15 h 50.

Elle décide, en conséquence, d'inviter MM. les professeurs M. POURBAIX (Bruxelles) et L. D'OR (Liège) à nous apporter leur concours en qualité de deuxième et troisième rapporteurs.

Présentation de la médaille P. Fourmarier

M. P. *Evrard*, secrétaire du Comité d'hommage au professeur P. *Fourmarier*, membre de la Classe des Sciences naturelles et médicales, présente à la Classe la médaille frappée à l'effigie de notre Confrère, à l'occasion de son nonantième anniversaire.

La séance est levée à 15 h 50.

I. de Magnée. — Hommage à Célestin Camus et Odon Jadot

Notre séance de ce jour sera placée sous le signe d'un double deuil, car nous devons rendre hommage à la mémoire de deux de nos confrères que la mort vient de frapper brutalement et simultanément.

Tous deux étaient, vous le savez bien, de grands constructeurs de voies de communication et le Congo doit à leurs talents d'ingénieurs et de conducteurs d'hommes la plus grande partie de son réseau ferroviaire. Le sort a voulu que, nés presque le même jour, nous quittent le même jour les derniers héros de l'épopée du rail, ceux qui ont réalisé leur œuvre parmi les difficultés les plus incroyables.

Nous avons de la peine à imaginer que le directeur de notre Classe, Célestin CAMUS, ait disparu, lui qui le 29 mars dernier présida notre réunion avec sa courtoisie et sa vivacité habituelles. Nous avons tous été frappés par son intervention percutante au sujet de l'assistance technique.

Né à Bruxelles le 27 mars 1884, notre regretté Confrère conquiert en 1907, à l'U.L.B. le grade d'ingénieur des constructions civiles, puis en 1908 celui d'ingénieur électricien de l'Institut Montefiore. Dès 1909, il est ingénieur au C.F.L., Compagnie dans laquelle va se déployer son intense activité de pionnier et d'organisateur. Successivement directeur du réseau C.F.L., puis ingénieur en chef-directeur, il assura pendant la guerre de 1940-45 la haute direction de la Compagnie et des affaires du Groupe.

Ses états de service militaires ne sont pas moins brillants. En 1914, il est blessé au fort de Walhem, puis envoyé à Albertville pour assurer le service des étapes des troupes en campagne. Au cours de la dernière guerre, il reprend les mêmes fonctions en qualité de lieutenant colonel de la Force publique.

En juillet 1945, de retour en Belgique, il est nommé administrateur-directeur général et plus tard vice-président du C.F.L. Au cours de fréquents séjours en Afrique, il continue à résoudre personnellement des problèmes techniques importants: beaucoup d'entre nous se souviennent de sa communication passionnante à notre Classe au sujet du changement d'écartement du rail Kindu-Albertville, travail qui fut une performance sur le plan de l'organisation.

Son activité inlassable se déployait aussi dans les nombreux Conseils d'Administration de Sociétés congolaises qui ont fait appel à son expérience et son dynamisme.

C'est en 1938 déjà que notre Compagnie reconnut ses mérites exceptionnels, en le nommant associé. En 1956, il devint membre titulaire. Déjà l'année suivante, nous l'avons élu directeur de notre Classe.

En lui, nous perdons un ami sûr et l'une des fortes personnalités de notre Académie.

Odon JADOT est né à Liège le 13 avril 1884, et décédé à Kraainem le 16 avril 1968.

Officier du Génie et ingénieur électricien A.I.Lg, Odon JADOT partit pour la première fois au Congo en 1909 comme ingénieur à la Compagnie des Chemins de Fer du Bas-Congo au Katanga. Il accomplit 14 termes à la Colonie, dont le dernier en 1952.

En 1912, il fut chargé par la Cie du B.C.K. de rechercher un tracé qui, partant du Stanley Pool, se dirigerait vers le Katanga en passant par les terminus de navigation des principaux affluents de gauche du Kasai.

Cette mission très dure fut accomplie malgré l'hostilité des tribus et d'innombrables difficultés.

Ainsi aguerri, Odon JADOT devint en 1922 la cheville ouvrière de l'étude, puis de la construction de la liaison par fer de Bukama à Port-Francqui. Après achèvement en 1928 de cette formidable entreprise, il dirige la construction de la liaison Tenke-Dilolo (K.D.L.).

Mobilisé en 1914, il participe à la victoire de Tabora et remet en exploitation la ligne Tabora—Kigoma. Cette mission accomplie, il prend le commandement d'une Compagnie du Génie au front de l'Yser.

Après achèvement de la ligne Tenke-Dilolo, il devient directeur général du réseau de l'ensemble des Compagnies C.F.K. et L.K.D., responsabilité qu'il assumait avec éclat pendant toute la guerre de 1940,

En 1949, il est nommé président du C.F.K. et du L.K.D. En 1952, il réalise la fusion des deux réseaux dans la Compagnie des chemins de fer K.D.L., dont il est président.

Membre de notre Compagnie depuis mars 1929, il fut élevé à l'honorariat en 1956. Il publia dans nos séries *Transports sur route au Congo belge*; *Le programme ferroviaire du Congo belge* et *Le développement de la question du programme ferroviaire au Congo belge*.

Homme d'action et chef à la détermination quasi légendaire, Odon JADOT laissera lui aussi le souvenir d'un grand ingénieur et d'un homme dévoué sans limites à une tâche exaltante.

31 mai 1968.

A. Lederer. — La mise en valeur du bassin hydrographique du Zambèze

1. *Introduction*

En cette année 1968, d'importants travaux de mise en valeur du bassin hydrographique du Zambèze vont être entrepris; les Portugais ont, en effet, décidé la construction d'une grande centrale hydro-électrique à Cabora-Bassa, localité située en Mozambique.

En ce point, les eaux du fleuve ont creusé un chemin tourmenté à travers une vallée encaissée. Le site se prête de façon exceptionnellement favorable à l'érection d'un barrage de retenue de grande hauteur. Actuellement, les variations saisonnières du débit sont extrêmement importantes; après la construction du barrage, on pourra produire une puissance très élevée, ce qui aura aussi pour conséquence d'améliorer sensiblement la régularité du débit à l'aval.

En fait, les travaux de Cabora-Bassa ne sont pas les premiers à être entrepris pour tirer parti du formidable potentiel d'énergie que représente les eaux du Zambèze.

En 1960, les deux Rhodésies ont mis en service une grande centrale hydro-électrique située environ 550 km à l'amont de Cabora-Bassa. Un barrage a été créé dans les gorges de Kariba de façon à pouvoir y installer deux centrales souterraines développant chacune 600 MW. Seule la centrale prévue sur la rive sud est actuellement en service.

La construction de la deuxième centrale, celle sur la rive gauche, est postposée par suite des événements politiques. Dès lors, pour ne pas freiner le développement du bassin hydrographique du Zambèze et des régions limitrophes, les Portugais ont jugé le moment venu de construire la centrale hydro-électrique de Cabora-Bassa.

2. Historique

L'existence des rapides du grand fleuve africain et d'un lac plus au Nord, le lac Nyassa, était déjà connue, semble-t-il, dès 1556. Des voyageurs portugais parcourant la côte du Mozambique rapportaient les récits que leur avaient fait les chefs indigènes de la région.

Le premier voyageur qui ait atteint les rapides du Zambèze serait Caspar BOCCARO en 1616, au cours d'une expédition de Tete, sur le Zambèze, à Kiloa, sur la côte du canal de Mozambique. Au cours de ce même périple, l'explorateur aurait remonté le lac Nyassa et passé le long des rives du Tanganika, devançant ainsi de près de deux siècles et demi BURTON et SPEKE, à qui la découverte de ce lac est attribuée.

