

Institut Royal Colonial Belge

BULLETIN DES SÉANCES

Koninklijk Belgisch Koloniaal Instituut

BULLETIJN DER ZITTINGEN

XII — 1941 — 3



BRUXELLES

Librairie Falk fils,
GEORGES VAN CAMPENHOUT, Successeur,
22, rue des Paroissiens, 22.

BRUSSEL

Boekhandel Falk zoon,
GEORGES VAN CAMPENHOUT, Opvolger,
22, Parochianenstraat, 22.

BULLETIN DE L'INSTITUT ROYAL COLONIAL BELGE

	BELGIQUE	CONGO BELGE	UNION POSTALE UNIVERSELLE
Abonnement annuel	fr. 60.—	fr. 70.—	fr. 75.— (15 Belgas)
Prix par fascicule	fr. 25.—	fr. 30.—	fr. 30.— (6 Belgas)

BULLETIJN VAN HET KONINKLIJK BELGISCH KOLONIAAL INSTITUUT

	BELGIË	BELGISCH-CONGO	WERELDPOSTVEREENIGING
Jaarlijksch abonnement	fr. 60.—	fr. 70.—	fr. 75.— (15 Belgas)
Prijs per aflevering	fr. 25.—	fr. 30.—	fr. 30.— (6 Belgas)

Séance plénière du 29 octobre 1941

Algemeene vergadering van 29 Oktober 1941

Séance plénière du 29 octobre 1941.

La séance est ouverte à 15 heures, dans la salle des marbres du Palais des Académies, sous la présidence de M. *Sohier*, président de l'Institut.

Absents et excusés : MM. Bette, Fourmarier, Moulaert, Rodhain, De Backer et Trolli.

Seuls, des membres de l'Institut assistent à cette séance.

M. *De Jonghe*, Secrétaire général, lit le rapport sur l'activité de l'Institut pendant l'année 1940-1941. (Voir p. 376.)

Ensuite, M. le *Président* prend la parole et lit une communication intitulée : *En relisant les publications de l'Institut Royal Colonial Belge*. (Voir p. 390.)

Enfin, M. *Delhaye* donne lecture d'une communication sur *Les volcans au Nord du lac Kivu*. (Voir p. 409.)

La séance est levée à 17 heures.

Algemeene vergadering van 29 Oktober 1941.

De zitting wordt te 15 uur, in den Marmerzaal van het Paleis der Academiën, onder voorzitterschap van den heer *Sohier*, voorzitter van het Instituut, geopend.

Zijn afwezig en verontschuldigd: de heeren Bette, Fourmarier, Moulaert, Rodhain, De Backer en Trolli.

Deze zitting wordt alleen door leden van het Instituut bijgewoond.

De heer *De Jonghe*, Secretaris-Generaal, geeft lezing van het verslag over de werkzaamheid van het Instituut gedurende het jaar 1940-1941. (Zie blz. 377.)

Vervolgens komt de heer *Voorzitter* aan de beurt met een mededeeling getiteld: *En relisant les publications de l'Institut Royal Colonial Belge*. (Zie blz. 390.)

Om te eindigen leest de heer *Delhaye* een mededeeling over *Les volcans au Nord du lac Kivu*. (Zie blz. 409.)

De zitting wordt te 17 uur opgeheven.

**E. De Jonghe. — Rapport sur l'activité
de l'Institut Royal Colonial Belge pendant l'année 1941.**

Le rapport que j'ai l'honneur de présenter à cette réunion des trois sections de notre Institut porte sur les dix premiers mois de la seconde année de l'occupation de la Belgique par les armées allemandes.

Il est à peine besoin de dire que cette circonstance, avec sa conséquence fatale : la suppression de toute relation entre la Métropole et sa Colonie, a continué de suspendre certaines de nos activités, notamment les missions d'études et de recherches sur le terrain, et les concours annuels.

Cela n'a pas empêché cependant les sections de tenir, au cours de ces dix mois, les sept séances réglementaires. Celles-ci ont été fréquentées avec assiduité, et leur programme n'a pas manqué de variété ni d'intérêt.

Au cours de l'année 1941, deux de nos collègues, membres titulaires, sont décédés : M. LEPLAE à l'âge de 73 ans, et M. GEVAERT à l'âge de 82 ans.

En la personne de M. Leplae, la section des Sciences naturelles et médicales a perdu un des représentants les plus autorisés de la science agronomique. Directeur général au Ministère des Colonies depuis 1910, Edmond Leplae eut à s'occuper de toutes les questions qui se rattachent à l'organisation de l'agriculture au Congo. Professeur à l'Université de Louvain, il a le mérite d'avoir, durant une carrière de quarante ans, imprimé sur plusieurs générations d'ingénieurs agronomes l'empreinte de sa forte personnalité et de son amour pour la Colonie belge.

Ses collègues de l'Institut n'oublieront jamais ses exposés d'une clarté lumineuse et, dans la controverse, la

**E. De Jonghe. — Verslag over de werkzaamheid
van het Koninklijk Belgisch Koloniaal Instituut gedurende
het jaar 1941.**

Het verslag, dat ik de eer heb aan deze vergadering der drie secties van ons Instituut voor te dragen, loopt over de tien eerste maanden van het tweede jaar der bezetting van België door de Duitse legers.

Het is wel niet noodig uitvoerig aan te toonen dat deze omstandigheid en haar noodlottig gevolg : de schorsing van alle betrekkingen tusschen Moederland et Kolonie, voortgaat sommige onzer werkzaamheden, namelijk de studiereizen en navorschingen op het terrein, en de jaarlijksche wedstrijden, stil te leggen.

Dit kon evenwel de secties niet beletten, gedurende die tien maanden, hun zeven regelmatige zittingen te houden. Deze zittingen werden met belangstelling bezocht, en hun dagorde liet niets te wenschen over aan verscheidenheid en degelijkheid.

Gedurende het loopend jaar zijn twee onzer collegas overleden : M. LEPLAE in den ouderdom van 73 jaar, en M. GEVAERT in den ouderdom van 82 jaar.

In Edmond Leplae heeft de dood aan de sectie voor Natuurlijke en Geneeskundige Wetenschappen een der meest bevoegde vertegenwoordigers der koloniale landbouwkunde ontnomen. Als Directeur-Generaal in het Ministerie van Koloniën sedert 1919, heeft Leplae al de vraagstukken te behandelen gehad die met landbouw in de Kolonie in verband staan. Als professor aan de Leuvense Universiteit, heeft hij de verdienste gehad, gedurende veertig jaar, op verschillende geslachten van landbouwkundigen den stempel van zijn krachtige persoonlijkheid en van zijn liefde voor de Kolonie te drukken.

réplique toujours prompte qu'il savait nuancer d'une pointe d'humour qui, comme le faisait remarquer justement M. Delhayé, désarmait instantanément ses contradicteurs les plus passionnés.

M. Gevaert avait, depuis 1925, pris sa retraite comme directeur général des Ponts et Chaussées, quand il fut nommé membre titulaire de la section des Sciences techniques lors de la création de l'Institut. Il fit également partie, depuis l'origine, de la Commission administrative. Là, comme aux séances mensuelles, qu'il ne manquait pas de suivre assidûment, sa grande expérience administrative, combinée avec une vaste connaissance des problèmes techniques les plus variés, donnait à ses interventions, volontairement modestes, une autorité incontestée.

Nous conserverons de ces deux éminents collègues un souvenir ému.

Voici la composition du bureau en 1941 :

Président de l'Institut : M. SOHIER.

La première section a comme directeur M. SOHIER et comme vice-directeur M. VAN DER KERKEN.

La deuxième section a comme directeur M. DELHAYE et comme vice-directeur M. DUBOIS.

M. BETTE est directeur et M. ALLARD vice-directeur de la troisième section.

M. Leynen a remplacé M. Leplae comme membre titulaire à la section des Sciences naturelles et médicales, et M. Comhaire a été nommé membre associé à la section des Sciences techniques.

J'aborde maintenant l'activité scientifique des sections pendant les mois sous revue. Je l'exposerai aussi objecti-

In ons Instituut zullen zijn collegas de helderheid zijner uiteenzettingen nooit vergeten, noch in de discussies de snelheid van zijn antwoord waarin hij, zooals M. Delhaye het met juistheid bemerken liet, altijd een tikje humor wist te leggen dat de driftigste tegensprekers onmiddellijk ontwapende.

M. Gevaert was reeds in 1925 als directeur-generaal van Bruggen en Wegen afgetreden, toen hij, bij de stichting van het Koloniaal Instituut tot gewoon lid der sectie voor Technische Wetenschappen benoemd werd. Hij was tevens, van den beginne af, lid van ons Administratief Comité. Daar zoowel als op de maandelijksch-vergaderingen zijner sectie die hij steeds met den grootsten ijver bijwoonde, gaf zijn groote bevoegdheid in bestuurszaken gepaard met een uitgebreide kennis der meest verscheiden technische vraagstukken, aan zijn tusschenkomsten die hij altijd zeer bescheiden wenschte, een onbetwistbaar gezag.

Wij zullen niet nalaten de gedachtenis dezer beide voor-
aanstaande collegas in eere te bewaren.

Ziehier hoe het bureau in 1941 samengesteld is :

Voorzitter : M. SOHIER.

Directeur der eerste sectie, M. SOHIER; en onderdirecteur, M. VAN DER KERKEN.

Directeur der tweede sectie, M. DELHAYE; en onderdirecteur, M. DUBOIS.

Directeur der derde sectie, M. BETTE; en onderdirecteur, M. ALLARD.

M. Leynen werd tot gewoon lid benoemd als plaatsvervanger van wijlen Professor Leplae; en M. Comhaire werd buitengewoon lid der sectie voor Technische Wetenschappen.

Nu kom ik tot de wetenschappelijke bedrijvigheid der secties gedurende de tien eerste maanden van 1941. Ik zal

vement que les années précédentes, sous la forme sèche et aride d'une sorte d'inventaire des matières traitées, en écartant systématiquement tout jugement de valeur.

La section des Sciences morales et politiques a entendu et discuté des communications : sur la traite des esclaves; sur l'assimilation tonique dans le Tshiluba; sur la fondation de Niangara; sur les cérémonies funèbres et les sépultures dans l'Urundi; sur le dallage d'Api; sur une offre de protectorat du Nicaragua faite à la Belgique en 1844; sur un centre d'études pour l'histoire de l'art africain à Gand; sur le développement industriel du Congo et la législation sociale; sur les mœurs, coutumes et institutions des Mongo.

La section des Sciences naturelles et médicales s'est occupée : de la capture de la partie supérieure de la Lemba au Bas-Congo; de l'existence de galets éoliens sous le sol dans la forêt équatoriale congolaise; d'un programme de recherches sur l'éléphantiasis et les filarioses; d'une contribution à l'étude chimique des plantes à huile chaulmoogrique; des tourmalines et vivianite de la Niemi; d'une note écologique sur quelques bains d'éléphants au Congo belge.

Cette section a accordé une mention honorable ainsi qu'une somme de 2.000 francs, à titre d'encouragement, à M. Adriaens, pour son mémoire intitulé : *Contribution à l'étude de la toxicité du manioc du Congo belge*. Ce travail avait été rédigé en réponse à une question du concours annuel de 1940. Mais le manuscrit, déposé dans le délai réglementaire, s'était égaré par suite des événements de mai de l'année dernière.

A l'ordre du jour de la section des Sciences techniques ont figuré : la stabilisation des routes en terre au Congo belge; les gisements filoniens aurifères du Congo belge

deze met dezelfde zakelijkheid als in de voorgaande verslagen behandelen, onder den droogen, ongekunstelden vorm van een inventaris der behandelde onderwerpen, en ik zal me stelselmatig onthouden van elke persoonlijke beoordeeling.

De sectie voor Moreele en Politieke Wetenschappen aanhoorde en besprak mededeelingen over : den slavenhandel; de toonassimilatie in het Tshiluba; de stichting van de standplaats Niangara; de begrafenisplechtigheden in Urundi; de steenen bevloering van Api; een aanbod van protectoraat over Nicaragua aan België gedaan in 1844; een studiecetrum voor de geschiedenis der Afrikaansche kunst te Gent; de industriele ontwikkeling en de sociale wetgeving in Congo; de zeden, gebruiken en instellingen der Mongo.

De sectie voor Natuurlijke en Geneeskundige Wetenschappen behandelde volgende onderwerpen : afvoering van den bovenloop der Lemba in Beneden-Congo; het bestaan van eolische keien onder den bodem in het Congo-leesch evenaarswoud; een programma van navorschingen over de elefantiasis en de draadwormziekten, een bijdrage tot de scheikundige studie van chaulmoogra-olie bevattende planten; de Toermalienen en de vivianiet van de Niembi; een ecologische nota over enkele olifantenbaden in Belgisch-Congo.

Deze sectie heeft een eervolle melding vergund en een geldsomme van 2.000 frank ten titel van aanmoediging aan M. Adriaens voor zijn studie, getiteld : *Contribution à l'étude de la toxicité du manioc du Congo belge*. Deze verhandeling werd geschreven in antwoord op een vraag van den jaarlijkschen wedstrijd voor 1940. Maar het handschrift, op den gewenschten datum aan de post toevertrouwd, was verloren gegaan ten gevolge der gebeurtenissen van Mei 1940.

et du Canada; l'urbanisation au Congo belge; l'âge des formations du Kundelungu; la construction des quais aux colonies; la localisation des phénomènes volcaniques; les graben africains et la recherche du pétrole en Afrique Orientale; le gisement de quartz aurifère de Senzere (Kilo-Moto).

Cette énumération des matières traitées dans chacune des trois sections doit être complétée par la liste des *Mémoires* publiés.

Depuis notre dernière réunion plénière, l'Institut a fait paraître 22 *Mémoires*, dont 3 in-4° et 19 in-8°. Douze *Mémoires* sont actuellement sous presse.

Ont paru :

1. SCHEBESTA, *Die Bambuti-Pygmäen vom Ituri*, tome II.
2. ROBERT, *Le système du Kundelungu et le système schisto-dolomitique*, 2^e partie.
3. HERMANS, *Résultat des observations magnétiques effectuées de 1934 à 1938 pour l'établissement de la Carte magnétique du Congo belge*, 2^e fascicule.
4. GELDERS, *Quelques aspects de l'évolution des colonies en 1938*.
5. VAN HOVE, *Essai de Droit coutumier du Ruanda*.
6. OLBRECHTS, *Bijdrage tot de kennis van de Chronologie der Afrikaansche plastiek*.
7. POLINARD, *Het doleriet van den samentloop Sankuru-Bushimai*.
8. BURGEON, *Le Colasposoma et les Euryope du Congo belge*.
9. PASSAU, *Découverte d'un Céphalopode et d'autres traces fossiles dans les terrains anciens de la Province Orientale*.
10. RESSELER, *Recherches sur la Calcémie chez les indigènes de l'Afrique Centrale*.
11. VAN NITSEN, *Contribution à l'étude de l'enfance noire au Congo belge*.
12. SCHWETZ, *Recherches sur le paludisme dans les villages et les camps de la division de Mongwabe des mines de Kilo (Congo belge)*.

Op de dagorde der sectie voor Technische Wetenschappen kwamen voor : de stabilisatie der grondwegen in Congo; de goudertslagen in Belgisch-Congo en Kanada; de stedenbouw in Belgisch-Congo; de ouderdom der Kundelungu-formaties; het bouwen van kaden in de koloniën; de localisatie der vuurberg-verschijnsels; de Afrikaansche Graben en het zoeken naar petroleum in Oost-Afrika; de ligging van goudhoudend kwarts te Senzere (Kilo-Moto).

Deze opsomming der in de drie secties behandelde onderwerpen, dient met de lijst der uitgegeven *Verhandelingen* aangevuld.

Sedert onze laatste algemeen vergadering heeft het Koloniaal Instituut 22 *Verhandelingen* laten drukken, waarvan 3 in-4° en 19 in-8°. Twaalf *Verhandelingen* liggen thans ter pers.

1. SCHEBESTA, *Die Bambuti-Pygmäen vom Ituri*, tome II.
2. ROBERT, *Le système du Kundelungu et le système schistodolomitique*, 2^e partie.
3. HERMANS, *Résultat des observations magnétiques effectuées de 1934 à 1938 pour l'établissement de la Carte magnétique du Congo belge*, 2^e fascicule.
4. GELDERS, *Quelques aspects de l'évolution des colonies en 1938*.
5. VAN HOVE, *Essai de Droit coutumier du Ruanda*.
6. OLBRECHTS, *Bijdrage tot de kennis van de Chronologie der Afrikaansche plastiek*.
7. POLINARD, *Het doleriet van den samenloop Sankuru-Bushimai*.
8. BURGEON, *Le Colasposoma et les Euryope du Congo belge*.
9. PASSAU, *Découverte d'un Céphalopode et d'autres traces fossiles dans les terrains anciens de la Province Orientale*.
10. RESSELER, *Recherches sur la Calcémie chez les indigènes de l'Afrique Centrale*.
11. VAN NITSEN, *Contribution à l'étude de l'enfance noire au Congo belge*.

13. LEBRUN, *Recherches morphologiques et systématiques sur les Caféiers du Congo.*
14. RODHAIN, *Étude d'une souche de Trypanosoma Cazalboni (vivax) (1).*
15. VAN DEN ABEELE, *L'Érosion, problème africain.*
16. STANER, *Les maladies de l'Hévéa au Congo belge.*
17. DEVROEY, *Le réseau routier au Congo belge et au Ruanda-Urundi.*
18. DEVROEY, *Habitations coloniales et Conditionnement d'air sous les Tropiques.*
19. LEGRAYE, *Grands traits de la Géologie et de la Minéralisation aurifère des régions de Kilo et de Moto (Congo belge).*
20. SPRONCK, *Mesures hydrographiques effectuées dans la région divagante du bief maritime du fleuve Congo. Observations des mouvements d'alluvions. Essai de détermination des débits solides.*
21. BETTE, *Aménagement hydro-électrique complet de la Lufira à « Chutes Cornet » par régularisation de la rivière.*
22. DEVROEY, *Le bassin hydrographique congolais, spécialement celui du bief maritime.*

Sont sous presse :

1. *Les Chefs couronnés chez les Bakongo orientaux. Étude du régime successoral*, par le R. P. MERTENS.
2. *Les Basongo de la Luntugu et de la Gobari*, par le R. P. DE BEAUCORPS.
3. *Les Graben africains et la recherche du pétrole en Afrique Orientale*, par M. DE GRAND' RY.
4. *Les méthodes pratiques d'évaluation des gîtes secondaires aurifères, appliquées dans la région de Kilo-Moto*, par M. R. ANTHOINE.
5. *Premières applications de la géographie linguistique aux langues bantoues*, par le R. P. L.-A. BOECK.

(1) J'interromps un instant la monotonie de cette lecture pour présenter les félicitations de l'Institut au docteur Rodhain, qui a obtenu le Prix quinquennal des Sciences médicales pour l'ensemble de ses travaux et publications pendant la période 1936-1941.

12. SCHWETZ, *Recherches sur le paludisme dans les villages et les camps de la division de Mongwabe des mines de Kilo (Congo belge).*
13. LEBRUN, *Recherches morphologiques et systématiques sur les Caféiers du Congo.*
14. RODHAIN, *Étude d'une souche de Trypanosoma Cazalboni (vivax) (1).*
15. VAN DEN ABEELE, *L'Érosion, problème africain.*
16. STANER, *Les maladies de l'Hévéa au Congo belge.*
17. DEVROEY, *Le réseau routier au Congo belge et au Ruanda-Urundi.*
18. DEVROEY, *Habitations coloniales et Conditionnement d'air sous les Tropiques.*
19. LEGRAYE, *Grands traits de la Géologie et de la Minéralisation aurifère des régions de Kilo et de Moto (Congo belge).*
20. SPRONCK, *Mesures hydrographiques effectuées dans la région divagante du bief maritime du fleuve Congo. Observations des mouvements d'alluvions. Essai de détermination des débits solides.*
21. BETTE, *Aménagement hydro-électrique complet de la Lufira à « Chutes Cornet » par régularisation de la rivière.*
22. DEVROEY, *Le bassin hydrographique congolais, spécialement celui du bief maritime.*

Liggen nog ter pers :

1. *Les Chefs couronnés chez les Bakongo orientaux. Étude du régime successoral*, par le R. P. MERTENS.
2. *Les Basongo de la Luntugu et de la Gobari*, par le R. P. DE BEAUCORPS.
3. *Les Graben africains et la recherche du pétrole en Afrique Orientale*, par M. DE GRAND' RY.
4. *Les méthodes pratiques d'évaluation des gîtes secondaires aurifères, appliquées dans la région de Kilo-Moto*, par M. R. ANTHOINE.

(1) Ik onderbreek voor een oogenblik deze opsomming om aan D^r Rodhain de gelukwenschen van het Instituut aan te bieden voor den vijfjarigen prijs der geneeskundige wetenschappen, die hem werd toegekend ter bekroning zijner gezamenlijke werken en publicaties gedurende het tijdperk 1936-1941.

6. *Réglementation sur les constructions au Congo belge*, par M. DEVROEY.
7. *Observations magnétiques faites à Elisabethville pendant les années 1933-1934*, par MM. HERMANS et MOLLE.
8. *Résultats des observations magnétiques effectuées de 1934 à 1938 pour l'établissement de la Carte magnétique du Congo belge* (fasc. 1), par M. HERMANS.
9. *Le Congo belge possède-t-il des ressources en matières premières pour la pâte à papier?* par M. DE WILDEMAN.
10. *L'Ethnie Mongo*, par M. VAN DER KERKEN.
11. *La résistance à l'avancement des allèges naviguant sur le réseau fluvial du Congo*, par M. HANSSENS.
12. *La Biochimie des moisissures. Vue d'ensemble. Application à des souches congolaises d'Aspergillus du groupe « Niger » Thonn et Church*, par M. R. BASTIN.

Il me reste à mentionner une initiative que l'Institut a prise et dont le caractère patriotique n'échappera à personne. Les trois sections ont décidé d'entreprendre la publication de *La Biographie Coloniale Belge*, à l'instar de *La Biographie Nationale* publiée par l'Académie royale de Belgique.

Le premier volume de cette nouvelle Collection consacrera des notices biographiques à tous ceux, Belges ou étrangers, qui se sont distingués dans la collaboration à l'œuvre coloniale belge et qui sont décédés avant l'année 1930. Des fascicules complémentaires seront ensuite publiés tous les dix ans et donneront la biographie des coloniaux décédés au cours des décades suivantes.

Une Commission, présidée par le R. P. Lotar, et composée de MM. De Wildeman, Moulaert, Rodhain, Devroey, Engels et De Jonghe, a été constituée et s'occupe activement de réunir la documentation de base de cette publication.

Permettez-moi de faire ressortir, en terminant, que les circonstances actuelles, qui ont mis en veilleuse certaines

5. *Premières applications de la géographie linguistique aux langues bantoues*, par le R. P. L.-A. BOECK.
6. *Réglementation sur les constructions au Congo belge*, par M. DEVROEY.
7. *Observations magnétiques faites à Elisabethville pendant les années 1933-1934*, par MM. HERMANS et MOLLE.
8. *Résultats des observations magnétiques effectuées de 1934 à 1938 pour l'établissement de la Carte magnétique du Congo belge* (fasc. 1), par M. HERMANS.
9. *Le Congo belge possède-t-il des ressources en matières premières pour la pâte à papier?* par M. DE WILDEMAN.
10. *L'Ethnie Mongo*, par M. VAN DER KERKEN.
11. *La résistance à l'avancement des allèges naviguant sur le réseau fluvial du Congo*, par M. HANSSENS.
12. *La Biochimie des moisissures. Vue d'ensemble. Application à des souches congolaises d'Aspergillus du groupe « Niger » Thonn et Church*, par M. R. BASTIN.

Ik zou graag nog een initiatief willen vermelden dat door ons Instituut genomen werd en waarvan de vaderlandsche beteekenis niet te loochenen is. De drie secties hebben besloten de uitgave te ondernemen van een *Belgische Koloniale Biographie* van den zelfdra aard als de *Nationale Biographie* die door de Koninklijke Akademie voor Letteren, Kunsten en Wetenschappen gepubliceerd wordt.

Het eerste boekdeel dezer nieuwe Collectie zal korte levensbeschrijvingen wijden aan al degenen, Belgen of vreemdelingen, die zich hebben onderscheiden door hunne medewerking aan de Belgische kolonisatie van Midden-Afrika en die vóór het jaar 1930 overleden zijn. Om de tien jaar, zullen aanvullende afleveringen verschijnen met de levensbeschrijving der kolonialen in den loop der volgende tientallen jaren gestorven.

Een Commissie, door E. P. Lotar voorgezeten, en waarvan de heeren De Wildeman, Moulaert, Rodhain, Devroey, Engels en De Jonghe deel uitmaken, is aangesteld gewor-

de nos activités, sont précisément de nature à nous orienter vers la commémoration de ceux qui nous ont précédés dans la voie de la colonisation belge au centre de l'Afrique.

Nous saurons nous montrer dignes des grands collaborateurs de Léopold II et Albert I^{er}.

Lorsque sonnera l'heure de la délivrance, — et nous avons le ferme espoir que cette heure sonnera, — nous reprendrons courageusement et allègrement toute notre activité, en pleine liberté, dans le cadre d'une Belgique enfin sortie du tombeau, et sous la sage conduite de notre Souverain bien-aimé, Sa Majesté le Roi Léopold III.

den om de documentatie bijeen te brengen die voor het verwezenlijken van dit ontwerp noodig is.

Bij wijze van slot, zou ik er willen op wijzen dat de huidige omstandigheden, die sommige onzer werkzaamheden lamgelegd hebben, juist geschikt zijn ons te oriënteren naar het herdenken aan degenen die ons zijn voorafgegaan op den weg der Belgische kolonisatie van Midden-Afrika.

Immer zullen wij ons waardig toonen van de groote medewerkers van Leopold II en Albert I.

Wanneer het uur der verlossing zal slaan — en het zal slaan, dat hopen we vast — dan zullen wij, met moed en vreugde, onze totale werkzaamheden hernemen, in volle vrijheid, in het kader van een België eindelijk uit het graf opgerezen, en onder het wijs gezag van onzen welbeminden Vorst, Zijn Majesteit Koning Leopold III.

**A. Sohier, — En relisant les publications
de l'Institut Royal Colonial Belge.**

CHER COLLÈGUES,

Pour la seconde fois, notre assemblée plénière s'ouvre sous le signe des restrictions imposées par les circonstances : elle a lieu à huis-clos, comme ces audiences de cours d'assises où doivent être traités des sujets scabreux, et elle est privée de l'habituelle présence de M. le Ministre des Colonies, retenu hors du Royaume par les devoirs de sa charge.

Cependant elle clôture une année à laquelle une restriction au moins fut épargnée : celle de notre labeur.

Labeur paradoxal; je serais tenté de dire même « tour de force » : séparé des colonies qui sont l'objet de ses études et qui lui en fournissent les matériaux; n'apprenant que par de vagues rumeurs la touchante fidélité de nos populations africaines à la mère patrie, leur brillante activité économique, l'héroïsme de nos troupes, l'Institut a néanmoins vu ses trois classes tenir toutes leurs séances, ses membres présenter de nombreux travaux à leurs discussions, et des mémoires importants sortir de ses presses.

Le fait m'a paru d'autant plus digne d'être expressément acté qu'il se produit à une époque où les préoccupations publiques et privées ainsi que la sous-alimentation rendent le travail intellectuel particulièrement difficile, et où les événements auraient apporté bien des excuses à une réduction de notre activité.

Cette constatation m'a amené à en faire quelques autres, à des réflexions sur la marche de notre organisme, que je n'ai pu résister au désir de vous présenter. Ne craignez rien, Messieurs : il ne s'agit pas de faire, comme me l'écrivait avec humour un de nos collègues, l'examen de conscience de l'Institut; je sais qu'un tel programme dépass-

serait mes pouvoirs et qu'il excéderait encore plus mes capacités; je ne me hasarderais pas à vous faire sourire en tranchant de la qualité des mémoires de nos sections des sciences naturelles, médicales ou techniques, ni à me faire rappeler l'orfèvre de Molière en commentant ceux de la classe des sciences morales et politiques.

Mais j'ai été récemment frappé par la remarque d'un des miens qui, s'étant mis à lire la collection de notre *Bulletin*, m'en signalait la richesse, peut-être pas assez connue en dehors des milieux spécialisés. Nous-mêmes, nous rendons-nous toujours compte de l'ampleur de l'œuvre des classes auxquelles nous n'appartenons pas ? C'est pourquoi, au lieu de traiter aujourd'hui quelque sujet de droit coutumier indigène, comme je l'aurais fait en temps normal, j'ai cru pouvoir me placer devant nos publications, les feuilleter avec vous en une libre causerie à bâtons rompus, étant bien entendu que je m'interdis tout examen qualificatif de leur contenu, et que si je suis amené à citer tel mémoire plutôt que tel autre, c'est un peu au hasard de la pêche, sans prétendre établir un palmarès ni délivrer des prix d'excellence.

I.

La première constatation qui s'impose, c'est l'importance quantitative de nos publications.

Notre fondation remonte à 1929. En douze ans, elles exigent déjà un rayon de bibliothèque pour les fascicules bleus de notre *Bulletin*, comportant bon an mal an 800 pages, une soixantaine de communications et rapports; la table alphabétique des matières des dix premières années n'a pas moins de 86 pages.

Puis vient le bataillon multicolore de nos deux collections de mémoires, grand in-quarto et in-octavo respectables, dont la liste comprend à ce jour 26 volumes verts de la Classe des Sciences morales et politiques, 80 volumes

orange des Sciences naturelles et médicales, 25 volumes
beiges des Sciences techniques.

Sans doute nos membres n'ont pas écrit seuls ces ouvrages; nous constituons une maison d'édition dont les presses sont à la disposition de tous ceux qui veulent accorder leur collaboration à nos travaux. Quel meilleur encouragement pourrait-on attribuer aux chercheurs? Combien d'études n'auraient jamais été entreprises si leurs auteurs n'avaient su que, grâce à nous, elles ne resteraient pas enfouies dans leurs vieux papiers ou dans quelque dossier administratif! Une seule condition de publication: le mérite, la valeur du travail, reconnus par une de nos sections. Je ne crois pas qu'on nous ait jamais reproché, soit d'ouvrir trop grandes nos portes, soit, au contraire, d'avoir prononcé des exclusives injustifiées.

Beaucoup de nos volumes sont, si j'ose dire, très volumineux: citerai-je les deux gros tomes, abondamment illustrés, du P. Schebesta sur les pygmées, le fort dictionnaire bakongo de M. Laman, avec ses 1180 pages; le livre du P. Pagès sur le Ruanda, avec ses 700 pages, une carte, 29 planches; celui de M. Moeller sur les migrations des Bantous avec 578 pages, 2 cartes, 6 planches, ou le travail du P. Mertens sur les Badzing, qui totalise 1040 pages, 4 cartes, 42 figures, 10 planches?

Tous ces livres sont d'une présentation soignée, soutenue par une illustration copieuse: mentionnons les 94 figures et 33 planches du mémoire de M. Devroey sur le conditionnement d'air dans les habitations coloniales, les 62 figures et 2 cartes de l'ouvrage du même auteur sur le réseau routier de nos possessions, ou encore la délicate publication des comptes rendus de M. Hermans et de M. Molle sur leurs observations magnétiques.

Évidemment, ce n'est ni au poids ni au cube que se mesure la valeur d'une production scientifique. Nos 131 volumes, à côté de livres gros ou moyens, comportent quelques simples plaquettes. Mais une découverte d'im-

portance considérable peut parfois être rédigée en quelques feuillets.

Une de nos publications de cette année nous en fournit un cas frappant : c'est celle où M. Passau, en douze pages, signale la trouvaille, dans les tables de lavage d'une mine, de bien peu de chose : d'un caillou de trois centimètres de long. Mais à l'expert, ce caillou se révèle un fossile, fragment d'un mollusque préhistorique, et voici que toutes les connaissances acquises, les théories unanimement admises sur la chronologie des terrains de la Province Orientale, du Katanga et du Ruanda-Urundi peuvent s'en trouver modifiées, enrichissement de la science géologique qu'on ne peut sousestimer (1).

Ainsi un avis juridique très court peut avoir exigé de nombreuses recherches et de longues méditations. De même l'épaisseur de la brochure ne révèle en rien le travail dont elle est l'aboutissement lorsqu'elle expose les résultats de milliers d'expériences de laboratoire ou de milliers d'observations, ou encore du dépouillement de centaines de documents : je dois bien vous donner quelques exemples pour illustrer ma pensée, mais ici nos travaux sont si riches que c'est vraiment au hasard de la plume que je citerai ceux de notre collègue le D^r Schwetz sur le paludisme, ou du D^r Hisette sur l'onchocercose oculaire, les mémoires des D^{rs} Mottoule et Van Nitsen sur l'enfance noire, les recherches de MM. Staner et Boutique sur les médicaments indigènes, et, dans d'autres domaines, les grandes chroniques du P. Lotar ou les notes de M. Gelders sur l'évolution des colonies en 1938, dont les 80 pages sont complétées par une indication de sources comprenant plusieurs centaines de références.

Vous me direz, Messieurs, que je ne fais là que des constatations bien banales, que rappeler les caractéristiques mêmes des ouvrages de l'esprit; peut-être n'est-ce cependant pas inutile en un temps où l'on oublie parfois

(1) G. PASSAU, *Découverte d'un céphalopode* (Collection in-8°, 1941).

à quel point les travailleurs intellectuels sont réellement des travailleurs.

Quoi qu'il en soit, je puis hardiment terminer ce premier coup d'œil sur notre bibliothèque en affirmant qu'un corps scientifique a le droit de s'enorgueillir de la somme de labeur qu'elle représente. J'ajouterai qu'en avoir mené à bien la tâche matérielle ingrate jette des vues impressionnantes sur l'activité de notre Secrétaire général.

II.

Dans les quelques noms d'auteurs que j'ai eu l'occasion de prononcer, certains frappent par leur consonance, qui n'est ni flamande ni wallonne : l'Institut a mis ses presses à la disposition de savants étrangers : sur nos tables des matières figurent des Suédois, Français, Italiens, Allemands, Russes, etc; notre publication la plus considérable est celle de l'œuvre en langue allemande d'un auteur de nationalité tchéco-slovaque (1). Même éclectisme si nous examinons la liste de nos membres associés. Ainsi pouvons-nous affirmer que l'Institut n'a pas pratiqué une politique d'isolement égoïste. Je ne dirai pas qu'il s'est conduit en bon Européen, car ce serait une formule bien étroite pour les représentants d'un pays qui a des territoires et des nationaux outre-mer, mais j'affirmerai qu'il a toujours montré une pleine conscience des devoirs que lui impose la solidarité internationale.

Devons-nous nous en faire un mérite ? Non, sans doute, si l'on se rappelle que les traditions coloniales belges ont toujours ouvert nos portes toutes grandes à tous ceux qui voulaient coopérer avec nous; pas de législation accordant plus de droits et un accès plus généreux aux individus de toutes nationalités; pas de régime pouvant comporter plus de liberté commerciale, permettant à chacun de s'appro-

(1) *Die Bambuti-Pygmäen*, von PAUL SCHEBESTA (Collection in-4°, 2 vol., 1938 et 1941).

visionner dans les mêmes conditions que nous aux matières premières que fournit le centre de l'Afrique. Comme le signalait un des mémoires que nous avons publiés ⁽¹⁾, si certaines puissances peuvent désirer voir étendre à d'autres colonies notre régime de liberté et d'égalité économiques, elles ne pourraient en tous cas trouver dans ce genre de revendications un prétexte pour englober notre Congo ou notre Ruanda-Urundi dans une éventuelle redistribution des territoires africains. Ainsi, en se plaçant au point de vue scientifique, sous le signe de la liberté et de la collaboration internationale, notre Institut n'a fait que se conformer à une tradition dont la Belgique est fière.

III.

Une autre constatation qui s'impose en feuilletant nos publications, c'est la variété de leurs matières.

Aucun des grands problèmes qui ont passionné le public ne nous est resté étranger; mais à côté d'eux, que de questions neuves sont traitées par nos auteurs, depuis les sujets d'histoire, de politique ou de science pure, jusqu'aux cas d'application pratique les plus récents ! En face de travaux recherchant chez les Égyptiens pharaoniques la filiation des coutumes et du langage de nos populations noires, on en trouve consacrés à l'exploitation des chutes d'eau, aux gisements de métaux rares ou à la radio-diffusion. Ces problèmes sont d'ailleurs interdépendants, et en étudiant le paludisme ou le conditionnement d'air des habitations on peut faire réaliser plus de progrès à la question du colonat que par des centaines de discours de propagande simplement bien intentionnés.

Comment s'étonner de cette variété en voyant notre composition ? Sur nos listes, missionnaires fonctionnaires, magistrats et officiers avoisinent médecins, hommes d'af-

(1) *Le problème colonial au point de vue international*, par O. LOUWERS (Collection in-8°, 1936).

fares, ingénieurs; on y lit les noms de professeurs de nos quatre universités, avec ceux de membres de l'Université coloniale, de l'École de Médecine tropicale et de nos divers instituts agronomiques; le fonds de la recherche scientifique, notre représentation diplomatique, nos musées fournissent des collaborateurs à nos travaux; et si les convictions religieuses ou politiques n'étaient pas une de ces questions dont il est complètement fait abstraction dans nos élections, je dirais que toutes les opinions et tous les partis figurent dans notre *Annuaire*. La valeur scientifique, la dignité morale sont les seuls critères de nos choix.

Ajouterai-je que toutes les régions du pays paraissent représentées parmi nos membres et collaborateurs, et que la question linguistique semble ne s'être jamais posée chez nous, chacun ayant toujours pu employer la langue de son choix ?

Qu'une collaboration soit possible entre hommes aussi différents mettant en commun leurs compétences et leurs spécialités diverses n'étonnera sans doute personne; avant que le terme d'union nationale fût inventé pour désigner la coopération des partis belges au bien commun, elle était de pratique constante dans presque tous les domaines et notamment dans les instituts scientifiques; seuls des observateurs superficiels ont pu considérer comme profondes nos divisions politiques. Mais nulle part la pratique de cette union, la tolérance à l'égard des opinions de chacun, la solidarité entre personnes et le dévouement au bien du pays ne furent poussés aussi loin que dans la colonie; ce sont ces traditions de nos territoires africains qui expliquent la cordialité de nos rapports et leur fécondité.

IV.

Sur nos listes, à côté d'une majorité de personnalités ayant fait de longs séjours dans la colonie, on en voit qui n'y furent que peu de temps, pour de courts séjours ou

de rapides voyages, ou qui même n'ont jamais quitté l'Europe. Pourquoi ne pas le dire ? Le fait est souvent critiqué au Congo, où l'on daube plaisamment les coloniaux de la place Royale, tout en s'étonnant de ne pas nous voir appeler certains bons serviteurs de notre cause, dont la belle carrière et les services rendus attestent la valeur.

C'est oublier que nous sommes un institut savant, où se voir élu n'est pas un simple honneur, mais une invitation à de nouveaux travaux, et que seule la valeur scientifique est un titre pour y être admis. On peut de loin apprendre à connaître admirablement la colonie ou certaines matières qui la concernent, y voir clair dans ses problèmes, apercevoir des nécessités politiques et des lignes de conduite que les coloniaux jetés dans l'action n'ont pas le temps de méditer. Les noms, les exemples se pressent sur nos lèvres; mais à quoi bon ? Un fait éclatant les domine : Léopold II, le souverain génial qui avait sur le Congo une documentation si complète, qui étonnait l'auditeur par la sagesse de ses vues, n'avait jamais abordé aux rivages africains.

Au fond, c'est l'ancienne querelle bien vidée des médecins traitants et des médecins de laboratoires : par ses découvertes, le chercheur penché sur son microscope ne sauve pas moins de vies humaines que le généreux praticien au chevet des malades. De même le savant américain qui a identifié pour la première fois comme étant un paon un spécimen empaillé juché sur une armoire du Musée de Tervueren, et a peut-être ainsi ouvert des voies nouvelles à l'étude de l'évolution des espèces et des relations préhistoriques entre continents, a sans doute rendu à la colonie un service aussi signalé que le vieil africain qui, sur place, aura chassé beaucoup de ces oiseaux en découvrant surtout leurs qualités culinaires ⁽¹⁾. Ce n'est donc pas aux années d'Afrique, mais aux ouvrages publiés

⁽¹⁾ Voir SCHOUTEDEN, A propos du Paon congolais (*Bull. Inst. Roy. Col. Belge*, 1937, p. 578).

que peut se juger la valeur réelle d'une personnalité scientifique coloniale; et à cet égard nos publications font d'éloquentes réponses.

V.

Si divers dans leurs sujets et par la personnalité de leurs auteurs, nos travaux rendent cependant le même son, indiquent un esprit identique : ils sont révélateurs de l'existence d'une doctrine coloniale belge acceptée par tous.

On la connaît : à la fois réaliste et humanitaire, elle considère comme indissolublement liés l'objectif moral de notre occupation, la civilisation des populations indigènes, et son objectif économique, la mise en valeur de leur territoire au profit commun des colonisateurs et des colonisés.

Elle professe notamment que les noirs sont une race attardée, mais nullement inférieure aux autres grandes races humaines, et que les progrès immenses déjà réalisés par eux sous notre égide montrent qu'ils seront un jour capables d'exceller comme nous dans tous ces arts et ces labeurs pacifiques qui forment la civilisation; que notre domination doit donc être animée d'un esprit de collaboration; qu'il faut amener la société noire à s'orienter selon nos vues, mais en sauvegardant son originalité propre et tous ceux de ses usages qui n'entravent pas son progrès et qui sont souvent le résultat d'une adaptation au milieu économique et social ⁽¹⁾.

A l'heure où les horreurs de la guerre montrent combien la race blanche elle-même est peu dégagée de la barbarie, une telle doctrine n'a pas à se justifier : elle peut se contenter de montrer ses résultats, l'admirable développement de nos colonies. Si, selon la formule de Henri de Tourville, la route crée le type social, il n'y a pas à s'étonner de la longue stagnation d'une race que ses

(1) Voir le développement de cette doctrine dans le *Recueil à l'usage des fonctionnaires territoriaux*.

migrations ont amenée sous des climats torrides, dans des contrées désertiques et finalement la grande forêt tropicale. Les auteurs qui ont analysé la mentalité de ceux qu'on appelle les primitifs finissent par conclure que s'il y a différence d'état, entendant par là les conditions dans lesquelles l'intelligence s'exerce, il n'existe aucune différence de nature entre leurs fonctions mentales et les nôtres ⁽¹⁾. Pour montrer les possibilités de ces populations et le degré de perfectionnement auquel nous les avons déjà conduites, je ne citerai que ce mot d'un prélat italien, M^{re} Dellepiane, qui me disait : « Quand le Saint-Siège voudra nommer des évêques indigènes, en certains endroits, on n'aura que l'embarras de choisir entre des sujets également remarquables par leur intelligence, leur culture, leur piété et la dignité de leur vie ».

L'unité d'esprit provenant d'une doctrine commune se révèle dans les travaux de toutes nos classes; il est des choses qu'on ne discute pas chez nous.

C'est peut-être dans un mémoire de la Section médicale que le fait s'est révélé à moi de la façon la plus frappante. Nos savants, on le sait, édifient pierre par pierre, fascicule par fascicule, un véritable monument d'observations sur les maladies endémiques tropicales, notamment sur la lèpre. La bibliographie d'un de nos mémoires paru en 1938 mentionne déjà 169 ouvrages publiés en Belgique sur ce point. Or dans ce mémoire, rédigé par un des nôtres d'après les rapports et documents émanant de nombreux collaborateurs ⁽²⁾, je relève ce fait : un savant étranger de passage à Léopoldville y avait demandé pourquoi la stérilisation n'était pas appliquée aux lépreux comme elle l'est au Japon. « Cette mesure, dit simplement le mémoire, ne rencontrerait ni l'assentiment du milieu responsable

(1) Voir DE CLEENE, Vers une meilleure compréhension de la mentalité des primitifs (*Bull. Inst. Roy. Col. Belge*, 1940, p. 324); BERTRAND, Quelques réflexions sur le mode de raisonnement des sauvages (*Bull. Inst. Roy. Col. Belge*, 1937, p. 724).