BOCCARO aurait également devancé le célèbre explorateur-missionnaire David LIVINGSTONE qui, en compagnie de Sir John KIRK, avait parcouru en 1858 cette région.

Le voyage de BOCCARO est étonnant pour l'époque, lorsqu'on songe aux difficultés que durent surmonter LIVINGSTONE et KIRK [7]*.

L'obstacle qui avait ralenti la marche des explorateurs britanniques constituait en réalité un important potentiel d'énergie qui a retenu l'attention des économistes et des ingénieurs portugais. En 1957, l'étude des ressources hydro-électriques de Cabora-Bassa et de la mise en valeur des régions avoisinantes a été entreprise [2].

3. Le réseau hydrographique du Zambèze

Le Zambèze prend sa source dans le plateau de Lunda, à proximité de la frontière du Congo; après un parcours de 2 660 km, coupé par de nombreux rapides, il débouche sur le canal de Mozambique (*fig. 1*).

Son lit est compris entièrement entre les 12^e et 18^e parallèles sud, dans une zone à climat tropical avec une saison sèche d'environ 7 mois. Le bassin versant de 1 200 000 km² de superficie est

* Les chiffres entre [] renvoient à la bibliographie *in fine*.

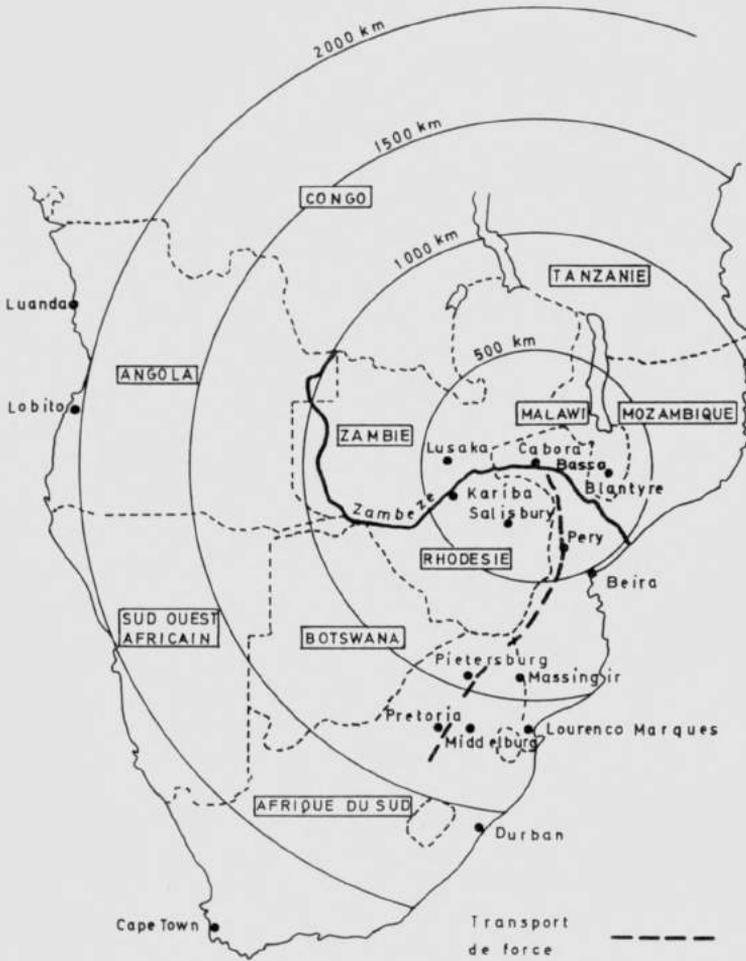


Fig. 1. — Position de Cabora-Bassa sur le Zambèze et en Afrique australe

alimenté en eau d'une façon beaucoup moins régulière que celui du Congo.

La source du Zambèze est située en Zambie à une altitude d'environ 1 100 m. Le fleuve traverse une partie de l'Angola, revient en Zambie et forme ensuite la frontière entre cet Etat et le Sud-Ouest africain, puis la Rhodésie du Sud.

Sur cette partie du parcours, on rencontre d'abord les Victoria falls d'une hauteur de chute de 145 m et, à 700 km en aval,

les gorges de Kariba. Alors que les premières ne sont pratiquement pas exploitées, à Kariba on a érigé la centrale dont question ci-avant. Un peu en aval de ce barrage se trouve le confluent de la Kafue, rivière qui déverse un apport d'eau important dans le fleuve. On pourrait y construire également une centrale hydro-électrique car, sur quelques kilomètres, la dénivellation du thalweg de la Kafue est de 60 m. Lors de l'étude qui a précédé la construction du barrage de Kariba, la Rhodésie du Nord, devenue depuis la Zambie, avait exprimé ses préférences pour l'aménagement de cet affluent, mais la construction d'un seul barrage à Kariba pour alimenter deux centrales se révéla plus économique. Le contexte politique actuel conduit les autorités zambiennes à proposer de nouveau l'aménagement de la Kafue.

Le Zambèze franchit la frontière du Mozambique à Zumbo, 300 km à l'aval de Kariba.

C'est à partir de là qu'une succession de rapides précède la traversée de la plaine alluvionnaire dans laquelle le fleuve a creusé son lit jusqu'à la mer (*fig. 1*).

La zone des rapides intéressée par les nouveaux travaux de régularisation s'étend sur environ 470 km, de Zumbo, point de jonction des frontières du Mozambique, de la Rhodésie du Sud et de la Zambie, à Lupata (*fig. 2*). Zumbo est situé à une altitude de 325 m et Lupata à 98 m; dans cette zone, la pente moyenne du fleuve est de 48 cm/km. Mais elle est loin d'être uniforme; ainsi sur une longueur de 7 km en amont de Cabora-Bassa, on enregistre une différence de niveau de 24 m, soit de 344 cm/km.

La construction de quatre barrages est projetée dans la zone des rapides; le premier, le plus important, se situe à Cabora-Bassa.

Les trois autres barrages sont prévus en aval. Celui de Panda-Unkua dont le niveau des eaux sera normalement maintenu à 200 m, le pied du barrage étant situé à 138 m, soit une hauteur de retenue de 62 m; le barrage de Panda-Unkua est distant de celui de Cabora-Bassa de 47 km. Vers l'aval, on envisage de construire encore un barrage à Boroma de façon à former un plan d'eau dont le niveau normal se trouve à 142 m d'altitude; la distance de Panda-Unkua à Boroma est de 43 km. Le dernier barrage, prévu à Lupata, est situé à 108 km à l'aval de Boroma;

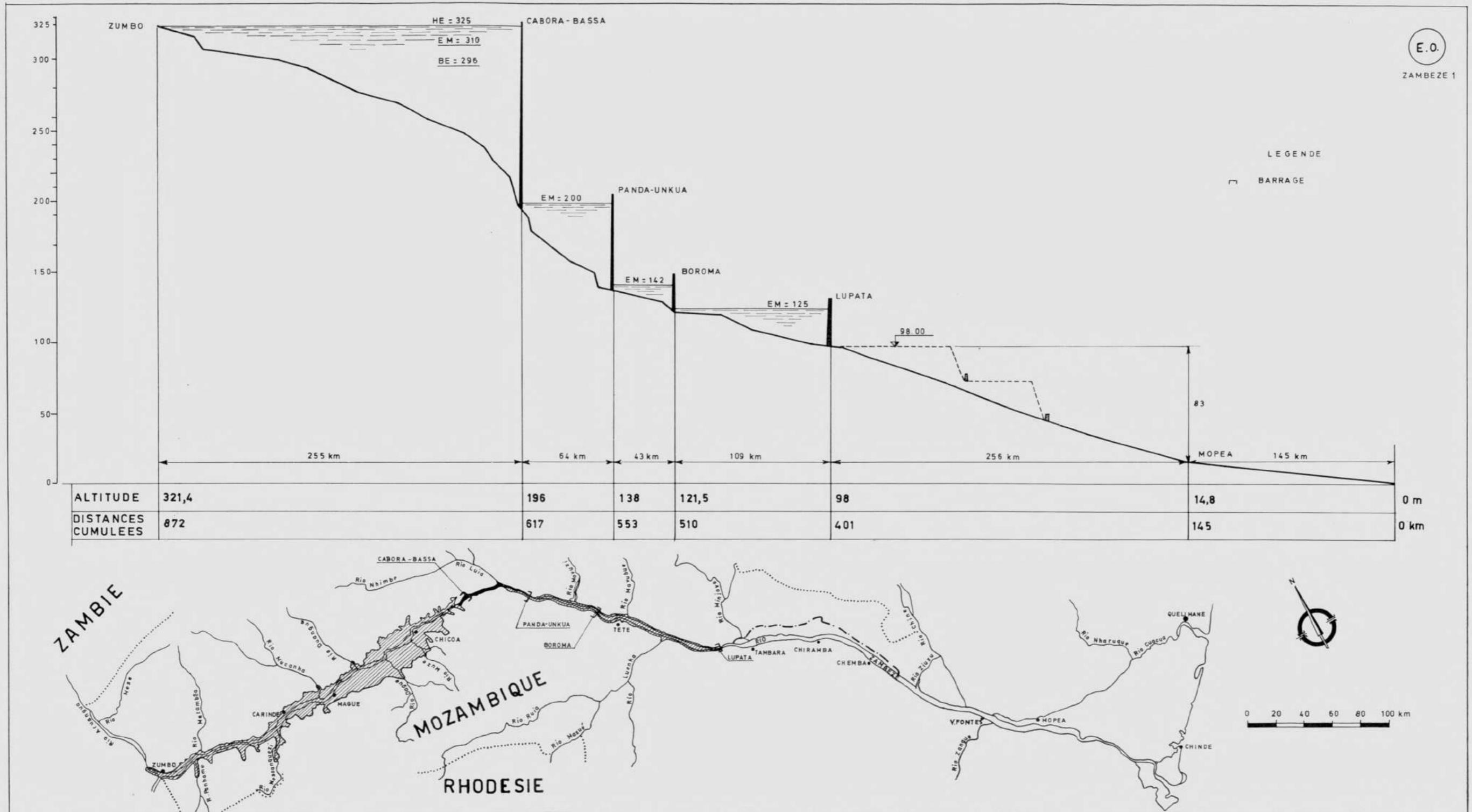


Fig. 2. — Région des rapides du Zambèze en Mozambique; profil en long

le niveau du plan d'eau y sera maintenu normalement à 125 m, alors qu'à l'aval il est de 98 m.

En aval de Lupata, la pente est beaucoup plus régulière et on constate deux tronçons distincts. De Lupata à Mopéa, sur une distance de 256 km, le niveau du fleuve s'abaisse de 98 m à 15 m, ce qui donne une pente superficielle moyenne de 32 cm/km. Ceci doit permettre d'y naviguer, toutefois dans des conditions peu aisées. Un peu en amont de Mopea, le Zambèze reçoit les eaux du Chire qui draine tout le bassin du lac Nyassa. De Mopea à Quelimane, sur 146 km, la pente moyenne est de 10 cm/km, ce qui est très confortable pour la navigation.

A titre de comparaison, la pente superficielle moyenne du fleuve Congo de Kisangani à Kinshasa est de 7 cm/km et on navigue régulièrement sur certaines sections de l'Elbe où la pente atteint 30 cm/km.

4. *La centrale de Kariba*

La centrale de Kariba a été créée pour assurer la consommation du Copperbelt, de Salisbury, de la région Sud et de Bulawayo. Elle devait remplacer les 669 MW des vieilles centrales thermiques dont l'approvisionnement en charbon de Wankie était onéreux et compliqué. La centrale de 600 MW de la rive sud était suffisante pour couvrir, au début du moins, les demandes d'énergie, moyennant un apport de certaines centrales thermiques tenues en service. La seconde centrale, à ériger à la rive sud, devait suivre pour continuer le développement de la région. Les besoins étaient estimés à 624 MW en 1960, à 1 028 MW en 1966 et à 1 427 MW en 1971 [8].

L'emplacement choisi pour ériger le barrage est situé à 385 m d'altitude au sortir de gorges longues de 25 km.

Le bassin versant du Zambèze jusqu'à Kariba mesure 520 000 km² et la hauteur annuelle moyenne des pluies y est d'environ 850 mm, mal répartie dans le temps et dans l'espace. Ainsi, en bordure du plateau de Lunda, elle atteint 1 200 à 1 400 mm, alors qu'en moyenne pour la Zambie, la Rhodésie du Sud et le Malawi, elle vaut seulement 750 mm.

Le débit du fleuve en ce point variait naturellement de $800 \text{ m}^3/\text{s}$ à $8\,500 \text{ m}^3/\text{s}$; toutefois, il était exceptionnel qu'il dépassât $4\,500 \text{ m}^3/\text{s}$. Le débit annuel moyen s'élève à $1\,350 \text{ m}^3/\text{s}$, ce qui représente un apport dans la retenue de 38 milliards m^3/an , compte tenu de l'évaporation.

La hauteur du barrage érigé est de 125 m, créant un lac artificiel de 280 km de long, de $5\,200 \text{ km}^2$ de superficie et de 160 milliards m^3 de volume. Une variation de niveau de 8 m représente 42 milliards m^3 , soit sensiblement l'apport annuel du Zambèze.

Le barrage est du type voûte à double courbure; le pied se trouve à la cote 366 m et la crête à 491 m. La largeur du fond de la vallée est de 200 m, tandis que la longueur développée à la crête mesure 615 m; l'ouvrage a nécessité 1 000 000 de m^3 de béton.

Le niveau normal de la retenue se situe à 485 m, tandis que le niveau exceptionnel estimé atteint 489,5 m.

Le déversoir est constitué de 6 pertuis de 9 m de haut et 9 m de large, fermés par des vannes verticales. Le seuil du déversoir se trouve à la cote 455 m, soit 30 m sous le niveau normal; lorsque le plan d'eau amont s'élève à 489,5 m, le débit du déversoir atteint $9\,500 \text{ m}^3/\text{s}$.

Vu l'étroitesse de la vallée, la centrale électrique a dû être creusée entièrement dans le roc; elle comprend la conduite d'amenée, la salle des turbines, la salle des transformateurs, la chambre d'équilibre et le canal de fuite. La centrale comporte 6 groupes actionnés par turbine Francis d'une puissance unitaire de 100 MW. Le fonctionnement de la centrale consomme $840 \text{ m}^3/\text{s}$ à pleine puissance; la production annuelle de courant est estimée à 3,5 milliards de kWh [9].

5. *La centrale de Cabora-Bassa*

Le site choisi pour l'érection du barrage de Cabora-Bassa est situé à 550 km environ à l'aval de Kariba, au sortir de gorges longues et particulièrement étroites. Le fond de la vallée se trouve en ce point à la cote 196, alors que le niveau moyen du plateau de Songo est d'environ 900 m.