(2) A. DUBOIS, *La Lèpre au Congo belge en 1938* (Collection in-8°, 1940).

européen, ni l'agrément des indigènes » : deux lignes, pas de discussion. On sent que dans l'esprit des auteurs il est des problèmes sur lesquels notre civilisation et la doctrine coloniale qui s'en inspire ne nous permettent même pas d'hésiter.

Notre adhésion à cette doctrine n'est d'ailleurs pas aveugle; les membres de l'Institut ne perdent aucune occasion de confronter leur point de vue avec ceux des savants étrangers; leurs participations aux congrès internationaux sont fréquentes; des mémoires présentés à la Classe des Sciences morales ont étudié les théories différentes que tentent de faire prévaloir certains pays et décrit l'évolution des autres colonies africaines (1).

VI.

Parmi les sujets qui préoccupent les membres de l'Institut se trouve la mise en lumière de la part prise par les Belges à la création et au développement du Congo; des études historiques impressionnantes montrent que dès les débuts de notre indépendance le rêve colonial les préoccupait (2), retracent la naissance de l'État Indépendant en réfutant notamment la vieille erreur qu'il aurait été une création de l'acte de Berlin (3), ou, comme les grandes chroniques de R. P. Lotar, font revivre les figures de nos pionniers en rectifiant les notions erronées ou confuses qui ont trop souvent cours. Récemment la parution d'ouvrages français permettait encore d'utiles mises au point, opposant la fidélité à sa mission montrée par

(1) Voir notamment DE CLEENE, Le National-Socialisme et le problème des races dans les colonies (*Bull. Inst. Roy. Col. Belge*, 1939, p. 240); GELDERS, Quelques aspects de l'évolution des colonies en 1938 (Collection in-8°, 1941); LOUWERS, Le financement des colonies tropicales modernes (*Bull. Inst. Roy. Col. Belge*, 1934, p. 638).

(2) LAUDE, Négociations relatives à l'île de Pinos (*Bull. Inst. Roy. Col. Belge*, 1939, p. 92); DE LICHTERVELDE, Contribution à l'histoire des origines du Congo belge (*Bull. Inst. Roy. Col. Belge*, 1936, p. 466 et 1937, p. 770).

(3) Voir HEYSE, Le Congrès de Berlin, d'après des documents diplomatiques français (*Bull. Inst. Roy. Col. Belge*, 1935, p. 694); DE LICHTERVELDE, *loc. cit.*

l'Anglo-Américain Stanley, du jour où il s'engagea au service de Léopold II, aux procédés assez particuliers de Savorgnan de Brazza et de son personnel ⁽¹⁾.

Plus intéressant peut-être encore est un mémoire de la section des Sciences techniques sur les moyens de communication, où M. Devroey publie les documents établissant que c'est un Belge, Valcke, qui reçut le premier des noirs ce surnom de « Bula-Matari » dont on connaît la fortune ultérieure.

Mais ce n'est pas dans ses origines seulement qu'une colonisation trouve sa justification; quelle que soit sa source, elle ne conserve son bon droit que s'il se voit confirmé par les services rendus au peuple colonisé. Petit pays coincé entre de puissants voisins sur une étroite bande de terre dont de grandes parties sont naturellement infertiles ou soumises aux inondations; dont la population si dense grouille au-dessus d'un sous-sol aux richesses minières en grande partie épuisées; dont le commerce extérieur est une nécessité vitale, et qui cependant a vu les États limitrophes l'entourer des murailles isolantes du protectionnisme et de l'autarcie; la Belgique a plus que tout autre besoin de terres d'expansion, de sources de matières premières et de marchés; elle n'a pas à l'intérieur de ses frontières de terres à peine exploitées, et c'est par un miracle d'ingéniosité et de labeur constant que ses paysans arrachent des productions magnifiques à la rude Ardenne ou défendent leurs polders contre la mer. Ses colonies sont pour elle une nécessité vitale; elle les a payées du sang de ses enfants et de l'épargne des générations, mais elle sait que tout cela ne justifierait pas encore sa colonisation si elle ne multipliait les bienfaits matériels et moraux aux Congolais et aux populations du Ruanda-Urundi.

A cet égard l'Institut se révèle dans ses publications comme un des bons ouvriers de la grande œuvre afri-

(1) R. P. LOTAR, Sur un livre de de Chavannes (*Bull. Inst. Roy. Col. Belge*, 1937, p. 59).

caine belge : impossible de citer des références, car il faudrait recopier presque entièrement nos tables de matières; l'étude des populations, de leur mentalité, de leurs coutumes, de leurs langues fait l'objet principal des travaux de notre première section; ailleurs, comme je l'ai indiqué déjà, on veille avec un soin jaloux à la lutte contre les maux qui les assaillent; des travaux très développés sur la nourriture et l'hygiène des noirs, où les procédés pouvant améliorer leurs ressources, leur agriculture, leur élevage; le choix des sujets de nos concours annuels attestent que ces préoccupations sont communes à tous nos membres.

Ainsi se trouve fortifié notre droit indiscutable sur nos colonies. Le Congo est à la Belgique parce qu'il est son œuvre; ses populations ont désormais un caractère indélébilement belge : on ne peut lire nos publications sans s'en convaincre et sans accorder aux membres de l'Institut une part du mérite commun.

VII.

Cette variété n'est peut-être nulle part mieux mise en valeur qu'en ce qui concerne notre seconde colonie, le Ruanda-Urundi. Le mandat de mener à bien ses belles populations restées barbares nous fut confié par les grandes puissances comme un dédommagement des préjudices que nous avait causés une guerre dont aucune responsabilité ne pouvait nous être attribuée, et aussi parce que notre œuvre passée nous montrait capables de mener à bien cette tâche. Mais ces titres, combien les avons-nous confirmés, multipliés par les services rendus à ce pays, auquel notre marque est désormais aussi fortement imposée que sur notre Congo !

Par le mandat, la doctrine coloniale belge se trouvait soumise à une forte épreuve : pays de montagnes et de pâtures, à population dense sur un territoire restreint, dont l'organisation féodale puissante repose sur la

coexistence de deux races, le Ruanda-Urundi était tout différent du Congo, avec ses habitants peu nombreux, dispersés sur des surfaces immenses, ses fleuves et sa grande forêt, ses chefferies émiettées, ses cultures variées et sa cueillette : notre politique aurait-elle la souplesse voulue pour régir à la fois des régions aussi dissemblables ?

Le résultat, vous le connaissez, Messieurs : les famines dont souffraient ces pauvres peuplades définitivement conjurées; le christianisme s'en emparant en tornade, les élevant à l'échelle de la civilisation au point d'y multiplier les prêtres, et venant compléter la barrière que notre Congo a tracée à l'Islam avec sa séquelle d'esclave et de polygamie; son organisation politique affermie et régularisée; son enrichissement obtenu par des cultures nouvelles, la mise en exploitation de ses richesses minières, les progrès de son art pastoral; un pays ayant près de deux fois la superficie de la Belgique littéralement métamorphosé par elle en vingt ans.

Que l'Institut n'y soit pas resté indifférent peut être relevé par lui avec fierté : n'est-il pas frappant que le premier ouvrage publié par la Classe des Sciences morales soit une étude sur les populations du Ruanda ⁽¹⁾ et qu'un des tout premiers de la section des Sciences naturelles soit un mémoire sur ses famines périodiques ⁽²⁾ ? Et qu'à l'autre bout de la courbe nous trouvions parmi nos dernières éditions un exposé du droit coutumier du Ruanda ⁽³⁾ et une étude sur le réseau routier de notre seconde colonie, où M. Devroey, par des cartes comparatives d'une éloquence saisissante, nous montre l'œuvre immense réalisée, que traduisent deux chiffres : au début de l'occupation belge il n'existait aucune voie carrossable;

(1) PAGÈS, *Un royaume hamite au centre de l'Afrique* (Collection in-8°, 1933).

(2) SCAËTTA, *Les famines périodiques dans le Ruanda* (Collection in-4°, 1932).

(3) VAN HOVE, *Essai de droit coutumier du Ruanda* (Collection in-8°, 1941).

en 1937, sur ce sol accidenté, où l'établissement des voies en escarpement et leur entretien sont des tours de force sans cesse renouvelés, 6.362 km. de routes étaient ouverts à la circulation.

VIII.

En parcourant à bâtons rompus nos publications, je me disais souvent que si notre division en sections est une nécessité, on peut regretter que les réunions interclasses ne soient pas plus nombreuses, car beaucoup d'études sont d'un intérêt réellement général. Pour citer quelques titres au hasard, le problème colonial au point de vue international, le paludisme, l'hygiène des travailleurs, la colonisation, les remèdes indigènes sont des questions auxquelles s'intéressent bien d'autres que leurs spécialistes.

Un autre exemple remarquable nous en est fourni par les études de M. Frateur sur l'hérédité expérimentale et l'atavisme ⁽¹⁾. Notre honoré collègue est docteur en médecine vétérinaire, et c'est donc à la Classe des Sciences naturelles qu'il présente les résultats de ses expériences opérées sur des lapins. Elles établissent — je résume en termes vulgaires ce que l'auteur exprime de façon beaucoup plus précise et scientifique — que la recherche de la pureté de la race aboutit en fait à son appauvrissement; que la sélection arrive à développer certains caractères de façon utile, mais en perdant d'autres qualités nécessaires au développement harmonieux et complet de l'espèce; d'où l'on peut conclure que si la sélection peut avec profit s'opérer au bénéfice de l'homme dans des espèces animales qui se trouvent ainsi sacrifiées à nos intérêts, un peuple est en réalité enrichi par des apports étrangers qui viennent ajouter de nouvelles possibilités au fonds commun de qualités et de caractères innés que l'hérédité et l'atavisme partageront entre ses descendants.

⁽¹⁾ *Bull. Inst. Roy. Col. Belge*, 1937, p. 567 et 1939, p. 289.

Que de perspectives ouvrent ces conclusions, qui paraissent de bon sens autant qu'elles sont le résultat de méthodes scientifiques impeccables ! Quand, au contact d'autres pays, nous constatons avec étonnement notre supériorité à nous, Belges, en tant de matières, notre culture plus étendue, le nombre de nos personnalités éminentes dans les branches les plus variées des arts et des sciences, de l'industrie et de l'agriculture, et ce en dépit du fait que nous sommes un peuple composite, ne devons-nous pas conclure que cette supériorité vient au contraire de ce que nous possédons une grande variété de caractères héréditaires grâce à la combinaison des éléments si riches des races fortes et vaillantes qui se sont mêlées sur notre sol ? Combinaison qui s'est encore enrichie au cours des siècles de nombreuses qualités allogènes, soit grâce à notre politique commerciale libérale, soit parce que nous fûmes trop souvent victimes d'occupations militaires ⁽¹⁾, soit parce que nous nous montrâmes toujours accueillants aux exilés victimes des passions politiques ou religieuses.

Mais je m'é gare, et me laisse entraîner à des perspectives qui dépassent le terrain colonial; moins cependant peut-être qu'il ne semble. Car, enfin, n'est-ce pas cette bigarrure de la composition primitive de notre nation qui lui a fourni, dans les éléments aujourd'hui harmonieusement fondus de notre vie nationale ⁽²⁾, les qualités si diverses nécessaires à un peuple civilisateur ? N'explique-t-elle pas que nous nous soyons si vite adaptés à la mission colonisatrice à laquelle nous a appelés notre dynastie et que notre œuvre ait été dans tous les domaines une si éclatante réussite ? Problèmes élevés, qui mériteraient évidemment des échanges de vues étendus.

(1) Par exemple les influences espagnoles, si nettes dans certaines régions.

(2) Fusion dont on peut trouver une preuve plaisante dans les noms flamands Van Belle, Jennissen, etc., de certains chefs wallingants, opposés aux noms wallons de leaders flamands comme Borginon, Rom-sée, Delwaide, etc.

Mais surtout ces théories biologiques ont une portée pratique qui intéresse tous ceux qui se consacrent à la politique indigène. Que de fois nous sommes-nous demandé avec angoisse si le brassage de populations auquel donnaient lieu notre occupation, les voyages, les recrutements, n'allait pas, en provoquant des unions entre noirs d'origines trop différentes, en altérant la pureté des tribus, leur enlever leurs qualités primitives, et si une politique de sélection et de ségrégation ne serait pas utile pour leur restituer leur pleine valeur et développer leurs aptitudes naturelles ! Les études de notre collègue sont un excellent point de départ pour répondre à de telles questions : non, nous n'avons pas nui aux races indigènes; nous les avons au contraire enrichies par nos imprudents mélanges; nous avons augmenté leurs possibilités de développement. Et notre politique indigène n'a pas à puiser ses méthodes dans les procédés employés pour améliorer les races animales : en continuant à traiter nos sujets en hommes, nous favorisons l'immense avenir qui semble promis aux races noires, pour leur plus grand profit, mais aussi pour le nôtre.

Pour épuiser l'intérêt que présentent les études de notre collègue, je devrais encore vous rappeler ses conclusions sur la pseudo-hérédité des éléments acquis, sur le rôle qu'elles réservent à la politique coloniale, et montrer comment la richesse de notre milieu national nous prédispose à le bien remplir; mais l'heure ne le permet pas et vous estimerez sans doute comme moi que ces quelques remarques suffisent pour mettre en lumière un cas type où la collaboration entre classes se révèle utile.

IX.

Parmi les missions confiées à notre Institut se trouve la collation du prix triennal de littérature coloniale. Je ne puis m'empêcher d'en dire un mot, car en relisant nos

délibérations à son sujet, je me suis souvenu des critiques parfois formulées dans certains milieux.

Si j'avais à plaider coupable, je pourrais invoquer des circonstances atténuantes, signaler que ce n'est pas nous qui nous sommes érigés en juges et que nous nous acquittons d'un devoir imposé; que nous ne couronnons que les ouvrages qui nous sont envoyés et avons donc pu négliger des œuvres méritantes si leurs auteurs n'ont pas estimé devoir nous les soumettre.

Mais, franchement, je ne crois pas devoir aller jusque-là. Peut-être un jour, le nombre des excellents peintres qui se consacrent à notre exotisme s'étant encore accru, les littérateurs ayant accompli de nouveaux progrès, les musiciens belges ayant découvert les richesses d'inspiration que contient la musique indigène, verra-t-on se créer dans notre sein une classe des arts, pouvant accueillir les artistes, et qui tout naturellement décernera les prix triennaux. En attendant, la Classe des Sciences morales et politiques n'a pas à rougir de ses choix. Je me crois assez au courant des choses littéraires pour affirmer qu'on ne voit vraiment pas d'œuvre marquante ou d'auteur de valeur qu'elle aurait dédaignés.

Sans doute tous les volumes couronnés n'ont pas connu les gros tirages ou les succès de critique : nos auteurs savent-ils toujours tirer des prix littéraires toutes les possibilités de publicité qu'ils comportent ? Le peu de faveur du public à l'égard de la littérature coloniale belge ne vient-il pas de l'insuffisance de la sélection ? A côté d'œuvres solides et qui nous font honneur, n'y compte-t-on pas trop de pseudo-romanciers auxquels font défaut le métier et la culture, ou qui n'ont de la colonie qu'une connaissance superficielle, recueillie soit dans ses cabarets, soit par des entretiens fugitifs avec des femmes indigènes ? D'autres pour qui l'affabulation romanesque n'est qu'un paravent à l'abri duquel ils satisfont leurs rancunes personnelles ? D'autres qui, après un court séjour, brûlent

de faire connaître leurs idées sur la politique et prônent comme des découvertes les lieux-communs les plus rebattus ? Ou encore des reporters dont les notes hâtives ne peuvent faire illusion qu'à des lecteurs tout aussi pressés ?

L'Institut se doit de persévérer dans sa ligne de conduite et de réserver ses prix littéraires à des œuvres d'une forme visant à la beauté, écrites dans une langue correcte, d'une inspiration digne, et révélant sur nos territoires et leurs populations au moins une connaissance et une compréhension faisant de leur auteur un véritable colonial.

Il est temps, mes chers Collègues, d'arrêter cette flânerie à travers nos publications; je dois répéter que je n'ai pas entendu parler en votre nom en formulant ces quelques observations; touchant à des sujets divers, elles ne comportent pas de conclusions communes.

Je n'ai pas prétendu présenter ce que nos vieux auteurs appelaient une défense et illustration de notre Institut : il n'est à ma connaissance pas attaqué, et si son procès s'ouvrait, il y aurait bien d'autres remarques à développer en sa faveur, et par des voix plus autorisées que la mienne. Cependant, **nous vivons à une époque** où les procédures sont parfois bien expéditives et où personnalités et organismes qui se croyaient à l'abri derrière les services rendus voient une partie de l'opinion les condamner sans autre forme et taxer d'ancien régime. C'est pourquoi j'ai voulu que si l'un ou l'autre ouvre notre dossier, il y trouve au moins cette note préliminaire.

F. Delhayé. — Les volcans au Nord du lac Kivu.

Le touriste qui arrive dans la région des Virunga peut établir, dès son débarquement à Kisenié, un classement des volcans en deux catégories. Les uns sont de grands cônes formant de hautes montagnes; ils sont réduits à quelques unités; les autres sont de très petits volcans, mais le nombre en est considérable.

Si notre touriste se conforme à la coutume, sa première excursion sera réservée au Niragongo, qui, de tous les grands volcans, est le plus accessible de Kisenié. Chemin faisant, il aura maintes fois l'occasion, sans s'écarter de l'itinéraire prévu, de visiter quelques petits volcans. Il remarquera que ces édicules volcaniques fourmillent dans la plaine chaotique qui s'étend des rives du lac, en se relevant progressivement, jusqu'au pied des hautes montagnes volcaniques. Cette plaine est formée de coulées de lave noire à facies basaltique, recouvertes çà et là par des accumulations de scories et de cendres.

En gravissant le cône du grand volcan, il constatera qu'il est entièrement formé par des coulées de lave issues du cratère terminal, alors que les petits cônes de la plaine étaient constitués de scories, auxquelles venaient s'ajouter assez exceptionnellement quelques coulées d'une lave bulleuse scoriacée (cônes mixtes) en tout cas bien différente physiquement de celle des grandes coulées. Plus tard il sera en mesure de généraliser ses premières observations.

C'est à ce classement un peu simpliste, mais précis, que nous aurons recours pour exposer la morphologie des volcans, en donnant la préséance aux grands édifices volcaniques. Mais cette description serait en elle-même insuffisante pour faire ressortir les caractéristiques essentielles du volcanisme de cette région, les principaux types de volcans étant définis par le dynamisme de leurs éruptions.

L'examen des matériaux rejetés par un volcan donne des éléments d'appréciation sur l'importance des explosions, la morphologie des coulées sur la fluidité des laves; en y joignant quelques renseignements fournis par les témoins oculaires des dernières éruptions il est possible de reconstituer dans leurs grands traits les phases principales du phénomène. Les types volcaniques étant établis, d'autres questions se poseront notamment au sujet de la fixité ou de l'instabilité des bouches d'éruption, des relations entre volcans, etc. Enfin, mettant en opposition la structure de la région des Virunga avec la répartition des volcans, nous pourrons rechercher le rôle des fentes sur leur distribution.

Le dynamisme des éruptions dépend essentiellement de la température du magma aux bouches d'éruption, tandis que ses particularités relèvent plus spécialement de l'état de fluidité de ce magma. Les conditions peuvent se modifier dans le temps, même au cours d'une éruption; elles ne dépendent pas seulement de la nature chimique des laves épanchées, mais de celle du magma, mélange de silicates fondus avec des gaz et des vapeurs; les produits volatils ayant pour effet d'abaisser le point de fusion du mélange.

Les magmas riches en silice libre, souvent très visqueux aux températures d'émission des laves, donnent lieu à des éruptions explosives. Les magmas mélanocrates fournissent des éruptions fort tempérées du point de vue explosif et des coulées très fluides. Exceptionnellement, les premiers produiront des coulées assez fluides et les seconds connaîtront des éruptions explosives, parfois même de grande violence.

L'interprétation de ce phénomène, toujours lié à deux conditions principales, a été excellemment résumée en une phrase par M. A. Lacroix et celle-ci a en outre l'avantage de préciser la signification du type volcanique en partant du caractère éruptif : « Un volcan dont le magma

a une composition sensiblement constante n'est pas *prédestiné* à un mode de dynamisme déterminé, mais seulement *prédisposé* à celui-ci ».

Nous décrirons brièvement les caractères de chacun des types de dynamisme volcanique en les énumérant dans l'ordre croissant des manifestations explosives.

Le *dynamisme hawaïen* s'observe dans les volcans où la température d'émission des laves est élevée et où le magma est très fluide.

Les gaz se dégagent du magma silencieusement et, pour employer l'expression de M. A. Lacroix, presque à la façon d'une évaporation. Aux endroits où leur afflux est plus considérable, ils donnent lieu au jaillissement de *fontaines de lave*.

Les matériaux rejetés par des explosions, toujours anodines, sont constitués exclusivement par du verre obsidiénique. Les bombes ne dépassent guère 10 cm. de plus grande dimension; elles sont formées par des lambeaux de magma qui en retombant sur le bord du cratère s'aplatissent en se collant aux débris sur lesquels ils reposent. Lorsque la température du magma est moins élevée, il se forme des bombes en *bourse de vache*, au contour circulaire ou elliptique, qui font la transition au *type strombolien*. Elles ne diffèrent des précédentes que par leur structure plus bulleuse. Leur surface supérieure est vernissée, parfois garnie de petites protubérances; leur surface inférieure n'est que la contre-partie du modelé sous-jacent qu'elle reproduit sans y adhérer.

Lors des paroxysmes, les gaz entraînent des gouttelettes de verre affectant par refroidissement des formes variées, en sphère, larmes, fuseaux, etc. ne dépassant pas 1 cm., ainsi que des fils de verre (*cheveux de Pélé*). Ces derniers sont parmi les matériaux les seuls qui sont entraînés au loin par les vents. On a signalé également l'existence de blocs de *ponce*, très légère, extrêmement bulleuse, parfois à cavités polyédriques.

L'ensemble de ces matériaux, qui ne sont accompagnés ni de cendres ni de graviers, est toujours en quantité insuffisante pour constituer des *roches pyroclastiques*.

Le *dynamisme strombolien* est caractérisé par un magma encore fluide, mais qui l'est moins que dans le cas précédent. La sortie des gaz étant plus difficile entraîne d'importantes gerbes de matériaux incandescents accompagnés de vapeurs peu apparentes. Lorsque la température diminue, les explosions sont accompagnées de nuées à volutes blanches, roulant les unes sur les autres; elles sont parfois sillonnées d'éclairs. Dans les cas de paroxysme extrême, l'appareil est démantelé par les explosions.

Les matériaux rejetés sont constitués entièrement ou en majeure partie par du magma neuf; ce sont : des bombes, des blocs, des lapilli et des graviers, à l'exception de *cendres*.

Les bombes, parfois d'assez grandes dimensions sphériques, ovoïdales, piriformes, conservent souvent des déformations dues au mouvement giratoire auquel les paquets de magma encore fluide ont été soumis dans leur trajet aérien. Ces bombes ont parfois une texture compacte; le plus souvent elle est bulleuse avec une disposition grossièrement zonaire, les dimensions des bulles augmentant de la périphérie au centre, où elles deviennent vacuolaires. Le centre peut être occupé par un élément étranger, fragment de lave ou même de roche non volcanique arraché à la cheminée du volcan.

Les blocs, de dimensions restreintes, sont formés par des laves compactes, poreuses ou scoriacées. Les lapilli varient avec la fluidité de la lave; ce sont généralement des fragments scoriacés à tendance globuleuse. Les graviers et les sables peuvent être entraînés assez loin du cratère.

Tous ces matériaux rejetés par les explosions sont abondants et s'accumulent autour des cratères en subissant dans leur déplacement aérien un classement par ordre de

grandeur, les plus volumineux retombant au voisinage des bouches d'éruption; ce sont les constituants les plus importants des cônes volcaniques. L'absence de poussière rend les roches pyroclastiques extrêmement poreuses et le plus souvent dépourvues de cohésion.

Le *dynamisme vulcanien* diffère beaucoup des précédents en ce qu'il s'agit d'un magma devenant de plus en plus visqueux. Les gaz ne peuvent s'échapper que d'une façon violente et les éruptions deviennent essentiellement explosives. Le volcan rejette des portions de magma très pâteuses, imparfaitement consolidées ou même solidifiées.

Le magma neuf entraîne souvent des proportions considérables de matériaux déjà refroidis ou plus anciens; aussi les phénomènes d'incandescence des explosions sont-ils très variables; ils peuvent même devenir absolument obscurs.

Les explosions *ultravulcaniennes* correspondent à la période où le volcan se crée un accès vers l'extérieur, sinon débouche une ancienne cheminée. Ce type d'explosion est donc commun à tous les volcans; il peut réapparaître en fin d'éruption. Les éruptions *pliniennes* ne sont qu'un cas particulier des éruptions vulcaniennes, généralement de très courte durée; elles correspondent au cas des paroxysmes extrêmes qui peuvent aller jusqu'à la destruction complète de l'édifice volcanique.

Les *nuées vulcaniennes* sont d'énormes colonnes gazeuses chargées de matériaux solides de nature variée, de toutes dimensions, mais où abondent les cendres. Elles s'élèvent du cratère par bouffées, chacune correspondant à une explosion distincte, sous la forme de volutes épaisses en chou-fleur, grises ou noires, roulant les unes sur les autres. Ces nuées peuvent s'élever jusqu'à 10 km. de hauteur, mais elles ne sont pas toujours dirigées suivant la verticale.

Les *nuées ardentes* sont une forme particulière des précédentes, dont elles se distinguent par leur température

élevée, qui doit être celle des laves incandescentes, et par la nature des matériaux presque exclusivement formés de magma neuf. Ces nuées très denses, extrêmement riches en poussière, formant une sorte d'émulsion dans les gaz et les vapeurs, englobent des matériaux de toutes dimensions dont certains atteignent de nombreux mètres cubes. Ces éléments sont maintenus en suspension dans le mélange par l'effet d'une explosion initiale d'une extrême violence; ce sont les *nuées péléennes d'explosion dirigée*. Ces nuées se déplacent avec une très grande vitesse, elles donnent l'impression d'un gigantesque mur, sillonné d'éclairs s'élevant à plusieurs milliers de mètres de hauteur. Leur température élevée et leur énorme puissance dynamique leur confèrent une très grande action destructive. C'est par une de ces nuées que la ville de Saint-Pierre, à la Martinique, fut anéantie en l'espace d'un instant.

Lorsque la puissance de l'explosion initiale est faible, il se produit une *nuée ardente d'avalanche* où l'action de la pesanteur reste prédominante dans le développement du phénomène, dont le champ d'action est considérablement réduit.

Les volcans du type vulcanien donnent parfois des coulées de lave; chez d'autres les éruptions sont exclusivement explosives. Enfin, il existe des volcans comme la montagne Pelée où l'appareil éruptif dépourvu de cratère permanent est formé par une énorme extrusion de lave, extrêmement pâteuse constituant un *dôme*. Les volcans en dôme, dont il existe de nombreux représentants, notamment en Auvergne dans la chaîne des monts Dômes, étaient demeurés une énigme pour les géologues jusqu'en 1902-1903, époque de la grande éruption de la montagne Pelée. Grâce aux mémorables travaux de M. A. Lacroix sur cette éruption tragique qui fit 30.000 victimes, le mécanisme du fonctionnement de ces volcans est actuellement parmi les mieux connus. Les nuées ardentes péléennes semblent liées à ce type de volcan; elles ont été émises par des

ouvertures, rapidement cicatrisées, faites par explosion dans la carapace du dôme, souvent latéralement et parfois même dirigée vers le bas. Mais il existe aussi des *nuées ardentes vulcaniennes*.

Les explosions vulcaniennes rejettent d'énormes quantités de matériaux qui vont des blocs les plus volumineux aux plus fines poussières. En retombant pêle-mêle au voisinage des bouches d'éruption, ils forment des brèches chaotiques qui constituent les édifices volcaniques. Les matériaux emportés à plus grande distance subissent un classement par dimensions, encore mieux ordonné que pour les explosions stromboliennes, donnant lieu à des *tufs* bien stratifiés constitués d'alternances de lapilli, de graviers et de cendres. Ces dépôts réguliers ne se forment pas dans le cas des cataclysmes pliniens.

Parmi ces divers matériaux, les bombes dites en *croûte de pain*, parfois de grandes dimensions, sont des plus caractéristiques. Leur forme assez quelconque peut être globuleuse ou anguleuse; leur surface est crevassée par de nombreuses fentes de retrait largement ouvertes et déversées latéralement, laissant apercevoir sous une couverture vitreuse la texture ponceuse de l'intérieur.

Les blocs brisés par les explosions sont anguleux, ils peuvent être formés de lave compacte ou de ponce. Les lapilli sont originellement anguleux, mais susceptibles de s'arrondir par usure dans leur trajet aérien. Les cendres comprennent tous les fins matériaux, jusqu'aux poussières impalpables; elles sont formées uniquement de verre. La pulvérisation des matières est surtout une conséquence du caractère brisant des explosions.

Les nuées ardentes péleennes roulent littéralement sur le sol en abandonnant, au début de leur parcours, des matériaux de toutes dimensions noyés dans les cendres. Au delà, lorsqu'ils ont épuisé l'excès de force vive acquise par l'explosion initiale, leurs dépôts obéissent aux lois du classement volumétrique; ils fournissent alors des tufs

non stratifiés. dont le grain va en diminuant avec l'éloignement du centre d'émission. Ces dépôts se terminent à la partie supérieure par un tuf à éléments fins, de faible épaisseur, résultant de la précipitation des dernières particules maintenues en suspension dans l'atmosphère gazeuse de la nuée. Les dépôts sont naturellement limités au secteur restreint parcouru par le météore volcanique; ils gagnent en épaisseur ce qu'ils perdent en surface.

La morphologie des coulées est en rapport avec la fluidité des laves, laquelle dépend de l'excédent de leur température sur celle du point de fusion et aussi de l'étendue de la phase de viscosité. Le second facteur étant une propriété inhérente à la nature des laves, on peut distinguer deux types extrêmes, celui des laves basaltiques émises à haute température et celui des laves riches en silice, très visqueuses.

Les premières fournissent des coulées à *surface continue* [*pahoehoe* (Dutton), *fladenvava*, *dermolith* (Jaggar)]; celle-ci peut être lisse, mais le plus généralement elle est *cordée*, la lave ayant conservé l'empreinte des mouvements et principalement des ondes qui affectaient sa surface au moment où elle s'est figée. Les secondes donnent des *coulées en blocs* apparaissant comme formées par un entassement de blocs indépendants les uns des autres, parfois de grandes dimensions, de forme anguleuse, composées de lave compacte. Notons que les variations de la teneur en gaz jouent un rôle important dans la consolidation des laves, plus spécialement des laves basaltiques, en donnant lieu à des variantes nombreuses; ce facteur intervient donc dans la morphologie des coulées.

Le terme de passage des coulées à surface continue aux coulées en blocs se fait dans la catégorie des laves basaltiques émises à une température moins élevée; ce sont les *coulées de lave en gratons*. [*Aa* (Dutton) *Schollenlava*, *aphrolith* (Jaggar), *cheire*] dont nous ne pouvons mieux faire que de reproduire la description qu'en a donnée

M. A. Lacroix : « La surface d'une coulée en graton est formée par l'accumulation chaotique de blocs et de fragments scoriacés, hérissés d'arêtes dentelées et tranchantes, de pointes aiguës. Ces blocs, ou bien roulent les uns sur les autres, ou bien sont plus ou moins lâchement agglomérés entre eux ».

Les coulées à surface continue sont fréquemment agrémentées d'accidents secondaires, intumescences en forme de dômes, conelets (driblet cones), puys secondaires, etc. Lorsque le courant est canalisé, la lave se solidifie en surface, tandis que l'écoulement se continue en profondeur; si le courant vient à être interrompu en amont, il se poursuit en aval et il se forme alors un *tunnel d'éclusage* (Glangeaud). La rupture de la voûte des tunnels est un accident fréquent donnant lieu à des cahots de blocs avec ouverture de caverne.

Dans l'exposé un peu long consacré à ces généralités, nous nous sommes constamment inspiré des travaux de M. A. Lacroix, notre collègue depuis la fondation de notre Institut, dont l'œuvre immense est entièrement classique.

*
**

Au Nord du lac Kivu, le fossé des Grands Lacs se rétrécit jusqu'à n'avoir qu'une douzaine de kilomètres de largeur; au delà, il s'élargit à nouveau vers le lac Édouard. Dans cette partie, on suit presque constamment le versant du horst occidental. Il n'en est pas de même pour le versant du horst oriental, qui disparaît un peu au Nord de Kisenié ou, mieux, abandonne la direction N.-N.-E. pour prendre le N.-E. Il s'agit en réalité du versant d'un autre fossé venant se souder à celui du graben principal. C'est le *fossé du Mujumbiro*, disposé normalement au graben des Grands Lacs et vers lequel il s'ouvre largement; sa dépression était également moins profonde. *C'est dans la partie la plus rétrécie du fossé des Grands Lacs et dans*

toute l'étendue du fossé latéral du Mufumbiro que l'activité volcanique s'est développée.

L'état des versants dans les deux fossés montre qu'avant les épanchements volcaniques ils avaient été fortement façonnés par l'érosion. De nombreux petits cours d'eau débouchaient dans ces dépressions; tous ont eu leurs vallées barrées par les coulées de lave et ont été transformés en lacs de barrage. C'est ainsi qu'ont pris naissance tous les lacs qu'on rencontre à la périphérie de la région volcanique; beaucoup d'entre eux ont déjà été comblés par leurs alluvions et parmi ceux qui subsistent nous ne citerons que les deux plus grands et sans conteste les deux plus beaux : les lacs *Bulero* et *Luhondo*, situés à l'extrémité orientale du fossé du Mufumbiro.

Avant la formation du lac Tanganika, le fond du fossé des Grands Lacs devait être occupé par une puissante artère fluviale, considérée par A. Salée comme la plus ancienne vallée du Nil. L'effondrement du Tanganika, contemporain de manifestations volcaniques sur le seuil de la Ruzizi, a privé cet important cours d'eau de tout son bassin méridional; mais le régime fluvial doit avoir persisté au Nord jusqu'à l'époque où cette vallée fut submergée par l'établissement de nappes lacustres. Tous les géologues qui ont visité la région sont d'accord pour admettre que le lac Kivu est un lac de barrage; l'unanimité n'existe plus lorsqu'il s'agit de définir la nature de celui-ci : volcanique ou tectonique. La première solution est celle qui se présente directement à l'esprit et ce sont les volcans au Nord du lac Kivu qui sont mis en cause; la seconde repose sur des déductions tirées de l'étude des dépôts lacustres. Dans cette dernière conception, qui est la nôtre, avant l'érection des volcans, les deux lacs Kivu et Édouard étaient réunis pour former une seule et même nappe lacustre; les premiers volcans auraient donc été sous-lacustres. Quelle que soit l'hypothèse admise, et sauf

des déformations récentes d'origine tectonique, toujours possible dans un graben, les volcans reposeraient sur un socle recouvert d'alluvions en pente vers le Nord.

Dans le fossé des Grands Lacs, les coulées de lave ont pu s'épancher librement au Sud et au Nord, mieux encore dans cette dernière direction où la pente des coulées coïncidait avec celle du sol, ce qui devait favoriser leur expansion en surface. Les volcans du Mufumbiro, en raison de l'étroitesse du fossé, n'ont pas bénéficié de cette faculté et d'autant plus que l'entrée du grand fossé leur a été barrée en partie par les puissants édifices volcaniques établis dans l'ouverture du fossé latéral; aussi les laves se sont-elles accumulées davantage en épaisseur. C'est ainsi qu'elles sont arrivées à déborder par-dessus un col surbaissé leur donnant accès à la vallée de la Mkungwa (1), qu'elles ont envahie jusqu'à près d'un kilomètre de son confluent avec la Nyabarongo; cette dernière rivière est une des branches supérieures de la Kagera, tributaire du lac Victoria.

Les grands volcans, au nombre de huit, dressent leurs cônes majestueux et hardis dans la partie centrale de la région volcanique en dessinant une chaîne assez sinueuse, allongée de l'Est à l'Ouest sur 53 km. Tous les volcans du fossé du Mufumbiro sont éteints; l'activité volcanique est actuellement exclusivement limitée au fossé des Grands Lacs.

Du point de vue géographique, ces volcans peuvent se répartir en trois groupes qui sont, en les énumérant de l'Ouest à l'Est :

1° Dans le fossé des Grands Lacs, le groupe des volcans actifs; il comprend : le *Nyamulagira* (2) (altitude : 3.056 m.) et le *Niragongo* (3.469 m.).

2° Dans le fossé du Mufumbiro, un groupe occidental

(1) Ou Mukungwa.

(2) Ou Nyamulagira (R. P. Pagès).

de trois volcans : le *Mikeno* (4.437 m.), le *volcan Cornet* ou *Mago* ⁽¹⁾ (3.711 m.), le *Karisimbi* (4.506 m.).

3° Un groupe oriental de trois volcans : le *Sabinio* (3.647 m.), le *Gahinga* (3.474 m.), le *Muhavura* (4.127 m.).

Nous donnerons un exposé succinct de la morphologie de ces grands volcans en commençant par ceux qui sont encore en activité.

Vu à distance, le cône du *Niragongo* ou *Niligongo* ⁽²⁾ répond au caractère classique des appareils volcaniques. C'est un cône élancé se rattachant à la plaine de lave par une courbe gracieuse.

Il est flanqué au Sud et au Nord de deux cônes surbaissés, apparaissant comme des cônes adventifs.

Ces deux derniers appareils volcaniques, actuellement envahis par la forêt, sont des volcans plus anciens que le *Niragongo*, en partie ensevelis sous leurs propres coulées auxquelles sont venues s'ajouter celles du volcan principal. Ils indiqueraient simplement un déplacement des bouches d'éruption.

Le cône Sud, le *Sahéru*, le seul que nous ayons visité, est légèrement égueulé vers le Nord et le niveau le plus bas de cette échancrure est à peine supérieur aux coulées épanchées du *Niragongo* venant à son contact.

Le cratère est à peu près circulaire, peu profond et délimité par des parois à pente atténuée. Son plancher présente une dépression au contour régulier désaxée par

(1) On le trouve désigné, à tort, sur certaines cartes sous l'appellation de *Visoke*. C'est une altération du terme *Bisoko*, qui est le nom du pays lui-même. (R. P. PAGES, *Un royaume Hamite au centre de l'Afrique*, p. 24.)

(2) Le R. P. Pagès orthographie *Nyiragongo*. Durant notre séjour dans cette région, nous avons cherché à orthographier le plus correctement le nom des principaux volcans et en particulier celui du *Niragongo*. Nous avons questionné les missionnaires, les chefs et les gens du pays, en particulier nos porteurs, tous originaires des environs. Nous avons toujours noté *Niragongo* ou *Niligongo*. Le *Tshaninagongo* de la carte officielle était totalement inconnu des indigènes de la région.

rapport à l'axe du cône, marquant l'emplacement d'une ancienne cheminée.

A hauteur du Sahéru, les coulées issues du Niragongo s'étalent sur un plateau volcanique étroit, formant un socle au grand volcan, dont le cône se dresse brusquement. Celui-ci, très régulier, présente, suivant ses génératrices, une pente uniforme de 32° sur toute sa hauteur. Le cône est tronqué par une surface légèrement inclinée vers le Nord-Ouest.

Le cratère a la forme d'une immense cuve à section elliptique, légèrement évasée vers le haut; en profondeur, elle est limitée à 120 m. par un plancher horizontal et latéralement par des parois abruptes. Dans le fond du cratère s'ouvraient deux larges cheminées, de section circulaire à peu près équivalente; c'est sous cet aspect qu'est figuré le cratère du volcan dans les ouvrages traitant de vulcanologie ou simplement de tourisme. En 1915, la mince paroi qui séparait les deux cheminées s'est écroulée, faisant place à une immense cheminée de section apparemment elliptique.

Le rebord du cratère est assez irrégulier, mais ce qui frappe le plus c'est son extraordinaire minceur. Certes, l'épaisseur peut varier sur la périphérie du cratère, mais dans la partie occidentale de celui-ci, où nous avons pu étendre nos observations, elle demeurait voisine du mètre.

Les parois du cratère laissent apercevoir une stratification régulière des coulées et nous n'avons pu y découvrir la moindre accumulation de scories, non plus que dans les anfractuosités de la surface du cône. Les seuls matériaux étrangers que nous avons récoltés provenaient des coulées, où ils s'y trouvaient à l'état d'enclave. Par leur nature, ils n'étaient pas différents des laves qui les englobaient, mais leur texture, beaucoup plus cristalline,

(1) Parmi les cratères en forme de cuve des Virunga, celui du Niragongo est le plus petit. Estimé au jugé, le grand diamètre de la cuve serait de 700 mètres, celui de la cheminée de 450 mètres.

témoignait d'un refroidissement lent; elle indiquait comme lieu de leur provenance les profondeurs de la cheminée volcanique. Tel est le cas de cette *ijolite leucitique* signalée par M. Lacroix, unique exemplaire d'une roche holocristalline à leucite.

Dans ces grands appareils fonctionnant en période de paroxysme par débordement de la lave en fusion remplissant le cratère, l'écoulement s'effectue au niveau le plus bas; après en avoir franchi le rebord, le courant se dirige généralement vers un sillon de la surface du cône laissé entre deux coulées antérieures. Il s'écoule ensuite suivant une ligne de plus grande pente. Cet écoulement, canalisé sur la pente du cône, a pour conséquence de donner à la surface de chaque coulée une même disposition en dos d'âne.

Nous ne voudrions pas affirmer que la règle est générale, mais elle est en tout cas prédominante au Niragongo et elle se retrouve au Nyamlagira. Elle donne aux diverses coulées un agencement qui accroît la résistance de l'édifice, mais, par contre, le prédispose à la formation de cavités internes (tunnel d'éclusage). Nous nous empressons d'ajouter que nous n'avons pas constaté d'exemple de ces accidents sur la surface même du cône, où l'épaisseur des coulées reste faible; alors que les tunnels sont extrêmement fréquents dans la plaine de lave, chaque fois que ce mode d'écoulement est réalisé, quelle qu'en soit l'origine.

La très grande majorité des coulées du Niragongo sont formées de laves cordées; pourtant, nous avons observé sur le cône même quelques coulées de lave bulleuse, scoriacée, dont la surface très inégale était remplie d'aspérités. La nature des laves de ce volcan demeurant sensiblement constante, ces quelques changements dans l'aspect extérieur des coulées témoignent de faibles variations de température au point d'émission.

Le cône du Niragongo laisse apercevoir sur les parois de son cratère de nombreuses fissures importantes et si l'on

tient compte des nombreuses fentes de retrait dues au refroidissement des laves et à la faible épaisseur du cône dans sa partie supérieure, on peut affirmer que, malgré la résistance des matériaux qui le constituent, cet appareil est fragile et ne pourrait résister à des explosions de quelque violence. De ce qui précède, on pouvait déduire que le dynamisme du volcan devait être du *type hawaïen*, bien que par la sveltesse de son cône il s'écartât beaucoup de ces immenses lacs de lave qui constituent les cratères des *volcans en bouclier* de l'île Hawaï. Morphologiquement, il se rapprocherait du Piton de la Fournaise de l'île de la Réunion, auquel M. Lacroix a consacré dans ces dernières années un important ouvrage.

La faiblesse de l'appareil volcanique le rend particulièrement sensible à l'érosion, qui s'exerce avec vigueur sous l'action d'averses journalières et copieuses. On pouvait en suivre le progrès sur la paroi du cratère, où l'on voyait des pans de roches détachés, prêts à s'écrouler et dont les débris accumulés formaient un talus d'éboulis au pied des pentes.

La destruction de la cloison délicate qui séparait les deux cheminées doit lui être attribuée, car elle s'est opérée pendant une période de repos du volcan.