Le bassin versant du Zambèze à Cabora-Bassa a une superficie de 900 000 km². Le débit du fleuve y est plus important qu'à Kariba, car il est grossi, notamment, par les eaux de la Kafue; malgré l'existence du barrage et de la centrale de Kariba, le débit connaît des fluctuations importantes.

A l'étiage, il atteint environ 1 000 m³/s, pour monter à 40 000 m³/s lors des crues. Après construction du barrage, on estime qu'il pourra être maintenu entre 2 500 m³/s et 6 000 m³/s. La régularisation du parcours aval du Zambèze sera d'ailleurs réglée uniquement au moyen de ce barrage. Ceux à créer en aval ne joueront aucun rôle régulateur; ils serviront seulement à relever le niveau du plan d'eau pour alimenter les centrales hydro-électriques et rendre le fleuve navigable.

Le coefficient d'irrégularité du débit à Cabora-Bassa est beaucoup moins bon que celui du Congo à Inga. Ceci provient de la situation géographique des deux fleuves. Le bassin du Congo se trouve à cheval sur l'Equateur et est alimenté par les deux hémisphères; celui du Zambèze est entièrement situé au sud de l'Equateur et, sur une grande partie de son étendue, la saison sèche dure 7 mois. Le débit du fleuve Congo à Inga est compris entre 75 000 m³/s et 23 000 m³/s; le coefficient d'irrégularité du Congo vaut donc 3,25 contre 40 pour le Zambèze actuellement, et ramené à 2,4 après régularisation. Le débit moyen du Zambèze à Cabora-Bassa vaut 4 000 m³/s, contre 37 500 m³/s à Inga.

Le barrage dont la construction va commencer aura 155 m de hauteur, de façon à relever le plan d'eau de 200 m à 325 m d'altitude. La vallée du Zambèze sera inondée jusqu'à Zumbo, soit sur 250 km de longueur; le lac artificiel ainsi créé mesurera 2 800 km² de superficie.

Le niveau des eaux pourra varier, selon la saison, entre 325 m et 296 m, la capacité maximum de retenue étant de 63 milliards de m³. La capacité utilisable, représentée par la tranche d'eau de 29 m d'épaisseur, s'élève à 52 milliards de m³, soit 82,5 % de la capacité maximum, ce qui est absolument exceptionnel. A titre de comparaison, la capacité maximum de la retenue à Kariba vaut 160 milliards de m³ pour une capacité utile de 42 milliards de m³, soit seulement de 26 %.

Cette situation privilégiée provient de ce que la vallée est très encaissée et s'élargit vers le haut. C'est ainsi que la tranche supérieure de 29 m représente 82,5 % du volume total de la retenue de 125 m de hauteur.

Les ouvrages principaux à créer à Cabora-Bassa sont le barrage et la centrale hydro-électrique. On a adopté également un mur du type en voûte à double courbure. Le fond de la vallée n'a que 70 m de large et la hauteur du barrage atteint 155 m; le développement à la crête mesure 305 m. La coupe en travers et la vue en élévation, côté amont, sont représentés à la fig. 3.

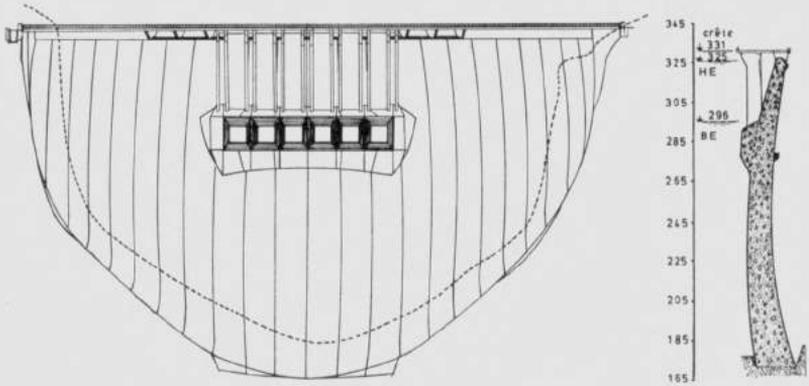


Fig. 3. — Coupe en travers et vue en élévation, côté amont, du barrage de Cabora-Bassa

Le barrage s'inscrit dans la vallée en forme de U évasé à la partie supérieure. Sa construction exigera moins de 500 000 m³ de béton, contre 1 000 000 pour Kariba; A titre de comparaison, il est intéressant de mentionner les chiffres suivants; le barrage de Cabora-Bassa permet d'installer 8,6 kW par m³ de béton, celui de Kariba, 1,2 kW et celui de Krasnoïarsk, en Russie, 0,69 kW par m³ de béton. Ces chiffres soulignent la situation exceptionnellement favorable et le choix judicieux du site sur le Zambèze.

On prévoit six pertuis de décharge du barrage mesurant chacun 8 m de haut et 10 m de large. Au niveau normal, ils permettent d'évacuer 12 500 m³/s et, pour la cote maximum de 325 m, le débit atteint 14 000 m³/s.

En cas de situation d'alarme, lors de crues exceptionnelles, il a été prévu sous la crête 10 ouvertures mesurant chacune 14 m de large et 2 m de hauteur.

La puissance à installer à Cabora-Bassa s'élèvera à 3 600 MW, les turbines hydrauliques absorbant alors un débit de 4 000 m³/s. Avec le niveau d'eau amont minimum, soit 296 m, on dispose d'une hauteur de chute de 96 m, ce qui correspond à une puissance de

$$4\,000 \cdot 96 \cdot 0,736/75 = 3\,850 \text{ MW}$$

Compte tenu des pertes de charges, d'une part, et du fait que le niveau amont sera normalement supérieur à 296 m, d'autre part, la puissance pourra être développée aisément.

Ceci situe Cabora-Bassa au quatrième rang des centrales déjà installées ou en projet prêt d'être exécuté [4].

Le tableau ci-dessous reprend les plus grandes centrales du monde et d'Afrique.

TABLEAU I. — Les grandes centrales hydro-électriques du monde et d'Afrique

		Puissance totale en MW	Puissance unitaire des groupes en MW
Krasnoïarsk	Union soviétique	5 000	500
Churchill Falls	Canada	4 500	450
Brastsk	Union soviétique	4 500	225
Cabora-Bassa	Mozambique	3 600	400
Grand Coulée 3	Etats-Unis	3 600	600
Guri	Vénézuela	2 180	218
Tumut 3	Australie	1 500	250
Mani Conagan 5	Canada	1 340	168
Malpaso	Mexique	1 296	216
Furnas	Brésil	1 100	138
Alcantara	Espagne	984	246
Kariba	Rhodésie	1 200	100
Cambambe	Angola	260	65

La centrale hydro-électrique de Cabora-Bassa avec ses 3 600 MW pourra fournir annuellement 18,5 milliards de kWh; on est encore loin des possibilités d'Inga avec ses 25 000 de MW et 200 milliards de kWh; dans le *tableau I* cette dernière n'est pas mentionnée car sa réalisation ne paraît pas être pour un avenir prévisible.

Au contraire, les offres relatives à la première phase de Cabora-Bassa ont été ouvertes à Lisbonne le 13 mars 1968 et les travaux sont estimés à environ 12,5 milliards de FB [4]. L'adjudicataire sera désigné au plus tard le 10 juin et il disposera de 180 jours au maximum pour entamer l'exécution du barrage; le chantier sera donc ouvert encore cette année.

La première phase des travaux à Cabora-Bassa comporte les postes suivants:

- Déviation provisoire du Zambèze;
- Travaux accessoires, routes d'accès, logements pour les travailleurs, approvisionnement en eau, égouts et force motrice pour exécution des travaux;
- Barrage de Cabora-Bassa, conduites forcées, cheminées d'équilibre, canal de fuite, etc.;
- Centrale hydraulique souterraine de la rive sud comportant trois groupes de 400 MW et circuits hydrauliques;
- Prise d'eau pour la centrale souterraine de la rive nord (à construire ultérieurement);
- Projet, fourniture, transport, montage et essais d'une ligne de transport de force de 1 400 km.

Les travaux de génie civil devront être achevés en 1973 et la centrale hydro-électrique devra fournir du courant en 1974 [2].

Etant donné l'étroitesse de la vallée du Zambèze dans la région des rapides, la puissance de Cabora-Bassa sera répartie en deux centrales souterraines taillées dans la roche, une sur chaque rive; la coupe au droit d'un groupe turbo-électrique est représentée à la *fig. 4*.

La ligne de transport de force de 1 400 km de long servira à alimenter les villes de la région nord de l'Afrique du Sud et l'Ouest du Mozambique. Elle est prévue pour une puissance de 2 000 MW sous une tension de 535 kV. A titre de comparaison, on peut citer deux lignes de transport de force en cours d'exécution aux Etats-Unis pour une puissance de 1 500 MW sous une tension de 400 kV, l'une de 1 350 km de longueur et l'autre, de 1 330 km [4].

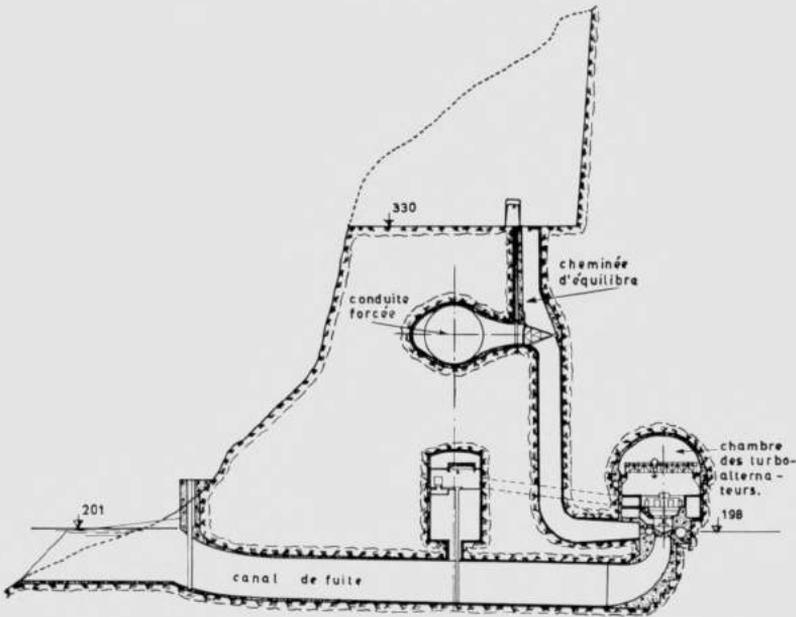


Fig. 4. — Section au travers d'une centrale hydro-électrique (projet)

6. Le développement de la région du Zambèze

La zone qui sera inondée après érection du barrage de Cabora-Bassa est occupée actuellement par 23 000 habitants. Il faudra les loger ailleurs et leur fournir un nouveau moyen d'existence; ceci ne pose pas de sérieux problèmes en regard du développement extraordinaire attendu dans cette région.

Des équipes de biologistes ont été chargées de l'étude de la faune et les autorités portugaises envisagent de développer la pêche dans le lac artificiel, ce qui procurera de la nourriture en protéine et les ressources nouvelles pour les populations riveraines [4].

Dans le domaine de l'agriculture, une sérieuse amélioration peut être attendue. En effet, le bassin du Zambèze est situé dans une zone semi-aride. Les précipitations atmosphériques annuelles y sont en moyenne de l'ordre de 750 mm, tandis que la

température moyenne atteint 27° C. L'indice d'aridité de de Martonne combinant chaleur et humidité est déterminé par :

$$I = \frac{P}{t + 10}$$

P étant la hauteur moyenne annuelle des pluies exprimée en millimètres, et *t* la température moyenne exprimée en degrés centigrade. Dans le cas du bassin du Zambèze, le coefficient d'aridité vaut 20 ce qui est assez bas. A titre de comparaison, ce même coefficient vaut 49 à Eala, près de Mbandaka, 38 à Lubumbashi, 28 à Salisbury et 20 à Bulawayo. Dans la région de Cabora-Bassa, avec un indice d'aridité 20 et sept mois de sécheresse, on se trouve en climat sénégalien, semblable à celui qui règne en Rhodésie du Sud. Dans pareilles circonstances, on rencontre d'une façon générale une savane boisée à tendance pauvre. Le climat n'est pas favorable à l'agriculture à cause de la pénurie d'eau [11].

Avec le relèvement du plan d'eau consécutif à l'érection du barrage, il devient possible d'irriguer de vastes étendues et d'en modifier totalement les conditions floristiques, comme cela se pratique en Rhodésie du Sud, au Soudan et en Egypte.

Une région de 5 500 000 ha a été prospectée en vue de promouvoir le développement agronomique du Mozambique; 2 500 000 ha paraissent convenir pour l'agriculture, dont 1 500 000 ha pourraient être destinés à une exploitation intensive [4].

D'autre part, 200 000 ha de zone forestière ont été reconnus d'intérêt économique immédiat; ils seront exploités de façon telle que la flore puisse se régénérer naturellement. Il existe encore une zone de 800 000 ha de savane arborée qui peut être enrichie par des reboisements. Au nord de Tete, les autorités portugaises envisagent d'implanter une industrie de la cellulose et d'y consacrer environ 200 000 ha.

En outre, 35 000 ha seront réservés pour y créer une forêt d'essences exotiques et y introduire des essences nouvelles [3].

Un plan de développement de l'élevage a été mis sur pied afin d'assurer l'approvisionnement en viande et en lait des populations du Mozambique. Il comporte 200 000 bovins, 120 000 caprins, 40 000 suidés et 15 000 ovins.

La recherche géologique et minière sera activée; des gisements de minerais de première importance ont déjà été repérés, notamment du charbon, du fer, du cuivre, de la fluorite et du manganèse.

D'autres minerais tels que le beryl, le corindon, le chrome, le graphite, la magnétite, le nickel, le titane et la bauxite paraissent exister en quantités exploitables.

L'étude de la climatologie et de l'hydrologie après création du lac artificiel sera poursuivie en vue d'apprécier aussi exactement que possible la puissance à installer à Panda-Unkua, à Boroma et à Lupata, lors des phases ultérieures de captation de l'énergie hydro-électrique.

On espère produire annuellement 50 milliards de kWh en Mozambique, lorsque la totalité des ressources du Zambèze aura été exploitée. La centrale de Cabora-Bassa à elle seule intervient pour 18,5 milliards de kWh [4]. Les affluents du Zambèze peuvent fournir 6,5 milliards de kWh, dans lesquels le rio Luia et le rio Mavabue interviennent pour 80 % [3].

Ceci modifiera complètement la répartition de la production d'énergie primaire au Mozambique. Ce pays de 7 000 000 d'habitants disséminés sur 785 000 km² était équipé en 1960 de 576 centrales totalisant 178,5 MW et produisant annuellement 305 millions de kWh, dont 142 millions d'origine hydraulique. En 1965, le nombre des centrales était porté à 666 pour une puissance installée de 210,5 MW, dont 66,9 MW de houille blanche; ces installations produisaient 415 millions de kWh, dont 209 millions d'origine hydraulique [10].