Depuis l'occupation européenne de la région, aucune éruption n'a été signalée au Niragongo, ni par ses satellites de la plaine. Cependant, d'après les renseignements qui nous ont été donnés par le R. P. Directeur de la Mission de Nyundo, des phénomènes précurseurs d'une éruption se manifestèrent pendant la guerre. La lueur qui s'était éteinte au Nyamlagira réapparut au-dessus du Niragongo; en même temps, les puys du Kibati, situés dans la plaine, au pied du grand volcan, émettaient des fumerolles chaudes. Ces manifestations n'eurent qu'une courte durée et furent sans lendemain; l'éruption avait avorté.

A l'époque de notre passage le volcan, en phase solfatarienne, émettait d'énormes quantités de vapeur d'eau chargée d'anhydride sulfureux.

Le Niragongo émet des laves riches en feldspathoïdes, mais sans feldspath exprimé (*Niligongite*).

Le *Nyamlagyra* est un volcan beaucoup plus important que le Niragongo, si l'on en juge par la surface qu'il recouvre, le volume énorme de ses épanchements et son activité. Son cratère n'est qu'à 14 km. de celui du Niragongo.

Le cône, fort trapu, présente un rebord très épais; son cratère, nettement elliptique, a la forme d'une immense cuve, comme celui du Niragongo. Elle est peu profonde et ses parois sont abruptes.

Le cratère est fortement ébréché sur toute sa périphérie et vers l'Ouest il était égueulé jusqu'au niveau de son plancher, celui-ci, horizontal, étant lui-même très fissuré.

C'est dans la forme et la disposition de sa cheminée que résidait la principale différence avec le Niragongo. Cette cheminée n'avait plus rien de géométrique; elle consistait en une énorme crevasse au contour sinueux, disposée diagonalement aux axes de l'ellipse du cratère, s'étendant d'une paroi à l'autre.

Des voyageurs, qui avaient visité le cratère quelques mois avant nous, avaient observé deux petits cônes de scories sur le bord de la crevasse. A notre passage, il n'en subsistait plus rien. Le bord de la crevasse, dans la partie où se dégageaient les fumerolles chaudes, présentait un bourrelet assez saillant, sans doute formé par de la lave consolidée.

Les matériaux légers qui retombent sur le bord du cratère sont rapidement entraînés par le ruissellement; nous y avons cependant recueilli des cendres probablement étrangères au volcan et quelques scories. Par contre, il y avait de nombreux blocs anguleux, parfois volumineux, atteignant plusieurs mètres cubes, formés par une roche blanche ou rosée. L'étude micrographique nous a montré que cette roche était une cornéenne produite par la cuisson de roches sédimentaires ramenées au jour par des explo-

sions certainement violentes. La roche transformée en verre contenait de nombreuses baguettes de cordiérite; il s'agissait donc d'une roche argileuse enlevée aux couches inférieures du système de l'Urundi, lesquelles doivent former le soubassement du volcan.

A noter qu'au Sud du cratère, dans la partie indécise comprise entre son rebord et les premières pentes du cône, nous avons observé l'ouverture d'une cheminée aux parois verticales, de section parfaitement circulaire, d'une trentaine de mètres de diamètre. Lors de notre passage, elle donnait lieu à un dégagement intense de vapeur d'eau. Sur les bords de ce gouffre, nous n'avons trouvé aucuns débris de matériaux volcaniques permettant d'en expliquer l'origine par un mode explosif. De telles cavités sont fréquentes et bien connues des vulcanologues américains qui les ont observées dans les champs de lave de l'île Hawaï. Ce sont les *pit-craters* de M. Daly, les *cratères-citernes* de M. A. Lacroix.

L'auteur américain en explique l'origine, non par des explosions, mais par une fusion de lave sous l'action de gaz à haute température. Cette cheminée, ouverte à travers une énorme épaisseur de lave, est entièrement comparable à celle du Niragongo. Aussi pensons-nous que cette expression de cratère-citerne pourrait s'appliquer au volcan Niragongo et à ses congénères de la région des Virunga, sans devoir écarter pour cela toute influence de nature explosive. En tout cas, cette dernière n'est pas douteuse en ce qui concerne le Nyamlagira, qui est un volcan sans doute moins calme que son voisin.

Jusqu'à la grande éruption de 1918, qui s'est prolongée pendant des années, le Nyamlagira a été dans un état d'activité latente; ses périodes de repos étaient courtes et fort espacées. Son activité se bornait d'ailleurs à émettre d'énormes quantités de vapeurs blanches à haute température s'élevant en volutes de sa cheminée; à entretenir une lueur rougeâtre visible pendant la nuit (elle n'était

sans doute que le reflet d'un magma en ignition contenu dans la cheminée, éclairant les fines particules solides entraînées par les vapeurs); enfin, à des explosions stromboliennes, ne se manifestant qu'à d'assez longs intervalles.

A proximité du lieu où se dégageaient les vapeurs chaudes, le plancher du cratère était revêtu d'un tapis de couleur vert clair, visiblement formé par un dépôt cuprifère abandonné par les fumerolles. Vu à distance et sur le fond des vapeurs blanches, il donnait l'illusion d'une prairie. Renseignement pris, ce composé devait être formé par un chlorure de cuivre peu soluble. Il est probable que le dépôt était accidentel, car aucun des voyageurs qui nous avaient précédés sur le terrain ne l'avait signalé.

Les laves émises par ce volcan sont des *basanites* et *basanitoïdes* parfois des *téphrites*.

En 1938, le Nyamlagira eut une éruption qui, par son ampleur et sa durée, était sans précédent depuis l'occupation du pays. L'Université de Bruxelles envoya sur les lieux un jeune géophysicien, M. Verhoogen, dans le but d'étudier l'ensemble du phénomène. A son retour, il montra, devant diverses sociétés savantes du pays, un film en couleur particulièrement réussi; celui-ci constituait un document intéressant.

Ce film donnait des vues impressionnantes des cascades de feu et d'autres phénomènes d'écoulement des laves en fusion, qui tous s'ajoutaient pour en démontrer l'extrême fluidité.

Dans les commentaires qui suivirent l'exhibition du film, M. Verhoogen signala un fait particulièrement important survenu pendant cette éruption : l'*affaissement du grand cratère*. Enfin, résumant les explications un peu trop brèves qu'il avait données alors que le film se déroulait devant les auditeurs, il concluait en faisant ressortir le caractère anormal de cette éruption de type hawaïen et sur l'extraordinaire intensité du phénomène.

Nous sommes d'accord avec M. Verhoogen sur le caract-

tère hawaïen de l'éruption de 1918; mais nous ne voyons rien d'anormal dans cette éruption, n'ayant pour en juger aucun terme de comparaison puisque cette éruption paroxysmale était la première offerte par un grand volcan depuis l'occupation européenne du territoire. Les éruptions des petits volcans, relativement fréquentes, ne leur sont pas directement comparables.

Nous devons retenir de la structure interne des deux cônes volcaniques l'existence de cette vaste cuve à fond plat qui constitue leur cratère terminal, reliée aux profondeurs par des cheminées donnant accès au magma.

Dans ces grands volcans, bénéficiant déjà d'un régime fort tempéré du point de vue explosif, où les paroxysmes sont très espacés et surtout en contrée équatoriale, on ne peut négliger le rôle de l'érosion comme facteur de démantèlement du cratère, alors qu'on n'en pourrait encore soupçonner l'intervention dans l'élaboration du futur réseau hydrographique. La partie la plus vulnérable de ces édifices volcaniques, celle qui offre le plus de prise à l'érosion, est la paroi latérale du cratère. Nous avons montré à propos du Niragongo le processus d'attaque; on le retrouve également au Nyamlagira, où le démantèlement était beaucoup plus avancé. En procédant par ablation de tranches verticales, la surface du plancher s'accroît au détriment de l'épaisseur de la paroi du cône évidé; elle est surtout sensible à la partie supérieure, où l'épaisseur est déjà fort réduite. Le sommet du cône est assez rapidement ébréché et le mal s'étend irrégulièrement à toute la périphérie, ouvrant parfois des brèches qui peuvent s'étendre jusqu'au niveau du plancher.

Notre exposé consacré aux volcans éteints sera fort bref.

Au cours d'un voyage de trois mois ⁽¹⁾, nous ne pou-

(1) Notre visite de la région volcanique date du début d'octobre à la fin décembre 1922. Elle clôturait notre levé géologique du Ruanda-Urundi fait en collaboration avec notre regretté ami le Chanoine A. Salée.

vions songer à entreprendre une étude quelque peu approfondie des différents volcans; nous avons surtout cherché à nous faire une idée générale du phénomène volcanique.

Comme nous ne pouvions consacrer à chacune des ascensions qu'une seule journée, notre plus grand souci était d'atteindre le sommet à temps pour faire les observations essentielles et éviter l'orage quotidien qui survenait aux environs de 13 heures. Ces pluies froides accompagnées de grêle pouvaient être mortelles pour les indigènes qui nous accompagnaient.

Parmi les six volcans éteints, deux d'entre eux : le Mikeno et le Sabinio, devaient nous échapper en raison des difficultés de l'ascension. Le Mikeno, qui s'était refusé obstinément à laisser violer son sommet par l'homme, a été vaincu en 1927 par un groupe de hardis alpinistes qui ont atteint le pic Sud, séparé de l'autre par un abîme ⁽¹⁾. Chacune de ces deux pointes élancées se termine par un immense rocher, presque taillé à pic, qui mesure de 300 à 400 m. de haut.

Le cône de ce grand volcan vu de la plaine, c'est-à-dire du Sud-Ouest, est extrêmement redressé. Son sommet, fortement ébréché, présente une aiguille plus élevée; c'est sans doute celle atteinte par les alpinistes.

Nous n'avons aucun renseignement sur la constitution du cratère; il est probable que le gouffre signalé entre les deux aiguilles principales lui correspond. Dans ce cas, il appartiendrait au même type morphologique que le Niragongo, avec lequel il présente, aux dimensions près, de très grandes analogies. Ces grands *volcans-citernes* ont un caractère distinctif qui réside dans la configuration de la partie supérieure de la montagne : ce sont des cônes très aigus tronqués très loin de leur sommet géométrique.

Les laves du Mikeno sont voisines de celles du Niragongo (*Leucitites*).

(1) R. P. PAGES, *op. cit.*, p. 24.

Le *Sabinio* serait le volcan le plus ancien de la région: son cône évasé, fortement démantelé par l'érosion, présente une suite d'aiguilles.

Il est soumis à une dégradation intense et, dans les ravins profonds qui déferlent de ses pentes, nous avons pu ramasser à loisir les échantillons que nous désirions. Ces laves, de teinte grise (*shoshonite et basalte shoshonifère*), sont parmi les moins basiques de cette série volcanique.

Le *Karisimbi* est le plus grand volcan de la région.

Son cône, très puissant, est limité vers 3.700 m. par un plateau étendu, marécageux, sur lequel s'élève, tout à fait excentriquement, un cône très aigu (pic Barthélemy) dont le sommet est le point culminant de la région.

Le plateau comprend, en son milieu, une vaste dépression à peu près circulaire, peu profonde, portant deux îlots rocheux dont le plus important est désaxé par rapport au centre de la cavité. Celle-ci est recouverte sur sa périphérie par une nappe d'eau transformée en tourbière. Nous pensons que cette dépression correspond à une ancienne cheminée, obturée par un bouchon de lave.

Plus à l'Est, nous avons observé une seconde cheminée; celle-ci parfaitement circulaire, n'ayant qu'une cinquantaine de mètres de diamètre. Ses parois étaient verticales et, à une profondeur de 120 m., le fond inaccessible était occupé par un petit lac. Cette cheminée, de dimension réduite, est un *pit-cratère* entièrement comparable à celui du Nyamlagira et à la cheminée du Niragongo.

De ce qui précède, nous pouvons déduire que le plateau du *Karisimbi* est le plancher de son ancien cratère; le pic Barthélemy représenterait sans doute le dernier lambeau de sa paroi latérale.

Le cône du *Karisimbi* devait être gigantesque; son cratère, en forme de cuve profonde, avait 800 m. de profondeur. Aux dimensions près, il avait de grandes analogies avec celui du Niragongo.

Le Karisimbi a donné des coulées de *basanites*, parfois de *téphrites* et rarement des *basaltes shoshonifères*.

Nous nous sommes demandé quelle pouvait bien être la cause d'un démantèlement aussi étendu du cratère. Il est probable que la destruction s'est faite progressivement, ainsi qu'on peut l'observer au Nyamlagira, mais on ne peut écarter cependant, à priori, l'influence d'un changement de régime vers la fin de son existence. Ce dernier facteur aurait simplement achevé le travail de démolition commencé par l'érosion. A l'appui de cette opinion, nous avons observé au pied du cône une coulée de *trachyte alcalin*. Cette lave, émise vraisemblablement par une fente latérale, recouvrait toutes les coulées voisines; elle était donc plus jeune.

Le *Muhavura* est le plus oriental des grands volcans. Son cône, adossé vers l'Ouest à celui du *Gahinga*, est d'une régularité parfaite. Il se différencie des autres cônes volcaniques par l'exiguïté de son sommet. Le cratère du *Muhavura* est parfaitement circulaire. Comparé à celui des autres volcans, il paraît tout à fait disproportionné à l'importance de l'édifice volcanique; son diamètre est d'environ 100 m. Il est occupé par un petit lac, dont le niveau s'élève à 2 m. du bord.

Le *Muhavura*, très différent des volcans-citernes, est, au contraire, un volcan normal dont l'extrémité de la cheminée constitue le cratère. Les laves du *Muhavura* sont des *théphrites* et des *basanites* comparables à celles du *Nyamlagira* et du *Karisimbi*. Quelques coulées seraient formées par des *basaltes shoshonifères*.

Le *Gahinga*, moins élevé, est un volcan comparable au *Muhavura*, plus arrondi du sommet, mais il a deux petits cratères disposés en amphithéâtre; le plus élevé est formé par une cavité circulaire; le second, situé un peu plus bas, est une cavité plus grande, de forme elliptique, qui empiète légèrement sur la première. Les deux dépressions

sont actuellement drainées par une ravine qui collecte les eaux de pluie pour les conduire sur la pente du cône.

Ce volcan a donné des laves identiques à celles du *Sabinio* (*shoshonite* et *basalte shoshonifère*).

Le volcan *Cornet* (Mago) est entièrement comparable au *Gahinga*. C'est un cône à deux cratères disposés également en amphithéâtre, mais la différence de niveau entre les deux cavités est beaucoup plus importante. La cavité inférieure a 200 m. environ de diamètre. Elle est occupée par un lac; c'est même le plus grand cratère-lac de la région. Les deux cratères sont égueulés vers le Sud.

Les grands volcans ont fourni d'énormes coulées, et pour ceux d'entre eux qui ont émis des laves à facies basaltiques, ce sont les laves cordées qui prédominent largement. Toutes ces laves s'altèrent rapidement en surface en subissant une sorte de desquamation et, lorsque cet état est atteint, le moindre coup de marteau en détache de larges écailles. Une telle altération fait disparaître tous les cratères extérieurs des coulées, qui deviennent uniformes.

Dans la plaine de lave, certaines coulées émises par le *Nyamlagira* pourraient avoir atteint au Nord une quarantaine de kilomètres et, vers le Sud, elles ont gagné le lac *Kivu*, situé à 28 km. du cratère. Les coulées du *Niragongo*, qui se sont surtout épanchées vers le Sud, ont atteint le lac à 20 km.. La coulée qui a suivi le fond de la vallée de la *Mkungwa*, si elle a été émise par le *Muhavura*, comme nous le supposons, aurait un développement de 36 km.

Tous les volcans au Nord du lac *Kivu* sont modernes, même les volcans éteints du *Mufumbiro*; mais pour juger de l'âge relatif de ces derniers nous ne pouvions faire intervenir que le recouvrement des coulées et l'importance des dénudations, arguments dont l'application est parfois délicate sinon incertaine. Les deux volcans les plus anciens sont sans conteste le *Sabinio* et le *Gahinga*. Le *Mago*

serait probablement plus ancien que le Karisimbi. Pour ce dernier et le Mikeno, il y a incertitude. Enfin, le Muhavura serait le plus récent ou, tout au moins, le dernier éteint.

Les observations sur la nature des cônes volcaniques, sur le rôle particulièrement prédominant joué par les émissions de lave cordée, sur la rareté des matériaux pyroclastiques et jusqu'à la fragilité de certains appareils volcaniques permettraient d'écarter, à priori, tout mode éruptif violent et de le rattacher ainsi au type hawaïen. La grande éruption de 1938 a confirmé ces déductions.

L'uniformité dans le mode éruptif ne se retrouve pas dans la structure des cratères, qui appartiennent à deux types différents : l'un, qu'on pourrait considérer comme normal, n'est qu'un simple élargissement de la cheminée primitive; l'autre est représenté par les *volcans-citernes* dont le prototype est fourni par le Niragongo. La structure interne du cratère de ces derniers volcans paraît avoir beaucoup d'analogies avec celle du *Kilauea*, de l'île Hawaï.

Dans tous les exemples observés de ces volcans-citernes, on retrouve la même disposition horizontale du plancher, qui semble provenir d'une solidification de la partie superficielle d'un bain de lave. Il s'agirait donc, dans ce cas, d'une modification secondaire de la structure du cratère causée par l'obturation de sa cheminée. Plus tard, une nouvelle issue aurait été ouverte à travers le bouchon de lave par les gaz à haute température qui cherchaient une nouvelle voie d'accès vers l'extérieur.

On remarquera que cette explication ne rend pas compte de l'énorme élargissement du cratère. Il est vrai qu'il n'est pas nécessairement le résultat d'une seule éruption paroxysmale.

Il n'y a pas de doute que le rétrécissement du conduit au niveau de la nouvelle cheminée ait causé des perturbations profondes dans le fonctionnement de l'appareil éruptif aux époques des grands paroxysmes. Le contact

prolongé sous le plancher d'un magma chargé de gaz à haute température et sous pression devait favoriser les actions de fusion sur la carapace qui l'emprisonnait. D'où l'élargissement de la cavité interne aux dépens de sa paroi latérale et une réduction d'épaisseur du plancher, ce qui en diminuait la résistance. En cas d'affaissement de celui-ci, comme en 1938, la cuve supérieure devait s'adapter aux dimensions de la cavité interne, si ce n'était pas déjà fait par le recul progressif de la paroi sous l'action de l'érosion, durant la longue période d'activité ralentie du volcan qui avait précédé l'éruption.

Le mode de fonctionnement de ces appareils éruptifs ne pourra être établi sérieusement que lorsqu'on connaîtra les particularités des grandes éruptions. Pour le reste, on ne peut faire que des suggestions sans grand intérêt.

Au cours de notre visite au Niragongo, nous n'avons pas observé de témoin de l'envahissement du cratère par le magma. Au Nyamlagira, le bourrelet de lave bordant la cheminée donnait la preuve qu'au cours d'une des petites éruptions coutumières du volcan, le magma s'était élevé jusqu'au niveau du plancher en débordant même légèrement.

* * *

Nous ne donnerons qu'un exposé sommaire de la question des petits volcans dont les éruptions sont assez fréquentes et nous limiterons nos descriptions à quelques exemples choisis parmi les derniers venus.

Ces volcans sont extrêmement nombreux — il y en a des centaines — et cependant il serait peut-être difficile d'en trouver deux qui soient absolument identiques. Pourtant, on peut affirmer que tous ces volcans relèvent d'un type unique, qui se répète toujours en donnant autant de variantes qu'il y a de spécimens.

Ces volcans se sont développés comme des taupinières dans la vaste plaine recouverte par les épanchements des

grands volcans. Parfois même ils en dépassent la limite et quelques-uns sont allés se percher sur le haut des versants, en dehors des bassins d'effondrement.

Le plus souvent, les cônes sont uniquement formés de matériaux pyroclastiques (blocs, lapilli) rejetés au gré des explosions. En retombant autour des bouches d'éruption, ils se sont accumulés en formant des talus d'éboulis. Parfois la lave a débordé du cratère en donnant de petites coulées d'une roche bulleuse, scoriacée, fortement chargée de matériaux pyroclastiques au point d'être difficile à différencier des lits de scories (*cônes mixtes*). Dans l'ensemble, ces roches pyroclastiques sont assez nettement stratifiées.

Les cônes de scories sont peu résistants par eux-mêmes; aussi la lave, en s'accumulant dans les cratères, y produit-elle souvent des déchirures par où la coulée s'échappe brusquement vers l'extérieur. C'est ainsi que la plupart des cônes sont égueulés. En parcourant ce champ volcanique, on pourrait retrouver tous les types classiques concernant la forme des cônes et leurs groupements : cônes réguliers à un ou plusieurs cratères, cônes égueulés, cônes emboîtés, etc. En général, ces appareils n'ont comporté qu'une seule éruption. Si, à quelque temps de distance, les mêmes bouches se remettaient à fonctionner, le nouveau volcan commençait par détruire l'ancien cône avant d'en reconstruire un nouveau.

Le plus grand nombre de ces volcans ont moins de 50 m. d'élévation et pour beaucoup d'entre eux elle se réduit à quelques dizaines de mètres. Les cônes dépassant 100 m. sont déjà beaucoup moins nombreux et le plus élevé que nous ayons étudié avait seulement 250 m.

La plupart des petits volcans ont émis des coulées soit par leur cratère, soit par des bouches d'éruption situées au pied du cône. Les coulées sont généralement formées par des laves scoriacées, cavernueuses, remplies d'épines comportant à chaque pas des cahots de blocs résultant de

l'écroulement de la voûte des tunnels. A ce point de vue, elles sont très différentes des coulées de lave cordée des grands volcans et rappellent les *cheires* d'Auvergne; de même que ces petits volcans sont fort apparentés aux *puy*s à cratère.

Tous les matériaux pyroclastiques à l'origine devaient être noirs. Postérieurement à leur dépôt, ils ont été soumis à l'action des fumerolles. Les plus chaudes les ont imprégnés de sels alcalins, principalement de chlorures qui les font rechercher par les indigènes, ceux-ci les utilisant comme sel. C'est ainsi qu'à l'époque de notre passage ils exploitaient le cône de l'éruption de 1905. Le refroidissement de ces matériaux a lieu avec une extrême lenteur et, après 17 ans, un bâton sec enfoncé à 1 m. de profondeur en ressortait avec son extrémité très légèrement carbonisée. L'eau de pluie ne pénètre dans ces dépôts meubles, éminemment perméables, qu'à une très faible profondeur; elle commence par imprégner la couche superficielle de scories en s'étalant sur une très grande surface et, avec la température croissante en profondeur, elle s'évapore rapidement. Sous la croûte superficielle, les dépôts alcalins sont ainsi préservés, voire enrichis à la partie supérieure, formant une zone recherchée par les indigènes.

Les fumerolles acides décolorent les scories et les coulées de lave scoriacée, qui prennent une teinte brun-rouge parfois jaunâtre, et, localement, nous avons trouvé des échantillons réduits à l'état de squelette de silice, véritable dentelle blanche très légère. Les fumerolles sulfurées y abandonnent du soufre, de même que les fumerolles sulfureuses. Mais nulle part on ne rencontre des dépôts d'une certaine importance.

Trois éruptions sont renseignées comme ayant eu lieu depuis l'occupation européenne du territoire : en 1904, 1905 et 1912. Le volcan né de l'éruption de 1912 est le plus important; sur la carte géologique Delhaye et Salée,

il est désigné : *volcan Lacroix*, devenu depuis lors le *Ramuka* des indigènes.

Le volcan de 1912 est constitué par un cône très surbaissé, à section elliptique, dont le grand axe a une direction Est-Ouest. Le cône est limité à 90 m. au-dessus de sa base par un plateau, sur lequel s'élèvent quelques reliefs peu importants qui donnent l'illusion d'être surajoutés. Deux grands cratères s'ouvrent dans le plateau : l'un, à l'Ouest, correspond à une large fente, que nous avons estimée au jugé à 200 m. de largeur; sa direction est N. 50° O.; par cette fente, le cône est largement égoutté vers le Nord-Ouest. L'autre, situé à l'Est du précédent, est circulaire; son diamètre serait approximativement de 400 m. et sa profondeur de 125 m. Ce dernier, presque tangent à la limite du premier, n'en est séparé dans la partie la plus rétrécie que par une lame de roche fortement échancrée vers le haut.

Les deux cratères sont fermés à la partie inférieure par de la lave. Le cratère circulaire a ses parois verticales, montrant la stratification des coulées de lave alternant avec des lits de scories, car il s'agit d'un cône mixte. A la partie supérieure les coulées avaient une inclinaison de 20° vers l'extérieur. A l'époque de notre voyage, les parois étaient encore recouvertes localement par des draperies de lave ornementées de stalactites, témoins des anciens niveaux atteints par le magma.

La structure du *cratère-fente* est plus complexe. Dans une coupe transversale relevée au S.-E., la partie la plus profonde est située au pied de la paroi orientale, qui se dresse verticalement. Comme dans le cratère voisin la surface inférieure est constituée par une lave scoriacée, caverneuse, à aspect cahotique, bien caractéristique de la plupart des centres d'émission de lave de la région. La différence de niveau entre le fond du cratère et son bord occidental se fait par l'intermédiaire de deux gradins constitués par une lave à surface unie; ils sont délimités par des fentes béantes parallèles à l'axe du cratère.

La dénivellation entre le fond et la marche inférieure serait de 7 à 8 m. ; de 3 à 4 m. entre les deux marches et il resterait 5 m. pour atteindre le bord du cratère. Vers le Nord, la dénivellation entre les deux marches s'atténue progressivement et cette structure n'atteint pas l'ouverture latérale du cratère. On ne peut donc pas la considérer comme le résultat de deux niveaux distincts atteints par le magma en s'élevant dans le cratère, mais comme un même niveau disjoint par des cassures ayant joué le rôle de failles. Ce dispositif est tout à fait caractéristique d'un effondrement, compliqué peut-être d'un élargissement du cratère. Cette structure est, en outre, antérieure à l'égueulement du cône, qui a sans doute coïncidé avec l'émission des premières coulées importantes.

Le plateau qui s'étend au Sud des deux cratères principaux peut avoir 700 m. de largeur; il se prolonge vers l'Est, où se dressait un cône de scories. Ce plateau est littéralement haché de fentes; certaines, ayant des ouvertures variant de 10 à 30 m., constituent de véritables cratères secondaires ayant donné lieu à des éruptions. Les plus anciennes, en partie ensevelies sous les matériaux pyroclastiques, affectent une disposition en vallée; les autres, en forme de larges couloirs délimités par des parois abruptes, montraient des stratifications en lits épais de scories avec de rares coulées de lave scoriacée riche en enclaves de matériaux pyroclastiques. Deux directions sont prédominantes : l'une N.-O. est celle du cratère-fente, la seconde O.-S.-O.; enfin quelques fentes ont une direction voisine du méridien. Sur les bords des fentes principales nous avons observé des bombes en bouse de vache non adhérentes au sol; or, celles-ci ne se rencontrent jamais que sur le bord immédiat des cratères. Quant aux grosses bombes ovoïdales et sphériques, si caractéristiques des explosions stromboliennes, on en rencontrait un peu partout sur l'étendue du plateau.

A l'époque de notre voyage, c'est-à-dire dix ans après

L'éruption, ce volcan était encore en pleine *phase solfatarienne*. Des grands cratères et de la plupart des fentes se dégageaient d'abondantes fumerolles encore chaudes, riches en anhydride sulfureux; elles abandonnaient de petits dépôts de soufre et décoloraient irrégulièrement les laves et les tufs volcaniques. Sur des aires étendues le plateau était constellé de minuscules cônes de lapilli dépassant rarement 1 m. de hauteur sur 2 m. de diamètre à la base et chaque petit cratère correspondait à un point d'émergence de fumerolle. Ces petits cônes sont connus dans d'autres régions volcaniques, mais en dehors de cet exemple, nous n'en avons rencontré nulle part ailleurs dans la région des Virunga. Il est probable que ces petits édifices particulièrement fragiles sont détruits dès que la couverture superficielle est suffisamment refroidie pour que le ruissellement puisse exercer ses ravages.

Le déplacement continu des bouches d'éruption devait amener, chaque fois qu'un nouveau centre entraît en action, le retour des manifestations ultravulcaniennes. Ce mode de fonctionnement des petits appareils volcaniques est une des caractéristiques de la région, mais il a été particulièrement développé dans le secteur méridional en bordure du lac, où, sauf omission, nous avons compté une dizaine de centres d'éruption. Il fournit l'explication de l'abondance relative des cendres plus spécialement accumulées dans cette partie du territoire.

Le volcan a fourni une importante coulée de lave, qui n'a pas été nécessairement émise en une fois, et elle s'est largement étalée en surface au détriment de son épaisseur. Elle repose en partie sur d'anciennes coulées de lave cordée du Nyamlagira et a contourné de nombreux petits reliefs volcaniques constitués par d'anciens cônes de scories. Cet épanchement a modifié profondément les anciens contours du lac, faisant disparaître la baie de Katerusi et en formant à l'Ouest du volcan Nzuru un promontoire qui faillit intercepter la passe étroite donnant

accès du lac au golfe de Kabuno-Kashanga, plus généralement connu des voyageurs sous le nom de baie de Bubandana. Pour plus de renseignements à ce sujet nous renvoyons à la carte au 1/50.000, publiée par le D^r W. Robyns dans son excellent mémoire : *La colonisation végétale des laves récentes du volcan Rumoka.*

Le facies de la coulée est essentiellement différent des coulées des grands volcans. Elle est formée par des laves scoriacées, cavernueuses dont la surface est garnie d'aiguilles. Son épaisseur est faible et elle a donné lieu à de nombreux tunnels dont les voûtes sans grande résistance se sont écroulées formant d'innombrables cahots de blocs.

L'éruption de 1912 a eu plusieurs témoins, mais c'est incontestablement le R. P. de Pélichy qui possède les renseignements les plus précis et les plus complets sur les divers événements qui ont marqué le développement de ce phénomène grandiose. A cette époque, le missionnaire construisait sa mission au fond de la baie, d'où l'on jouit d'une vue étendue sur toute la partie occidentale de la plaine de lave, l'horizon n'étant limité au Nord que par le grand cône du Nyamlagira. Chaque jour, il a noté scrupuleusement et simplement ses observations et c'est précisément ce qui en fait la valeur. De passage à sa mission, il a bien voulu nous communiquer ses notes, dont nous n'avons retenu que les faits les plus essentiels; nous les résumerons succinctement :

L'éruption fut annoncée le 3 décembre par de violents tremblements de terre accompagnés de bruits souterrains. A Saké, situé à 9 km. à l'Ouest de l'emplacement du futur volcan, une large crevasse s'ouvrait passant par le village où plusieurs indigènes furent ensevelis sous les éboulis. Le même jour, il se produisit de violentes explosions se succédant sans arrêt, et au-dessus du volcan naissant il se dégageait d'abondantes et épaisses fumées noires. A partir de 18 heures, aux fumées noires vinrent s'ajouter de grandes flammes.

Dès le second jour apparaissaient de longues flammes accompagnées de jet de bombes ressemblant à un bouquet de feu d'artifice. Ces explosions étaient accompagnées d'un dégagement de vapeur peu discernable le jour, très brillante la nuit, et ce phénomène devait se renouveler constamment par la suite, sans que les fumées noires qui s'élevaient verticalement du cratère, en se dilatant vers le haut, ne cessassent complètement; celles-ci devaient encore se reproduire à maintes reprises au moins passagèrement.

Jusqu'en janvier, les phénomènes explosifs continuèrent activement, parfois interrompus par une courte accalmie qui se produisait après de violents orages accompagnés de pluies diluviennes. A partir de janvier, les périodes d'activité diminuèrent progressivement tant en intensité qu'en durée, au profit des périodes de repos, qui devinrent plus longues et plus fréquentes. A la fin mars, les phénomènes explosifs cessèrent complètement, faisant place à une lueur rougeâtre qui apparaissait le soir au-dessus du volcan.

Les observations sur le changement des bouches d'éruption sont intéressantes à noter; nous ne citerons que quelques exemples : le 6 décembre au matin, il y avait deux centres principaux d'éruption; vers midi, l'un d'eux se calme et le seul qui subsiste redouble d'activité en projetant des flammes et d'épais tourbillons de fumée noire. Le soir l'éruption se continue accompagnée de grondements souterrains.

Le 7 au matin, l'éruption se poursuit avec violence; on distingue quatre centres d'éruption voisins. Vers midi, il n'y en a plus qu'un seul en grande activité et les grondements souterrains qui avaient cessé reprennent le soir, alors que plusieurs bouches entrent en éruption.

Le 8 on n'aperçoit plus qu'un seul cratère en fonctionnement et c'est ce jour-là que les premières coulées devaient atteindre le lac, où elles provoquèrent des nuages

de vapeur s'élevant en volute. Au fond de la baie la température de l'eau atteint 52° ; aussi les indigènes abandonnent-ils le travail pour se livrer à une pêche miraculeuse.

Notons encore les faits les plus importants, sinon ceux qui peuvent servir à qualifier le climat qui régnait dans la région durant cette manifestation volcanique. Le 17 décembre, le volcan est plus calme, l'eau de pluie a une forte odeur d'anhydride sulfureux et cette remarque sera renouvelée chaque fois que le vent soufflera venant du Nord. C'est ainsi que le 22, les indigènes du village de Lukula constatent que la pluie qui tombe est chaude et qu'elle fait sécher les haricots sur pied. Le 18, même calme au volcan que le jour précédent; il a plu et tonné toute la nuit, mais des nuages de fumée s'élèvent de la surface de la baie; bientôt ils se transforment en de gigantesques trombes d'eau et de fumée. Dans la soirée le volcan se réveille. Le 20, on constate que la température de la baie est de 46° , mais le lendemain elle est redescendue à 21° .

Le 31 décembre, le volcan est toujours en activité et le soir on aperçoit d'abondantes fumées au-dessus du Nyamlagira. Cette manifestation au grand volcan se maintiendra jusqu'en avril, mais entre-temps, le 15 février, il entre en éruption.

A la fin de l'éruption du nouveau volcan, le R. P. de Pélichy alla visiter les environs de Sake. Du village il n'y avait plus trace, mais à sa grande surprise il constata que sur l'ancien emplacement coulait maintenant une rivière. L'explication en était simple : un ruisseau descendant des premières pentes de la montagne formant le versant du fossé tectonique avait été intercepté par la crevasse ouverte lors du tremblement de terre du 3 décembre. La pente remplie de matériaux éboulés, colmatés par les accumulations de cendres et leur entraînement par les eaux, avait acquis une imperméabilité suffisante pour

conduire les eaux du ruisseau jusqu'au lac, au lieu de les laisser perdre dans un champ de lapilli, comme c'était le cas sans doute avant l'éruption. En 1922, nous avons constaté en passant que le lit de ce ruisseau improvisé était devenu le siège d'importantes fumerolles d'hydrogène sulfuré.

Ces quelques données sur l'éruption de 1912 sont en accord complet avec les observations faites sur le terrain. Elles demandent néanmoins quelques commentaires.

Après les phénomènes prémonitoires consistant en tremblements de terre, auxquels se rattache la production de la crevasse de Sake, — et celle-ci s'est développée précisément sur la trace de la grande faille limitant à l'Ouest le fond du graben, — l'éruption commence brusquement par de violentes explosions *ultravulcaniennes* accompagnées de fumée noire (nuée vulcanienne). C'est la période où le volcan crée sa cheminée d'accès vers l'extérieur; son travail porte exclusivement sur des matières refroidies; aussi les vapeurs qu'il dégage sont noires et obscures pendant la nuit. Celles-ci se modifient déjà dans une certaine mesure dès le second jour, pour devenir prépondérantes par la suite et cela dès que le volcan pourra mettre en œuvre des matières fraîches à température élevée, c'est-à-dire du magma en fusion.

On passe ainsi à la période des *explosions stromboliennes*, qui caractérisent essentiellement le dynamisme de ce volcan et, peut-on ajouter, de tous ces petits volcans. Les vapeurs deviennent peu visibles le jour, lumineuses la nuit et rendent les explosions comparables à des bouquets de feu d'artifice.

Le changement fréquent dans les bouches d'éruption ramène encore des explosions ultravulcaniennes avec le retour des fumées noires et des pluies de cendres.

Dès le cinquième jour, les coulées de lave ont franchi les 5 km. qui séparent le volcan de la passe commandant l'entrée du golfe. Il semble que, le 18 décembre, il y ait

eu des manifestations volcaniques sous-lacustres dans le golfe de Kabuno-Kashanga. Enfin, à partir du 31 décembre, on constate un surcroît d'activité au cratère du Nyam-lagira et, le 15 février, ce volcan entre en éruption en émettant sans doute des explosions stromboliennes accompagnées de projections. Ce dernier événement est très important, car il dénote l'existence de relations entre les grands volcans de *dynamisme spécifiquement hawaïen* et leurs satellites de la plaine de *dynamisme strombolien*.

La description étendue que nous venons de donner de l'éruption de 1912 nous permettra d'être fort bref pour ce qui concerne les deux petits volcans édifiés en mai 1904 et en juillet 1905.

Ces deux volcans sont uniquement formés par des cônes de scories; l'un et l'autre ont eu des éruptions de très courte durée et ont donné chacun une petite coulée de lave de même nature que celle de l'éruption de 1912.

Le volcan *Luabikari* (*volcan Adolphe-Frédéric, Nahimbi*) est situé à 6 km. au Nord et à 1 km. à l'Ouest du précédent. Son cône, exclusivement formé de matériaux pyroclastiques, s'élève à une quarantaine de mètres au-dessus du niveau de la plaine de lave. Il présente cette particularité d'être égéulé jusqu'au niveau inférieur de son cratère, sur au moins le tiers de sa périphérie. La partie Nord qui subsiste, demeurée intacte, est régulière; le pan occidental, qui a été épargné, est fortement crevassé; tout le reste a disparu. La cause de l'accident peut être attribuée à une rupture provoquée par le poids du magma contenu dans le cratère. La lave a franchi la base du cône en cascade sur deux gradins surbaissés avant d'atteindre le niveau de la plaine de lave. Elle a alimenté une coulée de faible largeur, dirigée d'abord au Sud-Est, puis au Sud.

En partant du centre d'émission et en s'en éloignant dans le sens suivi par la coulée, on observe d'abord d'énormes masses de plusieurs dizaines de mètres cubes demeurées en place, mais séparées par de larges crevasses,

et très fendillées; les lits de scories qui les composent sont demeurés horizontaux. En s'écartant de ces premières masses, on constate une réduction rapide de la dimension des blocs qui ont été l'objet de déplacements dans le sens de la coulée; les uns sont demeurés horizontaux, un grand nombre ont chaviré, mais un caractère qui leur est commun à tous est celui d'une désagrégation de plus en plus avancée au fur et à mesure qu'on s'éloigne du point initial. A 800 m. de distance, cette désagrégation est complète; toute la masse qui a été entraînée a disparu pour être incorporée dans la coulée. C'est un cas particulier, mais assez fréquent, qui doit conduire à la formation des coulées de lave ayant au moins de très grandes analogies avec les laves en gratons.

Les coulées de lave scoriacée qui interviennent dans la constitution des cônes mixtes sont souvent très riches en matériaux pyroclastiques. Ces éléments y sont encore contenus à l'état d'enclaves, mais ils y ont été introduits par des explosions contemporaines de leur émission. C'est un autre cas et tous les deux sont la conséquence d'un dynamisme strombolien.

L'éruption de juillet 1905 a eu lieu dans la partie de la plaine de lave située au Nord des grands volcans, sur le versant en pente douce tourné vers le lac Édouard.

Le petit volcan qui s'est érigé au cours de cette manifestation volcanique est désigné sur la *Carte géologique* Delhaye et Salée « Volcan Iddings », donné en souvenir de la tétralogie des grands vulcanologues et pétrographes américains. Ce volcan présente la particularité d'avoir ses deux principales fonctions, consistant à émettre les gaz et la lave du magma, réalisées par des organes distincts.

Le cône devenant l'appareil de dégagement explosif des gaz est constitué par d'assez grosses scories. Le cratère, elliptique comprend deux bouches d'éruption entre lesquelles s'élevait un petit cône de débris. Le cône était affecté sur sa périphérie par de larges cassures correspon-

dant à deux systèmes, l'un O.-S.-O., l'autre Nord-Sud. Ces cassures devenaient plus nombreuses et se groupaient au Sud du cône pour constituer en plaine un *champ d'épanchement* de lave.

L'émission de la lave ne s'est pas faite absolument sans explosion, car nous avons observé, dans l'aire occupée par ce champ de fracture, de très nombreuses bombes en *bourse de vache* adhérente au sol et d'autres en forme de larme batavique, sans qu'il y ait tendance à une concentration de matériaux pyroclastiques. De ce point d'émergence de lave partait une petite coulée de lave cordée passant à l'Est du cône en direction du Nord.

Le champ d'émission de lave, légèrement en relief sur la plaine, avait une surface ondulée par des intumescences de lave ayant la forme de voûtes très surbaissées, généralement sphériques. De nombreux affaissements, compliqués de mouvement de bascule, avaient créé des cahots de blocs laissant apercevoir sur leur tranche une succession de coulées, généralement cordées, alternant avec des lits de scories. Ces accidents étaient contemporains d'une nouvelle émission, car la lave fraîche s'était introduite dans les cassures pour les cicatriser. Toutes ces laves, extrêmement bulleuses, étaient localement si fragiles qu'elles s'écrasaient sous le pas. Leur surface, même cordée, était partout couverte de protubérances bulleuses, verruculeuses et parfois de rides sensiblement parallèles.

Ce dispositif volcanique, où le centre d'émission de la lave est séparé du cône de scories, est assez répandu parmi les petits volcans de cette région. Dans d'autres cas, comme le précédent, il peut résulter d'une détérioration plus ou moins complète de l'appareil éruptif au cours même de l'éruption. Mais, dans tous les cas, les fentes jouent le même rôle prépondérant dans la structure de l'appareil d'alimentation du volcan, ce qui rend d'ailleurs leur existence de courte durée et, le plus souvent, fort précaire.

Avant d'abandonner cette description des petits volcans, nous dirons un mot du *volcan Kigoto*, indiqué sur la plupart des cartes. Il est situé aux confins de la région des Virunga, sur la rive gauche de la Rutshuru.

Ce volcan n'est, en réalité, qu'un cratère d'explosion ouvert dans une des hautes terrasses alluviales du lac Édouard. Autour du cratère on ne trouve pas le moindre élément d'origine volcanique, mais des blocs enlevés par l'explosion aux terrains alluviaux et d'autres constitués par des arkoses anciennes appartenant à l'assise inférieure du système de l'Urundi. Il ne s'agit donc pas d'un accident qu'on puisse considérer comme exclusivement volcanique, mais plutôt *semi-volcanique*. La plupart des vulcanologues considèrent ces cratères comme étant le résultat d'une explosion de vapeur, causée par la circulation en profondeur d'un magma venant en contact avec une nappe d'eau souterraine.

La situation de ce cratère d'explosion, ouvert dans une zone située à la périphérie du territoire volcanique, est assez naturelle et il est possible que cet accident ne soit pas isolé. Peut-être pourrait-on en rapprocher la cavité creusée dans des terrains lacustres plus récents, qui abrite le petit lac *Girwo*, au Sud de Rutshuru. Sur les bords du lac nous n'avons pas trouvé de blocs rejetés par les explosions, mais ils ont pu être désagrégés.

Au voisinage immédiat du cratère Kigoto on constate l'existence de trois belles terrasses alluviales formées de limon et de lits de cailloutis, disposées en escalier sur le versant de la dépression tectonique. Le cratère est ouvert dans la terrasse moyenne.

Ces terrasses anciennes du lac Édouard nous ont fourni un argument en faveur de l'ancien lac Kivu-Édouard, scindé plus tard en deux lacs indépendants par le barrage des Virunga.

Les altitudes maxima des trois terrasses sont respectivement 1.515, 1.488 et 1.430 m. Un peu plus au Sud,

nous avons reconnu l'existence de dépôts de même nature s'élevant jusqu'à 1.650 m. Toutes ces altitudes ne sont données qu'à titre indicatif, car ces dépôts lacustres, étant situés à l'Ouest de la faille bordière du graben, sont accrochés aux terrains du horst et ceux-ci ne sont pas spécialement indiqués pour servir de point de repère aux dépôts appartenant au fond du fossé, faute de pouvoir éliminer la dénivellation causée par les mouvements d'origine purement tectonique. Comme nous ne sommes pas fixé sur ces derniers, le problème ainsi posé serait insoluble.