En cinq années, on note une augmentation de près de 40 %; malgré que l'électricité soit produite actuellement de façon peu économique, sa quote part dans les sources d'énergie primaire au Mozambique ne cesse de croître [1].

Lorsque le courant électrique sera disponible en abondance et à bas tarif, sa consommation en Mozambique connaîtra un essor considérable. Le niveau actuel de 60 kWh/an par habitant est encore très bas.

L'édification de travaux entrepris est un acte de foi dans l'avenir. La production de l'énergie à bas prix permettra la mise en place d'un réseau de transport de marchandises dans des

conditions suffisamment économiques pour les rendre concurrentielles [3].

Progressivement, à proximité des centres miniers où se pratique l'industrie extractive, il deviendra possible d'implanter l'électrométallurgie et diverses industries de transformation. Ainsi la valeur des produits exportés sera accrue, ce qui procurera une augmentation des revenus du pays.

Il faut considérer également qu'une importante partie de l'énergie produite pourra être livrée à l'Afrique du Sud, pays le plus industrialisé du continent noir et en pleine expansion économique. La consommation d'électricité de ce pays s'élevait en 1966 à 35 milliards de kWh, soit 57 % de la production totale de l'Afrique. La capacité de production finale de Cabora-Bassa représente seulement un peu plus de 50 % de la consommation de l'Afrique du Sud. D'autres pays pourraient également s'approvisionner en courant électrique à partir des centrales du Mozambique, du moins si des raisons politiques ne s'opposent pas aux possibilités techniques; ce sont la Rhodésie du Sud, la Zambie, le Congo, le Malawi, la Tanzanie, et le Botswana, dont la totalité ou une partie du territoire est située à moins de 1 000 km de la zone des rapides du Zambèze (*fig. 1*) [4].

La décision de ne pas construire actuellement à Kariba la centrale de 600 MW située en territoire de Zambie est aussi un élément favorable au démarrage des travaux à Cabora-Bassa dès à présent.

Le développement de la région des rapides en Mozambique exige d'y implanter une infrastructure adaptée aux besoins nouveaux. Une grande route moderne sera construite entre Tete et Vila Mery. Deux nouvelles lignes de chemin de fer seront créées, l'une entre le centre charbonnier de Moatize et le barrage, l'autre entre Vila Fontes et le port de Quelimane. Un pont franchira le Zambèze à Tete afin de relier cette ville à la région de Moatize [6].

7. *L'amélioration de la navigation*

Bien que dans la phase actuelle rien ne soit prévu en ce qui concerne la navigation sur le fleuve et dans l'estuaire maritime, le problème n'a pas été perdu de vue.

La navigation sur la section située à l'amont de Cabora-Bassa ne pose évidemment aucun problème, puisqu'on disposera d'une nappe d'eau de grande profondeur dont les fonds sont connus.

Il en sera d'ailleurs de même à l'aval, entre Cabora-Bassa et Lupata, après la construction des trois barrages.

Dans la section de Cabora-Bassa à Lupata, deux problèmes se posent; le premier se rapporte aux possibilités de navigation avant que tous les barrages ne soient construits, le second a trait au passage du trafic au droit des barrages, lorsque les travaux seront achevés.

Dans la section en aval de Cabora-Bassa, toute navigation est exclue avant érection d'un barrage à Panda-Unkua. En effet, pour une distance de 56,6 km, la différence d'altitude du fond de la vallée atteint 58 m, soit une pente de 104 cm/km.

La distance de Panda-Unkua à Boroma est de 42,6 km et la différence d'altitude du Zambèze entre ces deux points, de 16,5 m, soit 38,5 cm/km; cependant, ce bief est divisé en deux parties bien distinctes. Dans celle d'amont, pour une distance de 34,6 km il existe une différence d'altitude de 8 m, soit une pente moyenne de 25,5 cm/km; sauf aménagements en certains points particuliers, ceci correspond à une rivière navigable. Sur une distance de 8 km à l'amont du site choisi pour le barrage de Boroma, le lit de la rivière s'abaisse de 8,5 m, ce qui correspond à une pente superficielle moyenne de 106 cm/km; cette partie du fleuve n'est certainement pas navigable naturellement. Une solution consisterait à construire à Boroma, avant le barrage, une écluse ainsi qu'un chenal d'aménée réduisant la pente, de façon à racheter en partie la déclivité. Cependant, une étude préalable de la vallée est nécessaire pour fixer les idées sur les travaux à y entreprendre.

De Boroma à Lupata, il y a une distance de 108,5 km et une différence d'altitude de 23,5 m, ce qui correspond à une pente superficielle moyenne de 21,5 cm/km. Le fleuve serait facilement navigable si la déclivité était répartie uniformément. Mais ce bief se divise en trois parties distinctes; une partie amont mesurant 35,9 km pour une différence d'altitude de 1,5 m et une pente moyenne de 4,2 cm/km; une section milieu d'une longueur de 18 km pour une différence d'altitude de 10 m, donc une pente moyenne de 55,5 cm/km; une section aval longue de 54,6 km

avec une différence d'altitude de 12 m, soit une pente moyenne de 22 cm/km. La section milieu seule doit présenter des difficultés et nécessiter des aménagements pour être rendue navigable.

Les données reprises ci-dessus se rapportent à la situation actuelle à l'étiage. Après construction des barrages de Cabora-Bassa et Panda-Unkua, elle serait améliorée grâce à la régularisation du débit; en de nombreux seuils présentant un mouillage inférieur à 1 m, on espère obtenir, au moyen de travaux de peu d'importance, des profondeurs minima de 2 m à 2,50 m.

Le problème du passage du trafic aux barrages de Panda-Unkua, Boroma, et Lupata ne présente pas de difficultés bien particulières. La différence de niveau entre les biefs vaut respectivement 58 m, 17 m et 27 m. A Panda-Unkua, on envisage de diviser la hauteur de chute en deux écluses incorporées dans le barrage. A Boroma et à Lupata, une seule écluse suffira. Les variations de cote du plan d'eau entre les barrages sera faible puisque celui d'amont sert de régulateur du débit.

Il en va tout autrement à Cabora-Bassa où les difficultés à vaincre sont bien plus grandes. En effet, l'amplitude de la variation du plan d'eau amont est de 29 m et la différence de hauteur entre l'amont et l'aval peut atteindre 125 m. Une étude préliminaire de la construction de quatre écluses de 32 m de chute dans la rive rocheuse de la région a révélé que le coût de cette solution était prohibitif; l'ensemble des écluses était d'un prix plus élevé que le barrage. Cette solution doit être éliminée.

On doit écarter également le plan incliné à cause de l'importante variation du niveau amont. Le transbordement des marchandises d'une flotte opérant en amont de Cabora-Bassa à une flotte en aval du barrage, avec des moyens mécaniques, n'est pas économique. Il faudrait des quais importants, compte tenu d'un trafic estimé de l'ordre de 4 000 000 t/an de minerai et de charbon, et de la grande hauteur du côté amont, ainsi qu'une voie ferrée de 5 km entre les deux points de rupture de charge.

La seule solution qui paraisse acceptable est le convoi poussé rigide composé de barges pouvant former caisse de wagon pour les trajets entre la mine et la section amont du Zambèze, ainsi qu'entre les points de rupture de charge de Cabora-Bassa.