La question peut être envisagée d'une autre façon en limitant les résultats qu'on veut obtenir à une solution approchée du problème. Ces hautes terrasses sont isolées dans une anse de l'ancien rivage du lac Édouard et leurs relations avec les dépôts inférieurs de même origine sont interceptées par la plaine de lave.

A une dizaine de kilomètres à l'Est, dans la région au Sud de Rutshuru, on peut voir les coulées de lave recouvrir les dépôts lacustres du fond du fossé et, à partir de là, on les suit sans interruption jusqu'à la nappe du lac Édouard. A 45 km. au Sud, on est sur les bords du lac Kivu (altitude : 1.460 m.). La différence entre les plus hautes terrasses et le niveau du lac, soit 190 m., offre une marge de sécurité suffisante pour qu'on puisse admettre que les eaux du lac Édouard aient atteint un niveau notablement plus élevé que celui qu'occupe actuellement le lac Kivu.

Du moment qu'on peut admettre que les lacs Kivu et Édouard ont été réunis en une seule nappe au début de l'ère volcanique des Virunga, les premiers volcans devaient être *sous-lacustres*. Il suffisait alors d'apporter cette preuve pour que la proposition principale fût démontrée d'une façon satisfaisante.

Or, c'est précisément à ce résultat que nous ont conduit nos premières études dans la région volcanique; le mont Goma et la plupart des petits volcans échelonnés sur la

bordure du lac Kivu sont des volcans sous-lacustres. Tous sont enveloppés d'un manteau de cendres, épais de plusieurs mètres, constitué de matériaux présentant un classement volumétrique remarquable, allant des poussières les plus fines aux sables volcaniques et même aux fins lapilli. Ces dépôts moulent entièrement les appareils volcaniques en adoucissant le détail de leur relief. La régularité de leur stratification n'a été troublée que par le jet de bombes, qui s'enfoncèrent dans ces matériaux délicats en crevant les couches supérieures et en incurvant légèrement les couches sur lesquelles elles reposent. Ces accidents locaux montrent que les matériaux se déposaient au voisinage immédiat d'un volcan en éruption.

Le fini obtenu dans le classement ne se rencontre pas au même degré dans les tufs subaériens. Un autre critère est fourni par leur teneur en carbonate de chaux; ces dépôts *sédimentaires* sont littéralement imprégnés de calcaire et contiennent parfois des travertins. Les eaux du lac contiennent du carbonate de chaux qu'elles déposent sur les surfaces soumises au clapotement des vagues, où il se forme des travertins. Ces dépôts s'accroissent rapidement puisqu'ils constituent des gaines épaisses autour des grandes herbes et c'est par un processus analogue qu'il s'est constitué un pont naturel sur la rivière Ruzizi.

Du point de vue vulcanologique, l'existence de volcans sous-lacustres n'a rien de particulier; d'ailleurs il ne peut même pas être mis en doute, car la petite île de Kegera avec sa lagune interne, semblable à un atoll, en est un exemple remarquable. Il s'agit d'un simple cône volcanique, égueulé vers le Nord, dont la partie supérieure dépasse légèrement le niveau du lac. Le mont Goma, qui peut servir d'exemple pour l'étude des volcans sous-lacustres, est un cône égueulé vers l'Ouest, dont la plus grande partie du cratère est encore sous l'eau.

Le problème de l'évolution partielle du fossé des

Grands Lacs depuis l'édification du barrage volcanique des Virunga intéresse les Zoologistes et les Botanistes au même titre que les Géologues, et c'est par une étude comparée de la faune et de la flore des différents lacs que ce problème recevrait, semble-t-il, sa solution la plus élégante.

Depuis longtemps, les géologues attribuent un rôle important à l'influence des fentes sur la distribution des appareils volcaniques. Ils supposent, avec raison d'ailleurs, que les fentes qui affectent les terrains du soubassement volcanique doivent favoriser l'accès du magma des foyers internes vers les bouches d'éruption. La difficulté des recherches provient de l'absence d'observation directe de ces terrains généralement recouverts par un énorme écran de matériaux volcaniques. Dans bien des cas il faut chercher à rétablir, au moins dans ses grandes lignes, la structure des terrains sous-jacents en partant d'une distribution des bouches d'éruption. On considérera, par exemple, qu'un arrangement linéaire persistant des cônes volcaniques serait le fait d'un accident tectonique supposé, que l'on peut parfois tracer approximativement en partant de la structure connue des régions voisines.

Toutes les fentes qu'on observe dans les régions volcaniques, et celles-ci sont nombreuses, ne sont pas nécessairement en relation avec des accidents tectoniques, car les volcans disposent de moyens puissants pour se créer des ouvertures à travers les terrains. Le vulcanologue, qui étudie les modalités du phénomène, ne cherche pas toujours à faire une discrimination spéciale entre les fentes tectoniques aménagées pour les besoins du volcan, et celles qu'il s'est créées pour son usage exclusif.

Les termes de « fentes latérales », « fentes excentriques », « fentes radiales » peuvent avoir des significations fort différentes suivant la plume qui les écrit, mais d'une façon générale ce sont des accidents essentiellement volcaniques.

Quelle que soit l'origine de ces fentes, qu'elles dérivent

de simples cassures ou de failles, au rejet même important, le volcan travaillant aveuglément, lorsqu'il les a propagées à travers le manteau de recouvrement, elles ont perdu leurs caractéristiques essentielles et se présentent comme de simples fissures localement élargies.

Lorsque nous avons entrepris l'étude de ces volcans, nous venions d'achever le levé géologique de la région située directement au Sud. Nous nous trouvions par conséquent dans des conditions privilégiées pour juger de l'influence de la structure des terrains anciens sur la distribution des appareils volcaniques. Au cours de ce travail nous avons pu constater que dans une région volcanique on peut même trouver d'excellents éléments de contrôle pour les études tectoniques.

Le tracé de la faille occidentale étant simple et si l'on s'en rapporte à celui adopté récemment par M. Boutakoff, on voit, à partir de Bubandana, la faille principale se dédoubler; l'une des branches suit le pied des terrains anciens constituant le versant du fossé, tandis que l'autre longe le bord oriental de la presqu'île, limitant le golfe de Kabino-Kashanga. Cette dernière faille passerait par le cratère du Nyamlagira.

La faille orientale passe directement à l'Est de Kisenié. A neuf kilomètres au Nord, sur son passage présumé, on trouve une succession de petits volcans, très voisins les uns des autres, appartenant au groupe du Kibati et dont le plus important est le *Bushwaga*. Ces volcans jalonnent un alignement et les cratères présentent cette particularité d'être formés par l'élargissement local d'une crevasse que l'on peut suivre d'un volcan à l'autre. Certains de ces appareils sont constitués par deux parties d'un même cône coupé verticalement et se faisant face de part et d'autre de la fente. On ne pourrait trouver un plus bel exemple de *volcan-fente*. Sur le prolongement de cette crevasse correspondant au tracé de la faille se trouvent le cône d'un petit volcan (Kavumu), puis le Sahelu; le Niragongo et un

grand cratère analogue à celui du Sahelu. Au delà, le tracé de la faille est plus indécis, mais en poursuivant l'alignement jusqu'au Nord de la région volcanique, où l'on retrouve le moyen d'en identifier le passage, on remarque qu'elle passerait approximativement par le cône du petit volcan de l'éruption de 1905 (V. Iddings).

En jetant un coup d'œil sur la carte du levé on s'aperçoit que sur le trajet des deux failles principales les cônes volcaniques y forment de véritables agglomérations locales, dont les deux plus denses se trouvent dans la région du Kibati et celle de Sake. Mais la répartition n'est pas toujours celle d'un alignement, car les volcans disposent de moyens pour se frayer des passages à leur gré.

Nous avons également constaté un alignement de petits cônes passant par le cratère du Niragongo, indice d'une fente radiale. Elle passe par les volcans Bulingo, Kashaha, Kahundu, etc. [voir la carte de la région des volcans du Kivu. (Ministère des Colonies)].

La question est plus délicate en ce qui concerne les volcans éteints du Mufumbiro. Mais, d'une façon générale, on peut affirmer que les failles ont joué un rôle important dans la répartition des volcans, des petits comme des grands.

L'examen de la carte géologique fait ressortir un accroissement du nombre des petits volcans dans des bandes irrégulières qui coïncident avec le passage des failles limites du graben, et c'est dans ces mêmes espaces que se sont localisés les volcans qui ont donné lieu aux dernières éruptions. Il existe pourtant en bordure du lac Kivu une bande de terrain volcanique particulièrement riche en petits volcans et rien ne permet d'affirmer à priori qu'elle coïncide avec une zone particulièrement failleuse. La cause en est différente, car on se trouve dans la partie de la plaine de lave située aux confins des coulées émises par les grands volcans et où l'épaisseur du recouvrement volcanique est la plus faible. En se rapprochant des grands

centres d'émission les coulées augmentent en nombre et en épaisseur; aussi la plupart des puys anciens ont été submergés et ceux qui restent sont le plus souvent en partie ensevelis dans les laves.

C'est pour cette même raison que les puys sont apparemment beaucoup plus nombreux dans le fossé principal que dans le fossé du Mufumbiro. Dans ce dernier, les coulées, manquant d'espace pour s'étendre, se sont accumulées en hauteur, ensevelissant en même temps la plupart des puys. Mais toutes les fois qu'elles ont pu se développer librement, comme c'est le cas à l'Est du Muhavura et au S.-O. du Karisimbi, les petits cônes deviennent aussi nombreux que dans le fossé principal.

Quelles sont les relations qui peuvent exister entre les grands volcans du *type hawaïen* et les innombrables petits volcans du *type strombolien* ?

Nous avons fait remarquer à propos de l'éruption du volcan Lacroix en 1912, qu'à la même époque on avait constaté une petite éruption au cratère du Nyamlagira. De même lorsque pendant l'autre guerre le Niragongo donna des signes avant-coureurs d'une éruption, immédiatement on constata des dégagements de fumerolles chaudes dans les petits volcans du Kibati.

C'est par l'étude chimique et minéralogique des laves émises par les différents volcans qu'il est le plus facile d'établir ces relations entre volcans et d'en préciser la portée au point de vue vulcanologique. Si l'on considère deux grands volcans, pourtant très voisins, comme le Niragongo et le Nyamlagira, on constate que leurs laves sont toujours très différentes, le premier émettant des laves sans feldspath, alors que les laves du second sont toujours feldspathiques. Or ce même caractère se retrouve dans tous les petits volcans, qui sont de ce fait leurs véritables satellites.

Ainsi chacun des grands volcans a son domaine propre

où il forme avec l'ensemble de ses satellites une véritable *entité volcanique*. Le grand volcan constitue le *cratère central* caractérisé par sa fixité; il est directement relié au foyer souterrain, qui l'alimente par un conduit suffisant pour lui fournir le gigantesque volume de magma qui lui est nécessaire en période d'éruption paroxysmale; les produits qu'il émet sont à très haute température. Les petits volcans qui sont ses satellites n'ont jamais qu'une durée éphémère; les bouches d'éruption se modifient constamment et dans toute l'étendue du domaine; ils s'alimentent au même foyer, mais par l'intermédiaire des fentes latérales; aussi leur capacité reste faible et les produits sont émis à une température moins élevée que ceux du volcan central. Les différences de température justifient le dynamisme particulier de chacun : *Hawaïen* chez les grands volcans, *Stromboliën* chez les satellites.

Or ces mêmes caractères se retrouvent dans toute la région des Virunga et malgré les différences notables dans la nature des laves, dont la gamme s'échelonne des *trachytes* aux *ankaratrites*.

Depuis l'occupation du pays, le Nyamlagira est demeuré jusqu'à l'époque du grand paroxysme de 1938 en état d'activité ralentie, tandis que le Niragongo était en repos. Durant toute cette période, les petits volcans qui sont entrés en éruption étaient exclusivement des satellites du Nyamlagira et tous ont fourni des laves feldspathiques toujours voisines de celles du volcan central.

*
**

Pour compléter la vue d'ensemble sur cette région volcanique, il nous reste à dire un mot de la question des *fumerolles* et de celle des *sources minérales* et *thermo-minérales*, qui en est le corollaire immédiat.

Au cours de notre voyage nous avons retrouvé tous les termes essentiels de la classification Sainte-Claire Deville

et Fouqué : dépôts alcalins de sublimation des fumerolles à haute température, auxquels viendraient s'ajouter les dépôts probablement cuprifères du Nyamlagira. A des températures moins élevées et successivement décroissantes : les fumerolles sulfureuses du Niragongo et celle qui ont suivi l'éruption de 1912. Les fumerolles sulfurées du ruisseau de Sake et enfin les dégagements d'anhydride carbonique (*miofettes*), sans doute extrêmement nombreux, mais qu'on observe principalement aux griffons de sources le plus souvent thermo-minérales. Ces dernières étant généralement réparties sur le tracé des failles et en particulier des grandes failles qui limitent les fossés tectoniques.

Les sources thermo-minérales des Virunga ont les caractères communs à ceux de la plupart des autres régions volcaniques dont les éléments essentiels tiennent dans la nature alcaline des eaux, jointe au dégagement d'anhydride carbonique ou de tout autre gaz de fumerolles. Ces caractères se retrouvent jusqu'à des distances parfois considérables du centre volcanique, en raison des infiltrations d'anhydride carbonique dans toutes les fissures des terrains, et ils peuvent persister pendant de très longues périodes, alors que toute autre manifestation volcanique a disparu. La notion d'*eau volcanique* n'est pas synonyme d'*eau juvénile*; elle s'adresse simplement à des eaux chargées des produits de l'exhalaison volcanique. La composition des eaux volcaniques se modifie avec leur température et l'éloignement du centre éruptif; aux caractères précédents viennent alors s'ajouter les éléments empruntés aux terrains traversés par le circuit des eaux, principalement des bases alcalino-terreuses, calciques ou magnésiennes ou tout simplement ferrugineuses. Il existe donc autour d'un centre volcanique des eaux thermales de nature extrêmement variée, dont le plus bel exemple connu et qui peut servir de terme de comparaison est celui du Plateau Central de la France.

Des quelques sources de la région des Virunga dont nous avons pu ramener des échantillons, il y en a deux qui présentent plus spécialement les caractères essentiels de sources thermo-minérales d'origine volcanique, l'une même à un très haut degré : c'est la *source de Bitagata* ou *Mayi-Moto de la Rutshuru*. La seconde est la *source de Mashiosa*, située sur les bords du lac Kivu, à 4 km. au Sud de Kisenié.

La source de Bitagata est composée d'un très grand nombre de points d'émergence répartis sur les innombrables cassures qui affectent les terrains anciens, disposés en une étroite plate-forme entre une colline rocheuse constituant le pied du versant du fossé et le lit de la rivière. La surface est recouverte de travertins renflés en ajutages coniques autour des principaux griffons. L'ensemble des sources s'échelonne sur environ 500 m., mais les trois principaux griffons sont voisins et reportés vers le Nord.

Les terrains appartiennent à l'assise inférieure du système de l'Urundi. Ce sont des phyllades noirs, très siliceux, ayant un aspect de phtanite. Sur le versant de la colline ils sont surmontés de quartzites (direction N.-18°-O.; inclinaison 40° O.). Ces terrains sont au voisinage immédiat de deux grandes failles : l'une, longitudinale, à la limite occidentale du fossé; l'autre, transversale, correspond à un élargissement brusque du graben qui s'ouvre largement tant à l'Ouest qu'à l'Est, sur le lac Édouard et ses anciennes extensions. Les terrains fissurés de la source se trouvent dans l'angle des deux failles et ont été fortement écrasés sous l'action des pressions, passant localement à une véritable brèche tectonique.

L'eau des principaux griffons, fortement émulsionnée d'anhydride carbonique, est jaillissante. Elle s'élève par pulsation jusqu'à un mètre au-dessus du niveau de la plate-forme en faisant entendre un bruit de souffle profond et puissant. Sa température très élevée doit être voisine de l'ébullition. Ce sont bien là les caractères d'un

véritable geyser sans doute en voie de dégradation. Le débit est considérable et les eaux sont fortement chargées de sels alcalins, davantage même que le sont les eaux de Vichy; la source est *bicarbonatée et chlorurée sodique*. Par sa teneur en chlorure de sodium elle s'écarte des eaux de Vichy, pour se rapprocher des eaux de la Bourboule et de Sant-Nectaire, tout en étant incomparablement plus minéralisée que ces dernières. Les eaux de la région des Virunga ne paraissent pas être lithinifères. Cette source serait probablement susceptible d'exploitation.

La source de Mashiosa est à l'extrémité du promontoire de ce nom, lequel est constitué par des terrains métamorphiques, micaschistes et quartzites, fortement fissurés au voisinage d'une faille mettant en contact des couches de direction N.-80°-E., inclinés de 40° Sud, avec des couches de direction N.-20°-O. inclinées de 16° Est. En outre l'extrémité du promontoire doit être voisine du passage de la faille limitant à l'Est le graben. L'eau sourd des cassures accompagnée d'un dégagement important d'anhydride carbonique; sa température dépassant 65° et sa composition était celle d'une *source bicarbonatée sodique*, à minéralisation faible.

Nous avons également fait analyser les eaux de deux sources froides, toujours accompagnées d'un dégagement d'anhydride carbonique. Ces deux sources appartiennent à des régions situées à la périphérie du territoire recouvert par les épanchements volcaniques.

La première, la *source de la Kabaye*, nous a été indiquée par le R. P. de Pélichy. Elle se trouverait à deux lieues à l'Ouest de la mission de Bubondana. Il s'agit d'une source *bicarbonatée et chlorurée mixte calcique et sodique*.

La seconde est une source de la vallée de la Kinge, l'émissaire du lac Luhondo, qui n'est autre, au point de vue géographique, que le cours supérieur de la rivière M'Kungwa. Ce cours d'eau n'est qu'un torrent impétueux, au débit considérable, qui creuse son lit à travers le bar-

rage volcanique issu du Muhavura, lequel a fait naître le lac. De nombreuses sources, accompagnées de dégagements d'anhydride carbonique, sourdent à travers les fentes de retrait de la lave en abandonnant en surface des travertins. C'est à une de ces sources qu'a été prélevé l'échantillon analysé qui est celui d'une eau bicarbonatée sodique et magnésienne.

On trouvera réuni en un tableau le détail des diverses analyses chimiques. Elles ont été faites avec beaucoup de soin par le D^r Ghysen, sur les échantillons rapportés de notre voyage. Les poids y sont exprimés en milligrammes. Nous y avons ajouté une analyse des eaux du lac Kivu, dont l'échantillon a été prélevé à l'entrée de la passe donnant accès du lac à la baie de Kabuno-Kashanga, c'est-à-dire dans la partie la plus exposée aux exhalaisons volcaniques. On remarquera que l'eau du lac est également bicarbonatée sodique et magnésienne, relativement pauvre en chaux, malgré les travertins qu'on observe parfois sur les rives. Ceux-ci contiennent : 83,2 % de carbonate de chaux, 6,1 % de carbonate de magnésie, 4,92 % de silice et le reste est formé par de petites quantités d'alumine, d'oxyde ferrique, des traces de manganèse et le non dosé (1).

Analyses des eaux de sources de la région volcanique des Virunga.

	Noms des sources.				
	Bitagata.	Mashiosa.	Kabaye.	Kinge.	Eau du lac Kivu.
Résidu fixe à 110°	8036	1582	1805	2068	975
Résidu calciné	7417	1475	1688	1824	879
Dureté totale	3°	10°	54°	96°	43°
Dureté permanente	2°	2°	6°	25°	6°5
Anhydride silicique (SiO ²)	135	68	55	139	71
Ion calcium (Ca)	9	41	169	20	37
Ion magnésium (Mg)	3	9	27	225	82
Ion sodium (Na)	2645	410	390	380	210
Ion potassium (K)	78	20	12	22	18
Ion chlore (Cl)	797	68	565	85	35
Ion sulfurique (SO ⁴)	45	63	29,4	26	6
Ion carbonique (CO ²) :					
Libre				48	
Combiné ou semi-combiné	5100	1250	995	1880	750
Des carbonates neutres					
alcalins	148	0	0	0	96

Avant de terminer cet exposé consacré aux volcans situés au Nord du Kivu, nous mentionnerons les autres régions volcaniques qui sont le siège d'éruption du type hawaïen.

Ces volcans, les plus grands producteurs de lave, sont rares, et avant de pouvoir y joindre les huit grands volcans du Nord du Kivu, la liste se réduisait à quelques unités dispersées dans les îles océaniques, tous émettant des laves basaltiques.

Les grands volcans de l'île Hawaï (*Mauna Loa*, *Kilauea*) sont célèbres par leurs grands lacs de lave en fusion et ont fait l'objet d'études nombreuses de la part des vulcanologues de l'école américaine. Ils sont constitués par des cônes de lave extrêmement puissants et tellement ouverts qu'on les a parfois comparés à des boucliers. Ces volcans sont en éruption presque continue.

M. Aubert de la Rüe a signalé le *Yassowa*, dans l'île Tanna des Nouvelles Hébrides. Il le considère comme étant en éruption continue.

Le Piton de la Fournaise, situé dans l'île de la Réunion, a été décrit autrefois par Bory Saint-Vincent, mais avant l'ouvrage récent de M. A. Lacroix, il était surtout connu par le travail de Charles Vélain. Ce volcan est certainement celui qui se rapproche le plus des volcans du Nord du Kivu, tant au point de vue morphologique que par le dispositif volcanique comprenant un volcan central (le Piton de la Fournaise) de type hawaïen et des puys de type strombolien alimentés par des fentes latérales. Mais le champ volcanique en activité de l'île de la Réunion ne comprend qu'un seul domaine, alors que celui du Nord du Kivu en possède huit contigus. Les éruptions du Piton de la Fournaise sont fréquentes, tandis qu'elles sont très espacées chez les volcans similaires du Kivu. Enfin, l'avantage de ces derniers réside dans la gamme étendue de leurs roches éruptives.

La région volcanique des Virunga est certainement parmi les plus intéressantes du monde. Il est probable qu'avec le progrès des recherches elle permettra d'aborder avec plus de fruit le problème encore si discuté des différenciations magmatiques qui s'opèrent dans les foyers internes où les magmas vont s'emmagasinier pour alimenter les volcans en période de paroxysme. Mais cette question ne pourrait être utilement discutée qu'en partant des paramètres magmatiques des laves épanchées. Elle sortirait du programme que nous nous sommes présentement imposé. Cependant, il convient de mentionner que dès 1923, dans son ouvrage sur Madagascar, M. A. Lacroix définissait la caractéristique pétrographique de cette région volcanique, dans une tendance à l'égalité entre la soude et la potasse.

Si les grands volcans sont de tempérament assez doux et si l'on a toujours la possibilité de fuir pour échapper à la marche d'une coulée, il n'en est pas de même des petits volcans, qui sont fort dangereux. Il le sont en raison de leur mode explosif, de la soudaineté des éruptions et de la migration continuelle des centres éruptifs, à tel point qu'il serait impossible d'affirmer qu'il y ait un seul endroit de la plaine de lave qu'on puisse considérer comme étant invulnérable. Les autorités devraient donc s'opposer à la construction de centres urbains de quelque importance dans toute l'étendue de la plaine de lave qui correspond au développement des satellites du Nyamlagira et du Niragongo. Si ce dernier volcan venait à sortir de sa léthargie, ce qui peut arriver d'un jour à l'autre, la position de Kisenié deviendrait aussi dangereuse que l'est actuellement celle de Sake.

SECTION DES SCIENCES MORALES ET POLITIQUES

Séance du 24 novembre 1941.

La séance est ouverte à 14 h. 30, sous la présidence de M. *Sohier*, président de l'Institut.

Sont présents : MM. Bertrand, De Jonghe, le R. P. Lotar, MM. Louwers, Van der Kerken, membres titulaires; MM. De Cleene; Dellicour, Engels, Laude, Léonard, Marzorati, Olbrechts et Smets, membres associés.

Absents et excusés : MM. Burssens et Gelders.

Le problème de la main-d'œuvre au point de vue international.

M. *Dellicour* présente une étude sur le problème de la main-d'œuvre indigène envisagé au point de vue international. Il rappelle les discussions auxquelles ce problème a donné lieu à Genève à l'initiative de la Confédération Internationale du Travail et les conventions internationales qui ont tenté d'établir l'unité dans la législation des pays intéressés.

Pendant les vingt dernières années, l'Assemblée de Genève s'est occupée successivement du travail obligatoire, du recrutement de la main-d'œuvre indigène et, d'une manière générale, des conditions auxquelles devait être soumis le contrat de louage de services entre travailleurs indigènes et maîtres européens.

Son intervention a provoqué certaines critiques. Examinant le même problème, l'Institut Colonial International a formulé, en 1929, le vœu suivant : « dans l'état actuel des choses, il n'y a place pour des accords internationaux que dans une mesure limitée et entre puissances coloniales ». (Voir p. 464.)

SECTIE DER MOREELE EN POLITIEKE WETENSCHAPPEN

Zitting van 24 November 1941.

De zitting wordt geopend te 14 u. 30, onder voorzitterschap van den heer *Sohier*, voorzitter van het Instituut.

Zijn aanwezig : de heeren Bertrand, De Jonghe, E. P. Lotar, de heeren Louwers, Van der Kerken, titelvoerende leden; de heeren De Cleene, Dellicour, Engels, Laude, Léonard, Marzorati, Olbrechts en Smets, buitengewoon leden.

Zijn afwezig en verontschuldigd : de heeren Burssens en Gelders.

Het vraagstuk der arbeidskrachten uit internationaal oogpunt.

De heer *Dellicour* draagt een studie voor over het vraagstuk van de inheemsche arbeidskrachten vanuit internationaal standpunt beschouwd. Hij doet herinneren aan de debatten waartoe dit probleem te Geneve op initiatief van den Internationalen Arbeidsbond aanleiding gaf en aan de internationale overeenkomsten waardoor getracht werd eenheid te scheppen in de wetgeving der verschillende betrokken landen.

Gedurende de laatste twintig jaren hield de Geneefsche Vergadering zich achtereenvolgens bezig met den verplichten arbeid, de aanwerving van inheemsche arbeidskrachten en over 't algemeen met de voorwaarden waaraan het dienstkontraakt tusschen de inlandsche arbeiders en de Europeesche oversten moet voldoen.

Haar tusschenkomst gaf aanleiding tot zekere kritiek. Het Internationaal Koloniaal Instituut onderzocht in 1929 hetzelfde probleem en uitte voegenden wensch : « In den huidige stand der zaken kan er alleen sprake zijn van internationale overeenkomsten in beperkten zin en tusschen koloniale mogendheden ». (Zie blz. 464.)

Cette lecture donne lieu à un échange de vues entre MM. *Sohier, Léonard, Bertrand, Van der Kerken, Louwers* et *Dellicour*.

Les populations du Kivu.

M. *De Cleene* fait rapport au point de vue ethnographique sur l'ouvrage du R. P. Schumacher : *Les populations du Kivu*. (Expedition zu den zentralafrikanischen Kivu-Pygmaën : I. — Die physische und soziale Umwelt der Kivu-Pygmaën). Le *Secrétaire général* donne lecture du rapport de M. *Burssens* sur le même ouvrage au point de vue linguistique. La section se rallie aux conclusions des rapporteurs et décide l'impression dans les *Mémoires* in-4°.

Les pygmées du Kivu.

Le *Secrétaire général* dépose sur le bureau l'étude du R. P. Schumacher : *Expedition zu den zentral afrikanischen Kivu-Pygmaën : II. — Die Kivu-Pygmaën*. La section charge MM. *Burssens* et *De Cleene* de faire rapport sur cette étude à la prochaine séance.

La séance est levée à 16 h. 30.

Deze lezing leidt tot een gedachtenwisseling waaraan de heeren *Sohier, Léonard, Bertrand, Van der Kerken, Louwers* en *Dellicour* deelnemen.

De bevolking van Kivu.

De heer *De Cleene* brengt vanuit ethnographisch standpunt verslag uit over het werk van E. P. Schumacher : *Les population du Kivu*. (Expedition zu den zentralafrikanischen Kivu-Pygmaën : I. — Die physische und soziale Umwelt der Kivu-Pygmaën). De *Secretaris-Generaal* houdt lezing van het verslag vanwege den heer *Burssens* over hetzelfde werk doch in taalkundig opzicht. De sectie gaat akkoord met de gevolgtrekkingen van de verslaggevers en beslist het werk uit te geven in de *Verhandelingen* in-4°.

De pygmeën van Kivu.

De *Secretaris-Generaal* legt een studie van de hand van E. P. Schumacher : Expedition zu den zentralafrikanischen Kivu-Pygmaën : II. — Die Kivu-Pygmaën. De heeren *Burssens* en *De Cleene* worden door de sectie belast over dit werk verlag uit te brengen in de eerstkomende zitting.

De zitting wordt te 16 u. 30 opgeheven.

**F. Dellicour. — Le problème de la main-d'œuvre indigène
sous son aspect international.**

Le présent exposé fait suite à l'étude que, dans la séance du 28 juillet 1941, notre collègue M. Léonard a consacrée au problème social et particulièrement au problème de la main-d'œuvre indigène.

M. Léonard avait examiné la situation au Congo belge. Des conditions semblables se rencontrent dans d'autres colonies africaines. Une étude comparée pourrait donc être entreprise de la législation sociale inspirée par le développement économique des colonies africaines. C'est là un aspect international de la question. D'autre part, le problème de la main-d'œuvre indigène a fait l'objet, pendant ces vingt dernières années, de multiples discussions dans les assemblées internationales et de nombreux États ont signé des conventions destinées à établir une certaine unité dans la législation.

C'est ce dernier aspect de la question que nous voudrions envisager aujourd'hui.

Et tout d'abord, comment le problème est-il entré dans le domaine international ?

La première intervention précise en cette matière date de l'année 1919. Lorsque la Conférence de la Paix adopta le Pacte de la Société des Nations et le système des mandats coloniaux, elle imposa aux puissances mandataires le devoir d'interdire tout travail forcé ou obligatoire, sauf pour les travaux et services publics et sous condition d'une équitable rémunération.

La règle ainsi énoncée ne visait que les colonies à mandat. L'occasion d'étendre son application à toutes les colonies ne tarda pas à s'offrir.

La Société des Nations avait créé une Commission temporaire afin de continuer la lutte contre l'esclavage et de

rechercher les moyens d'extirper les derniers vestiges de ce fléau. A l'issue de ses travaux, en 1925, la Commission de l'Esclavage émit l'avis que le travail forcé pourrait, en certains cas, constituer une forme plus ou moins déguisée de l'esclavage et exprima le vœu de voir insérer dans une convention internationale sur l'esclavage une disposition semblable à celle qui était inscrite dans le statut des colonies à mandat.

En 1926, l'Assemblée de la Société des Nations marqua son accord à ce sujet. Une convention sur l'esclavage fut élaborée et un texte relatif au travail forcé y fut incorporé.

La formule adoptée en 1919 subit cependant une sérieuse modification.

Dans les colonies à mandat le travail forcé n'est autorisé que pour les travaux et services publics et sous condition d'une équitable rémunération. Or, il résultait des discussions préparatoires que, parfois, des prestations en travail étaient requises des indigènes :

1° Comme équivalent du service militaire; à Madagascar, notamment, le contingent annuel comprenait à la fois des soldats et des travailleurs militarisés affectés à des services publics; en ce cas, il n'était pas question de rémunération;

2° En faveur des chefs indigènes habitués depuis un temps immémorial à recevoir de leurs sujets un tribut en travail; ici encore la prestation ne s'accompagnait d'aucun salaire;

3° Dans l'intérêt des indigènes eux-mêmes, afin de vaincre leur nonchalance ou leur imprévoyance et de les obliger à faire des cultures vivrières qui les aideraient à éviter la famine;

4° Dans l'intérêt des indigènes encore, afin d'implanter des cultures nouvelles, cultures d'exportation, destinées à amener la prospérité dans le pays.

Il fut reconnu qu'il n'était pas possible de supprimer d'un trait de plume ces diverses prestations.

En conséquence, le texte introduit dans la convention sur l'esclavage stipula sans doute qu'en principe le travail forcé ne pouvait être exigé que pour « des fins publiques », mais il ne rendit pas obligatoire en ce cas la rémunération et admit une tolérance en faveur du travail exécuté pour d'autres fins que des fins publiques, à condition qu'il y serait mis fin progressivement, aussi rapidement que possible, que la contrainte serait employée exceptionnellement, contre une rémunération adéquate, et qu'un changement du lieu habituel de résidence ne puisse être imposé.

Cette convention de 1926 sur l'esclavage fut ratifiée par la plupart des États et notamment par la Belgique.

La déclaration de principe relative au travail forcé ne parut cependant pas suffisante à l'Assemblée de la Société des Nations. Elle communiqua la convention au Conseil d'administration du Bureau International du Travail et attira son attention sur la nécessité d'étudier « les modalités les plus appropriées afin d'éviter que le travail forcé ou obligatoire n'amène une situation analogue à l'esclavage ».

Le Bureau International du Travail n'avait pas attendu cette invitation pour s'intéresser à la question du travail obligatoire. Son statut l'y autorisait d'ailleurs, car, en vertu de l'article 421 du Traité de Versailles, les États membres de l'organisation internationale du travail s'étaient engagés à appliquer toutes les conventions internationales du travail à leurs colonies, avec la réserve que la métropole demeurait juge de l'opportunité de cette extension.

Aussi, dès le début, le Bureau International du Travail avait-il participé aux travaux de la Commission permanente des mandats et, plus tard, à ceux de la Commission temporaire sur l'Esclavage. L'occasion lui était donnée maintenant d'étudier le problème dans toute son ampleur.

La question fit l'objet d'un examen vraiment approfondi.

A l'aide d'une commission d'experts nommés parmi des personnalités coloniales, le Bureau International élabora un premier rapport qui reçut le nom de « Livre gris », et un projet de questionnaire destiné à être envoyé à tous les Gouvernements.

Ces documents furent soumis en 1929, en assemblée plénière, à la Conférence Internationale du Travail, laquelle adopta le questionnaire et décida d'inscrire à son ordre du jour de l'année suivante un projet de convention sur le travail forcé.

A sa session de 1930, la Conférence prit connaissance des réponses faites au questionnaire et confia la rédaction du projet de convention à une commission spéciale. Après seize séances d'environ quatre heures, celle-ci mit sur pied un projet qui semblait raisonnable, bien édifié, et acceptable par tous les pays colonisateurs.

Au cours de la même année, l'Assemblée plénière fut appelée à se prononcer sur le projet. Elle n'y consacra que quelques heures. Ces quelques heures suffirent malheureusement à compromettre l'œuvre si laborieusement édiflée. Les représentants de la plupart des pays coloniaux, de la France, de la Belgique, du Portugal, de l'Afrique du Sud annoncèrent qu'il ne leur serait pas possible de faire ratifier la convention par leur Gouvernement. Qu'é s'était-il passé ?

Ceci : comme on sait, chaque État envoie à la Conférence Internationale du Travail deux délégués du Gouvernement, un délégué des employeurs et un délégué des ouvriers; à l'initiative du groupe ouvrier tous les amendements qui avaient été présentés et admis en commission furent remis en discussion en assemblée plénière et rejetés par celle-ci. Cette attitude détruisit l'unanimité qui était près de se faire sur le texte voté par la Commission spéciale.

Les divergences portèrent notamment sur les points suivants :

A propos d'abord des prestations exigées à titre d'impôt et de l'emploi du contingent militaire. De l'avis de certains, ces questions relevaient exclusivement de la souveraineté nationale. Elles devaient par conséquent échapper à la compétence de Genève. Selon la délégation gouvernementale française, l'utilisation des effectifs militaires aux colonies ne regardait que le Gouvernement français, sous le contrôle des pouvoirs publics français. L'assemblée plénière passa outre et n'accepta de tolérance temporaire que pour des travaux purement militaires. C'était la condamnation du système français, dont l'armée coloniale comporte des formations du génie constituant de véritables écoles professionnelles, utilisées dans certaines circonstances pour l'exécution de travaux d'utilité publique sans but militaire.

Un autre problème délicat s'était posé : de l'accord de tous, la Commission avait admis le principe de la disparition du travail forcé sous toutes ses formes dans le plus bref délai possible; mais pendant la période de tolérance, quelle pouvait être la durée maximum du travail imposé à un engagé déterminé ? Un long délai allait évidemment à l'encontre du but poursuivi : la suppression progressive du travail forcé. La délégation gouvernementale belge fit cependant observer qu'en revanche un terme trop court ne se conciliait pas avec l'intérêt collectif des populations. S'il s'agit d'exécuter un travail d'utilité publique, la construction d'un chemin de fer, par exemple, l'adoption d'un délai trop court aboutit, en effet, à répéter constamment les prélèvements sur les populations, à maintenir l'inquiétude dans les villages, à favoriser les causes de propagation de maladies. C'est aussi rendre impossible l'emploi d'une main-d'œuvre entraînée et, dès lors, c'est obliger inutilement à prolonger les travaux. La délégation belge s'était prononcée pour un terme maximum d'un an,

sauf, bien entendu, à exempter définitivement de toute contrainte ultérieure l'individu choisi. Cette proposition ne rencontra aucun succès; le terme maximum admis fut de six mois.

La Conférence Internationale du Travail se refusa enfin à tolérer, même à titre temporaire, les cultures dites éducatives, c'est-à-dire les cultures de produits d'exportation, alors que, grâce à une obligation exercée pendant quelques années par les chefs, les planteurs indigènes de cacao de la « Gold Coast » et les planteurs de coton de l'Uganda avaient été conduits à un état de prospérité permanente et que, dans le même but, la législation belge admettait la contrainte vis-à-vis des planteurs de coton.

Comme il fallait s'y attendre, la Convention de 1930 ne fut pas ratifiée par certains pays. C'est seulement le 7 avril 1936 qu'un projet de loi d'approbation fut déposé par le Gouvernement belge. Le projet maintenait toutefois les réserves déjà faites à Genève en ce qui concerne les cultures éducatives. L'exposé des motifs s'exprimait comme suit à cet égard :

Le Gouvernement hésita longtemps à proposer l'acceptation des dispositions arrêtées à Genève. Celles-ci, en effet, ne réservaient pas aux administrations coloniales, d'une manière suffisamment complète, le droit d'obliger les indigènes à améliorer par des cultures productives, faites pour leur propre compte et à leur seul profit, leurs conditions matérielles d'existence. Certes, l'article 19 pourvoit aux nécessités les plus impérieuses en permettant le recours aux cultures obligatoires lorsqu'il s'agit de lutter contre les disettes ou la famine. Mais cette autorisation ne peut suffire. L'alimentation ne répond qu'à un des besoins de l'homme. Il faut aussi se préoccuper de son logement, de son habillement, de ses objets de ménage, de ses déplacements, de tous les moyens de vivre mieux qu'implique la civilisation. L'Administration belge, pour les procurer aux indigènes qu'elle a mission de faire progresser, pour donner à ceux-ci un minimum d'aisance, a été amenée à leur apprendre à se créer des ressources par la culture de produits de rapport et plus spécialement celle du coton; et pour que son ensei-

gnement ne fût pas contrarié par la paresse, la passivité imprévoyante de ceux qui doivent en bénéficier, elle a rendu obligatoire la pratique du travail enseigné, en attendant que l'habitude se fût implantée.

Le projet autorisait aussi la contrainte pour des travaux dont il n'avait pas été question jusqu'alors : les reboisements. Il en exposait la nécessité dans les termes ci-après :

... L'obligation de travailler a été étendue aux reboisements. Au Ruanda-Urundi, notamment, la réussite des cultures vivrières est liée à la reconstitution des forêts, régulatrices du régime des pluies. Dans le passé, les indigènes y ont imprudemment et d'une manière excessive défriché les terrains forestiers. Le résultat a été que les précipitations pluviales, tantôt sont devenues déficientes, tantôt se sont très mal réparties et que, certaines années, la récolte de plusieurs provinces indigènes n'est pas arrivée à maturité. L'irrégularité des saisons a été la grande cause de la famine qui a sévi dans le Territoire sous mandat de 1928 à 1930. Amener les autochtones à rétablir les massifs forestiers est devenu pour l'administration de ce pays une œuvre de salut public.

Les cultures obligatoires étaient cependant subordonnées à certaines conditions :

a) La contrainte devait être temporaire et cesser dès que les collectivités auxquelles elle s'appliquait auraient pris l'habitude de ces cultures;

b) La contrainte ne pouvait être appliquée que pour la culture des terres sur lesquelles il existait des droits au profit des collectivités ou des individus intéressés;

c) Les produits des cultures imposées et tous les bénéfices qui pouvaient provenir de la vente de ces produits devaient rester la propriété des individus ou des collectivités intéressés;

d) Toutes les mesures seront prises pour protéger les collectivités et les individus intéressés contre toute tromperie de la part des acheteurs, notamment, grâce à la détermination d'un prix minimum d'achat et à des règlements concernant le pesage et le paiement des produits.

En revanche, dans son projet, le Gouvernement n'insistait plus sur le terme maximum d'un an qui, selon son avis de 1930, aurait dû être admis pour la durée du travail obligatoire imposé à un individu déterminé.

Il est intéressant de constater que le projet n'a jamais été soumis aux discussions du Parlement. Pour des raisons qui ne furent pas exposées, le Gouvernement n'en a pas demandé l'approbation aux Chambres.

La question a été résolue autrement en France, où, avec l'accord du Parlement, la Convention de 1930 fut mise en vigueur par un décret du 12 août 1937. Des réserves étaient cependant stipulées; elles visaient spécialement la défense d'obliger les miliciens à des travaux ne possédant pas un caractère purement militaire. Selon le décret français, le travail forcé est autorisé aussi; à titre temporaire, lorsqu'il s'agit de « cultures aux fins d'enseignement agricole expérimental ».

A notre connaissance, il n'y a pas eu de ratification de la part du Portugal.

Telle est la première phase des discussions internationales auxquelles donna lieu le problème de la main-d'œuvre indigène. Elles portaient sur le travail obligatoire. Une nouvelle phase s'ouvrit en 1933; elle fut consacrée à la réglementation du recrutement de la main-d'œuvre indigène. Après la procédure habituelle de l'envoi aux gouvernements d'un questionnaire dont le texte avait été rédigé par une Commission spéciale, elle aboutit, en 1936, à l'adoption d'une nouvelle convention par la Conférence Internationale du Travail.

Cette convention tenait compte des circonstances de temps et de lieu qui s'observent dans les pays coloniaux. Dans plusieurs cas, elle procédait plutôt par recommandations que par dispositions impératives. Comme, d'autre part, la réglementation préconisait des mesures dont la plupart étaient déjà contenues dans les législations coloniales, on s'explique que le projet de convention fut

approuvé à l'unanimité par la Conférence Internationale. Nous n'insisterons donc pas sur le travail accompli en cette période.

Passons directement à la troisième phase, au cours de laquelle l'assemblée de Genève se trouva saisie, pendant les années 1938 et 1939, non plus d'un point spécial, mais de la question d'ensemble du contrat de louages de services des indigènes. Comme auparavant les débats se terminèrent par l'adoption d'un projet de convention.

A cette occasion des divergences graves surgirent à nouveau; elles s'affirmèrent les plus vives au sujet de la suppression des sanctions pénales. Nous nous y arrêterons un instant.

Comme on le sait, la plupart des législations coloniales ne se bornent pas à appliquer des sanctions civiles aux violations du contrat de louages de services lorsqu'il s'agit de contrats passés entre indigènes et maîtres européens. Elles érigent en infractions certaines de ces violations et les frappent de véritables peines : l'emprisonnement et l'amende, celle-ci étant accompagnée d'une contrainte par corps applicable en cas de non-paiement.