Une capacité de barges de l'ordre de 40 t paraît convenir pour la manutention au moyen de portiques de 50 t de puissance de levage. Avec un châssis à 2 bogies, la charge par essieu ne dépasserait pas 16 t, ce qui est une bonne norme pour la voie standard d'Afrique de 1,067 m d'écartement, en rails de 40 kg/m.

A l'amont du barrage, plusieurs barges (9 à 15) seraient sorties simultanément de l'eau au moyen d'une platte-forme roulant sur un chemin à forte pente avec inclinaison adaptée au profil de la vallée. Le hissage pouvant se faire au moyen de chaînes prenant sur des barbotins actionnés électriquement; des contrepoids réduiraient la puissance des moteurs électriques.

Les barges parallélépipédiques formeraient des convois intégrés de 1 440 t à 2 400 t composés de 36 à 60 unités. Avec un tirant d'eau de 1,20 m, ces convois navigueraient sans difficultés dans la section aval du fleuve jusqu'au port maritime.

On pourrait songer à améliorer les conditions de navigation entre Lupata et Mopea, en créant deux barrages supplémentaires sur le Zambèze.

8. *Considérations finales*

La mise en valeur du bassin hydrographique du Zambèze est une œuvre de grande envergure qui ne concerne pas uniquement le seul Mozambique où des travaux seront bientôt exécutés. Il s'agit d'une entreprise intéressant une portion importante de l'Afrique australe et on peut y comparer le rôle du Zambèze à celui du Nil dans le nord-est du continent.

L'exécution du programme complet s'échelonnera sur une période assez longue et il faut souhaiter qu'aucune cause extérieure n'en ralentisse le rythme.

La production de courant électrique en abondance et à bon marché permettra de relever le niveau de vie des populations et d'améliorer leurs conditions d'existence. Au lieu d'appauvrir progressivement le pays en se limitant à l'exportation de matières brutes, des industries transformatrices pourront être implantées dans les régions limitrophes du Zambèze. Les rentrées en devises étrangères seront accrues par la valorisation des produits.

D'autre part, l'énergie hydraulique se renouvelle sans cesse et en l'exploitant, on ne vide pas le pays de sa substance. La création de forêts constitue une source de richesses nouvelles se régénérant continuellement, à condition d'être gérée rationnellement.

Le succès d'une œuvre d'aussi grande envergure exige qu'on ne s'arrête pas aux seuls aspects technique et économique de l'entreprise. Il faut associer les populations au développement de leur pays en formant la main-d'œuvre aux tâches qui les attendent demain. Ainsi la devise *Opes advecat amnis* connaîtra un sens plénier dans la zone semi-aride du sud-est africain.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Les réseaux électriques en Afrique — Mozambique (*Industrie et travaux d'outre-mer*, Paris, 1964, n° 22, p. 136).
- [2] Note officieuse du cabinet du Ministre d'Outre-mer du Portugal (*Diario popular*, Lisbonne, 10, XI, 1967, p. 7).
- [3] Un gigantesque projet au Mozambique — Le barrage de Cabora-Bassa garantira une production de 17 milliards de kWh/an (*Industries et travaux d'Outre-mer*, Paris, 1968, n° 170, p. 29 à 32).
- [4] Vultoso empreendimento em Mocambique. Foram ontem recebidas no Ministerio do Ultramar as propositas de execucao e financiamento do aproveitamento de Cabora-Bassa (1 ra fase) (*Jornal de Comercio*, Lisbonne, 13, III, 1968, p. 1 et 3).
- [5] Recebidas as propostas para a obra de Cabora-Bassa (*Diario de Noticias*, Lisbonne, 13, III, 1968).
- [6] Un « super-barrage » à Cabora-Bassa (*Bâtiments*, Bruxelles, 1968, n° 18, p. 35, 36).
- [7] ALVES DE AZEVEDO; Evocacao historica a proposito de um grande empreendimento; Cabora-Bassa, os famos rapidos do curso do Zambeze sao bem conhecidos de Portugal ha mais de dos seculos (*Diario de Noticias*, Lisbonne, 27, III, 1968, p. 13, 14).
- [8] DE ROSENBAUM, G.: Système à 330 kV en Rhodésie et son interconnexion avec le système à T.H.T. dans le Haut-Katanga (*Bull. de l'ARSOM*, Bruxelles, 1959, fasc. 4, p. 939, 956).
- [9] J.L.: L'aménagement hydro-électrique de Kariba, sur le Zambèze (*Génie civil*, 15, V, 1959, Paris, T. 136, n° 22, p. 453, 460).
- [10] OLIVEIRA CORREIA, A.: L'électricité en Afrique-Angola et Mozambique (*Industries et travaux d'Outre-mer*, Paris, 1967, n° 168, p. 1 041-1 045).
- [11] ROBERT, M.: Le Congo physique (Bruxelles, 1942, p. 205, 232).

INHOUDSTAFEL — TABLE DES MATIERES

Zittingen der Klassen — Séances des Classes

Morele en Politieke Wetenschappen — *Sciences morales et politiques*

15.1.1968	...	...	...	146; 147
18.3.1968	...	...	...	222; 223
20.5.1968	...	...	...	330; 331

Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen — *Sciences naturelles et médicales*

23.1.1968	...	...	...	385; 386
26.3.1968	...	...	...	420; 421
28.5.1968	...	...	...	462; 463

Technische Wetenschappen — *Sciences techniques*

26.1.1968	...	...	...	480; 481
28.3.1968	...	...	...	546; 547
31.5.1968	...	...	...	574; 575

Begroetingen 146; 384; 480

Bibliografisch Overzicht 1968

Nota's 1 tot 30	...	...	...	150; 191-221
Nota's 31 tot 66	...	...	...	226; 293-329
Nota's 67 tot 91	...	...	...	334; 357-382

Bienvenue 147; 331; 463

Clerfayt, A.: La production d'eau potable par dessalement (concours annuel 1968) 576; 577

Comité secret 153; 335; 389; 485

Commissie voor Geschiedenis (benoeming E. VANDEWOUDE) 332

Commission d'Histoire (nomination E. VANDEWOUDE) 333

Communications et notes :

CHARLIER, J.: Considérations sur les évolutions de la région divagante du bief maritime du fleuve Congo	484; 485; 527-544
--	-------------------

- COUPEZ, A. - d'HERTEFELT, M.: Réponse à la note de J. MAQUET concernant le code ésotérique du Rwanda (non publ.) 146; 147; 224; 225; 334; 335
- de BRIEY, P.: Réponse à la note de J. SOHIER: La naissance du sentiment national territorial dans les Etats négro-africains
148; 149; 166-174
- DE CLEENE, N.: Présentation de l'ouvrage de L.-J. Luzbetak :
L'Eglise et les cultures 332; 333; 346-348
- DEVIGNAT, R.: Intervention concernant la note de J. Jadin :
La multiplication de *Mycobacterium leprae* ... 424; 425; 460-461
- DE VRIES, E.: Kenmerken van de ontwikkelingshulp voor
Tropisch Afrika sinds de onafhankelijkheid ... 224; 225; 271-278
- DENAERYER, M.: Le symposium de Montevideo sur la dérive
continentale 386; 387; 416-418
— : Présentation du *Florilège des sciences en
Belgique pendant le XIXe siècle et le début du XXe*
422; 423; 430-433
— : A propos du mémoire de P. Fourmarier:
Le problème de la dérive des continents ... 464; 465; 469-475
- DE VRIES, E.: Kenmerken van de ontwikkelingshulp voor
Tropisch Afrika sinds de onafhankelijkheid 224; 225; 271-278
- d'HERTEFELT, M.: Cf. COUPEZ, A.
- DUCHESNE, A.: Petit-fils d'un modeste tisserand de
Poperinge, le marseillais Verminck est à la base de la
découverte des sources du Niger en 1879 228-246
- FASSI, B.: Biologie du *Fomes lignosus* et méthodes de lutte
préventive dans les cultures tropicales 420; 421; 464; 465
- FETTER, Br.: Immigrants to Elisabethville. Their origins and
aims (non publ.) 150; 151
- FOURMARIER, P.: Arcs antillais et bassin canadien 386; 387; 392-415
— : Remarques à propos du problème de la
dérive des continents 464; 465; 476-479
- GÉRARD, Alb.: Stèle pour un poète malgache
148; 149; 177-180; 181-189
- GRÉVISSE, F.: Présentation du livre de H. Weiss: Political
protest in the Congo 330; 331; 336-345
- JADIN, J.: La multiplication de *Mycobacterium leprae*
386; 387; 422; 423; 434-456; 457; 458-459; 460-461
- JURION, F.: Présentation de l'ouvrage de F. Jurion et
J. Henry: De l'agriculture itinérante à l'agriculture
intensifiée 422; 423; 427-429
- LEBRUN, J.: Présentation du mémoire: La végétation
psammophile du littoral congolais 462; 463; 468

- LEDERER, A.: Considérations sur l'efficacité de l'assistance technique belge 480; 481; 514-526
 — : Faut-il supprimer l'assistance technique belge? 548; 549
 — : La mise en valeur du bassin hydrographique du Zambèze 574; 575; 583-600
- MAESEN, A.: Aspects de la dimension sociologique de l'art en Afrique noire 148; 149
- MOSMANS, G.: Ambiguïtés propres à la période que nous vivons au Congo et difficultés qui en résultent pour la coopération 224; 225; 247-270
- PRIGOGINE, A.: Les parcs nationaux de l'Est africain ... 486-513
- SAHAMA, Th.: Why is Mt Nyiragongo a volcano of outstanding mineralogical and petrological interest? 546; 547; 564-573
- SOHIER, J.: La naissance du sentiment national territorial dans les Etats négro-africains (+ réponse à P. de Briey) 148; 149; 154-165; 166-174; 175-176; 222; 223
- STORME, M.: Voorstelling van het boek van P. Schebesta: Portugals Konquistamission in Süd Ost-Afrika 224; 225; 279-282
 — : Présentation de l'ouvrage de M. Haubert: La vie quotidienne au Paraguay sous les Jésuites 226; 227; 283-285
 — : Présentation du mémoire de L. Anckaer: De evangelisatiemethode van de missionarissen van Scheut in Kongo 226; 227; 286-290
- VANBREUSEGHEM, R.: Intervention concernant la note de J. Jadin: La multiplication de *Mycobacterium leprae* 424; 425; 458-459
- VAN HAUTE, A.: De ontzilting van zout water en het belang ervan voor de ontwikkelingslanden 482; 483; 548; 549; 576; 577
- VANHOVE, J.: Présentation d'une note de Alb. Gérard: Stèle pour un poète malgache 148; 149; 177-180
- VAN RIEL, J.: Intervention concernant la note de J. Jadin: La multiplication de *Mycobacterium leprae* 424; 425; 457
- WALRAET, M.: Le centre de documentation africaine de la Bibliothèque royale de Belgique 332; 333; 349-356
- WATTECAMPS, Cl.: Etude sur le ruissellement superficiel au Congo 546; 547
- WOLANSKI, E.: Pour sauver les réserves naturelles du Rwanda menacées de disparition 546; 547; 550-563
- Compliments 147; 385; 481
- Concours annuels:
 1968 333; 465; 577

1970	...	227; 425; 549
Texte des questions	...	333; 476; 577
Congres:		
1ste internationaal voor Cyprische studies	...	150
1er international d'études chypriotes	...	151
Décès: Cf. Overlijden		
Démission: (P. ORBAN)	...	153
Elections: Cf. Verkiezingen		
Félicitations:		
A H. CARTON DE TOURNAI (90e anniversaire)	...	223
A P. FOURMARIER (90e anniversaire)	...	385; 579
Gedenkpenning P. FOURMARIER	...	578
Geheim comité	...	152; 334; 388; 484
Gelukwensen: Cf. Félicitations		
Luzbetak, L.-J.: Cf. Communications: N. DE CLEENE		
Médaille P. FOURMARIER	...	579
Mededelingen en nota's: Cf. Communications et notes		
Mémoires (Présentation de):		
ALEXANDRE - PYRE, S.: Le plateau des Bianco. Géologie et géomorphologie	...	464; 465
ANCKAER, L.: De evangelisatiemethode van de missionarissen van Scheut in Kongo gedurende de jaren 1888-1907	...	150; 151; 226; 227; 286-290
HOOFT, J.-P.: On the critical speed ranges of ships in restricted waterways	...	576; 577
PASTEELS, J.: Le système glandulaire exocrine des <i>Aleocharinae</i> et son évolution chez quelques espèces termithopiles (concours annuel 1968)	...	464; 465
SALMON, P.: La dernière insurrection de Mopoie Bangezino (1916)	...	332; 333
Motie betreffende publicaties (E. VAN DER STRAETEN)	...	226; 291
Motion concernant publications (E. VAN DER STRAETEN)	...	227; 291
Nieuws van confrater L.-J. PAUWEN	...	480
Nouvelles du confrère L.-J. PAUWEN	...	481
Ontslag (P. ORBAN)	...	152

Overlijden:

CAMUS, C.	574; 575; 580-582
DELLICOUR, F.	222; 223
JADOT, O.	574; 575; 580-582
MOUCHET, R.	384; 385; 390; 391
PERIER, G.	222; 223
TULIPPE, O.	420; 421; 426

Pasteels, J.: Cf. Mémoires

Représentation de l'ARSOM

XVIe colloque sur les protides des liquides biologiques (Brugge, 1-5 mai 1968) (P. STANER)	389
XIIe assemblée générale de l'Union géographique internationale (New-Delhi, nov.- déc. 1968) (O.TULIPPE)	389
XXIe congrès géographique international (New-Delhi, nov.-déc. 1968) (O TULIPPE)	389
Conférence intern. de la santé (Copenhague, 26-30 août 1968) (P.-G. JANSSENS)	389

Revue bibliographique 1968

Notices 1 à 30	151; 191-221
Notices 31 à 66	227; 293-329
Notices 67 à 91	335; 357-382

Subventions F.N.R.S. 151

Toelagen N.F.W.O. 150

Van der Straeten, E.: Motion concernant publications 226; 227; 291

Verhandelingen (Voorlegging van): Cf. Mémoires

Verkiezingen:

BONÉ, G. (corr.)	388; 389
DENIS, J. (ass.)	152; 153
DURIEUX, A. (tit.)	152; 153
GARNHAM, P. (corr.)	388; 389
GÉRARD, Alb. (ass.)	152; 153
VAN GANSE, R. (tit.)	484; 485

Vertegenwoordiging der K.A.O.W.: Cf. Représentation de l'ARSOM

Wedstrijden (jaarlijkse):

1968	332; 464; 576
1970	226; 424; 548
Tekst der vragen	332; 466; 576

Weiss, H.: Political protest in the Congo: Cf. Communications:

F. GREVISSE

Welkomstgroeten 146; 330; 462

ACHEVÉ D'IMPRIMER LE 31 OCTOBRE 1968
PAR L'IMPRIMERIE SNOECK-DUCAJU & FILS
S.A.
GAND-BRUXELLES