D'après la documentation réunie par le Bureau International du Travail, telle est la législation de l'Union Sud-Africaine, où l'amende peut atteindre 10 livres sterling et l'emprisonnement une durée de deux mois, des deux Rhodésie, du Nyassaland, de l'Est-Africain britannique, du Kenya, du Tanganyika Territory, de la Nigérie, de Sierra-Leone. C'est la législation aussi de Madagascar, des Territoires sous mandat de Togo et du Cameroun, de l'Indo-Chine, de la Nouvelle-Calédonie. C'est la législation encore de l'Erythrée, de la Lybie et de la Somalie italienne. Aux Indes néerlandaises les sanctions pénales sont également prévues, mais uniquement dans les Provinces extérieures et non à Java et Madoura; elles ne sont applicables qu'aux travailleurs non locaux, c'est-à-dire à ceux qui viennent de l'étranger, de Java ou de Madoura ou d'une

province extérieure autre que celle de l'emploi. En Guyane néerlandaise les infractions à l'ordre et à la discipline du travail sont soumises au même régime et il en est ainsi encore dans les colonies portugaises et au Congo belge. A remarquer enfin que si, dans certaines colonies, telles que l'Afrique Occidentale française et l'Afrique Équatoriale française, les sanctions gardent théoriquement leur caractère civil, le résultat atteint est pratiquement le même qu'ailleurs, car la non-exécution des obligations pécuniaires ou en nature prononcées par jugement rend le travailleur passible de la contrainte par corps pour une durée maximum d'un mois.

En ce qui concerne l'application des mesures, on constate que dans l'Union Sud-Africaine, 33.000 condamnations pénales furent prononcées pendant l'année 1936 et que les Rapports annuels sur l'administration du Congo belge donnent les renseignements suivants sur les affaires pénales inscrites sous la rubrique « contrat de louage de services » :

- En 1935 : 12.700 affaires dont 483 acquittements;
- En 1936 : 14.541 affaires dont 382 acquittements;
- En 1937 : 19.774 affaires dont 390 acquittements;
- En 1938 : 24.637 affaires dont 353 acquittements.

Les arguments invoqués en faveur de la suppression des sanctions pénales peuvent se résumer comme suit :

Les intérêts que les sanctions pénales tendent à protéger ne justifient nullement le maintien de conditions qui rappellent celles du servage ou de l'esclavage. Les contrats avec sanctions pénales sont intolérables à une époque où la conscience de l'humanité civilisée condamne presque universellement toutes les formes de la servitude. Une Europe qui a supprimé chez elle la contrainte par corps pour dettes ne peut laisser subsister dans ses colonies un régime tout aussi indéfendable. Au surplus, le recours à la loi pénale fait considérer avec aversion le travail par les populations primitives. Assurés de ce recours, les

employeurs risqueront de ne pas attacher une importance suffisante aux bonnes conditions du travail qu'ils offrent.

Les partisans des sanctions pénales répondent que ces arguments ne tiennent aucun compte des réalités.

Une législation doit s'adapter à la mentalité des gouvernés. Il est absurde de soumettre à une législation identique des peuples séparés par des siècles de civilisation. C'est seulement au XIX^e siècle que la contrainte par corps pour dettes a été abolie en Europe.

Les conditions sont différentes en Europe et en Afrique. Depuis sa plus tendre enfance, l'Européen entend proclamer la nécessité et la noblesse du travail; sa subsistance et celle de sa famille dépendent de son emploi. Pour le Noir, le salaire n'est qu'un appoint destiné à satisfaire un besoin momentané d'argent ou à se procurer certaines facilités auxquelles il renoncera dès qu'il trouvera le travail trop pénible. De là la versatilité du Noir, qui, au début tout au moins, désertera pour le motif le plus futile. Comment se contenter dès lors de sanctions civiles qui consisteront dans le renvoi du travailleur ou dans la condamnation d'un insolvable à des dommages et intérêts ? Il convient que, dès sa prise de contact, le travailleur indigène sente peser sur sa tête une menace sérieuse.

Il faut cependant ne rien connaître de la situation exacte pour se représenter les travailleurs comme des bêtes de somme, répugnant au travail à cause des sanctions pénales. L'expérience montre au contraire que le Noir est parfaitement accessible à des habitudes d'ordre et de régularité, ainsi que le prouvent la fréquence des rengagements et le progrès de la stabilisation de la main-d'œuvre indigène dans les centres industriels. Encore faut-il qu'il soit guidé par une main ferme.

Quiconque a vécu en Afrique sait enfin que les conséquences d'un emprisonnement ne sont pas les mêmes pour un Européen et pour un Noir. Aux yeux de ses congénères un Noir n'est pas déshonoré parce qu'il a fait un séjour

dans une maison de détention et, s'il s'agit d'une courte peine, ce séjour n'a rien de pénible.

Vouloir à tout prix l'égalité dans le régime du travail n'est pas plus raisonnable que de vouloir dès à présent assurer à l'indigène le droit syndical, la liberté de la presse ou de réunion ou de l'inviter à participer à la direction du Gouvernement.

Ces arguments n'empêchèrent pas la Conférence Internationale du Travail de condamner les sanctions pénales et d'adopter, en 1939, une convention obligeant les gouvernements à les abolir aussitôt que possible.

Nous venons d'assister aux efforts déployés à Genève pour unifier la réglementation de la main-d'œuvre indigène. Il ne serait pas admissible de passer sous silence les débats auxquels le problème a donné lieu dans d'autres assemblées internationales.

A plusieurs reprises, et dès 1897, l'Institut Colonial International mit à l'étude les conditions de l'emploi des travailleurs indigènes engagés par contrat. Dans sa session de 1929, à Bruxelles, il inscrivit de nouveau la question à son ordre du jour. Après discussion, il vota un certain nombre de vœux, parmi lesquels il en est un qui nous intéresse particulièrement aujourd'hui. Il est ainsi conçu :

Dans l'état actuel des choses, il n'y a place pour des accords internationaux que dans une mesure limitée et entre puissances coloniales.

Dans le passage de son discours consacré à ce vœu, le rapporteur général, M. Schuman, délégué hollandais, fit allusion aux débats que venait de provoquer à Genève la question du travail obligatoire et les caractérisa en termes énergiques :

... Celui qui a suivi les délibérations sur le problème du travail forcé dans la dernière Conférence du Travail à Genève a dû remarquer que plusieurs délégués se sont mêlés aux débats

avec un aplomb où les sentiments humanitaires et des idéologies politiques remplaçaient le bon sens et le savoir. L'œuvre des puissances coloniales est à cette époque trop ardue pour permettre que les incompetents s'en mêlent, surtout s'ils viennent d'au delà des frontières. L'incompétence à domicile nous suffit parfaitement.

* Le vœu adopté par l'Institut Colonial International doit retenir notre attention.

A première vue la thèse paraît excessive. Par certains côtés le problème de la main-d'œuvre indigène est une question qui entraîne la solidarité de tous les peuples civilisés. La politique suivie en ce domaine engage la responsabilité morale du peuple colonisateur vis-à-vis de la communauté internationale. Songerait-on à confier la réglementation de l'opium à une assemblée constituée exclusivement de pays producteurs d'opium ? Dans une certaine mesure le travail forcé est une forme de l'esclavage. Nul n'a protesté lorsque, en 1885 et en 1890, dans les Actes de Berlin et de Bruxelles, la communauté internationale a organisé la lutte contre l'esclavage.

Ces arguments seraient sans réplique s'il n'y avait souvent une marge considérable entre la théorie et la pratique et si les assemblées internationales obéissaient exclusivement aux suggestions de la sagesse et de l'équité. L'expérience des vingt dernières années justifie entièrement les défiances des coloniaux à cet égard.

On aurait peut-être abouti à de meilleurs résultats si l'Assemblée de Genève avait été composée autrement. Il se comprend que les questions de travail européen soient débattues devant des aréopages où siègent des représentants des gouvernements, des patrons et des ouvriers. Pareille méthode est moins indiquée lorsqu'il s'agit de questions purement coloniales.

Que vit-on à Genève ? La discussion mit aux prises des groupes habitués à se heurter et, en maintes occasions, elle se déroula dans une atmosphère de combat. Comme on l'a dit, les décisions furent prises à l'initiative non pas

des spécialistes de la politique coloniale, mais des spécialistes de la politique tout court.

Après avoir entendu à Genève la harangue prononcée en juin 1929 par le premier ténor de la délégation ouvrière, notre collègue M. le colonel Bertrand l'appréciait comme suit, dans un article de la *Revue Économique Internationale* :

Tout J.-J. Rousseau chante dans ces phrases (de M. Jouhaux) : les peuples sensibles dans le cœur desquels les sentiments de justice brillent d'une pureté naturelle; la vieille chanson qui berçait leurs coutumes ancestrales et leurs habitudes millénaires; leur vie simple et facile mise en opposition avec la géhenne de notre civilisation exténuante. L'orateur connaît son public, cette foule d'auditeurs qui croit en Genève avec une ardeur d'autant plus grande que sa foi n'a pas subi l'épreuve de l'expérience.

Constamment la Confédération Internationale du Travail a ignoré que toutes les colonies tropicales comptent des défenseurs attitrés des natifs : les fonctionnaires, les magistrats, les missionnaires. A défaut de délégués indigènes, elle aurait pu s'adresser à eux pour représenter les travailleurs de couleur. Ils l'eussent fait avec plus d'autorité et autant de conscience que des ouvriers européens dépourvus de toute expérience coloniale.

Remarquons à ce propos que les intérêts des ouvriers indigènes et européens ne se confondent pas toujours. Parfois ils s'opposent. C'est le cas dans l'Afrique du Sud, le pays du « colour bar », où l'accès aux métiers qualifiés est interdit aux Noirs.

Aux considérations de classe ou de parti viennent s'ajouter parfois des préoccupations mieux dissimulées : l'intérêt des pays non coloniaux à créer des embarras aux pays coloniaux ou l'intérêt des producteurs ou des industriels concurrents à affaiblir des entreprises coloniales qui disposent d'une main-d'œuvre moins coûteuse.

Toute question de bonne foi ou de parti pris mise à part, les coloniaux se heurtent encore à l'incompréhension de

leurs contradictions. S'ils invoquent les nécessités locales, on leur répondra que la mesure n'existe pas ou n'existe plus dans une autre colonie et que celle-ci ne s'en porte pas plus mal, oubliant ainsi que les conditions varient non seulement de continent, mais de colonie à colonie et, quelquefois, de région à région dans une même colonie. Ce qui est superflu dans une colonie à population dense comme Java ou les Indes britanniques s'avère indispensable dans une colonie où la main-d'œuvre indigène est rare et recherchée.

Comment faire comprendre le caractère de certaines prestations à un ouvrier qui vit dans une Europe où depuis longtemps on ne s'adresse plus aux habitants eux-mêmes pour exécuter les travaux qu'exigent le maintien de la propreté, de l'hygiène publique, l'entretien de la voirie, etc. En règle générale, ces travaux sont confiés à une main-d'œuvre bénévole, recrutée par l'autorité agissant au nom de la communauté. En Afrique, si l'on devait s'en remettre à cet égard à l'autorité des chefs indigènes et à la bonne volonté des habitants, il faudrait, dans l'immense majorité des cas, renoncer à tout espoir de progrès. On voit des populations de villages entiers traverser presque quotidiennement, pour atteindre leurs champs, des marais où elles plongent sans se soucier des insectes qui pullulent et des plaies qui s'enveniment dans la vase. Supposons qu'un règlement intervienne pour obliger ces populations à jeter un pont ou une digue sur les marais, ne serait-il pas déraisonnable d'évoquer à ce propos le fantôme de l'esclavage ?

Les réalités étant telles, on ne s'étonnera pas de la prudence manifestée par l'Institut Colonial International, dont nul ne songera à qualifier les membres d'exploiteurs des Noirs. Au surplus, le vœu adopté n'engage pas l'avenir; il déconseille les interventions internationales « dans l'état actuel des choses » et même ne les condamne pas d'une façon absolue aujourd'hui. Il les admet dans une mesure

limitée. L'abus naît, en effet, quand la réglementation embrasse le moindre détail et quand certains préceptes sont érigés en principes intangibles, sans aucun souci des possibilités d'application.

Les décisions prises et les paroles prononcées à Genève en 1938 et en 1939 ne feront certes pas revenir l'Institut Colonial International sur son opinion. Voici comment le délégué ouvrier des Indes britanniques a stigmatisé les sanctions pénales :

... J'estime que les sanctions pénales sont dirigées contre la classe ouvrière, qu'elles sont le résultat d'un état d'esprit qui tend à élever une barrière entre les races et les hommes de différentes couleurs... J'ai été surpris d'entendre le représentant d'une grande démocratie comme la France, qui s'est faite le champion de la liberté et de la fraternité, défendre ces sanctions, et je me demande si ces deux principes de liberté et de fraternité doivent s'appliquer exclusivement à la race blanche, ou si l'on doit les étendre à des gens de couleur... Il me semble que lorsqu'un travailleur, d'accord avec son syndicat, interrompt l'exécution d'un travail, il fait usage de ce droit de grève que les syndicats français, britanniques et autres ont réussi à conquérir, et je me demande pour quelle raison on veut priver les travailleurs indigènes de ce droit fondamental... Je crois que les sanctions pénales ont pour conséquence immédiate de priver les travailleurs des libertés civiques les plus essentielles et qu'elles aboutissent à placer le nègre dans une situation d'esclave... Tout ce système de sanctions pénales est profondément immoral et contraire aux droits les plus élémentaires de la personne humaine.

On croit entendre à nouveau le coup de clairon de M. Jouhaux. L'exagération de ce langage est tellement évidente que les anciens magistrats coloniaux qui ont accompli leur devoir en prêtant la main à l'exécution de la loi congolaise vis-à-vis des travailleurs indigènes peuvent se rassurer. Ils le peuvent d'autant plus qu'ils n'hésitèrent pas, en maintes occasions, à provoquer l'application de la même législation aux patrons européens

oublieux de leurs obligations envers leurs travailleurs indigènes.

Nous voudrions achever cet exposé par une dernière citation empruntée à un écrivain qui a vécu aux Indes néerlandaises et qui dépeint la vie des planteurs à Sumatra. Sans doute en général aux Indes néerlandaises, et spécialement à Java, les conditions sont bien différentes des nôtres. Ce n'est pas vrai partout. Laissons parler notre auteur :

... Bien qu'ils eussent une existence plus confortable dans les plantations de Sumatra que dans leur pays natal et qu'ils pussent, après quelques années, rentrer chez eux avec un petit pécule, voire avec une pension, les émigrés javanais étaient souvent mécontents. Quoiqu'ils se fussent enrôlés volontairement et que le contrat qui les liait ne renfermât aucune surprise, — les Hollandais, prudents et contrôlés par une inspection du travail nommée par le Gouvernement, veillaient à ce que les coolies, avant de quitter Java, connussent exactement les clauses du contrat humain, — beaucoup, peu après l'arrivée dans la plantation, et dès qu'ils avaient dépensé l'avance reçue de la Compagnie, essayaient de désertir pour des raisons futiles ou sans raison. Quand on les rattrapait, une loi permettait qu'on les contraignît au travail accepté dans leur contrat.

La seule explication qu'ils donnassent de leur fuite était qu'ils « ne se sentaient pas à leur aise » (*kourang senang*) et rien ne prévalait contre cet argument tout-puissant : « *kourang senang* ». Ce qui leur manquait, c'était la proximité d'une ville de chez eux, la vue du paddy croissant dans les rizières inondées et des villages populeux enfouis sous les caféiers et les palmiers; et puis le travail régulier sans possibilité de chômage les rebutait. A Java, lorsqu'un coolie a travaillé quelques jours dans une plantation, il prend des vacances; l'entrepreneur européen ne s'en soucie guère; dix hommes aussitôt s'offrent à remplacer l'absent. A Sumatra, où chaque coolie à peine débarqué a déjà coûté 1.200 francs à la Compagnie qui l'emploie, l'entrepreneur exige le travail auquel il a droit et les congés sont fixés ainsi qu'à la caserne.

Mais ce sont là, du moins pour les plantations où les contractants sont bien traités, — et elles sont la généralité, — des difficultés passagères. Petit à petit, pourvu qu'on ne les brusquât

pas et leur laissât le temps de s'habituer à leur nouvel entourage et à la régularité du travail, les contractants javanais apprenaient à préférer l'existence assurée, relativement confortable, qui leur était faite à Sumatra, à la misère qu'ils avaient quittée en s'exilant. La plupart demeuraient à la plantation et, leur congé expiré, sollicitaient un rengagement; même, pendant les quelques semaines de congé que la Compagnie leur octroyait au pays natal, entre deux contrats, ils devenaient inconsciemment les meilleurs agents de recrutement; physiquement ils étaient devenus plus forts; moralement ils avaient acquis plus d'initiative et d'énergie et l'assurance que donnent les voyages; matériellement ils faisaient auprès de leurs compatriotes émerveillés figure de cousins d'Amérique. Et Dieu sait combien ce rôle les remplissait d'orgueil! ⁽¹⁾.

On le voit, la mentalité des primitifs est partout la même; des phénomènes identiques s'observent dans des contrées bien éloignées : la fantaisie qui règne dans le respect d'un contrat librement consenti, la nostalgie du pays qui s'empare des nouveaux recrutés, puis l'adaptation progressive au milieu, aux habitudes d'ordre et de régularité, la facilité des rengagements et finalement même la considération qui s'attache au travail lointain accompli sous la direction du maître européen.

Ceci nous remet en mémoire un trait plaisant des opérations de recrutement au Katanga : des Noirs amenés des profondeurs du Lomami, refusés à l'examen médical et n'osant pas rentrer dans leur pays par crainte des railleries auxquelles les « réformés » sont exposés dans le village de la part des femmes.

L'ensemble de ces observations permet en tous cas de mesurer la distance qui sépare les travailleurs indigènes de notre époque et ces esclaves dont l'an dernier nous décrivions la condition lamentable.

⁽¹⁾ L'Arbre (CLAUDE EYLAN) (*Revue des Deux-Mondes*, 15 septembre 1929).

Séance du 22 décembre 1941.

La séance est ouverte à 14 h. 30, sous la présidence de M. *Sohier*, président de l'Institut.

Sont présents : MM. Bertrand, De Jonghe, le R. P. Lotar, MM. Louwers, Van der Kerken, membres titulaires; MM. Burssens, De Cleene, Dellicour, Engels, Gelders, Laude, Léonard, Marzorati, Olbrechts et Smets, membres associés.

A propos d'une publication du Musée de Tervueren.

M. *Bertrand* donne lecture d'une note intitulée : *A propos d'une publication du Musée de Tervueren*. Il examine si dans le livre : *Les peuplades du Congo belge, nom et situation géographiques*, publié à Bruxelles en 1938, par M. Maes et M^{lle} Boone, du Musée de Tervueren, les noms cités répondent bien à la définition de la peuplade. Il signale un certain nombre d'erreurs de méthode et d'information qui se sont glissées dans l'ouvrage. Il estime que les auteurs ont eu tort de s'en tenir aux documents publiés. Ils auraient pu fournir un travail plus utile et plus conforme à la réalité actuelle s'ils avaient complété et contrôlé leur documentation en demandant l'avis des fonctionnaires coloniaux en congé à l'époque, en consultant les archives et cartes géographiques récentes qu'au Ministère on n'eût pas manqué de mettre à leur disposition. Les autorités territoriales, si elles avaient été saisies de la question par le Gouverneur général, auraient pu corriger sur des points importants la carte ethnographique qui accompagne le livre. (Voir p. 486.)

Un échange de vues, auquel participent la plupart des membres présents, se produit à la suite de cette lecture.

Zitting van 22 December 1941.

De zitting wordt geopend te 14 u. 30, onder voorzitterschap van den heer *Sohier*, voorzitter van het Instituut.

Zijn aanwezig : de heeren *Bertrand*, *De Jonghe*, *E. P. Lotar*, de heeren *Van der Kerken*, titelvoerende leden; de heeren *Burssens*, *De Cleene*, *Dellicour*, *Engels*, *Gelders*, *Laude*, *Marzorati*, *Olberchts* en *Smets*, buitengewoon leden.

Over een publicatie door het Museum van Belgisch-Congo te Tervueren.

De heer *Bertrand* houdt lezing van een nota getiteld : *A propos d'une publication du Musée de Tervueren*. Hij onderzoekt of in het boek : *Le peuplades du Congo belge, nom et situation géographiques*, uitgegeven te Brussel in 1938 door den heer *Maes* en *Mej. Boone* uit het Museum te Tervueren, de aangehaalde namen juist overeenstemmen met den volkstam. Hij haalt, wat betreft methode en onderzoek, een zeker aantal vergissingen aan welke in het werk voorkomen. Hij meent dat de auteurs het nadeel hadden zich aan de uitgegeven documenten te houden. Zij hadden een nuttiger en meer met de werkelijkheid overeenstemmend werk kunnen leveren, indien zij hun documentatie aangevuld en gecontroleerd hadden door navragen bij op dit tijdstip in verlof zijnde koloniale ambtenaren, door inzage van het geographisch archief en de nieuwe kaarten welke het Ministerie bereidwillig ter hunne beschikking zou gesteld hebben. De plaatselijke overheden in Congo hadden, op verzoek van den Gouverneur-Generaal, de bij het boek gevoegde ethnographische kaart op de bijzonderste punten kunnen verbeteren. (Zie bladz. 486.)

Een gedachten wisseling, waaraan het meerendeel van de aanwezige leden deelnemen, volgt op deze lezing.

Les pygmées du Kivu.

MM. *Burssens* et *De Cleene* font rapport sur l'ouvrage du R. P. Schumacher : *Expedition zu den zentralafrikanischen Kivu-Pygmaën. III : Die Kivu-Pygmaën*. Ils proposent la publication de cette étude dans la collection des *Mémoires in-4°*. La section adopte cette proposition.

Comité secret.

Les membres titulaires, constitués en Comité secret, désignent M. *Bertrand* comme vice-directeur pour 1942.

La séance est levée à 15 h. 45.

De pygmeën van Kivu.

De heeren *Burssens* en *De Cleene* brengen verslag uit over het werk van E. P. Schumacher : *Expedition zu den zentralafrikanischen Kivu-Pygmaën. III : Die Kivu-Pygmaën.* Zij stellen voor deze studie uit te geven in de *Verhandelingenreeks* in-4°. De sectie treedt dit voorstel bij.

Geheim Comité.

De heer *Bertrand* wordt aangeduid als onder-directeur voor 1942, door de titelvoerende leden, in Geheim Comité vereenigd.

De zitting wordt te 15 u. 45 opgeheven.

**A. Bertrand. — A propos d'une publication du Musée
de Tervueren.**

Le titre du livre : *Les peuplades du Congo belge, nom et situation géographiques* (Bruxelles, 1938 ?), qu'a publié le Musée du Congo belge, est par lui-même un peu inquiétant. Que faut-il entendre par le mot « peuplade » ? Les auteurs sont muets; par contre, notre honorable collègue M. De Jonghe, dans une préface introductive, très intéressante, nous dit : « Une peuplade, ou petit peuple, est un groupement autonome, portant un nom générique qu'il se donne à lui-même ou qui lui est donné par ses voisins, possédant sa langue propre, qui quelquefois peut n'être qu'un dialecte, et présentant de ce fait une certaine communauté d'usages, de coutumes, de traditions ».. Bien que la précision apparente de l'expression « nom générique » puisse provoquer des questions un peu difficiles, la définition ci-dessus satisfait assez bien l'esprit, réserve faite pour ce qui concerne la langue, qui peut être unique dans des groupements qui doivent être considérés comme différents (voir, par exemple, les Mangbètu, Malè, Mèdjè, etc.). Par l'exploitation de sources d'informations diverses, j'essaierai de voir d'abord si le travail des auteurs entre dans le cadre ainsi tracé, ensuite si le classement arrêté par eux est plus ou moins conforme à l'ensemble des éléments de connaissance accessibles en cette matière. M. De Jonghe nous avertit d'ailleurs que, dans l'inventaire, des erreurs sont probables provenant des situations complexes qu'a créées un développement historique confus et très souvent mal débrouillé jusqu'à présent.

Je commencerai par l'examen des peuplades que je connais personnellement. Mes informations sont déjà

anciennes : on les trouverait, si pas toujours dans des documents imprimés, tout au moins dans des documents consignés aux archives.

La notice « Azande », rapprochée d'autres prenant référence à la première : Abandia, Avongara, Makrakra, etc., provoque maintes remarques :

1° Le croquis réunit les Abandia et les Azande, qui diffèrent par le développement historique, les origines, qui ont vécu en état d'hostilité jusqu'au moment où l'autorité européenne s'est affermie, dont les uns n'ont jamais été assujettis aux autres. Une grande partie du domaine actuel des Abandia a été conquise sur les Azande. A part une organisation politique assez analogue, les deux peuplades n'ont de commun que la langue azande, adoptée spontanément par les Abandia il n'y a guère qu'une centaine d'années.

La confusion est d'autant plus caractérisée que, dans le domaine attribué aux vrais Azande, un vaste territoire strictement abandia est incorporé. Une remarque de même nature doit être faite à propos des Makrakra, qui sont probablement des Gbandi ayant adopté la langue azande, tout en restant indépendants des Azande.

2° Une notice est réservée aux Avongara, qui prennent de ce fait l'apparence d'une peuplade. Or, les Avongara ne constituent qu'une famille au sens restreint du mot, quel que soit le nombre de ceux qui en font partie. Tous les chefs Azande sont des représentants de cette famille, tout comme les chefs de la peuplade dite des Abandia sont des représentants de la famille des Abandia au sens restreint du mot.

3° La notice attribue aux Azande d'autres noms : Adyo, Makraka, Badjo (celui-ci attribué également aux Mèdjè-Mangbètu), etc. C'est prendre la partie pour le tout. Avec tout autant de motifs on ferait le même rapprochement

entre la dénomination Azande et les dénominations spéciales des innombrables groupements distincts qui constituent la nation Azande et que l'on retrouve parfois ailleurs à l'état autonome ou confondus avec d'autres peuplades. On ferait la même confusion en affirmant que les Belges sont également connus sous le nom de Flamands, de Wallons.

4° Les Akarè, les Mangbèlè d'entre Gurba-Bwere, sont notés comme étrangers au groupement Azande, dont ils font cependant partie, en tant qu'administrés immédiats des chefs Azande, depuis plus de cent ans. Si les mœurs, la langue justifient un classement séparé, il en faudrait user de même avec les Basiri du bassin de l'Uure, qui ne figurent pas même à l'index; avec les Abangwinda, sujets des Abandia, qui n'y figurent pas non plus; avec les Abarambo, qui constituent la grosse majorité des ressortissants des chefs Azande du bassin de la Row, du bassin du Bomokandi; avec les Mamvu, soumis aux Azande de Niangara et de Dongu. Les Basiri et les Abanquinda ont même conservé leur langage propre.

5° Une communauté de langage avec les Azande, leur intégration dans l'organisation politique Avongara n'empêchent pas les Abaka d'être, comme les Akarès, signalés comme étrangers aux Azande.

6° Ont été oubliés les Abwamèli, groupement Azande émigré lors d'une première vague azande (celle des Abali) et resté autonome en plein pays Ababma, vers Zobia, depuis peut-être cent cinquante ans. Il est peu important par le nombre, mais très intéressant par toutes ses caractéristiques. Son langage est de l'azande nettement argotique.

On chercherait en vain comment la définition donnée au mot « peuplade » peut être appliquée à ce qui est présenté comme peuplade Azande.

Si nous passons aux riverains de l'Ubangi-Uele, il convient de relever une erreur des croquis. L'erreur est la même pour les riverains du Congo-Lualaba entre Isangi et Ponthierville. Tous leur attribuent un domaine de 20 à 25 km. de profondeur sur chaque rive, compté normalement à la direction du cours d'eau. Les riverains sont chez eux sur l'eau, les îles, les bancs de sable; parfois, mais pas toujours, l'assiette de leur village leur appartient. Exceptionnellement (je ne l'ai constaté que s'ils cumulent les occupations de pêcheur-pagayeur avec celles de fondeur-forgeron), ils ont alors la propriété effective d'un domaine terrien appréciable, tels les Bira et Genbele de Yakoma.

Les Sango occuperaient environ 150 km. de rivière. Ce mot n'est qu'un sobriquet péjoratif « Gbandi », signifiant exactement « animal de pirogue ». Il est appliqué spécifiquement aux habitants de cinq villages des environs immédiats de Banzyville, deux sur la rive française, trois chez nous. Ce sont les Européens qui, pour eux-mêmes, le généralisent, parce qu'il était difficile de retenir et d'employer les noms des autres groupements, tous relativement peu importants, qui coopéraient avec les Sango aux services de pagayage. La même observation doit être faite à propos des riverains d'amont : les Yakoma. Le mot « Yakoma » n'a pas même l'excuse d'être appliqué à un groupement indigène : il signifie simplement l'amont. Le poste de Yakoma et ses environs constituent une zone importante de recrutement de pagayeurs et de miliciens, tant pour les autorités françaises que pour nous. Le nom fut adopté pour marquer l'origine des recrues, tout comme encore vers 1900, 1905, le mot « Kasai » était appliqué dans le Bas-Congo, indistinctement à tous les gens qu'y amenaient les bateaux descendant le Kasai, qu'ils fussent Baluba, Lulua, Batetela, etc. La peuplade Yakoma est un pur produit de l'imagination.

Il y a lieu de revenir à l'appellation « Sango ». Nous

avons vu qu'elle signifiait à peu près, dans le domaine aquatique, « âne baté » en langage gbandi. Le sobriquet fut repris pour application aux riverains de l'Uule vers Bondo, lorsque, sous la conduite de chefs Abandia, les Gbandi de l'Ubangi, après avoir reflué vers le Nord-Est, poussaient vers le Sud et refoulaient ou soumettaient des Bantous. Affecté du préfixe « ba », marquant le pluriel bantou, il devint Basango, puis Abasango lorsque les Gbandi (Abandia), ayant adopté la langue zande, lui attachèrent le nouveau préfixe pluriel « a ». De là le mot « Abasango » dont on ne sait pour quel motif l'auteur fait Abasongo. La convergence des mots dissimule ici des origines essentiellement différentes qu'il eût convenu de mettre en relief. Il y a au surplus confusion entre Bakango et Abasango, entre le tout et la partie, le mot « Gbandi » Abasongo n'étant pas sorti de la zone d'influence des Abandia.

Pour la peuplade Bakango il y a encore lieu de relever que les auteurs y intègrent des groupements d'aval jusque près de Yakoma, que personne n'a jamais appelés Bakango. Leur langage gbandi doit les faire rattacher aux populations de l'Ubangi.

Enfin, il faut regretter qu'aucune mention ne soit faite des riverains de l'Uele en amont des Bakango, qui, dans les mêmes conditions que ceux-ci, ont une physionomie spéciale déterminée par leurs occupations et par le milieu.

POPULATIONS DU CENTRE UBANGI. — Les auteurs eux-mêmes nous disent, tout à fait exceptionnellement, que les Bondjo semblent être des Bwaka riverains, ce qui ne les empêche pas d'attribuer à ceux-ci comme domaine un rectangle plus ou moins ovalisé d'environ 300 km. de long sur 100 de large. En tant que riverains, ils sont bien servis. Les Bwaka proprement dits couvriraient plus de deux degrés carrés à l'Est et l'Ouest de la Lua. Or, les

Bwaka ne s'étendent guère sur la rive droite de la Lua, ni sur la rive gauche de la Bari au Sud; c'est à peine la moitié du territoire qui leur est attribué.

Le reste est occupé par une mosaïque de peuplades autonomes différentes des Bwaka, différentes entre elles; dans le Sud par une majorité de Bantous : Lubala, Gombe, Tenda, etc., par au moins un groupement Gbandi; dans le Nord et le Centre par des gens probablement d'origine soudanaise : Mono, Gobu, Banza, etc. Des groupements contigus n'ont rien de commun, ni le langage, ni la disposition des villages, ni la forme des huttes, ni les cultures, ni l'armement, pas même l'apparence physique. Quant aux Bondjo, ce sont des riverains auxquels, comme à tous les riverains d'une région, des occupations identiques ont imposé des formes de vie très parallèles, langage à part. Dans un bief déterminé, ils sont souvent apparentés aux gens de l'intérieur, tout en affirmant une autonomie confinée strictement aux rives. Le nom « Bondjo » n'est qu'un sobriquet donné par les résidants français : en 1905-1910 nous n'en usions pas pour nos ressortissants. L'origine en est connue : c'est le mot par lequel les gens de la région désignent les Européens. L'entendant revenir constamment dans les conversations, ceux-ci l'ont adopté pour désigner ceux qui l'employaient, tout comme ici un Arabe débitant des cacahuètes est un « sidi ».

Dans le bassin de l'Eau-Blanche et une partie du bassin de l'Ubanghi est établi l'important peuple des Gbandi, qui, il y a cent cinquante ans environ, essaimant au loin, a fondé les États relativement puissants les Abanda, chez nous : Djabir et au Congo français : Bangaso et Rafaï. Si une origine, de nombreuses caractéristiques communes justifient qu'on réunisse ceux qui sont restés sur place, il ne convient pas d'en séparer arbitrairement aucune partie. C'est cependant ce qui a été fait pour les Bongo, que rien ne permet de différencier du bloc, surtout de la partie du bloc qui s'étend vers Yakoma, Monga, Banzgille et sur les

deux versants de la crête de portage des eaux de l'Ubangi et de l'Eau-Blanche.

Je pourrais continuer. Notamment, je demanderais les motifs qui ont déterminé les auteurs à différencier entre eux les groupements Ababua, Mobati, Mabinza, Budja avec la même netteté qui sépare d'abord cet ensemble de ses voisins, Makèrè, Gbandi, Azande, Abandia, Abarambo et ensuite tous ces voisins entre eux.

D'une part, les différences sont simplement d'ordre dialectal avec variations continue; de l'autre, elles atteignent l'essence : tout est changé, l'origine, la langue, la disposition des villages, la forme des huttes, l'organisation politique et sociale, l'évolution historique, les manifestations matérielles de la vie.

Ici le voyageur, à moins d'être spécialement averti, passe d'un groupe à l'autre sans s'en apercevoir; là les oppositions lui sautent aux yeux. On pourrait encore demander pour quel motif les auteurs ont considéré comme spécifique, les groupements des Mangbèlè et des Balika, avant-gardes des invasions ababua vers l'Est, qui, isolées depuis cent, cent-cinquante ans, ont conservé jusqu'à leur langage. En une autre circonstance analogue, les groupements Gombe, éloignés à très grandes distances les uns des autres, ont été, à juste titre, présentés comme parties d'une peuplade unique.

Pas plus à l'identification des peuplades que je viens d'examiner avec quelque attention je ne saurais donner d'assentiment aux cadres dans lesquels les auteurs ont inséré tous les groupements mangbètisés à un titre quelconque : Mangbèlè, Bangba, Makèrè, Badjo, Mèdje, Malèlè, etc. Mais j'estime devoir me limiter d'autant plus que des collègues m'ont exposé des réserves aussi graves pour les régions dont ils ont une connaissance particulière. Alors quelle confiance puis-je attacher aux affirmations que je ne puis contrôler, soit par moi-même, soit par le truchement d'observateurs qualifiés.

La terminologie des territoires, arrêtée par l'administration, est irréductible aux dénominations du livre.

Le district de la Tshuapa (*Annuaire Off.*, 1934, p. 462) est divisé en onze territoires, dont huit sont revêtus de noms de peuplades. Ceci a une signification : il ne s'agit évidemment par de petites peuplades négligeables. Or, trois d'entre elles (les Munji, les Ekota, les Dzalia) sont absentes du répertoire dressé par le Musée, deux autres (les Tumba, les Bakutu) y trouvent place, mais situées loin au dehors des régions assignées par l'*Annuaire*; une autre encore, celle des Buma, n'est signalée que comme une subdivision des Bangandu.

Je n'ai pas estimé nécessaire de procéder à une vérification analogue pour d'autres districts.

J'ai eu la bonne fortune de pouvoir consulter à loisir la carte ethnographique du district du Kasai dans son état de 1935.

Pour la peuplade des Lulua, la plus importante, la concordance est assez satisfaisante, réserve faite pour les très forts groupements Baluba, sur lesquels je reviendrai, qui s'y sont introduits, et pour quelques enclaves de la même peuplade à l'Ouest du fleuve.

Bakete et Basala-M'Pasu. L'auteur réunit trois groupements que les autorités du district séparent.

D'abord deux groupements Bakete, l'un habitant la partie méridionale du district, entre la Lulua et la Bushimaie, l'autre au Nord de la Lulua, à l'Ouest du 22^e méridien. Leurs affinités sont douteuses, car la carte du district considère celui-ci comme Bakuba. Ce sont peut être d'ailleurs en réalité de vrais Bakete dominés par des Bakuba et l'auteur aurait préféré pour son classement le critère ethnique au critère politique, mais nous avons vu que pour les Azande, notamment, il ne s'en tient pas à une telle façon de voir très acceptable. J'ajouterai qu'il néglige au moins une enclave Bakete à l'Ouest du Haut-Kasai.

Le troisième groupement inséré parmi les Bakete est celui des Basala-M'Pasu. Une première remarque s'impose : sa localisation erronée. Pour sa presque totalité il occupe le versant Ouest de la Lulua et non pas le versant Est. Une seconde remarque à propos des profondes différences nettement mises en relief par leurs situations démographiques respectives. Toutes choses apparemment égales quant au climat, à la nature du sol, à la nourriture, à leur adaptation à la civilisation européenne, chez les uns (Bakete) on trouve 136 enfants pour 100 femmes chez les autres 73 seulement. Institution que je crois à peu près unique dans la Colonie, on relève chez les Basala-M'Pasu, tout au moins dans certaines circonstances, quelque chose qui ressemble à la polyandrie. Sans nul doute, c'est pour des motifs très sérieux que les autorités du district considèrent les Basala-M'Pasu comme une peuplade bien caractérisée.

L'administration du district ne voit que des Yaelima et des Dengese là où l'auteur établit des Basongo-Meno, sur une bande de terrain de 150 km. de long au Nord du Sankuru, entre Port-Francqui et l'embouchure du Lubefu.

L'auteur ignore que les Bampende viennent jusqu'au Kasai dont ils occupent environ 60 km. de rive occidentale en aval de Tshikapa.

Il ignore tout autant les Balolo, les Bimbadi, les Badinga, les Bakete, les Lulua établis par petits groupements séparés dans la région où le Kasai pénètre dans la Colonie. Il les réunit sans doute sous le nom de Balunda, qui n'est qu'une appellation politique, souvenir lointain de l'empire du Lunda.

*
**

L'oubli presque total où sont laissés les Baluba — qui suivent les Lulua en importance — est plus étrange. Ils ne sont signalés par l'auteur que comme occupants d'un canton de quelque 2.000 km² entre le Lubi et la Bushi-

maie, extension de leur immense domaine du Katanga. Or, l'administration territoriale en accuse environ 190.000 (hommes, femmes et enfants) répartis en une douzaine de groupements autonomes dans les environs de presque tous les centres européens : 60.000 vers Luluabourg, 50.000 vers Dibaya, 25.000 le long du chemin de fer (Demiongo, Mweka, Kakenge). On les retrouve par groupements moins massifs à Charlesville, à Tshikapa, à Port-Francqui, à Luebo, à Hemptinne-St-Benoît et ailleurs. Nous assistons à une occupation pacifique de grand style du district du Kasai par un flot de p̄ysans venant isolément de régions de l'Est s'agglomérer à des noyaux antérieurement établis. Une belle natalité développe et stabilise une œuvre de colonisation interne qui se poursuit spontanément à la faveur de la « pax europeana ». Le mouvement a pris toute son ampleur au cours des quinze dernières années.

Il est regrettable qu'un répertoire ethnographique en quelque sorte officiel ignore des transformations aussi profondes — en réalité des substitutions de population — qui s'opèrent sous nos yeux et que l'administration territoriale suit attentivement et protège.

La carte ethnographique du district du Kasai est la seule que j'aie eu l'occasion de consulter. Je serais heureux de pouvoir constater que les cartes des autres districts sont mieux en concordance avec la documentation mise par le Musée de Tervueren sous les yeux du public.

Pour apprécier le travail que nous présente le Musée de Tervueren, j'ai puisé à toutes les sources d'information qui me sont accessibles. Vainement j'y ai cherché un redressement de l'impression défavorable que m'avait laissée sa confrontation avec mes connaissances personnelles nécessairement limitées. Il y a des causes à un échec aussi flagrant après un effort aussi considérable. Peut-on les discerner ?

Tout d'abord, il convient de peser la méthode de travail adoptée; elle est visible. Ont été fouillées: la littérature de voyage en Afrique (explorateurs, touristes, journalistes, etc.), puis certaines compilations d'inspiration scientifique ou vulgarisatrice, et enfin, mais plus rarement, des études ethnographiques.

Sur ce point, les auteurs méritent des félicitations pour leur érudition et leur zèle dans l'établissement de fiches, dont la valeur intrinsèque reste à apprécier. Les dates de publication des références donnent quelques lumières. Dans les dix premières pages j'ai relevé 123 références : 5 d'avant 1881, 27 de 1881 à 1890, 31 de 1891 à 1900, 26 de 1901 à 1910, 11 de 1911 à 1920, 22 de 1921 à 1930, 1 postérieure à 1930.

Cette observation devenait intéressante. Je l'ai poursuivie pour l'ensemble des groupements Azande (Azande, Avongara, Abandia, Akarè, Makrakra).

Le total des références s'élève à 197, dont la répartition entre les mêmes périodes d'années donne 15, 31, 61, 51, 5, 33, 1. Depuis la fondation de E.I.C., plus de cinquante années se sont écoulées. Les éléments choisis pour dresser, en 1935, l'inventaire des peuplades de la Colonie datent de la première moitié de son existence et d'avant pour 72 % dans le premier groupe de mes observations, pour 80 % dans le second. A peine 3 ou 4 % d'entre eux datent des dix dernières années. Je n'ai pas poursuivi mes recherches, j'étais fixé. Pour les trois quarts la documentation de base est vieille et de qualité inférieure, ce qui donne une explication immédiate des inexactitudes du livre à propos des Baluba du Kasai. Pour l'ensemble des Baluba, 60 références datées ont été prises dont seulement 7 dans le cours des vingt-cinq dernières années. Dans ces conditions leur occupation actuelle du Kasai, qui s'est précipitée depuis pas très longtemps, devait nécessairement passer inaperçue.

Y avait-il possibilité de faire mieux ? On pourrait

d'abord répondre que la nécessité n'apparaît pas de publier un travail dont les fondations sont aussi faibles et ensuite que d'autres sources d'informations sont accessibles à la direction d'un Musée qui relève du Ministère des Colonies. En concédant (c'est être généreux) que la littérature récente a été fouillée avec le même soin que la littérature ancienne et que c'est la faute de la littérature si les renseignements qu'on y peut trouver sont insuffisants, il restait à remuer les archives, à solliciter les avis, les informations des autorités d'Afrique et à les recouper.

Le matériel négligé est considérable. On a perdu de vue qu'un administrateur colonial, qu'un commissaire de district ne peut, dans l'exercice de ses fonctions, ignorer ses ressortissants, ni leurs caractéristiques.

Pour reconnaître une chefferie, il lui faut découvrir sa composition, son histoire, ses connexions avec ses voisins, la délimiter. Les études qu'exige cette reconnaissance sont souvent très bien faites; elles ne sont jamais sans valeur.

S'il est certain que cet ensemble documentaire ne sera jamais publié, et ne peut l'être, parce que, en ordre principal, l'intérêt en est administratif et local, il reste :

1° que sa valeur moyenne est grande et supérieure à la valeur d'une très grande partie de ce qu'on trouve imprimé;

2° que chaque document est susceptible dans une certaine mesure d'être apprécié et permet des recoupements avec les voisins;

3° qu'il donne le dernier état de nos connaissances en une matière qui est loin d'être arrivée à la forme définitive.

Si l'accumulation des détails oppose de réelles difficultés au chercheur, l'inconvénient pour lui est moindre que le danger de se perdre dans le brouillard d'informations vagues et superficielles trop souvent erronées et contradictoires.

On pourrait encore se demander si un Musée était compétent en l'espèce. Un Musée réunit, conserve, classe, expose de la matière nécessairement morte. Il fait des fiches et, en l'espèce, on en a fait beaucoup. Dans cette fonction, dont on ne saurait surestimer l'importance, le Musée de Tervueren a réalisé une œuvre dont je ne crois pas qu'on puisse découvrir de plus complète ailleurs. Mais y est-on préparé à traiter une matière vivante, ondoyante, floue. On en peut douter : à vouloir insérer dans des cadres des populations ne fût-ce que par leur nom, on s'expose à déformer la réalité. L'établissement d'un inventaire des peuplades du Congo ne relève pas de la systématique. On devait prévoir que sur ce terrain le Musée de Tervueren ne pouvait obtenir une réussite comparable à celle qu'on se plaît à lui reconnaître dans son domaine propre. L'échec est d'autant plus marqué qu'on n'a pas été chercher la documentation vraie là où elle se trouve. Là encore, comme en d'autres circonstances dont j'ai entretenu l'Institut, je regrette que les disciplines scientifiques aient été méconnues dans notre activité coloniale.

SECTION DES SCIENCES NATURELLES ET MÉDICALES

SECTIE DER NATUURLIJKE EN GENEESKUNDIGE
WETENSCHAPPEN

Séance du 22 novembre 1941.

La séance est ouverte à 14 h. 30, sous la présidence de M. *Delhaye*, directeur.

Sont présents : MM. Bruynoghe, De Wildeman, Dubois, Leynen, Rodhain, membres titulaires; MM. Burgeon, Claessens, Delevoy, Hauman, Mouchet, Passau, Polinard, Robijns, Van den Branden, Van Straelen, Wattiez, membres associés, et De Jonghe, Secrétaire général.

Absents et excusés : MM. Fourmarier, Marchal, le chanoine Baeyens.

Le contrôle biologique des néoarsphénamines et des glyphénarsines.

M. *Van den Branden* présente un mémoire divisé en deux parties : la première partie parle du contrôle biologique des néoarsphénamines (néosalvarsan et produits similaires); la seconde partie traite du contrôle biologique des glyphénarsines (tryparsamide et produits similaires).

La première partie est divisée en trois chapitres : le chapitre I : *Contrôle de la toxicité*; le chapitre II : *Contrôle thérapeutique*; le chapitre III : *Contrôle du dosage biologique de l'activité thérapeutique à l'aide de brouillards de néoarsphénamine*.

Le contrôle de la toxicité des néoarsphénamines se fait de préférence au lapin, sur le rat blanc (mâle) du poids de 100 gr. environ. La dose injectée par voie intraveineuse est de 25 ctgr. du produit à contrôle par kilo de poids d'animal. La durée d'observation est de six jours. Trois animaux sur cinq mis en expérience doivent survivre après une durée d'observation de six jours.

Zitting van 22 November 1941.

De zitting wordt geopend te 14 u. 30, onder voorzitterschap van den heer *Delhaye*, directeur.

Zijn aanwezig : de heeren Bruynoghe, De Wildeman, Dubois, Leynen, Rodhain, titelvoerende leden; de heeren Burgeon, Claessens, Delevoy, Hauman, Mouchet, Passau, Polinard, Robijns, Van den Branden, Van Straelen, Wattiez, buitengewoon leden, en De Jonghe, Secretaris-Generaal.

Zijn afwezig en verontschuldigd : de heeren Fourmariër, Marchal en Kanunnik Baeyens.

De biologische contrôle van de neoarsphenaminen en van de glyphenarsinen.

De heer *Van den Branden* draagt een studie voor verdeeld in twee deelen : het eerste deel spreekt over de biologische contrôle van neoarsphenamine (neosalvarsan en gelijksoortige produkten); het tweede deel gaat over de biologische contrôle van glyphenarsine (tryparsamide en gelijksoortige produkten).

Het eerste deel is onderverdeeld in drie kapitels: eerste kapittel: *Giftigheidsproef*; tweede kapittel: *Therapeutische proef*; derde kapittel: *Therapeutische proef bij middel van nevel van neoarsphenamine*.

De giftigheidsproef van neoarsphenamine wordt vooral uitgevoerd op konijnen en witte ratten (mannetjes) van ongeveer 100 gr. De in de ader ingespoten dosis bedraagt 25 ctgr. per kilo van het dier. Het waarnemingstijdperk beslaat zes dagen. Drie ratten op vijf moeten overleven na die tijdspanne. De auteur geeft de voorkeur voor de

En ce qui concerne le contrôle de l'activité thérapeutique, l'auteur donne la préférence à la méthode de W. Kolle et de F. Leupold.

Les essais de dosage effectués à l'aide de brouillards de néoarsphénamine n'ont pas donné de résultats constants.

La seconde partie traite du contrôle de la toxicité des glyphénarsines. Il se fait soit sur lapins, soit sur rats blancs. Le contrôle sur lapins se fait à la dose de 1 gr. par kilo d'animal. Cinq animaux sont injectés par la voie intraveineuse; ils sont observés pendant sept jours; trois animaux doivent survivre et donner l'apparence d'une bonne santé. Le contrôle sur rats blancs se pratique à la dose de 1,50 gr. par kilo d'animal.

Cinq animaux sont injectés par la voie intraveineuse; ils sont tenus en observation durant sept jours; trois animaux doivent survivre et être alertes et bien portants.

Plusieurs addenda sont annexés aux deux mémoires et parlent de questions connexes de contrôle des deux médicaments.

Après un échange de vues, auquel prennent part MM. Dubois, Rodhain, Bruynoghe, Wattiez et Van den Branden, la section décide que cette étude sera publiée dans les *Mémoires* in-8°.

L'étude chimique des sols et de leur végétation au Ruanda-Urundi.

MM. le chanoine Baeyens, Polinard et Wattiez font rapport sur le travail présenté par MM. Adriaens et Waegemans, intitulé : *Contribution à l'étude chimique des sols et de leur végétation au Ruanda-Urundi*. Les rapporteurs sont d'accord pour proposer l'impression dans les *Mémoires*, sous la réserve de certaines modifications que le Secrétaire général fera connaître aux auteurs. La section se rallie aux conclusions des rapporteurs.

therapeutische proef aan de methode van W. Kollé en F. Leupold.

De proeven uitgevoerd bij middel van nevel van neoarsphenamine hebben uiteenlopende resultaten opgeleverd.

Het tweede deel handelt over de giftigheidsproef van glyphenarsine. De proef wordt uitgevoerd op konijnen en op witte ratten. De contrôle op konijnen wordt gedaan met een dosis van 1 gr. per kilo gewicht van het dier. Vijf dieren worden ingespoten langs de oorader; zij worden gedurende zeven dagen waargenomen; drie dieren moeten overleven en goed gezond zijn. De contrôle op witte ratten wordt gedaan met een dosis van 1,50 gr. per kilo.

Vijf dieren worden in de oorader ingespoten; het waarnemingstijdperk is zeven dagen; drie dieren moeten overleven en goed gezond zijn.

Eenige addenda zijn bij de twee verhandelingen gevoegd en handelen over vraagstukken verbonden met de biologische proef van neoarsphenamine en glyphenarsine.

Na een gedachtenwisseling waaraan de heeren *Dubois*, *Rodhain*, *Bruynoghe*, *Wattiez* en *Van den Branden* deelnemen, beslist de sectie deze studie in de *Verhandelingen* in-8° uit te geven.

**De chimische studie van de gronden en hun plantengroei
in Ruanda-Urundi.**

De heeren Kanunnik *Baeyens*, *Polinard* en *Wattiez* brengen verslag uit over het werk voorgedragen door de heeren *Adriaens* en *Waegemans*, getiteld : *Contribution à l'étude chimique des sols et de leur végétation au Ruanda-Urundi*. De verslaggevers zijn het eens over het drukken van deze studie in de *Verhandelingen*, onder voorbehoud echter dat eenige wijzigingen aan het werk moeten gebracht worden. Deze wijzigingen zullen door

Présentation de publications de l'Institut des Parcs Nationaux.

M. Van Straelen présente quelques publications récentes de l'Institut des Parcs Nationaux, dont il montre tout l'intérêt. Ce sont : *Les animaux protégés au Congo belge et dans les territoires sous mandat du Ruanda-Urundi*, par S. Frechkop; *Batraciens et Reptiles*, par G. F. de Witte, et le *premier rapport (1935-1940) de la Fondation pour favoriser l'étude scientifique des Parcs nationaux du Congo belge*.

La séance est levée à 16 h. 30.

den *Secretaris-Generaal* ter kennis van de auteurs gebracht worden. De sectie sluit zich aan bij dit voorstel van de verslaggevers.

Publicaties uitgegeven door het Instituut der Nationale Parken.

De heer *Van Straelen* handelt over enkele pas verschenen publicaties door het Instituut der Nationale Parken waarvan hij de belangrijkheid laat uitschijnen. Deze zijn : *Les animaux protégés au Congo belge et dans les territoires sous mandat du Ruanda-Urundi*, par S. Frechkop; *Batraciens et Reptiles*, par G. F. de Witte, en *Le premier rapport (1935-1940) de la Fondation pour favoriser l'étude scientifique des Parcs nationaux du Congo belge*.

De zitting wordt te 16 u. 30 opgeheven.

Séance du 20 décembre 1941.

La séance est ouverte à 14 h. 30, sous la présidence de M. *Delhayé*, directeur.

Sont présents : MM. Bruynoghe, Buttgenbach, De Wildeman, Dubois, Fourmarier, Gérard, Marchal, Robert, membres titulaires; MM. Delevoy, Lathouwers, Mouchet, Passau, Polinard, Robijns, Van Straelen, Wattiez, membres associés, et De Jonghe, Secrétaire général.

Absents et excusés : MM. Frateur, Leynen, Henry de la Lindi et Rodhain.

Le test de Mitsuda ou lépromine-réaction.

Sous le titre de : *Le test de Mitsuda ou lépromine-réaction*, M. Dubois fait un exposé critique des tentatives qui ont été faites, notamment par le D^r Mitsuda, pour obtenir chez les lépreux des réactions comparables à celles de la tuberculine chez les tuberculeux.

En recourant à l'inoculation intradermique de suspension de lépromine riche en bacilles préalablement bouillie, le D^r Mitsuda observa chez 403 malades une réaction hyperémique apparaissant dans les 24 heures, mais disparaissant chez la plupart des lépreux tubéreux, tandis que dans 79 % de 124 cas maculo-nerveux, elle se développait en une papule nette qui était visible après 15 jours et persistait encore une semaine. Chez les non-lépreux, qu'ils soient ou non en contact avec les malades, la réaction était aussi positive, c'est-à-dire constituée par une papule d'apparition tardive.

M. Dubois examine les développements de cette méthode et discute les interprétations et la valeur des réactions produites par la lépromine.

Il suggère, en terminant, de rechercher en pays endé-

Zitting van 20 December 1941.

De zitting wordt geopend te 14 u. 30, onder voorzitterschap van den heer *Delhaye*, directeur.

Zijn aanwezig : de heeren Bruynoghe, Buttgenbach, De Wildeman, Dubois, Fourmarier, Gérard, Marchal, Robert, titelvoerende leden; de heeren Delevoy, Lathouwers, Mouchet, Passau, Polinard, Robijns, Van Straelen, Wattiez, buitengewoon leden, en De Jonghe, Secretaris-Generaal.

Zijn afwezig en verontschuldigd : de heeren Frateur, Leynen, Henry de la Lindi en Rodhain.

De Mitsuda-test of lepromine-reactie.

De heer *Dubois* geeft onder volgenden titel : *Le test de Mitsuda oulépromine-réaction* een critische uiteenzetting over de pogingen van D^r Mitsuda om bij de melaatschen dezelfde reacties te verwekken als dit het geval is met de tuberculine bij de tuberculoselijders.

Door een schorsende intradermische inenting van een gekookt, rijk aan bacillen leproma, nam D^r Mitsuda bij 403 zieken een hyperemische reactie waar, welke zich binnen de 24 uren voordeed doch verdween bij het meerendeel van de tuberoose melaatschen, terwijl in 79 t. h. van de 124 maculo-nerveuze gevallen zij zich tot een goed waarneembaar puistje ontwikkelde; zichtbaar na 15 dagen en een gansche week aanhoudend.

Bij niet-melaatschen, of zij in aanraking kwamen of niet met de zieken, was de reactie ook positief, t'is te zeggen zij bestond uit een laat te voorschijn komend puistje.

De heer *Dubois* onderzoekt de ontwikkeling van deze methode en bespreekt de interpretatie en de waarde van de reacties veroorzaakt door lepromine. Hij eindigt met een denkbeeld te geven van het lot van de niet-zieken die,

mique le devenir des sujets sains qui auraient éventuellement un test de Mitsuda négatif. (Voir p. 510.)

Cette communication fait l'objet d'un échange de vues entre MM. *Bruynoghe, Gérard, Buttgenbach* et *Dubois*.

Comité secret.

Les membres titulaires se constituent en Comité secret et désignent M. *Henry de la Lindi* comme vice-directeur pour 1942.

La séance est levée à 15 h. 30.

in de door de melaatschheid aangetaste streken, een negatieve Mitsuda-test zouden ondergaan. (Zie blz. 510.)

Deze mededeeling geeft aanleiding tot een gedachtenwisseling waaraan de heeren *Bruynoghe, Gérard, Buttgenbach* en *Dubois* deelnemen.

Geheim Comité.

De heer *Henry de la Lindi* wordt aangeduid als onder-directeur voor het jaar 1942, door de titelvoerende leden, in Geheim Comité vereenigd.

De zitting wordt te 15 u. 30 opgeheven.

A. Dubois. — Le test de Mitsuda ou lépromine-réaction.

Des tentatives d'obtenir chez les lépreux des réactions comparables à celles de la tuberculine chez les tuberculeux ont été faites depuis longtemps.

Qu'il suffise de rappeler les essais anciens de Babes (1), de Scholtz et Klingmueller (2) avec des extraits glycéринés, aqueux ou alcooliques de lépromine. Ces premières expériences n'aboutirent à rien de précis.

C'est seulement en 1916 que Mitsuda (3-4) recourut à l'inoculation intradermique de suspension de lépromine riche en bacilles préalablement bouillie. Il observa chez 403 malades une réaction hyperémique apparaissant dans les 24 heures, mais disparaissant chez la plupart des lépreux tubéreux, tandis que dans 79 % de 124 cas maculo-nerveux, elle se développait en une papule nette. Celle-ci était visible après 15 jours et persistait encore une semaine. Chez les non-lépreux, qu'ils soient ou non en contact avec les malades, la réaction était aussi positive, c'est-à-dire constituée par une papule d'apparition tardive. Hayashi (5) a confirmé en 1929-1931 les résultats de Mitsuda : sur 64 lépreux neuro-maculeux, 97 % de réactions positives; sur 125 nodulaires, 91 % de réactions négatives.

La réaction de Mitsuda n'avait pas suffisamment attiré l'attention avant sa communication au Congrès de Strasbourg (4) et l'article de Hayashi (5).

En 1926, Bargehr publie les résultats obtenus aux Indes néerlandaises avec sa « lépromine » préparée comme le réactif de Mitsuda, mais utilisée en cutiréaction selon von Pirquet (1). Ils différaient sensiblement de ceux de

(1) Primitivement l'auteur utilisait le produit non stérilisé.

Mitsuda. Il y avait ordinairement une réaction érythémateuse fugace apparaissant du 2^e au 6^e jour; plus rarement après 3 à 6 jours ou plus, un granulome assez durable qui constitue la positivité : quatre-vingt-deux cas bacillaires réagissent tous négativement. En 1935, Bargehr (7) précise que les réactions sont négatives chez les sujets sans contacts lépreux, positives chez les sujets sains, mais ayant eu des contacts lépreux prolongés. Quant aux malades, les bacillaires sont négatifs; au contraire, les lépreux guéris et sans bacilles réagissent positivement. Pour Bargehr, l'allergie à la lépromine serait un indice d'immunité. Tandis que chez des sujets sains des cutiréactions répétées peuvent amener finalement un résultat positif, il n'en est pas de même chez les lépreux bacillaires.

On voit la grande différence qui existe entre les résultats de Mitsuda et ceux de Bargehr. Pour le premier, le lépreux à bacilles nombreux (sujet nodulaire ou selon la terminologie actuelle sujet L) ne possède pas vis-à-vis du bacille de Hansen tué la même réactivité que le sujet sain ou que le lépreux atteint de la forme neurale de la maladie.

Selon Bargehr, au contraire, l'action de la lépromine est comparable à celle de la tuberculine : résultat négatif s'il n'y a pas eu contact bacillaire; résultat positif en cas d'infection latente; résultat négatif, enfin (anergie), en cas d'infection bactériologiquement évidente.

Avant de continuer, il convient de faire une remarque de terminologie : pendant quelques années des auteurs (spécialement anglais) ont employé l'expression « léproflin test » comme synonyme à « test de Mitsuda ». Actuellement tout le monde semble revenu au mot « lépromine » qui paraît pleinement justifié : en fait, il s'agit d'un broyage de lépromine; historiquement l'emploi de ce mot par Bargehr lui confère une certaine priorité, et, enfin, le terme de « léproline » avait été employé par Rost et par

Babes pour des substances différentes, ne contenant pas de corps bacillaires.

Depuis la publication de Hayashi, de nombreuses vérifications ont été faites en divers pays. Indiquons tout d'abord la préparation du produit selon Mitsuda-Hayashi. Des nodules fraîchement excisés sont bouillis dans l'eau physiologique pendant 30 à 60 minutes, puis broyés au mortier; à 1 gr. du broyat on ajoute 20 cc. de la solution qui a servi à l'ébullition; on filtre le tout sur gaze et le filtrat est chauffé pendant une heure à 60° et phéniqué à 0,5 %. Agiter et injecter dans le derme à la dose de 0,1 cc.

Muir précise de la façon suivante la préparation de la lépromine H (bacilles de Hansen) ou S (bacilles de Stephansky): Des nodules bacillifères sont excisés, bouillis pendant 20 minutes et divisés aux ciseaux. Ce matériel est desséché sous un ventilateur, puis au vide sulfurique. On le broie alors dans un mortier de verre et le conserve bien sec. Il est avantageux de faire cette opération en grand, de façon à avoir un stock de même valeur.

Pour la préparation de la lépromine, on prend 0,4 gr. de poudre, qu'on broie avec 10 cc. d'eau physiologique. Laisser sédimenter pendant quelques instants et pipeter le liquide. On recommence trois à quatre fois le broyage avec 10 cc. d'eau physiologique, en mélangeant chaque fois les liquides pipetés. La totalité de l'eau physiologique est laissée à sédimenter 10 minutes puis pipetée. On complète à 100 cc., phénique à 0,5 %, distribue en ampoules scellées qui sont chauffées à 120° pendant 30 minutes.

Selon Muir (8) un tel produit est peu sensible à la dilution, et la réaction ne varie guère, qu'on utilise le produit comme tel ou 1/4-1/8 (1).

Bargehr prépare son extrait de façon semblable, sauf

(1) Mendes et Castro Cerqueira (9) constatent que leur lépromine diluée à 1/30 n'agit plus, mais elle ne contiendrait que 300.000 bacilles au centimètre cube.

qu'il y met moins d'eau, de façon à obtenir une masse pâteuse.

Les vérifications qui ont été faites au Congo selon la technique de Bargehr ne sont pas bien nombreuses. Dubois (10) n'a observé de réaction ni chez 54 lépreux de diverses formes, ni chez 39 non-lépreux vivant au contact de ceux-ci. Il faut noter que la durée de l'observation n'a guère dépassé 48 heures.

Adant (11), au Congo également, a eu des résultats négatifs aussi bien chez 14 lépreux que chez une dizaine de leurs conjoints et enfants. Il nota la négativité de la réaction chez les Noirs d'Élisabethville (région où la lèpre est très rare). Par inoculation intradermique, il y eut des résultats positifs chez tous les malades et chez tous les sujets sains. Adant en conclut que la lépromine était une substance irritante dépourvue de propriété spécifique.

De Langen (12), aux Indes néerlandaises, a poursuivi les recherches de Bargehr et obtenu des résultats conformes à ceux de cet auteur :

24 lépreux avec bacilles : résultat négatif.

6 sujets sains sans contact : résultat négatif.

17 sujets sains avec contact : résultat positif.

6 lépreux anciens sans bacilles $\left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ résultats négatifs.} \\ 4 \text{ résultats positifs.} \end{array} \right.$

16 résidants sains à contacts peu précisés $\left\{ \begin{array}{l} 3 \text{ résultats positifs.} \\ 13 \text{ résultats négatifs.} \end{array} \right.$

Les réactions positives apparaissent après 1 à 7 jours sous forme érythémateuse avec légères infiltrations et persistent plusieurs semaines. Certains sujets sains peuvent, après plusieurs épreuves, donner une réaction positive.

Malgré cette confirmation par De Langen, la méthode de Bargehr semble abandonnée et Rodriguez (13), récemment, la juge peu sûre.

La technique de Mitsuda a été bien plus largement employée et en général avec des résultats concordants. Nous nous contenterons de citer les résultats obtenus au

Congo en renvoyant à l'article de Rodriguez (13) pour une documentation plus complète.

Dubois et Degotte (14) donnent les résultats suivants :

12 non-lépreux :

- 1 réaction moyenne (3 à 5 mm.).
- 8 réactions fortes (6 à 10 mm.).
- 3 réactions faibles ou nulles (enfants ou cachectiques).

122 lépreux maculo-nerveux :

- 48 réactions fortes.
- 58 réactions moyennes.
- 16 réactions faibles ou négatives.

47 lépreux à bacilles nombreux :

- 1 réaction forte.
- 3 réactions moyennes.
- 43 réactions faibles ou négatives.

On reconnaît ici l'opposition signalée par Mitsuda entre lépreux L et N.

Le nombre des sujets sains est peu élevé dans cette série et, en outre, dans ce pays de forte endémicité, il est difficile d'exclure chez eux toute possibilité de contact lépreux. Aussi, Dubois (15) a-t-il refait des essais chez des aliénés belges sans contact lépreux. Sur 29 sujets il a eu 15 réactions moyennes ou fortes, soit 50 %. Il tend à attribuer les réactions faibles ou négatives au fait qu'assez bien de ces sujets étaient affaiblis, malarisés ou même cachectiques.

C'est une remarque qui a été, en effet, faite par plusieurs auteurs (Chiyuto, Muir), que les cachectiques et les très petits enfants sont ordinairement négatifs.

Adant (11), nous l'avons vu, a fait du Mitsuda sans connaître, semble-t-il, les travaux de cet auteur. Il se borne à dire que cette épreuve fut positive chez la plupart de ses lépreux. Rien d'étonnant à cela quand on sait qu'au Congo 85 % des lépreux appartiennent au type N. Le petit nombre de ses sujets ne lui a vraisemblablement pas permis de noter une différence selon les formes.

Radna (16) a comparé la réaction avec la bacillémie lépreuse. Sur 130 lépreux de forme « cutanée » (1), 108 ont montré des bacilles dans le culot de centrifugation (procédé de Loewenstein). La réaction de Mitsuda est négative chez eux dans 98 % des cas. Chez les 22 sujets, sans bacillémie, il y a 59 % de réaction négative.

Chez 10 lépreux nerveux, 5 ont des bacilles dans le sang, dont 4 ont un Mitsuda négatif. Au contraire, les 5 malades sans bacillémie ont une réaction positive.

Il y a donc une relation inverse entre la bacillémie et la positivité du tect de Mitsuda. Radna a du reste constaté que le traitement qui aboutissait à une amélioration clinique et à la suppression de la bacillémie déterminait également une augmentation du pourcentage de résultats positifs.

Cet observateur a, en outre, pratiqué la réaction chez 100 sujets sains peu exposés à la lèpre et il l'a trouvée positive chez 94 d'entre eux. Par contre, 25 cachectiques (ankylostomiase) ont donné une seule réaction faiblement positive et 24 négatives.

De l'ensemble des constatations faites, tant au Congo qu'en d'autres pays, on peut arriver à une conclusion très nette : il y a opposition entre les lépreux N à bacilles rares et les lépreux L à bacilles nombreux. Cette opposition bien appréciable cliniquement, histologiquement et bactériologiquement se manifeste de façon évidente par le test de Mitsuda : les lépreux N, tout comme les sujets sains, réagissent nettement à cet antigène par la formation d'une papule tardive et durable; au contraire, les lépreux L sont anergiques vis-à-vis de ce produit.

Muir (8), qui utilise à la fois la lépromine à bacilles de

(1) Terme qui fut utilisé de 1931 à 1938 comme synonyme de nodulaire (actuellement lépromateux).

Hansen et celle à bacilles de Stephansky, indique les résultats suivants :

	Lépromine Hansen. Lépromine Stephansky.	
	—	—
Sujets sains	+ à ++	+ à ++
Lépreux nerveux	+ à ++	+
Lépreux du type L. ...	—	+
Enfants et cachectiques.	±	±

Nolasco (17), sur 48 lépreux L en réaction ⁽¹⁾, a eu seulement 8,3 % de tests à la lépromine positifs. Ce fait, selon l'auteur, n'est pas en faveur d'une interprétation allergique de la réaction lépreuse.

Réaction précoce.

Tous les auteurs sont d'accord pour reconnaître que la réaction typique papulo-nodulaire ou plus rarement papulo-ulcéreuse se manifeste au maximum vers la 3^e ou 4^e semaine et que la lecture des résultats doit être faite après 8 jours, puis de semaine en semaine pendant environ 2 mois. Cependant on observe aussi une réaction précoce érythémateuse apparaissant vers la 48^e heure et qui tantôt est transitoire, tantôt s'infiltré et se relie à la réaction typique.

Mitsuda, qui l'a vue (5), paraît la juger négligeable. Hayashi l'observée chez les tubéreux, chez qui elle devenait négative; il l'a parfois notée après injection de filtrat et la considère comme une réaction protidique à distinguer de la réaction tardive. Fernandez (18), en 1934, la considérait comme d'origine traumatique et sans signification. Dubois (15) l'a notée chez la majorité des aliénés européens inoculés et n'en a pas tenu compte. Cummins et Williams (19) ont, en Angleterre, pratiqué des réactions chez des psychopathes, à la fois avec du bacille de Koch et de la lépromine. Avec le premier les réactions ont leur maxima en général au 3^e jour (21 cas contre 4 plus

(1) Etat d'allure toxiinfectieuse avec réaction focale et parfois nouvelles lésions dont le mécanisme est incertain.

tardifs), tandis qu'avec la lépromine il n'y avait que 6 cas à maxima au 3^e jour contre 19 plus tardifs. Tous ces auteurs ont observé des sujets à peau claire; on peut craindre que chez les Noirs les érythèmes ne passent facilement inaperçus, comme, selon notre expérience, il en est de la zone érythémateuse produite par l'histamine. Cependant, si, comme le dit Fernandez (20), il existe un certain degré d'infiltration précoce, on peut escompter le noter chez les sujets à peau noire. Les circonstances m'ont empêché de vérifier à ce sujet les notes prises en Afrique.

Récemment Fernandez est revenu sur cette question (20). Les essais ont porté sur 563 sujets, dont 251 contacts et 312 lépreux (il n'est pas cité de sujets sans contacts lépreux).

L'auteur argentin attribue à la réaction précoce la même valeur qu'à la réaction tardive, car elle manque chez les sujet du type L, et quand elle est présente chez les autres, elle est suivie dans 95 % des cas d'une réaction tardive classique.

Sur 312 lépreux, il y en a eu 26 % où les réactions ont été positives et 70 % où les deux ont été négatives (96 % de parallélisme). Chez les 251 contrôles les chiffres respectifs étaient 64 % positifs pour les deux réactions et 24 % négatifs pour les deux réactions. Il n'y aurait jamais eu d'opposition nette entre réaction tardive et précoce, seulement des cas douteux difficiles à classer. D'autre part, les lépreux ont donné les résultats suivants en 48 heures :

130 cas L, tous négatifs.

71 cas N, tuberculoïdes, 63 positifs.

138 cas N simple ou anesthésique { 36 positifs.
102 négatifs.

C'est là, selon l'auteur, ce qu'on peut attendre de la réaction tardive (personnellement nous ne croyons pas que chez les nerveux simples, selon l'expérience générale, on puisse attendre un si fort pour cent de négatifs). Fernandez tend à attribuer cette réaction à des produits

solubles déterminant une réaction allergique. Si, comme nous le croyons, cette réaction se voit chez les sujets sans contacts lépreux, le terme « allergique » nous paraît injustifié; — il s'agit d'irritation directe à un moment où aucun anticorps n'a été produit. Rodriguez a également observé des réactions précoces qu'il attribue à des facteurs solubles (protides), la réaction tardive étant due à des substances cireuses. Il nous semble que jusqu'à ce qu'une étude plus complète en ait précisé la signification, il ne convient pas de considérer les réactions précoces comme équivalentes à la réaction de Mitsuda, d'autant que les résultats de Fernández diffèrent de ceux des autres observateurs (Mitsuda, par exemple).

Injection sous-cutanée.

Mentionnons encore que Fernandez a utilisé l'injection sous-cutanée (20). Chez le sujet L, cela n'entraîne aucune réaction; au contraire, le lépreux tuberculoïde présente une réaction générale (fièvre), locale et focale, cette dernière étant seule spécifique, car les deux autres se voient chez des malades non lépreux. Rodriguez, cependant, estime cette voie peu utile : le derme lui paraît le tissu réactionnel en l'espèce et le test épidermique ne réussit pas chez les sujets positifs, qui montrent la même inaptitude réactionnelle au niveau de l'épiderme qu'au niveau de l'hypoderme.

Histopathologie.

Hayashi (5), Schujman (22), Rodriguez (13), Büngeler et Fernandez (cfr. Fernandez 20) décrivent la réaction de façon assez comparable.

Après 48 heures, la biopsie montre une réaction aiguë vasculaire et leucocytaire (neutrophiles et éosinophiles). Après 4 jours, il y a tendance à la formation de nodules périvasculaires et périglandulaires. Après 8 jours apparaît un granulome subaigu plus ou moins tuberculoïde.

Les deux derniers auteurs décrivent dès la 48^e heure, à côté de la réaction aiguë non spécifique, une réaction qualifiée de spécifique et à caractère allergique : petits foyers de nécrose fibrinoïde se voyant surtout dans l'adventice des petits vaisseaux et dans le tissu conjonctif périglandulaire. Ces petits foyers sont comparables à ceux qui existent dans les lésions récentes de lèpre tuberculoïde; ils déterminent ultérieurement, ici comme là, la production de foyers pré-tuberculoïdes (histiocytes et halo de lymphocytes) devenant tuberculoïdes (cellules épithélioïdes et géantes). Faisons encore une fois des réserves pour l'attribution à l'allergie de phénomènes qui, vraisemblablement, se voient aussi chez des sujets sains, sans contact avec le germe et qui seraient à noter dès 48 heures, c'est-à-dire à un moment où l'on ne peut pas encore escompter la formation d'anticorps chez un sujet neuf.

Application à la clinique.

Un fait si nettement établi que la réaction de Mitsuda vaut qu'on se préoccupe de son retentissement sur la pratique. On saisit immédiatement que la valeur diagnostique en est faible. Sans doute, l'absence d'une réaction positive doit, s'il ne s'agit pas de très petits enfants ou de cachectiques, faire songer à la forme lépromateuse de la lèpre; mais en ce cas, les signes cliniques et bactériologiques sont ordinairement si évidents qu'une méthode complémentaire de diagnostic apparaît comme superflue. La variété diffuse de la lèpre L est parfois plus difficile à reconnaître, spécialement chez les Noirs, et en cours d'examens rapides de toute une population. Mais songerait-on, en ce cas, à faire un Mitsuda ? D'autre part, il n'est pas possible d'appliquer cette réaction à des populations entières.

Muir (8) signale l'intérêt que peut avoir une réaction négative chez des lépreux paraissant N ou à fortiori chez des suspects. En ces cas, un examen attentif ferait quasi

toujours retrouver des foyers bacillaires. Dubois et Degotte ont fait la même constatation (14). Au Congo, l'immense majorité des suspects de lèpre appartient au type N et de ce fait il faut escompter chez eux des réactions positives qui ne les distingueront pas des sujets normaux. En bref, l'utilité diagnostique est faible.

Par contre, le pronostic peut être utilement éclairé par cette épreuve. Muir a insisté sur ce fait, après Hayashi.

Rodriguez cite les séries suivantes de réactions plus ou moins fortes observées chez des sujets en guérison apparente et corrélativement la fréquence des rechutes après un an.

76 sujets négatifs ou douteux ...	43 % rechutes.
62 sujets positifs	13 % rechutes.
41 sujets ++ ou +++	7 % (dont 0 chez 26 +++).

Je n'ai pas eu l'occasion de suivre assez longtemps mes sujets pour me faire une opinion personnelle. Dans l'ensemble, il est bien certain que les réactions fortes se voient surtout dans les cas bénins peu évolutifs. Radna arrive à la même conclusion : les lépreux améliorés passent de la négativité à la positivité.

On s'est demandé s'il n'importait pas de standardiser en quelque manière le réactif. Selon Muir (8), Rotberg (23), l'intensité de la réaction ne varie pas très nettement avec la dilution dans des limites modérées. Des tissus pauvres en bacilles (Hayashi) et même des macules tuberculoïdes (Fernandez) ont pu donner des réactions, du reste sensiblement plus faibles.

Comme le conseille Rotberg, il convient de négliger les petites réactions précoces (avant le 5^e jour) résolutes et ne dépassant pas à leur maximum 5 mm. de diamètre. Cet auteur a trouvé de telles réactions chez 68 sujets parmi 144 nodulaires. Il conseille de faire l'examen à la 4^e semaine. Personnellement et réservant la question des réactions précoces encore trop peu connues, je crois que le mieux est d'examiner pendant 4 ou 5 semaines après

l'injection et de considérer comme négative toute réaction qui ne comporte pas une papule de 3 à 4 mm. de diamètre au minimum, tardive et durable.

Il semble qu'en pratique il convienne de soumettre périodiquement les lépreux traités au test de Mitsuda, tout au moins les cas L. Alors que la sédimentation des globules rouges permet de suivre en détail l'évolution de la maladie avec ses incidents et accidents, le test de Mitsuda appliqué plus rarement permet d'en suivre l'évolution générale.

Quant à l'application systématique en recensement (donc à l'ensemble de la population), elle me paraît non seulement impossible, mais encore sans intérêt réel, au Congo tout au moins, sauf pour des recherches expérimentales. (Voir plus loin.)

Mécanisme.

De nombreux essais ont été faits dans le but d'obtenir la réaction avec des substances moins complexes que la lépromine. Les essais anciens ont été cités plus haut; récemment, Mac Kinley (24) a, en collaboration avec divers léprologues philippins, expérimenté une douzaine de substances chimiques extraites par Long ou Anderson de bacilles acido-résistants divers : bacilles de Koch de 3 types, acido-résistants non pathogènes, culture de soi-disant bacilles lépreux. Des fractions chimiques diverses : protide, polysaccharide, phosphatide, cire ont été utilisées sur plus de 5.000 sujets malades ou non sans résultat spécifique.

Ultérieurement des essais analogues ont été répétés avec des extraits de bacilles de Hansen provenant de la rate d'un lépreux [pour la préparation, voir Henderson (25)]. Ici encore il n'y a eu aucun résultat net, soit que les extraits soient dépourvus de protéine spécifique, soit qu'il n'y ait pas chez le lépreux d'allergie comparable à la tuberculino-réaction du tuberculeux (26).

Quelque regret qu'on en ait, il n'y a rien, en matière de lèpre, de comparable aux réactions de von Pirquet-Mantoux. Nous avons signalé plus haut que des filtrats de lépromine peuvent donner une réaction précoce (Hayashi, Muir, Fernandez, etc.). Néanmoins, la majorité des auteurs estiment la présence des corps bacillaires nécessaire pour obtenir la réaction typique. On peut se demander ce que les corps bacillaires d'autres acido-résistants produisent chez le lépreux. Hayashi, le premier, a noté que le bacille « Thimothée », le bacille de Stephansky et diverses cultures soi-disant lépreuses donnaient des réactions positives chez les lépreux des deux types. Muir a observé la même chose avec le lépromine de Stephansky. Dubois, Gavrilov et Van Breuseghem (27) ont utilisé les cultures du bacille de Kedrowsky; ils n'ont pu observer de différences entre lépreux L et N et concluent que le bacille de Kedrowsky doit être différencié du bacille de Hansen. Fernandez (19) a constaté que les bacilles de Koch tués peuvent déterminer des réactions tardives chez le lépreux, mais ici encore il n'est pas spécifié de différence selon le type de la maladie et, en fait, une photo représente un nodule ulcéreux aussi bien chez un cas L que chez un cas N. On sait du reste que, expérimentalement, les bacilles acido-résistants divers introduits — vivants ou morts — dans les tissus y jouent un rôle d'irritant produisant des lésions histologiques plus ou moins nettes.

Récemment, Vilella, Rabello et Tostes (28 et 29) ont expérimenté une substance hydrosoluble protidique extraite de l'antigène de Mitsuda et qui donne une réaction du type tuberculinique (acné à la 48^e heure) suivie éventuellement d'une réaction tardive de la 3^e semaine. Cette réaction tardive paraît se comporter comme la réaction de Mitsuda, en ce sens qu'elle est négative chez les sujets L. Ces travaux exigent encore confirmation.

Sur quelle base peut-on interpréter cette réaction ? Certains auteurs, comme Rodríguez (13), le font sur la base

de l'allergie : « It is generally held, to-day, that bacterial allergy is the result of a cellular reaction between a whole or partial antigen and a specific sessile antibody or reagin which has been developed as a result of previous contact or sensibilisation. It may be supposed that sensitivity to lepromine also is the result of such reaction ».

Fernandez et Büngeler prétendent même trouver la signature histologique de l'allergie dans le nodule réactionnel. (Voir plus haut.)

On peut cependant se demander si cette vue est justifiée et l'emploi du terme légitime. Selon Topley et Wilson (30) l'allergie peut être définie comme l'ensemble des réactions caractérisées par une augmentation d'intensité ou une accélération de la réponse à un antigène. Urbach (31), suivant Roessle, élargit ce concept et entend par « pathergie » l'ensemble des modifications de la réaction normale d'un sujet de l'espèce donnée; l'allergie *sensu stricto*, à mécanisme basé sur anticorps et antigène, en représente cependant la partie principale et rentre alors dans la définition précédente (1).

Bordet (32) se réfère au sens étymologique : réaction modifiée, mais semble bien, d'après l'ensemble de son texte, ne songer qu'aux modifications réactionnelles résultant du contact avec l'allergène et non de celles qui proviendraient d'autres causes (âge, contact avec des substances chimiques, influence physique, etc.). Dujardin (33), au cours de ses remarquables recherches sur les

(1) Il nous semble, pour le dire en passant, que cet auteur réunit des faits disparates; en particulier l'inclusion dans la pathergie non allergique de la résistance zoologique nous paraît une contradiction : page 6 la pathergie est définie : « Die Gesamtheit der krankhaften Erscheinungen welche durch veränderte Reaktion-weise hervorgerufen werden ». Or, la résistance de l'homme à la peste bovine ou de la poule à la tétanotoxine sont propres à tous les hommes et à toutes les poules et sont donc leur réaction normale. L'exemple cité page 26 de la sensibilité de la poule au charbon après jeûne prolongé ne me paraît pas non plus très heureux. On ne peut plus dire qu'il y a ici contradiction logique, mais l'extension indéfinie du terme « pathergie » tend à lui enlever de sa valeur.

intradermo-réactions répétées au sérum de cheval, constate que les humains peuvent être répartis en trois groupes : le premier comprend les sujets capables de forte sensibilisation (réponse d'intensité croissante), mais arrivant finalement à l'immunité (réponse nulle); le deuxième comprend les sujets les plus nombreux qui ne dépasseront pas le stade d'allergie; le troisième, enfin, comprend les sujets qui sont de façon persistante dépourvus de réaction, soit donc anergiques ou, mieux, selon Dujardin, anallergiques. Il y aurait donc parmi les humains une très grande différence de capacité de sensibilisation qui se manifesterait, du reste, vis-à-vis d'autres antigènes. La femme serait plus capable que l'homme de se sensibiliser. Cette différence d'aptitude réactionnelle vis-à-vis du sérum de cheval n'est pas sans rappeler les résultats de la réaction à la lépromine.

Peut-on rattacher celle-ci à l'allergie ? La reconnaissance et la définition de l'état allergique présupposent la définition de l'aptitude réactionnelle normale à l'espèce en question. Connaissant l'état « normergique » on peut dire si une réaction donnée s'en écarte soit quantitativement (et il nous paraît logique de parler d'hyperergie), soit qualitativement ou encore dans le temps (et il nous semble logique de parler d'allergie). Or, il est acquis que l'espèce humaine réagit positivement à l'introduction de la lépromine, même en l'absence de contact avec le bacille de Hansen. C'est là l'état normergique.

Il semble, selon divers auteurs, que les lépreux du type tuberculoïde réagissent avec une vigueur particulière. On pourrait donc les qualifier peut-être d'hyperergiques. C'est chez ces sujets que les lésions ont histologiquement le caractère tuberculoïde le plus accusé et que donc, selon la règle de Jadassohn-Lewandowsky, on peut envisager des phénomènes d'immunisation très actifs. On sait que chez ces malades les bacilles sont rares et l'évolution

bénigne. Cependant, la modicité de la différence quantitative permet assez difficilement de séparer ces sujets des sujets sains ⁽¹⁾.

En réalité, la constance de la réaction positive chez les sujets sains rend précaire l'emploi du terme « allergie ». Peut-on, comme me l'a suggéré Dujardin, interpréter la réaction tardive comme consécutive à la formation d'anticorps et à la combinaison *in situ* anticorps-antigène, comme il est assez classique d'interpréter la maladie sérique ? Nous avons peine à le croire, parce qu'il nous semble que si de tels anticorps existent, ils devraient se manifester par une accélération de la réaction chez les lépreux à résultat positif, ce qui n'est pas le cas.

Mitsuda estime que le lépreux nodulaire montre une moindre résistance au bacille tué que les lépreux nerveux ou les sujets sains. Il semble qu'il vaille mieux dire une moindre aptitude réactionnelle.

Wade (34) dit de même : « The reaction obviously is not due to a preexistent hypersensitivity of infected persons but to an ability to react to the presence of (dead) bacilli, which is shared alike by healthy persons and neural-type lepers ». Dans ces conditions le mécanisme de la réaction positive apparaît comme très banal et basé sur le fait que les corps bacillaires acido-résistants représentent un irritant pour la peau normale; par contre, le phénomène de la réaction négative est plus intéressant, puisque c'est lui qui confère à l'antigène de Mitsuda une spécificité qui manque aux autres bacilles acido-résistants.

Il est assez aisé de dire que le sujet est anergique, mais comme le remarque J. Bordet (*loc. cit.*, p. 831), il s'agit là d'un état fort mystérieux.

Rodriguez n'a pu démontrer l'existence d'une anergie

⁽¹⁾ J'ai vu une seule fois l'injection I.D. être suivie d'une large eschare locale (sujet âgé, sexe féminin, lésions acrotériques étendues : Na 3). Un tel fait, s'il était observé avec une certaine fréquence, pourrait être rattaché à l'allergie (*allè ergeia*).

dite positive ⁽¹⁾, c'est-à-dire liée à la présence d'anticorps, de substances empêchantes dans le sérum.

Il faut, sans doute, parler d'anergie négative (non spécifique) d'origine peut-être constitutionnelle telle qu'elle paraît exister chez les petits enfants ou bien acquise pour des raisons inconnues telles qu'elle se présente chez les cachectiques. Il paraît plus difficile de l'attribuer à l'accoutumance ou vaccination des tissus vis-à-vis des germes; il semble, en effet, que cette accoutumance serait à base d'anticorps et que de ce fait on devrait attendre une évolution favorable, ce qui n'est pas le cas.

Faut-il attribuer la négativité au blocage des cellules du derme par les bacilles innombrables ? Le sujet lépromateux se fait certes remarquer par son peu d'aptitude réactionnelle vis-à-vis du germe, tant localement que généralement, et l'on conçoit que l'introduction de nouveaux bacilles (morts) ne détermine pas plus de réaction. Aussi cette explication nous paraît-elle avoir une certaine vraisemblance, encore qu'il soit difficile de savoir quel était l'état réactionnel avant la multiplication des bacilles.

En tous cas, comme le fait remarquer Wade, les cellules lépromateuses ne sont pas dépourvues de toute aptitude réactionnelle vis-à-vis d'autres excitants : infection banale, plaies, etc., et elles manifestent parfois spontanément la curieuse « réaction lépreuse » de mécanisme obscur.

Il est difficile d'expliquer la réaction positive en terme d'allergie sur la base d'une réaction antigène-anticorps au niveau des cellules et en tenant compte du taux respectif des anticorps cellulaires et circulants. En effet, il reste toujours le fait de la réaction positive des sujets neufs et, d'autre part, l'épreuve de Prausnitz-Küstner n'a

(2) Comme le fait remarquer Urbach, les termes « positif » et « négatif » ne sont pas ici très heureux : peut-être vaut-il mieux parler d'anergie spécifique ou non.

pas permis la transmission passive de la positivité, caractéristique de la présence d'anticorps circulants.

En somme, la réaction de Mitsuda nous éclaire sur une particularité du terrain du lépreux L, mais il nous est encore impossible de dire si le sujet est négatif parce qu'il est devenu L ou, au contraire, s'il est devenu L parce qu'il avait un test négatif.

Peut-on imaginer que parmi les humains il existe un certain nombre de sujets dépourvus de réaction vis-à-vis du bacille de Hansen et de ce fait prédestinés à devenir lépromateux? La facilité apparente avec laquelle certains Européens deviennent lépreux L ferait assez volontiers admettre une prédisposition acquise ou héréditaire.

Faut-il voir dans le manque de réaction des petits enfants une explication de leur plus grande sensibilité à l'infection? Il est encore impossible de conclure. Peut-être serait-il intéressant de rechercher en pays endémique le devenir des sujets sains qui auraient éventuellement un test de Mitsuda négatif.

BIBLIOGRAPHIE.

1. Cfr. KLINGMUELLER, *Die Lepra*, p. 614.
2. — *Ibidem*, p. 614.
3. MITSUDA, 1916, *Japanese Journal of Dermatology* (cité d'après HAYASHI 5).
4. — 1924, *III^e Conférence Internationale de la Lèpre*, Paris, p. 219.
5. HAYASHI, 1933, *Intern. Journ. of Leprosy*, vol. I, p. 31.
6. BARGEHR, 1926, *Zeitschr. f. Immun.forsch.*, vol. XLIX.
7. — 1935, *Muench. Med. Woch.*, vol. I, p. 36.
8. MUIR, 1938, *Leprosy* (6^e éd.). Delhi et Simla.
9. MENDES et CASTRO CERQUEIRA, 1939, *Rev. Brasil. Leprol.*, vol. VII, p. 245.
10. DUBOIS, 1932, *La Lèpre dans la région de Wamba-Pawa (Mém. Inst. Roy. Col. Belge, sér. in-8^o, t. I, n^o 2)*.
11. ADANT, 1932, *Ann. Soc. belge de Méd. trop.*, t. XII, p. 424.
12. DE LANGEN, 1929, *Geneesk. Tijdschr. voor Ned. Indie*, vol. 69, p. 156.
13. RODRIGUEZ, 1938, *Intern. Journ. of Leprosy*, vol. VI, p. 11.
14. DUBOIS et DEGOTTE, 1934, *Bull. Soc. Path. exot.*, t. XXVII, p. 802.
15. DUBOIS, 1936, *Bull. Soc. Path. exot.*, t. XXIX, p. 649.

16. RADNA, 1938, *Ann. Soc. belge de Méd. trop.*, t. XVIII, p. 63.
 17. NOLASCO, 1940, *Intern. Journ. of Leprosy*, vol. VIII, pp. 151 et 285.
 18. FERNANDEZ, 1934, *Rev. Arg. Dermatosyphil.*, vol. XVIII, p. 108.
 19. CUMMINS et WILLIAMS, 1934, *Brit. Med. Journ.*, vol. I, p. 702.
 20. FERNANDEZ, 1940, *Intern. Journ. of Leprosy*, vol. VIII, p. 1.
 21. — 1939, *Rev. Brasil. Leprol.*, t. VII, p. 85.
 22. SCHUJMAN, 1936, *Rev. Brasil. Leprol.*, t. IV, p. 469.
 23. ROTBERG, 1939, *Intern. Journ. of Leprosy*, vol. VII, p. 161.
 24. MAC KINLEY, 1938, *Intern. Journ. of Leprosy*, vol. VI, p. 33.
 25. HENDERSON, 1940, *Intern. Journ. of Leprosy*, vol. VIII, p. 271.
 26. JOINT COMMITTEE, 1940, *Intern. Journ. of Leprosy*, vol. VIII, p. 263.
 27. DUBOIS, GAVRILOV et VAN BREUSEGHEM, 1936, *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, t. XVI, p. 483.
 28. VILELLA, 1939, *Bull. Soc. franç. de Dermat. et Syph.*, t. XLVI, p. 1387.
 29. RABELLO Jr, VILELLA, TOSTES, 1939, *Bull. Soc. franç. de Dermat. et Syph.*, t. XLVI, p. 1386.
 30. TOPLEY et WILSON, 1936, *Principles of Bacteriology and Immunity*. Londres.
 31. URBACH, 1935, *Klinik u. Therapie der Allergischen Krankheiten*. Vienne.
 32. BORDET, 1939, *Traité de l'Immunité*. Paris.
 33. DUJARDIN, 1930, *Archives dermato-syphilitigraphiques de la clinique Saint-Louis*.
 34. WADE, 1934, *Festsch. Nocht. Hamburg*, p. 652.
-

SECTION DES SCIENCES TECHNIQUES

SECTIE DER TECHNISCHE WETENSCHAPPEN

Séance du 28 novembre 1941.

La séance est ouverte à 14 h. 30, sous la présidence de M. *Allard*, vice-directeur.

Sont présents : MM. Gillon, Maury, Olsen, van de Putte, membres titulaires; MM. Anthoine, De Backer, Descans, Devroey, Legraye, membres associés, et De Jonghe, Secrétaire général.

Absents et excusés : MM. Bette, Cito, Fontainas, Moulaert, Comhaire.

Éloge funèbre de M. Gevaert.

M. *Allard*, devant les membres debout, prononce l'éloge funèbre de M. *Gevaert*, membre titulaire, décédé au mois d'octobre dernier.

La mesure des bases géodésiques à l'aide des étalons d'invar.

M. *Maury* donne lecture d'une étude intitulée : *La mesure des bases géodésiques à l'aide des étalons d'invar*. Il rappelle tout d'abord les propriétés de l'acier à 36 % de nickel, dit « acier invar », et notamment son coefficient de dilatation thermique particulièrement faible. Un des usages les plus remarquables de cet acier consiste à l'utiliser pour la constitution d'étalons de longueur pour les mesures de précision telles que celle des bases géodésiques.

Les étalons de ce métal se présentent sous la forme de fils ou de rubans. Leur usage s'est généralisé et offre actuellement les meilleures garanties de précision, surtout depuis l'introduction dans les opérations d'étalon-

Zitting van 28 November 1941.

De zitting wordt geopend te 14 u. 30 onder voorzitterschap van den heer *Allard*, onder-directeur.

Zijn aanwezig : de heeren Gillon, Maury, van de Putte, titelvoerende leden; de heeren Anthoine, De Backer, Descans, Devroey, Legraye, buitengewoon leden, en De Jonghe, Secretaris-Generaal.

Zijn afwezig en verontschuldigd : de heeren Bette, Cito, Fontainas, Moulaert en Comhaire.

Lofrede over den heer Gevaert.

Vóór de rechtstaande vergadering houdt de heer *Allard* een lofrede over den heer *Gevaert*, titelvoerend lid overleden in de maand October II.

Het meten van geodetische basissen bij middel van de invar-ijkmaten.

De heer *Maury* houdt lezing van een studie getiteld : *La mesure des bases géodésiques à l'aide des étalons d'invar*. Eerst en vooral doet hij herinneren aan de eigenschappen van staal met 36 % nikkel, Invarstaal genoemd, dit vooral met het oog op den bijzonder lagen thermischen uitzettingscoëfficiënt. Een hoogst merkwaardig gebruik van dit staal bestaat vooral in de samenstelling der lengte-ijkmaten voor nauwkeurigheidsmaten zooals die voor de geodetische basissen.

De ijkmaten in dit metaal komen voor onder vorm van een draad of lint. Hun gebruik is nu algemeen en levert de grootste waarborgen voor nauwkeurigheid bij het

nage exécutées par les Laboratoires officiels des Poids et Mesures, de la détermination des coefficients de dilatation propres à chaque étalon en particulier.

M. Maury décrit le matériel et les méthodes de mise en œuvre des fils et rubans d'invar, en Belgique et au Congo belge, aux États-Unis et en Grande-Bretagne, au cours de ces dernières années; il cite et commente les indices de précision obtenus pour les résultats de ces mesures. (Voir p. 534.)

La séance est levée à 16 heures.

afzonderlijk bepalen van de uitzettingscoëfficiënten van iedere ijkmaat, dit vooral sinds hun invoering in de ijkbewerkingen door de officieele Laboratoria der Maten en Gewichten.

De heer Maury geeft een beschrijving van het materiaal en de werkmethodes met de Invardraden en linten gedurende de laatste jaren, in België en Belgisch-Congo, in de Vereenigde Staten en in Groot-Brittannië; hij noemt en bespreekt de nauwkeurigheidsexponenten welke in resultaten met dergelijke maten bekomen werden. (Zie blz. 534.)

De zitting wordt te 16 uur opgeheven.

**J. Maury. — Mesure des bases géodésiques à l'aide
des étalons d'invar.**

La mesure d'une base dans un réseau géodésique est une opération à la fois très importante et très délicate, sur laquelle repose le calcul des côtés du réseau, en fonction de l'étalon fondamental de longueur. Une erreur sur la mesure de la base se reporte sur les côtés qui en sont déduits, proportionnellement à leurs valeurs propres; elle produit ainsi dans l'ensemble un effet cumulatif qu'il faut essayer d'annuler ou tout au moins de réduire à un strict minimum.

La méthode utilisée pour une mesure de ce genre est toujours la méthode directe, appliquée à l'aide d'étalons de longueur, comparés préalablement aux étalons des laboratoires officiels, dans des conditions de sujétion aussi conformes que possible à celles qui existent normalement sur le terrain.

On a fait généralement usage comme étalons de mesure, jusqu'au début de ce siècle, de règles métalliques ou bimétalliques ne dépassant guère 4 mètres (2 toises), très lourdes et de manipulation difficile, que l'on juxtaposait en ligne droite en les soutenant sur toute leur longueur. La détermination de leur dilatation thermique était particulièrement délicate et compliquait leur construction et leur emploi. Le placement bout à bout suivant un alignement impeccable entraînait, d'autre part, la mise en œuvre d'un matériel lourd, compliqué, coûteux, ainsi que d'un personnel auxiliaire considérable.

Ces difficultés amenaient généralement les géodésiens à choisir des bases de faible longueur, qui entraînaient l'établissement d'une triangulation complémentaire dite de « développement », caractérisée forcément par des triangles mal conformés dans lesquels se perdait une par-

tie importante de la précision réalisée dans la mesure proprement dite. Une autre difficulté à surmonter était la détermination de la température même des règles, pour le calcul de la dilatation thermique.

Un progrès considérable dans la précision et la facilité des mesures fut réalisé, à la suite de l'étude faite au Bureau International des Poids et Mesures, sous la direction de MM. Benoit et Guillaume, des propriétés de l'acier à 36 % de nickel, dit acier « invar ».

Le coefficient de dilatation linéaire de cet alliage se réduit en effet au 1/25 de celui de l'acier ordinaire, ce qui permet notamment d'admettre pour la température de l'étalon celle de l'air ambiant. D'autre part, les qualités de résistance mécanique de ce métal sont supérieures à celles de l'acier ordinaire, tandis que sa ductilité reste suffisante pour qu'on puisse en façonner des fils ou des rubans de grande longueur.

La première application de l'alliage d'invar à la mesure des bases a été réalisée par MM. Benoit et Guillaume, directeurs du Bureau International des Poids et Mesures de Sèvres, à la suite de leurs études en laboratoire sur des fils de ce métal, qui furent équipés pour l'application de la méthode de Jäderin, laquelle utilisait des fils d'acier ordinaire. Les caractéristiques des fils d'invar employés par Benoit et Guillaume sont les suivantes : diamètre : 1,65 mm.; densité : 8,1; coefficient d'élasticité : 16.000 kgr. par mm²; section : 2,138 mm²; masse au mètre courant : 17,32 gr.; tension de service : 10 kgr.

Pour le transport et la conservation, les fils sont enroulés sur un tambour d'aluminium de 50 cm. de diamètre, monté dans une caissette, et sur lequel peuvent être enroulés 5 fils de 24 m. et 1 fil de 8 m. Ce mode de conservation ne modifie en rien, ainsi que l'a montré l'expérience, la longueur des fils.

Pour l'usage comme étalons, les fils sont munis à leurs extrémités de réglettes prismatiques en invar à section

en triangle rectangle isocèle, fixées aux deux extrémités du fil à l'aide de sertissures. Le long du biseau des réglettes est gravée une graduation en millimètres, sur une longueur de 8 cm., les deux échelles croissant dans le même sens. Pour éviter toute parallaxe de lecture, les arêtes des biseaux gradués sont ramenées dans le prolongement de l'axe du fil. Les réglettes se terminent par des anneaux où s'accrochent des porte-mousquetons dont le rôle est de faciliter la manipulation des fils, tout en évitant de les tordre. La longueur étalonnée est comprise entre les zéros des deux réglettes dont les graduations croissent toutes deux dans le même sens.

Pour la mesure, le fil est suspendu librement, sous une traction réalisée par un poids de 10 kgr. à chaque extrémité. L'action du poids se transmet aux bouts du fil par une corde sans torsion passant sur la gorge d'une poulie, montée sur billes, soutenue par un « piquet-tenseur ». Ce dernier dispositif est constitué par un pieu ferré de 2 m. environ de longueur, incliné à 45° sur l'horizon et portant une poulie montée sur billes. A hauteur de l'axe de la poulie viennent s'articuler deux contre-fiches avec vis de serrage, formant avec le pieu « support de poulie » un trièdre articulé qui prend appui sur le sol par des pointes de sabots ferrées, et peut s'adapter facilement aux irrégularités du terrain. Sur la gorge de la poulie passe une corde tressée, munie à une extrémité d'un crochet en S que l'on introduit dans l'anneau du porte-mousqueton du fil; à l'autre, d'un poids de 10 kgr. qui pend librement pour la mise en tension. Les repères terminaux des portées successives sont constitués par des trépieds d'instruments ordinaires, sur la tête desquels se fixent, à l'aide de pompes à ressorts, de petites plates-formes de laiton, montées sur trois vis calantes. Sur chaque plate-forme repose un « goujon-repère » constitué par un cylindre de cuivre vertical, terminé à la partie supérieure par un pan coupé à 45°. Sur ce pan coupé vient s'appuyer la réglette trian-

gulaire. L'autre partie de la face supérieure du goujon est argentée et porte un trait fin qui sert d'index pour la lecture des échelles des réglettes. Le cylindre du goujon-repère est fixé sur un socle tronconique muni d'un petit niveau à bulle, destiné à assurer la verticalité du goujon. Sur la face tronconique portent les pointes de 3 vis horizontales à 120° qui permettent de fixer d'une manière précise et ferme la position du goujon (le diamètre correspondant au pan coupé, dans l'alignement de la base).

Pour mesurer une portée, les repères mobiles sont posés approximativement à 24 m. l'un de l'autre, les piquets-tenseurs fixés de part et d'autre sur les prolongements de la portée, les poulies étant approximativement à hauteur des goujons-repères. Le fil, manié par les opérateurs à l'aide des porte-mousquetons, est placé de manière que les réglettes se présentent en position d'équilibre, à proximité des goujons-repères. Les crochets en S sont introduits dans les anneaux des porte-mousquetons et les poids tenseurs soutenus par des aides, sont lâchés progressivement et simultanément. Les réglettes doivent se placer contre le pan coupé du goujon, moyennant une légère pression latérale de l'observateur lorsque l'ensemble est convenablement réglé.

Il est à remarquer que, pour réaliser cette condition, le goujon, exactement aligné, ne peut être déplacé que par rotation autour de son axe. Il ne faut pour cela dévisser qu'une seule des trois vis qui pressent sur sa base tronconique, pour le réglage en direction du « pan coupé ». Les lectures des réglettes se font simultanément à un « commandement » du secrétaire. La différence des lectures donne l'appoint à 24 m. de la distance comprise entre les traits repères. Les lectures peuvent être reprises après déplacement longitudinal du fil. Les différences devraient rester constantes; pratiquement, elles peuvent varier de 1 à 2 dixièmes de millimètre. On fait ordinairement pour une même portée 5 lectures de cette espèce, au cours

desquelles il est nécessaire de prendre une ou deux déterminations de la température de l'air à l'aide d'un thermomètre-fronde. Le coefficient de dilatation très faible de l'invar permet cette approximation pour le calcul de la correction de dilatation. Les tambours d'aluminium portent en général 5 fils de 24 m. et un fil de 8 m. enroulés en spires jointives. Les extrémités, munies de réglettes, sont rattachées par les anneaux terminaux de celles-ci à des crochets à ressorts qui facilitent la manœuvre d'accrochage et limitent les tensions longitudinales appliquées. L'équipement complet d'un appareil de base comprend également un ruban d'invar de 4 m., gradué en millimètres, pour la mesure des appoints inférieurs à 24 m. Ces étalons sont également utilisés sous tension de 10 kgr., comme les fils eux-mêmes.

Pour la marche normale d'une mesure, il faut disposer d'une dizaine de trépieds-repères, de deux pieux tenseurs et de certains accessoires dont il sera parlé plus loin.

Les diverses phases d'une opération de ce genre comprennent :

- 1° L'étalonnage préalable des fils;
- 2° La recherche de l'emplacement et la reconnaissance du développement;
- 3° La préparation du terrain;
- 4° La mesure proprement dite, accompagnée d'un calcul provisoire;
- 5° Le réétalonnage des fils et le calcul définitif du résultat et des indices de précision.

1. ÉTALONNAGE DES FILS.

Les pays représentés au Bureau International des Poids et Mesures recourent en général à cet établissement pour la comparaison des fils aux étalons du mètre. Cette opération, qui dure ordinairement un mois, se fait au pavillon de Breteuil à Sèvres, sur une base permanente de 24 m.,

réalisée contre un mur d'une cave isotherme. La longueur de la base est comparée régulièrement aux étalons du mètre par l'intermédiaire de règles en invar de 4 m. de longueur, maintenues à 0° par de la glace fondante.

Les opérations d'étalonnage comprennent également, à l'heure actuelle, la détermination, pour chaque fil, de sa formule propre de dilatation, à l'aide d'un comparateur de 24 m., de construction spéciale. La formule comprend en général deux termes dont les coefficients diffèrent sensiblement d'un fil à un autre. Il est prudent d'ailleurs de faire vérifier cette formule pour chaque mesure nouvelle, même pour des fils qui n'ont pas été employés. On base sur ces données, l'établissement de tables de dilatation qui facilitent les calculs. On peut admettre que celles-ci fournissent de degré en degré les corrections à la longueur du fil, en fonction de la température de l'air, prise sur le terrain au thermomètre-fronde.

2. PRÉPARATION DE LA BASE.

Au début de l'utilisation des appareils d'invar on tenta de simplifier considérablement les opérations de mesure et notamment la préparation du terrain, en la réduisant à un simple dégagement de faible largeur; certains mécomptes ramenèrent à une prudence plus grande. Nous donnons ci-après une méthode de travail qui résulte d'expériences faites en Belgique et au Congo sur un certain nombre de bases de longueurs variant de 2 à 16 km.

Lorsqu'une mesure de base apparaît nécessaire, une reconnaissance s'impose pour la fixation du site de cette mesure, de la longueur à prévoir et du raccordement au réseau.

En ce qui concerne le site, il faut pouvoir disposer d'un terrain présentant de longues pentes uniformes, n'atteignant qu'exceptionnellement 5 %, dépourvu d'obstacles tels que des haies, des fossés, des murs, des habitations, des cours d'eau, des tranchées, etc. Les extrémités de la

longueur à mesurer doivent se voir, l'une de l'autre, au besoin par l'érection de signaux peu élevés.

Des vues latérales étendues sont indispensables pour le développement et le raccord au réseau. Ces conditions peuvent se trouver notamment sur certaines routes ou chemins, sur des digues anciennes, des coupe-feux en forêt, le long de canaux, etc.

Les extrémités ou termes doivent être, garnies de signaux pour les rendre visibles de loin. Il est prudent cependant de ne pas devoir les réaliser trop élevées, sous peine d'introduire des erreurs de centrage qui peuvent se modifier et faire perdre dès le début la précision réalisée dans la mesure.

La longueur à mesurer est très variable; elle dépend principalement du site et de la nature du terrain. L'idéal serait d'atteindre un côté normal de triangle, de l'ordre de la dizaine de kilomètres, par exemple. Pratiquement on ne dépasse guère une vingtaine de kilomètres et l'on ne descend pas au-dessous de 2 ou 3 km. Avant de fixer définitivement les emplacements des termes, il est nécessaire d'arrêter le dispositif très important de *raccordement au réseau*. Il comprend un petit nombre de triangles, souvent enchevêtrés, et de formes généralement défavorables, entre la base mesurée et le côté de jonction.

Le choix des sommets et la précision à réaliser dans les mesures d'angles peuvent être examinés en s'aidant d'un calcul approché de l'erreur moyenne relative du côté de raccordement et en s'efforçant de maintenir cette erreur au-dessous d'une fraction donnée de la longueur du côté de jonction.

Ce calcul ne pourrait rigoureusement s'effectuer sans connaître les indices de précision des mesures; cependant, quand les instruments et les méthodes de travail ont été expérimentés, on possède des valeurs approchées de ces erreurs moyennes et il est possible de fixer d'avance les

limites de précision à réaliser. On peut tabler notamment sur les remarques suivantes :

Soit η l'erreur de fermeture d'un triangle; l'erreur moyenne des angles du triangle correspondant à cette fermeture est $\frac{\eta}{\sqrt{3}}$.

L'erreur moyenne d'un des angles corrigés par répartition égale de l'erreur de fermeture est $\frac{1}{3} \eta = 0,66 \eta$.

L'erreur moyenne relative $\rho_a = \frac{\delta_a}{a}$ d'un des côtés calculés peut être donnée par

$$\rho_a^2 = 1,18 \eta^2 (\delta_A^2 + \delta_B^2 + \delta_A \delta_B) 10^{-12},$$

formule dans laquelle δ_A , δ_B sont les différences log. sin. pour 1" des angles A et B, opposés respectivement au côté connu a et au côté cherché b , exprimées en unités de la 6^e décimale logarithmique.

Pour une chaîne simple de triangles qui n'ont entre eux qu'un seul côté commun,

$$\rho_a^2 = 1,18 \eta^2 \Sigma (\delta_A^2 + \delta_B^2 + \delta_A \delta_B) 10^{-12}.$$

Le calcul de ρ_A ne demande que des valeurs grossières des angles A et B, telles que celles que fournit une reconnaissance. Cette formule s'applique à un enchaînement de triangles simples entre la base mesurée et le côté dont on cherche la précision.

Dans le cas de triangles enchevêtrés, la formule peut se modifier pratiquement comme suit : on choisit l'enchaînement de triangles simples, entre le côté initial et le côté final, qui présente les coefficients les plus favorables, et l'on remplace l'erreur moyenne d'un angle compensé, par l'erreur moyenne de l'angle de poids moyen de la figure,

que l'on peut prendre égale à $\varepsilon' = \sqrt{\frac{n - n_c}{n}} \times \varepsilon_m$, n étant le nombre d'angles observés et n_c le nombre de conditions géométriques de la figure choisie.

Il est donc possible dans ces conditions de limiter, à priori, les erreurs résultant du développement et de choisir les sommets de manière à ramener à la proportion voulue l'effet des inexactitudes que cette opération entraîne. Pour plusieurs figures s'enchaînant par un de leurs côtés, les coefficients de rigidité s'additionnent en valeur absolue; il suffit, pour arrêter le schéma du développement, de choisir la combinaison de triangles qui donne la somme minima, parmi celles qui sont possibles.

Les termes de la base sont évidemment deux signaux imposés. Il est particulièrement important d'y assurer, d'une manière rigoureuse, le centrage des cercles de mesure. L'idéal est de pouvoir déposer le cercle sur le sommet même du terme et de remplacer, pour l'observation, l'instrument par un miroir d'hélio exactement centré sur le goujon terminal. Quand cela n'est pas possible, il faut surmonter le terme d'un support d'instrument et d'une mire très stables, dont les centrages précis sont à vérifier avant et après chaque opération de mesure, de préférence par des visées verticales au théodolite, couplées de manière à balancer l'effet des erreurs instrumentales.

Les mesures angulaires, relatives au développement, peuvent évidemment suivre la mesure proprement dite. Il est cependant indiqué de ne pas laisser entre ces deux opérations un temps trop long si l'on veut garder toutes les garanties de stabilité nécessaires à cette opération fondamentale.

La phase suivante de préparation est l'aménagement du terrain de la mesure entre les deux termes extrêmes. Elle comprend d'abord : un dégagement du sol entre les extrémités, pour assurer l'alignement des repères mobiles, leur mise à distance convenable, le transport des fils et des instruments de mesure, ainsi que la circulation facile des équipes. On procède en même temps à la construction des deux termes, qui peuvent être constitués par des mono-

lithes de béton de section carrée, appuyés sur une solide fondation, laquelle sera percée de deux couloirs à angle droit. Au centre de l'intersection de ces couloirs on aura scellé un repère en cuivre avec croisée de traits sur argent, marquant la verticale de l'extrémité de la base. Cette fondation sert d'appui, par exemple, à une borne en tronc de pyramide à section carrée, dont la base supérieure, à 1^m25 au-dessus du sol, porte un second repère, scellé dans la verticale du repère souterrain. Ce repère supérieur pourra être protégé, après la mesure, par une coiffe métallique solidement fixée au massif bétonné. La coïncidence entre les verticales des deux repères peut être assurée par des visées au théodolite passant, pour le repère souterrain, par deux couloirs à angle droit ménagés dans la fondation.

Un chaînage préalable, guidé par quelques visées au théodolite, permet de localiser les « fins de sections » à une *quarantaine de portées* l'une de l'autre. Leurs positions peuvent être préparées par des plates-formes en béton d'une dizaine de centimètres d'épaisseur et de 1 m. à 1^m50 de côté, au centre desquelles on scelle un repère auxiliaire constitué, par exemple, par une tige de cuivre de 1 ou 2 cm. de diamètre et d'une dizaine de centimètres de long, alignée sur les termes principaux et ne dépassant la plate-forme que de 1 à 2 cm. Il est toujours avantageux d'éviter l'emploi, dans la mesure, des étalons d'appoint (fil de 8 m. et ruban de 4 m.), qui font perdre du temps et de la précision, en donnant à chaque section une longueur, multiple exact de la longueur du fil.

Le terme fin de section peut être constitué par une lourde charpente de bois surmontée d'un plateau avec goujon-repère, le tout pouvant être immobilisé par un chargement de blocs de pierres ou de sacs de sable.

On peut marquer ensuite, dans chacune des sections, les emplacements des trépieds-repères, par des piquets en bois, enfoncés à intervalles de 24 m. jusqu'au ras du sol

et alignés par visées des extrémités de sections. Les abords de l'alignement seront dégagés de manière à permettre un transport facile des fils, au cours de la mesure.

L'équipement établi par la maison Carpentier comprend, pour la pose des repères intermédiaires : une lunette spéciale, montée sur une douille coiffant exactement le goujon des trépieds-repères. Elle permet de réaliser l'alignement des goujons, par prolongement; les distances des trépieds entre eux peuvent être réglées, au moment de la mesure, à l'aide d'un gabarit constitué par un câble d'acier portant des marques réglées à l'intervalle voulu. Nous préférons à ce système, qui demande pour fonctionner régulièrement une certaine habitude et un terrain en longues pentes régulières, la fixation *préalable* des emplacements de trépieds par un piquetage complet dans chaque section, basé sur un jalonnement au théodolite et un chaînage. Au moment de la mesure, les trépieds sont centrés directement sur les piquets en place. L'alignement correct des goujons se rectifie alors rapidement et d'une manière précise à l'aide d'un théodolite centré sur l'un des termes ou sur un piquet préalablement contrôlé et dont la visée est dirigée sur l'un ou l'autre des repères terminaux.

On peut, en procédant de cette façon, accélérer le travail de mesure proprement dit, diminuer l'encombrement du terrain au cours de l'opération principale et arriver à une progression régulière et facile; les trépieds se mettent directement en place et l'alignement n'a plus à être assuré que pour le goujon de mesure, sur lequel on peut agir par les vis antagonistes de la tête du trépied-repère. Remarquons, en passant, qu'une fois le goujon correctement aligné, il faut amener l'arête du pan coupé supérieur dans l'alignement de la base; cette opération n'est faite, au cours des travaux préparatoires, que d'une manière approchée. Lors de la mesure de la portée, il faut l'assurer définitivement en agissant sur *une seule* et même

vis horizontale du goujon avant, convenablement choisie; l'observateur « avant » amène pour cela l'arête du biseau en contact complet avec le bord divisé de la réglette du fil. La vis utilisée est alors resserrée définitivement pour les observations. Le fil, étant équilibré, se déplace très aisément par une traction légère dans le sens longitudinal, que l'on peut opérer alternativement dans les deux sens, et les lectures se répètent rapidement dans diverses parties de la graduation.

Lorsque la base a été préparée sur toute sa longueur, les opérations de mesure proprement dites peuvent commencer. Pour un travail rapide et régulier il est nécessaire de répartir le personnel en quatre équipes, comme suit :

1° *L'équipe de préparation*, chargée du placement et du transport des repères mobiles, de leur alignement et du nivellement entre repères;

2° *L'équipe des fils*, qui assure les mesures de portées;

3° *L'équipe de nivellement*;

4° *L'équipe des calculs*, qui fournit le contrôle immédiat des opérations.

Nous supposons le sol dégagé sur une largeur de 1 m. de toute végétation.

Équipe de préparation.

Elle comprend : le personnel chargé de la mise en place des repères mobiles, de leur réglage en alignement et de leur transport.

Les piquets, plantés au cours des opérations de préparation, permettent de localiser immédiatement les positions des trépieds-repères, dont les plates-formes sont d'abord horizontalisées à vue, puis à l'aide du niveau des goujons. L'alignement correct de ces derniers se fait, comme nous l'avons dit, à l'aide d'un théodolite placé à l'une des extrémités de la section dont l'axe optique est dirigé vers le signal de fin de section. Il est avantageux

d'avoir pour l'observation un appareil fixé sur un pied à décentrement. Après mise en station du goujon-repère à l'aide du petit niveau du socle et des vis calantes du plateau de support, l'alignement est contrôlé au théodolite et les trois vis serrées à fond.

Lors de la mesure, il sera souvent nécessaire de régler la direction du pan coupé du goujon, suivant l'alignement de la base. Cela sera fait par l'observateur « avant », en ne desserrant qu'une seule des vis antagonistes qui appuient sur le socle du goujon, en assurant le contact parfait le long de la réglette après la mise en tension et en resserrant à fond la vis desserrée, avant de se déclarer « prêt ».

Il est avantageux, pour assurer ces alignements préalables, de disposer d'un théodolite sur plate-forme à décentrement dont la lunette permette une mise au point sur un objet très rapproché; c'est généralement le cas des lunettes à balladeuse intérieure, du type Wild.

Equipe de mesure.

Cette équipe est constituée par les observateurs aux réglettes et les aides aux trépieds-tenseurs, le secrétaire et les porteurs de fils. Un tambour de l'équipement Carpentier porte ordinairement 5 fils de 24 m. et un fil de 8 m. Un ruban de 4 m., gradué sur toute sa longueur en millimètres et enroulé sur croisillon, est également utilisé pour la mesure des appoints des portées extrêmes. Ces étalons auxiliaires s'emploient dans les mêmes conditions de sujétion que les fils eux-mêmes.

La mesure se fait en général à l'aide de deux ou trois fils, que l'on transporte d'une portée à la suivante, accrochés par les anneaux de leurs porte-mousquetons à deux perches verticales confiées à des aides qui doivent suivre avec attention le déroulement des opérations de lecture pour éviter les fausses manœuvres.

Pendant les déplacements, les observateurs soutiennent

les fils à la main, de manière à les empêcher de battre l'un contre l'autre ou de traîner sur le sol. Pour la mesure d'une portée, les perches de transport des fils sont amenées à proximité immédiate des trépieds-repères, face aux observateurs, et à portée de leur main. Les manœuvres et les lectures s'exécutent toutes au commandement du secrétaire et dans l'ordre qui suit :

Les observateurs décrochent les fils et engagent les anneaux des porte-mousquetons sur les crochets de cuivre des poids, que leur présentent les aides chargés des trépieds-tenseurs. Le fil est mis graduellement en tension, par lâchage progressif des poids, en veillant au maintien de son équilibre. Cette dernière manœuvre est assez délicate et réclame beaucoup d'attention de la part de l'équipe tout entière. Elle doit être surveillée de près par les observateurs, afin d'obtenir un contact parfait entre les goujons et les réglettes au moment du signal de lecture. Il faut, pour faire les lectures correctement, que les biseaux gradués des réglettes (les poids-tenseurs étant lâchés) viennent s'appliquer d'eux-mêmes le long des pans coupés des goujons, ou qu'il suffise pour cela d'une légère pression latérale, normale à la réglette. La position des piquets-tenseurs est à surveiller spécialement au point de vue stabilité pour éviter les chocs et les actions anormales sur le fil ou les réglettes. Il est donc à conseiller d'assurer préalablement le dressage du personnel en se servant d'un fil d'exercice. Pour assurer un contact correct entre le goujon et la réglette, il faut également éviter les pentes longitudinales dépassant 5 à 6 %.

La détermination d'une valeur de portée peut se pratiquer comme suit :

Les lectures des réglettes se font au « top » du secrétaire; on répète chacune d'elles ordinairement 5 fois, en déplaçant le fil longitudinalement de manière à répartir les origines sur l'échelle des réglettes, le mouvement se faisant alternativement dans les deux sens. Le secrétaire

vérifie si les résultats ne présentent aucune anomalie et fait éventuellement prendre des lectures complémentaires pour que les écarts des résultats ne présentent pas d'erreurs grossières, atteignant ou dépassant, par exemple, 0,3 mm.

Pour des réglettes graduées dans le sens gauche-droite la distance entre les traits repères est égale à $24 \text{ m.} + \frac{\Sigma l_d - \Sigma l_g}{n}$ ou $24 \text{ m.} + \frac{\Sigma (l_d - l_g)}{n}$.

Étant donnée la manière d'utiliser les fils, on peut admettre qu'ils possèdent, au moment des lectures, la température de l'air ambiant.

Le relevé de cette température est fait par le secrétaire à l'aide d'un thermomètre-fronde qu'il lit une fois *au moins* au cours d'une mesure de portée.

Bien que les poulies transmettant l'action des poids-tenseurs soient montées sur billes, il est bon de profiter des déplacements nécessaires aux diverses lectures d'une même portée pour éliminer l'effet des frottements résiduels sur les axes; il suffit, par exemple, de charger alternativement les deux observateurs de régler ce déplacement, ou encore de changer le sens du déplacement à chaque lecture. Il est également indiqué de procéder, sur les portées extrêmes d'une même section, à une comparaison entre les fils de mesure et un troisième fil choisi comme référence. Quand les repères terminaux ne sont pas du modèle des goujons de trépieds, il est préférable de faire cette comparaison sur la seconde et sur l'avant-dernière portée.

Pour la mesure des portées inférieures à 8 m., on utilise un ruban d'invar de 4 m., gradué en millimètres sur toute sa longueur, que l'on met sous tension de 10 kgr. à l'aide du dispositif habituel, le ruban étant muni d'anneaux à ses extrémités. Il est en général possible, ainsi que nous l'avons dit précédemment, d'éviter cette complication par une préparation très poussée du piquetage préalable aux mesures.

Notons enfin qu'il est nécessaire, afin de pouvoir vérifier si aucune dilatation anormale ne s'est produite au cours des opérations, de mesurer les portées extrêmes à l'aide de 3 fils au lieu de 2. Les résultats des comparaisons permettent immédiatement de déceler toute dilatation anormale des fils et d'y remédier, s'il y a lieu, sur place par le remplacement du fil instable.

Pour être complète, la détermination d'une section comprendra au moins : une mesure dans les deux sens, à l'aide de 2 fils. Avec un nombre de fils suffisant, on peut changer les étalons pour chacun des sens de mesure. En terrain favorable les résultats ne présenteront guère de divergences supérieures à $1/10^6$ de la longueur totale mesurée.

Équipe de nivellement.

Le personnel chargé de la mesure aux fils doit être précédé ou suivi de près par l'équipe chargée de la détermination de l'inclinaison des portées. Un matériel construit dans ce but par Carpentier comprend : une lunette spéciale, montée sur une douille qui peut coiffer exactement le goujon-repère des trépieds. Sur cette lunette est fixée une fiole de niveau, réglée pour rendre l'axe optique horizontal. Cette lunette peut pivoter légèrement en plongée sous l'action d'une vis micrométrique destinée à ramener la bulle du niveau au repère, pour l'observation.

L'axe optique de la lunette est réglé en parallélisme avec l'axe de la fiole par les moyens habituels. Le réticule est gravé d'une échelle de pentes en %. Elle correspond à une distance d'observation de 24 m. Le zéro de la graduation fixe la position de l'axe optique. Le dispositif est complété par des mirettes avec trait noir horizontal, montées sur douilles dont on coiffe les goujons des trépieds voisins. Le trait de la mirette et le zéro de l'échelle réticulaire de la lunette sont à même distance au-dessus des goujons.

La longueur de visée étant constante, la distance entre l'image de la mirette et le zéro de l'échelle est proportionnelle à la pente de la visée quand l'axe optique est horizontal. La pente cherchée peut donc être lue directement sur une échelle réticulaire appropriée. Pour assurer la condition de réglage, on fait une lecture à la lunette, bulle entre repères, à chaque extrémité de la portée. En cas de divergences légère entre les valeurs absolues des deux observations réciproques, on en forme la moyenne et on amène l'image du trait sur la graduation du réticule correspondant à cette moyenne, à l'aide de la vis de plongée. On ramène ensuite dans cette position la bulle au repère, par le jeu de ses vis de réglage. Les graduations réticulaires peuvent se vérifier par l'observation d'une mire divisée en centimètres, placée à 24 m. de distance en terrain horizontal. Remarquons que la moyenne des observations prises à chacune des extrémités de la portée correspond à la pente cherchée, dans le cas où le réglage est incorrect.

La table des corrections en millimètres est basée sur la formule

$$C_h = 24 \times 10^3 (1 - \cos \alpha) = 48 \times 10^3 \times \sin^2 \frac{\alpha}{2},$$

α étant l'angle d'inclinaison de la droite joignant les sommets des deux goujons. On peut également calculer par la formule $C_h = \frac{\Delta h^2}{48 \times 10^3}$, C_h et Δh étant exprimés en millimètres. Cette correction se calcule facilement à la machine. La détermination de Δh peut, d'autre part, se faire par *nivellement horizontal*, en utilisant une mire légère graduée en centimètres que l'on dispose sur les sommets des goujons et un niveau à lunette qui peut être mis en station, par exemple, à hauteur du milieu de chaque intervalle de cinq portées consécutives. Ce nivellement, qui suit ou précède immédiatement la mesure aux fils, contrôlé par la fermeture sur les termes de chaque

section, donne les différences de cotes des goujons, lesquelles, divisées par les longueurs de portées, fournissent les pentes nécessaires pour le calcul des corrections définitives. Ce dernier système donne, pensons-nous, plus de garanties que le premier, et il peut être contrôlé par les résultats du nivellement entre les termes « fins de sections ». Il est d'ailleurs moins affecté par l'influence de la réfraction atmosphérique.

Pratiquement, cependant, il est bon de recourir simultanément aux deux systèmes. Le nivellement à la lunette éclimétrique peut être utilisé sur place pour un calcul rapide provisoire; le nivellement au niveau, plus précis, sera employé pour les calculs définitifs. Il pourra, d'autre part, être prolongé pour assurer le raccord au nivellement général destiné, comme nous le verrons, au calcul de la réduction de la longueur mesurée au niveau de la mer.

Correction complémentaire de pente.

La longueur prise comme « étalon » est en réalité la corde qui joint les zéros des réglottes terminales. Lorsque les extrémités du fil ne sont pas au même niveau, la figure d'équilibre est toujours un arc de chaînette dont la longueur reste la même, mais dont la corde peut différer d'une quantité qui s'accroît avec l'inclinaison de la droite qui joint les extrémités. La différence devient sensible dès qu'elle dépasse l'approximation des lectures, et demande alors l'intervention d'une « correction secondaire d'inclinaison ». Cette correction a été tabulée par MM. Benoit et Guillaume pour les fils de 24 m., de la manière suivante :

L'équation de la chaînette, rapportée comme axes rectangulaires à la tangente en son point le plus bas (axe des x) et à la normale en ce même point, s'écrit :

$$y = \frac{1}{4} a [e^{2ax} + e^{-2ax} - 2],$$

avec $a = \frac{p}{2f}$, p étant le poids du fil au mètre courant, et f

la traction appliquée. Cette équation peut se développer comme l'ont fait Benoit et Guillaume sous la forme

$$y = ax^2 + \frac{1}{3}a^3x^4 + \dots$$

La longueur l de l'arc, entre les abscisses extrêmes x_1 et x_2 , est donnée par la formule

$$l = \int_{x_1}^{x_2} \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} = F(x_1, x_2).$$

La distance λ des deux appuis est

$$\lambda = \frac{x_2 - x_1}{\cos \alpha}$$

avec

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}.$$

De ces relations on peut tirer

$$l - \lambda = \frac{1}{6}a^2(x_2 - x_1)^3 - \frac{1}{12}a^4(x_1 + x_2)^2(x_2 - x_1)^3.$$

Quand les appuis sont de niveau, $x_1 = -x_2$,

$$(l - \lambda)_0 = \frac{1}{6}a^2\lambda^3,$$

λ étant la longueur étalonnée, soit 24 m.

Pour une pente α , on trouvera

$$(l - \lambda)_\alpha = f(x_1, x_2)$$

et

$$\lambda_\alpha - \lambda_0 = \frac{1}{6}a^2\lambda^3 - f(x_1, x_2).$$

Cette valeur peut être calculée en partant de α , par le calcul de x_1 et x_2 , à l'aide des relations

$$x_2 - x_1 = 24^m \cos \alpha, \quad \text{et} \quad x_2 + x_1 = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{a}.$$

Benoit et Guillaume ont dressé les tables de la correction : $\lambda - \lambda_0$, pour le cas des fils de 24 m. sous tension

de 10 kgr. Elles sont publiées dans leur ouvrage : « La mesure rapide des bases géodésiques ».

A titre documentaire, signalons que pour un fil de 24 m. et une tension normale de 10 kgr., la première correction atteint, pour $tg\alpha=0,20$, $C=466,063$ mm. et la seconde $C'=0,131$ mm. La valeur de cette dernière correction peut être obtenue par l'emploi d'un graphique déduit de la table, qui facilite les interpolations.

Pour les inclinaisons assez fortes, on peut tenir compte des appoints de portées lus aux réglettes terminales. On a en effet, pour la distance entre les repères des goujons, à laquelle s'applique la réduction à l'horizon

$$l = 24^m + a + \varepsilon,$$

a étant l'appoint fourni par les réglettes et ε la correction d'étalonnage.

La correction totale de réduction à l'horizon est donc

$$C_p = (24 + a + \varepsilon)(1 - \cos \alpha),$$

soit

$$24(1 - \cos \alpha) + a(1 - \cos \alpha) + \varepsilon(1 - \cos \alpha).$$

Les tables de correction donnent

$$C_p = C_{24} + \frac{a}{24} C_{24} + \frac{\varepsilon}{24} C_{24},$$

Or, nous pouvons écrire

$$C_{24} = 24(1 - \cos \alpha)$$

et pour la correction totale,

$$\Sigma C_p = \Sigma C_{24} + \frac{1}{24} \Sigma (a C_{24}) + \frac{\varepsilon}{24} \Sigma C_{24}.$$

Le calcul du second terme peut être reporté sur la base entière, en remarquant que le signe Σ correspond ici à une somme algébrique, les valeurs a , étant parfois positives et parfois négatives. D'autre part, les valeurs des corrections étant généralement calculées en prenant comme unité le millimètre, il faut multiplier les deux derniers termes par 10^3 .

Correction de température.

Elle est basée sur l'équation de dilatation du fil. Au début de l'utilisation des fils d'invar, le coefficient de dilatation était considéré comme identique pour tous les fils provenant d'un même coulée. La détermination de ce coefficient se faisait alors sur une éprouvette, prélevée dans le lingot d'où provenaient les fils, sans plus. Il fut reconnu, dans la suite, et notamment dans la mesure de la base de la Semliki, sur l'arc équatorial du 30°, que cette pratique pouvait amener à des erreurs sensibles. La formule de dilatation est actuellement déterminée au laboratoire pour chaque fil, pris séparément, à l'aide d'un comparateur spécial de 24 m. Elle peut s'exprimer en général par deux termes : l'un, proportionnel à la température t , l'autre, au carré t^2 de cette température. Chaque fil possède donc actuellement sa table de dilatation propre qu'il est bon de faire vérifier avant tout emploi important.

La pratique semble donc infirmer certaines déductions admises au début de l'application des fils aux mesures de bases géodésiques, au sujet de l'uniformité parfaite des facteurs physiques qui caractérisent les aciers « invar » d'une même coulée. L'expérience montre que ces facteurs varient très sensiblement d'un fil à un autre et qu'il est indispensable, pour atteindre à une précision de l'ordre de $1/10^6$, d'encadrer toute mesure entre deux étalonnages complets comprenant au moins la comparaison des fils au point de vue de la longueur et autant que possible même la vérification de leurs coefficients de dilatation linéaire individuels.

Pour ce qui concerne la variation de la longueur des fils entre deux étalonnages, il y a lieu de discuter la valeur à choisir pour le moment de la mesure. Elle pourra être déduite, tout au moins en première approximation, d'une interpolation linéaire en fonction du temps en partant des états constatés. On peut ainsi dresser, pour chacun des fils, un diagramme ou une table de variation en fonc-

tion du temps d'après les résultats des étalonnages successifs, de manière à fixer éventuellement la méthode d'interpolation.

MM. Benoit et Guillaume recommandent dans leur ouvrage sur « La mesure rapide des bases géodésiques » une correction de dilatation « résiduelle » fonction de la température moyenne à laquelle les fils ont été utilisés. Elle est toujours très faible; il semble que la pratique actuelle, consistant à déterminer directement les conditions de variation des fils avec la température, permette de négliger cette correction, en la supposant fournie par la courbe de variation déduite des étalonnages.

Correction de pesanteur.

Le fil est mis sous tension à l'aide de poids de 10 kgr., agissant aux deux extrémités. Si la mesure est faite à une latitude différente de celle du bureau d'étalonnage, l'intensité de la pesanteur a changé. La variation étant la même pour les poids-tenseurs et pour le fil, dont les masses ne varient pas, la figure d'équilibre du fil reste la même, mais l'allongement élastique du fil diffère. Si l est la longueur du fil, σ sa section, E le coefficient d'élasticité de l'invar, f , le poids-tenseur, Δf la variation de ce poids due à la latitude, l'allongement élastique supplémentaire du fil sera

$$\Delta l = \frac{l}{\sigma} \times \frac{\Delta f}{E} = \frac{l}{\sigma} \times \frac{f}{E} \times \frac{\Delta f}{f}.$$

Si M est la masse correspondant à f , g l'attraction de la pesanteur,

$$f = Mg \quad \text{et} \quad \Delta f = M \Delta g,$$

d'où

$$\Delta l = \frac{l}{\sigma} \times \frac{f}{E} \times \frac{\Delta g}{g} = k \frac{\Delta g}{g},$$

k étant sensiblement constant.

La loi de variation de la pesanteur en fonction de la latitude φ est

$$g_{\varphi} = g(1 + \gamma \sin^2 \varphi).$$

Si φ_s est la latitude du bureau d'étalonnage, on aura

$$g_s = g(1 + \gamma \sin^2 \varphi_s).$$

Si

$$\Delta g = g_\varphi - g_s,$$

on pourra écrire

$$\frac{\Delta g}{g} = \gamma (\sin^2 \varphi - \sin^2 \varphi_s).$$

L'allongement dû à la variation de g en fonction de la latitude sera donc

$$\Delta l = k\gamma (\sin^2 \varphi - \sin^2 \varphi_s).$$

Pour un fil de 24 m. tendu par un poids de 10 kgr. à chaque extrémité, on obtient

$$\Delta l = 0^{\text{mm}}036646 (\sin^2 \varphi - \sin^2 \varphi_s).$$

Cette correction agit comme une correction d'étalonnage et doit être appliquée à la base entière.

Correction de réduction au niveau de la mer.

Si H est l'altitude d'une portée au-dessus du niveau de la mer, l , la longueur de la portée et R le rayon de courbure moyen à l'endroit de la mesure, la correction pour ramener une portée au niveau de la mer est

$$C_H = l \times \frac{H}{R + H} \equiv l \frac{H}{R},$$

H étant en général très petit en comparaison de R et ne dépassant pas le millionième, au-dessous de 6.000 m.

Pour la base entière, la correction sera

$$\Sigma C_H = l \times \frac{\Sigma H}{R}.$$

Si B est la longueur totale de la base et n le nombre de portées, nous poserons $l = \frac{B}{n}$ et nous aurons pour la base entière

$$\Sigma C_H = \frac{B}{R} \times \frac{\Sigma H}{n} = \frac{B}{R} \times H_m,$$

H_m est la moyenne des altitudes des portées successives.



Terme Sud de la base du Canal maritime avec signal.



Terme Nord de la base de Habay, avec hélio pour l'observation de direction.



Equipe de mesure transportant les fils
(base de Habay).



Terme Sud de la base de Habay avec coiffe protectrice.



Lecture à la réglette Carpentier
(base de Habay).



Terme intermédiaire avec goujon coiffé de la lunette de nivellement
(base de Habay).



Mesure d'une portée (base de Habay).

Pour R il faut choisir le rayon de courbure de la section verticale dont l'azimut correspond à celui de la base. Il peut se déduire des rayons de courbure principaux, fonctions de la latitude, par la relation connue

$$\frac{1}{R} = \frac{\cos^2 \alpha}{\rho} + \frac{\sin^2 \alpha}{N},$$

où ρ est le rayon de courbure méridien, soit

$$\rho = \frac{a(1 - e^2)}{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)^{3/2}},$$

et N la grande normale,

$$N = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2 \varphi)^{1/2}},$$

à la latitude moyenne de la base, dont l'azimut est α .

Au cours de ces dernières années, quelques perfectionnements de détails ont été apportés par le Service Géodésique français aux appareils de mise en œuvre des fils de l'équipement Carpentier. Le *dispositif tenseur* a été rendu plus maniable et plus facile à adapter au terrain, tout en conservant dans son principe la disposition ancienne. Les *goujons* des trépieds mobiles sont munis d'un *niveau plus sensible* qu'autrefois. Ils peuvent être coiffés d'une lunette d'alignement centrée sur leur axe, à laquelle s'accroche un câble-gabarit qui sert à régler la distance entre les repères. Quand les emplacements de trépieds n'ont pas été fixés d'avance, cette disposition dispense du piquetage préalable que nous avons décrit précédemment. Il est prévu de même, pour le nivellement des repères, une lunette d'un modèle plus précis que la lunette Carpentier; elle s'adapte comme celle-ci sur le goujon et est munie d'une fiole de niveau, réglée en parallélisme avec l'axe optique. Le réticule est gravé d'une échelle qui donne l'inclinaison de la portée par observa-

tion d'une mirette dont on coiffe les goujons précédent et suivant. La pente de la portée se lit à hauteur de l'image du trait-repère de la mirette placée sur les goujons observés. Une erreur résiduelle de réglage en parallélisme pour la ligne de visée peut être éliminée dans la moyenne des observations « avant » et « arrière » d'une même portée, d'une manière suffisante pour le calcul des corrections de pente. Le principe du nivellement est le même que dans l'équipement Carpentier, mais la réalisation est plus précise. Ces dispositions permettent, surtout dans le cas de bases longues, de gagner du temps sur la préparation du terrain; nous croyons cependant que le fait d'assurer une préparation plus poussée, notamment par un piquetage préalable et précis des portées, assure une sécurité plus grande aux mesures en simplifiant les opérations de terrain et en diminuant le personnel nécessaire à la mesure proprement dite.

Voici, à titre documentaire, les indices de précision obtenus pour les bases belges :

Base des Ardennes (5.554 m.) :

Erreur moyenne de la mesure... ..	2 ^{mm} 093	} Site accidenté.
Erreur moyenne relative	$\frac{1}{2.654.000}$	
Erreur moyenne d'une portée	0 ^{mm} 182	

Base du canal maritime (Zeebrugge) (4.560 m.) :

Erreur moyenne de la mesure... ..	0 ^{mm} 790	} Digue du canal.
Erreur moyenne relative	$\frac{1}{5.772.000}$	
Erreur moyenne d'une portée	0 ^{mm} 036	

Base de la Campine (Molle) (5.448 m.) :

Erreur moyenne de la mesure... ..	0 ^{mm} 639	} Chemin d'exploitation.
Erreur moyenne relative	$\frac{1}{587.000}$	
Erreur moyenne d'une portée	0 ^{mm} 060	

Emploi des rubans d'invar.

Les points faibles des fils géodésiques se trouvent aux sertissures de jonction entre le fil et ses réglettes terminales. Un examen minutieux montre parfois l'existence, en ces endroits, de fissures microscopiques transversales où peuvent s'introduire des matières étrangères capables de provoquer, au cours des manipulations, de faibles variations de l'équation du fil, suffisantes toutefois pour rendre illusoire l'approximation obtenue dans les lectures.

Certains constructeurs ont réalisé, pour éviter cet inconvénient, des rubans sur lesquels les échelles peuvent être tracées directement. L'équipement Carpentier comprenait déjà, pour la mesure des appoints inférieurs à 24 m., un ruban de 4 m. divisé en millimètres. On parvint à en fabriquer d'une longueur de 100 m. Ces derniers sont toutefois d'un maniement très délicat, et l'on utilise guère actuellement dans la pratique que des rubans de 50 m. au maximum. Nous en examinerons deux applications : l'une réalisée aux États-Unis, l'autre en Angleterre.

I. EMPLOI DES RUBANS D'INVAR AU COAST AND GEODETIC SURVEY. — Les Américains utilisent couramment depuis plus de 20 ans, pour la mesure des bases du réseau trigonométrique des États-Unis, des rubans d'invar d'une longueur totale de 53 m. ayant une section de 7 mm. x 0,5 mm. Le ruban se termine par des anneaux destinés à la manipulation et à la mise sous tension. La longueur étalonnée qui est de 50 m. est comprise entre deux traits gravés transversalement sur le ruban; on les utilise pour « reporter » sur le terrain la distance qui les sépare, dans les conditions que nous donnons ci-après. D'autre part, le milieu du ruban est indiqué par une marque spéciale. Le report demande un aménagement préalable du terrain, destiné principalement à placer le ruban dans des conditions identiques à celles de l'étalonnage,

c'est-à-dire suspendu par les extrémités et appuyé au milieu, en un point situé sur la droite joignant les extrémités, sous une traction horizontale de 10 kgr., appliquée et mesurée à l'aide d'un peson.

Sur le terrain, ces conditions sont réalisées, en marquant les extrémités de la longueur étalonnée par des piquets, enfoncés solidement dans le sol, dont les têtes sont garnies de lamelles de cuivre sur lesquelles se fait le report des repères terminaux du ruban. L'appui médian est réalisé, soit par l'arête d'un piquet biseauté enfoncé à égales distances des piquets extrêmes, et sur l'alignement exact des deux appuis, soit encore à l'aide d'une boucle de fil de fer, supportée par une tige fixée sur le piquet médian. La longueur de cette boucle est réglée de manière à garder les trois appuis du ruban suivant une même ligne droite.

La mise sous tension s'obtient par traction longitudinale, en agissant sur des tiges de fer appointées, fichées dans le sol suivant le plan vertical du ruban et fonctionnant comme des leviers appuyés sur la pointe. A hauteur des piquets extrêmes sont fixées sur ces tiges des bagues, réglables en hauteur. Elles servent d'appui à des cardans auxquels sont reliées les poignées du ruban. A l'avant est intercalé, entre le ruban et la tige de tension, un peson précis réglé préalablement pour l'effort de traction à réaliser, en utilisant soit un poids étalon, soit un dynamomètre vérifié en laboratoire. La tige du peson s'accroche à la boucle arrière du ruban; son poids est lui-même équilibré par un contre-poids de manière à maintenir l'instrument horizontal. L'effort de traction s'applique en agissant à la manière d'un levier sur la partie supérieure des tiges de traction, jusqu'au moment où l'aiguille du peson s'équilibre devant le repère, préalablement réglé, du cadran. L'extrémité « avant » est équipée comme l'extrémité arrière sans interposition d'un peson.

L'équipe complète de mesure comprend 6 hommes groupés comme suit :

le groupe « avant » formé par le « marqueur » et le « tendeur avant »;

le groupe « arrière » par le « contacteur » et le « tendeur arrière »;

le groupe « du centre » constitué par l'« observateur du milieu » et le « secrétaire ».

Le ruban déroulé est accroché aux deux dispositifs tendeurs, réglés d'après les hauteurs des piquets « avant » et « arrière », et amené entre les piquets extrêmes de la portée; la marque du milieu est déposée sur le piquet ou le support médian. Les crochets des attaches avant et arrière sont passés dans les anneaux terminaux, dont les hauteurs ont été réglées d'après celles des piquets correspondants. On peut procéder alors à la mise en tension, l'observateur du milieu surveillant le maintien de la marque centrale sur son appui. L'observateur et le tendeur « arrière » assurent de leur côté le contact de l'origine du ruban avec le trait tracé sur le piquet « arrière ». Quand l'équilibre du ruban est stabilisé, le marqueur « avant » annonce « prêt »!, l'observateur arrière confirme « prêt »!, et le marqueur avant répond « marquez »! en traçant avec son poinçon, sur la lame de cuivre, un trait correspondant au repère terminal du ruban. Les deux observateurs relèvent les indications de leurs thermomètres immédiatement après l'opération du report. En ce qui concerne l'observateur du milieu, il doit assurer le contact de la marque médiane avec son support; en cas de divergence légère, il ramène ce contact, en frappant sous le ruban à petits coups, à l'aide d'une baguette. Au cours de la seconde mesure, les marques sont distinguées de celles de la mesure précédente par un petit trait transversal. Il faut également prendre des précautions

pour distinguer entre elles les marques qui correspondent aux différentes mesures exécutées.

La lecture du thermomètre est généralement confiée à l'observateur « avant », qui la relève immédiatement après le tracé de la marque.

Les appoints de sections peuvent être mesurés en utilisant les divisions intermédiaires étalonnées du ruban au lieu du repère terminal.

Il existe certains dispositifs qui peuvent remplacer les piquets intermédiaires; citons notamment des tablettes constituées chacune par un bloc de bois, fixé par une monture de hauteur réglable sur un petit trépied, avec intercalation d'une double articulation à genoux. Ces tablettes facilitent l'opération du report, notamment dans le cas de portées fortement inclinées.

Pour la prise de température du ruban, il est fait usage d'un modèle spécial de thermomètre à réservoir aplati, donnant la température du ruban par contact à $0^{\circ},3$ et même $0^{\circ},1$ près. Ces thermomètres s'attachent au ruban à l'aide d'un bout de bande gommée (leucoplaste).

II. EMPLOI DES RUBANS D'INVAR A L'ORDONNANCE SURVEY. Nous avons mentionné, en traitant de l'usage des fils d'invar, l'inconvénient que pouvait présenter le dispositif de rattachement des réglettes terminales au fil. Lors d'une reprise récente des travaux géodésiques en Grande-Bretagne, l'O. S. a jugé cet inconvénient suffisant pour renoncer à l'usage des fils. Le nouvel appareil de base anglais emploie comme étalons des rubans de 100 pieds (30^m5) dont les caractéristiques sont les suivantes :

Section : $\frac{1}{8} \times \frac{1}{60}$ pouce, soit $3,2 \text{ mm.} \times 0,5 \text{ mm.}$ (les rubans américains ont une largeur de 7 mm.);

Tension de service : 20 livres ou 9,072 kgr.

Le ruban porte à ses extrémités deux échelles graduées s'étendant sur 0,4 de pied, en 200 divisions. Chacune de

ces divisions vaut donc 0,002 pied. On peut lire à l'estime le dixième de ces divisions, soit 0,0002 pied.

Les traits des échelles terminales sont chiffrés de 0 à 20; le sens croissant des deux chiffraisons part, pour chacune d'elles, du zéro vers l'extrémité correspondante du ruban. *La longueur étalonnée est l'intervalle compris entre les deux traits centraux, chiffrés 10.* Dans ces conditions, la distance qui sépare les deux repères de portées s'exprime par une formule unique $l = \lambda - 20 + (d + g)$; λ est la longueur étalonnée, comprise entre les 2 graduations 10; d et g sont respectivement les lectures des graduations devant les traits repères aux deux extrémités de la portée. Cette disposition supprime donc la *sujétion du signe* dans les valeurs des appoints.

D'autre part, pour ce qui concerne la correction de dilatation, la température à laquelle *la longueur du ruban à l'étalonnage* a été ramenée est choisie égale à 80°F, de manière à diminuer les valeurs absolues de ces corrections de dilatation thermique. On utilise également dans le même but la moyenne des températures observées pendant la durée des opérations. Pour la base de Kate, par exemple, sur l'arc du 30° méridien, la température d'étalonnage fut choisie de telle façon que la correction pour un ruban de 100 pieds, sans tenir compte du signe, n'a pas dépassé 0',0002, c'est-à-dire la valeur d'un dixième de la graduation. On peut, de cette façon, diminuer surtout l'influence d'une variation du coefficient de dilatation. Le National Physical Laboratory fournit en général, pour la loi de dilatation thermique, une formule à deux termes qui sert à établir les tables de chaque ruban pris individuellement. L'expérience a, d'autre part, montré que les coefficients de ces formules demeuraient stables. Il est toutefois indispensable, dans un but de sécurité, de faire vérifier leurs valeurs après chaque campagne, par les soins d'un laboratoire officiel spécialement équipé.

Pour les appoints de faibles valeurs est prévu un ruban de 20 pieds, gradué sur toute sa longueur en 1/10 et en 1/100 de pied.

L'ensemble des rubans, au nombre de 6, qui forment l'équipement complet d'un appareil de base est transporté sur un tambour dont le diamètre mesure au moins 0^m50. Ces rubans sont fabriqués par Chestermann, mais ils sont « étuvés » au National Physical Laboratory, avant graduation.

Le principe de la mise en œuvre des rubans est analogue à celui qui est appliqué dans le cas des fils. Il présente certaines particularités remarquables qui facilitent les lectures et en garantissent la précision; ces dispositions ont toutefois l'inconvénient de rendre le matériel plus encombrant et, à mon sens, plus délicat que celui de l'équipement Carpentier.

Mise sous tension.

Le principe est le même que pour les fils; toutefois, la poulie sur laquelle passe le câble tenseur est fixée sur un trépied métallique, à branches télescopiques, articulées sur une plate-forme également métallique. Cette poulie est agencée de manière à s'équilibrer automatiquement dans le plan vertical du ruban. Ce plan peut lui-même subir un léger déplacement latéral par action sur une vis dont l'axe est perpendiculaire à la direction de la portée. On amène de cette façon les échelles divisées du ruban en contact précis avec les repères de lecture.

Il résulte de ces dispositions la possibilité de régler d'une manière minutieuse la position du bord gradué du ruban, qui doit se présenter sans frottement devant le repère de lecture. Un léger déplacement longitudinal du ruban est également possible dans le but de pouvoir reprendre plusieurs fois les observations d'une même portée, sans que les observateurs aient à toucher au ruban. Enfin, les branches métalliques du trépied tenseur sont

télescopiques; elles s'adaptent ainsi sans difficulté aux irrégularités du sol.

La position de la poulie de renvoi du poids-tenseur peut être réglée avec précision par vis horizontale et vis verticale, afin d'assurer un contact parfait et sans frottement entre le bord gradué du ruban et le trait-repère limitant la portée à mesurer. Ce trait gravé se trouve dans le plan même des graduations du ruban, grâce aux dispositions réalisées pour les repères mobiles. Ces derniers sont portés par des trépieds ordinaires, en bois. Ils possèdent une plate-forme à trois vis calantes qui peut être horizontalisée à l'aide de deux niveaux cylindriques perpendiculaires entre eux. Au centre de la plate-forme, le repère de lecture est un trait mince gravé sur une rondelle cylindrique, mobile autour de l'axe du trépied à vis calantes, son centre coïncidant avec celui du triangle équilatéral de ces trois vis. La rondelle est entaillée à la partie supérieure suivant un diamètre et sur une épaisseur égale à celle du ruban. Normalement à ce diamètre est gravé un fin trait qui sert d'index pour l'échelle du ruban.

La lecture de la graduation se fait à l'aide d'une loupe, à monture tubulaire, qui peut tourner autour d'un axe horizontal parallèle au diamètre de contact entre le ruban et le goujon, de manière à pouvoir être écartée pour le placement du ruban. L'extérieur de cette monture tubulaire est exactement tronconique et sert de support à la lunette de nivellement et à la lunette d'alignement. Celle-ci est pourvue d'un dispositif qui peut entraîner à la fois la lunette et la rondelle, dont le diamètre entaillé s'oriente de ce fait suivant l'alignement de la base, par la visée sur les goujons voisins. Ces dispositions sont assez compliquées, mais assurent automatiquement un placement correct des organes de lecture. Pour l'enlèvement ou la pose du ruban, la loupe est basculée autour de l'axe horizontal signalé précédemment.

La rondelle de lecture peut être également coiffée d'une lunette de nivellement ou d'une mirette spéciale, de même hauteur que la lunette qui permet la mesure de la pente de la portée par visées parallèles. Sur l'axe secondaire de la lunette sont centrés deux secteurs diamétraux verticaux divisés, liés à un bras d'index pourvu d'un niveau collimateur. L'observation de l'inclinaison peut se faire en toute rigueur par visées réciproques aux deux extrémités de chaque portée et sur les deux faces, avec l'aide d'une mirette de même hauteur que la lunette de nivellement. L'organisation des manœuvres et des manipulations pour la mesure peut être réalisée d'une manière analogue à celle que nous avons décrite pour les fils.

Il faut noter enfin l'existence d'une *lunette spéciale de centrage* à visée verticale qui s'adapte sur les trépieds-repères, facilite les mesures des appoints et le report exact des extrémités au sol. Cette lunette donne un pointé vertical suivant la position de l'axe du goujon correspondant.

On ne peut nier que l'agencement de ces diverses dispositions ne soit fort ingénieux et remarquablement réalisé. Peut-être peut-on reprocher à l'ensemble une certaine complication, un poids et un encombrement plus considérables que dans l'équipement Carpentier, ce qui entraîne l'emploi d'une main-d'œuvre comparativement plus nombreuse.

Cet appareil a été utilisé pour les bases récentes du 30^e méridien en Afrique ainsi que pour les mesures du nouveau réseau anglais. Il serait particulièrement intéressant, au point de vue documentation, de connaître les variations présentées par les résultats des étalonnages successifs effectués au N. P. L., les rubans paraissant, à première vue, quelque peu vulnérables, étant donnée leur section assez faible.

Séance du 19 décembre 1941

Zitting van 19 December 1941

Séance du 19 décembre 1941.

La séance est ouverte à 14 h. 30, sous la présidence de M. *Bette*, directeur.

Sont présents : MM. Allard, Beelaerts, Fontainas, Maury, Moulaert, van de Putte, membres titulaires; MM. Anthoine, Comhaire, De Backer, Devroey, Lancsweert, Legraye, membres associés, et De Jonghe, Secrétaire général.

Absents et excusés : MM. Gillon et Cito.

M. le *Président* souhaite la bienvenue à M. *Comhaire*.

Estimation du contenu métallique d'un filon aurifère.

M. *Legraye* donne lecture d'une étude intitulée : *A quel degré peut se faire l'estimation du contenu métallique d'un filon aurifère ?*

Les opérations essentielles qui incombent à l'ingénieur au cours d'une prospection sont : l'échantillonnage du gisement, l'établissement de la teneur moyenne du minerai et l'estimation du tonnage du gisement.

Elles dépendent de nombreux facteurs que M. *Legraye* rappelle succinctement et dont il discute le degré de précision possible. Aucune de ces opérations ne peut se faire avec une précision satisfaisante; le soin apporté à leur exécution permet cependant d'améliorer leurs résultats; l'attention de l'ingénieur est attirée sur quelques-uns de ces soins.

Aucun degré de précision ne peut être fixé à priori dans l'estimation du contenu métallique d'un filon aurifère. On doit demander à l'ingénieur chargé de cette mission d'accomplir sa tâche avec conscience. (Voir p. 572.)

Zitting van 19 December 1941.

De zitting wordt geopend te 14 u. 30 onder voorzitterschap van den heer *Bette*, directeur.

Zijn aanwezig : de heeren Allard, Beelaerts, Fontainas, Maury, Moulaert, van de Putte, titelvoerende leden; de heeren Anthoine, Comhaire, De Backer, Devroey, Lancsweert, Legraye, buitengewoon leden, en De Jonghe, Secretaris-Generaal.

Zijn afwezig en verontschuldigd : de heeren Gillon en Cito.

De heer *Voorzitter* heet den heer *Comhaire* welkom.

Schatting van den metaalinhoud van een goudhoudende ader.

De heer *Legraye* houdt lezing van een studie getiteld : *A quel degré peut se faire l'estimation du contenu métallique d'un filon aurifère ?*

Gedurende een prospectie is de ingenieur gehouden volgende essentiële bewerkingen te doen : het nemen van stalen uit de laag, vaststellen van het middelmatig metaalgehalte en schatting van het tonnage van de laag.

Zij hangen af van verscheidene factoren waarvan de heer *Legraye* een beknopt overzicht geeft en waarvan hij den mogelijken graad van nauwkeurigheid bespreekt. Geen enkele van deze operaties kan met voldoende zekerheid worden volbracht; nochtans kan de zorg waarmee zij uitgevoerd worden de bekomen resultaten sterk beïnvloeden; de aandacht van den ingenieur wordt daarom op enkele voorzorgen getrokken.

Geen enkele graad van nauwkeurigheid mag, bij de schatting van den metaalinhoud van een goudhoudende ader, niet a priori vastgesteld worden. De ingenieur die

Un échange de vues entre MM. *Bette*, *Anthoine*, *Fontainas*, *Moulaert* et *Legraye* se produit à la suite de cette lecture.

Comité secret.

Les membres titulaires, réunis en Comité secret, désignent M. *Moulaert* comme vice-directeur pour l'année 1942.

M. *Bette* sera proposé pour remplacer feu M. *Gevaert* à la Commission administrative.

Les membres délibèrent sur le remplacement de feu M. *Gevaert* comme membre titulaire de l'Institut.

La séance est levée à 15 h. 30.

met dergelijke zending belast is, dient verzocht te worden zijn taak plichtbewust te volbrengen. (Zie blz. 572.)

Op deze lezing volgt een gedachtenwisseling waaraan de heeren *Bette*, *Anthoine*, *Fontainas*, *Moulaert* en *Legraye* deelnemen.

Geheim Comité.

De heer *Moulaert* wordt door de titelvoerende leden, in Geheime Comité, aangeduid als onder-directeur voor het jaar 1942.

De heer *Bette* zal voorgesteld worden om wijlen heer *Gevaert* in de Commissie van Beheer te vervangen.

De leden beraadslagen over de vervanging van wijlen heer *Gevaert* als titelvoerend lid van het Instituut.

De zitting wordt te 15 u. 30 opgeheven.

**M. Legraye. — A quel degré peut se faire l'estimation
du contenu métallique d'un filon aurifère ?**

Le but essentiel de toute prospection filonienne conduite par l'ingénieur est, d'une part, l'estimation aussi approximative que possible du contenu en métal du filon ou du réseau de filons mis à découvert; d'autre part, l'établissement de la teneur moyenne du minerai.

Ces deux données sont étroitement liées : en effet, l'établissement d'une mine implique l'existence d'un tonnage minimum de métal permettant au moins l'amortissement des frais d'installation et la couverture des frais d'exploitation; ce tonnage de métal doit, en outre, provenir d'un minerai dont la teneur moyenne est suffisante pour permettre l'extraction du métal à un prix qui ne soit pas prohibitif.

Au cours des années à venir, nos ingénieurs seront sans doute plus d'une fois placés, au Congo belge, devant ces délicates opérations, lors de la mise en valeur des gisements filoniens dont l'exploitation s'imposera.

Il leur sera demandé à ce moment de procéder à l'estimation du contenu métallique des filons mis à découvert.

A quel degré pourra se faire cette estimation ?

Il n'est peut-être pas inutile d'attirer à nouveau l'attention sur les difficultés du problème et sur quelques facteurs qui régissent sa solution. Je souhaite que, au cours de l'une de nos futures séances, ceux d'entre nous qui ont dans ce domaine une expérience déjà longue parfois nous apportent les résultats des réflexions qu'elle leur a suggérées. Je remercie notre confrère R. Anthoine d'avoir bien voulu discuter avec moi plusieurs de ces problèmes et d'avoir attiré mon attention sur certains aspects de la question.

Les opérations les plus délicates que l'ingénieur prospecteur peut être appelé à faire seront :

- a) L'échantillonnage du gisement;
- b) L'établissement de la teneur moyenne du minerai;
- c) L'estimation des tonnages probable et possible du gisement.

L'opération (b) (établissement de la teneur moyenne du minerai) n'aura de valeur que si l'opération (a) (échantillonnage) a été bien conduite. L'opération (c) (estimation des tonnages) dépendra en partie de la précision de l'opération (b) et, par conséquent, aussi de la précision de l'opération (a).

Le tonnage du gisement ne peut faire l'objet que d'une *estimation* ; nous rappellerons plus loin dans quelle mesure elle peut se faire.

La teneur moyenne du minerai peut et doit, par contre, être établie avec le plus grand degré d'exactitude possible, non pas dans le but de contribuer à établir le chiffre des réserves, chiffre qui ne sera jamais qu'approximatif et qui, dans ces conditions, ne peut nécessiter la connaissance d'une teneur moyenne exacte; elle servira essentiellement à déterminer si le minerai est exploitable dans des conditions économiques.

La technique de ces diverses opérations est exposée et discutée, avec un soin très inégal d'ailleurs, dans plusieurs traités de prospection ou d'exploitation des mines. Elle ne sera pas répétée dans les lignes qui suivent ⁽¹⁾.

(1) Une liste des principaux ouvrages traitant avec quelques détails de ces diverses opérations, soit pour les gisements en roche, soit pour les gisements alluvionnaires, figure aux pages 158 et 159 d'un récent mémoire publié par notre Institut (R. ANTHOINE, Les méthodes pratiques d'évaluation des gîtes secondaires aurifères appliquées dans la région de Kilo-Moto, Congo belge. *Institut Royal Colonial Belge, Mém. in-4°, t. IV, 1, 1941*).

On trouvera dans ce mémoire, résultat d'une expérience de nombreuses années, le détail des méthodes applicables aux gîtes aurifères alluvionnaires; de nombreuses remarques relatives à ces derniers peuvent s'adresser aux gisements filoniens.

Pour ces derniers, on consultera utilement aussi : J. H. FENNELL, Ore Reserves (*Bull. Inst. Min. and Metall.*, Nov. 1939).

Pour savoir si le minerai est exploitable dans des conditions économiques, il faut évidemment connaître le prix de revient du traitement du minerai; ce prix de revient peut varier dans de très larges mesures d'un type de gisement à un autre type de gisement et d'une région à une autre région. Il peut être assez difficile à estimer à priori, mais la comparaison avec les prix de revient de gisements connus, du même type, peut rendre de grands services.

En 1939, j'ai publié des chiffres à ce sujet, dans la *Revue Universelle des Mines* ⁽¹⁾. J'en rappelle un certain nombre plus loin.

Aucun facteur pouvant influencer le prix de revient ne doit être perdu de vue. Ce prix comporte les frais d'exploitation, les frais de traitement, l'amortissement et certains frais généraux.

Les frais d'exploitation, comme les frais de traitement, se subdivisent en frais d'exploitation et de traitement proprement dits, par tonne de tout-venant, et en frais généraux (entretien, recherches et direction). Chacun de ces postes se subdivise en plusieurs autres sur lesquels nous n'insisterons pas ici. Les frais généraux sont donnés soit séparément pour l'extraction et le traitement, soit pour l'ensemble des opérations.

En comparant les prix de revient de l'extraction de diverses mines, il importera de tenir compte du tonnage extrait (les frais à la tonne diminuant avec l'accroissement du tonnage par suite de la répartition des frais généraux relatifs à l'extraction), du mode d'extraction (à ciel ouvert ou souterrain), de la nature du gisement (continuité et épaisseur des filons ou minerais disséminés), des conditions locales (coût de la main-d'œuvre, force motrice, transports, etc.).

Le prix de revient du traitement variera à son tour en fonction du tonnage traité, de la nature du minerai et des conditions locales.

(1) M. LEGRAYE, Le prix de revient du traitement des minerais aurifères en roche (*Revue Universelle des Mines*, 8^e sér., t. XV, n^o 1, janvier 1939).

En ce qui concerne l'or, la nature du minerai jouera un grand rôle dans le prix de revient du traitement : celui-ci pourra varier dans de très larges limites suivant que le métal est amalgamable, cyanurable ou doit être soumis à la fusion, suivant que le broyage auquel il devra être soumis doit être poussé plus ou moins loin; en bref, suivant tous les facteurs qui influenceront son traitement métallurgique.

On ne perdra pas de vue non plus que tout l'or du minerai n'est pas récupéré dans l'opération métallurgique : dix pour cent parfois sont perdus.

On jugera des variations des prix de revient quand on saura que dans certains gisements d'or filonien le minerai doit avoir une teneur de plus de 10 gr. à la tonne pour être payant, alors que dans d'autres gisements du minerai à moins de 0,5 gr. à la tonne est déjà rémunérateur.

On trouvera, ci-après, quelques données relatives au tonnage traité, à la teneur moyenne récupérée par tonne

CANADA (1937)

	Tonnage traité (tonnes métriques)	Or récupéré (grammes)	Teneur moyenne récupérée par tonne (grammes)	Prix de revient par tonne exprimé en grammes d'or (amortissements non compris)
Province de Québec.				
Arntfield	66.500	211.500	3,2	5
Beattie	590.000	2.060.000	3,5	2,38 ⁽¹⁾
Canadian Malarctic .	235.000	926.800	3,9	2,38
Lamaque	235.000	2.500.000	10,6	7,35
Mac Watters	34.000	375.500	11	6,7
O'Brien	45.500	1.238.000	27	8,7 ⁽²⁾
Perron	124.000	933.000	7,5	4,7
Sigma	127.000	879.000	7	5,22
Siscoe	203.000	2.290.000	11,2	4 ⁽²⁾
Sullivan	56.000	676.000	12	7,27

(1) Exploité à ciel ouvert.

(2) Sans les taxes.

	Tonnage traité (tonnes métriques)	Or récupéré (grammes)	Teneur moyenne récupérée par tonne (grammes)	Prix de revient par tonne exprimé en grammes d'or (amortisse- ments non compris).
--	--	-----------------------------	--	--

Province d'Ontario.

Kirkland Lake	86.300	1.109.000	12,8	6,45
Lake Shore	915.000	13.800.000	15	7,85 ⁽¹⁾
Macassa	92.000	1.300.000	14	6
Omega	163.000	657.200	4	3,43
Sylvanite	178.000	1.972.000	11	5,45
Teck Hughes	377.000	3.890.990	10,3	5,5
Wright Hargraves ..	445.000	6.966.000	15,6	7,4
Buffalo	348.500	2.515.000	7,2	3,8
Coniaurum	169.500	1.300.000	7,1	—
Dome	585.000	6.637.000	11	—
Hollinger	1.750.000	13.200.000	7,5	4,87
Mace Gold	96.000	360.800	3,7	—
McIntyre Porcupine.	884.000	7.250.000	8,2	5,1
Pamour Porcupine...	280.000	1.815.000	6,5	3,85
Paymaster	173.000	1.122.000	6,3	5,5
Bankfield	27.000	346.300	12,7	8,9
Central Patricia	73.300	1.236.000	17	8,13
N. Golden Rose	17.000	120.200	7	8,73
Young Davison	342.400	999.000	2,9	2,07
Little Long Lac	99.500	1.460.000	14,6	8
Matachewan	135.000	630.000	4,5	4,1
Red Lake	48.300	400.000	8,3	6,6
Wendigo	21.500	225.000	10,5	8,8
Howey	454.000	970.300	2,1	—

(1) Amortissement compris.

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE (1936)

	Tonnage traité (tonnes métriques)	Or récupéré (grammes)	Teneur moyenne récupérée (grammes)	Prix de revient par tonne exprimé en grammes d'or (y compris toutes charges et taxes)
Alaska Juneau	2.462.000	4.641.200	1,88	1,08
Argonaut	83.400	640.500	7,68	6,51
Arizona Comstock ...	124.200	266.500	2,14	1,88
Beebe	88.900	273.900	3,06	3,5
Carson Hill	285.000	545.900	1,91	1,65
Homestake	1.384.000	17.290.000	12,5	7,66
Idaho Maryland	294.000	3.176.000	9,96	7,2
Lava Cap	93.690	929.890	9,92	9,1
Montana Consol.	98.105	262.200	2,67	2,83

AFRIQUE DU SUD (1937)

	Tonnage traité	Teneur par tonne (grammes)	Prix de revient par tonne exprimé en grammes d'or ⁽¹⁾
Government Gold Mining	2.552.000	9,12	3,7
New State Areas	1.475.000	9,45	4,03
Langlaagte	1.148.000	5,01	4,03
Randfontein	4.657.000	5,17	3,5
Van Ryn Deep	1.265.000	5,75	3,7
Witwatersrand	1.032.000	4,82	4,11

(1) Amortissements et taxes non compris.

CONGO BELGE (1938)

	Tonnage traité (en tonnes) ⁽¹⁾	Or fin récupéré (grammes)	Teneur en grammes	Prix de revient exprimé en grammes d'or ⁽²⁾
Mine Dubele, Moto ..	63.860	62.659	0,981	0,562
Tailings de l'usine de broyage de tailings.	17.781	23.570	1,32	0,615
Mont Tsi	269.000	108.997	0,405	0,309 ⁽³⁾

(1) Production des sept premiers mois de 1938.

(2) Amortissements, droits de sortie et charges financières non compris.

(3) Ce chiffre constitue actuellement le plus bas prix de revient pour une exploitation de minéral en roche.

et au prix de revient par tonne pour un certain nombre de mines du Canada, des États-Unis, de l'Afrique du Sud et du Congo belge.

Mon intention n'est pas, dans ce qui va suivre, de discuter en détail chacun des trois points (a), (b) et (c) repris au début de cette note, mais de passer rapidement en

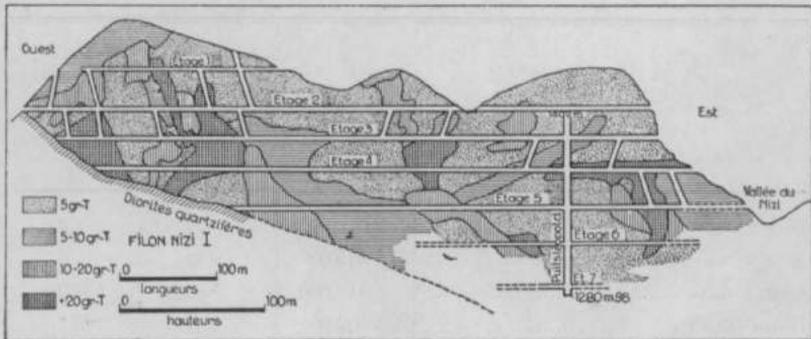


FIG. 1.

revue un certain nombre de facteurs essentiels qui donnent à ces opérations un degré de précision ou qui créent, par contre, un degré d'incertitude plus ou moins variable.

La figure 1, extraite d'une étude de R. Anthoine, est caractéristique des variations de la minéralisation dans

un même filon; elle donne, suivant une vue en élévation Est-Ouest du filon Nizi I des mines de la société des Mines d'Or de Kilo-Moto, la répartition des zones à égale teneur d'après un échantillonnage souterrain systématique.

La figure 2, de son côté, montre les variations rapides des teneurs en or dans un filon de quartz aurifère des mines de Salsigne (France).

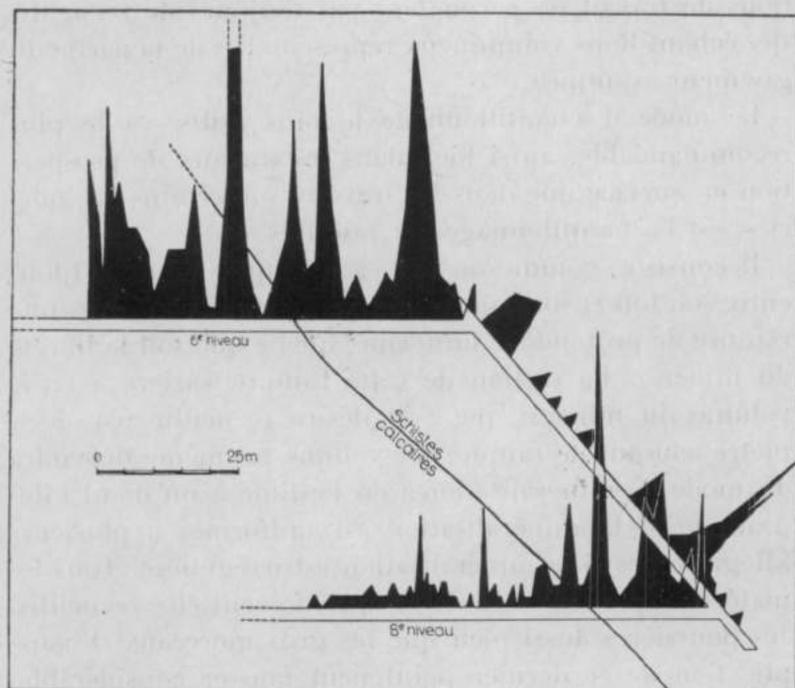


FIG. 2.

(Les parties noires sont proportionnelles aux teneurs en or.)

La confiance que l'on peut placer dans une estimation de la valeur d'un gisement dépendra donc, dans une très large mesure, du soin et de la méthode d'échantillonnage.

a) **Échantillonnage du gisement.**

L'échantillonnage se fera au cours des travaux de prospection, au cours des travaux préparatoires et aussi

au cours de l'exploitation. Dans ces différents cas, il sera procédé, à peu de chose près, de la même manière.

L'importance des conclusions qui seront tirées d'une telle étude justifiera largement le coût assez élevé d'un échantillonnage soigné.

La précision du résultat dépendra naturellement de la quantité de matière sur laquelle on opérera; les conditions de travail ne permettent pas toujours de recueillir des échantillons volumineux représentatifs de la partie du gisement examinée.

Le mode d'échantillonnage le plus utilisé et le plus recommandable, aussi bien dans les travaux de prospection en surface que dans les travaux souterrains en galeries, est l'échantillonnage par rainures.

Il consiste, comme on sait, à pratiquer dans le filon, entre son toit et son mur, et normalement à son plan, une rainure de profondeur uniforme, quelle que soit la dureté du minerai. La section de cette rainure variera avec le volume du minerai que l'on désire recueillir par décimètre courant de rainure; ce volume lui-même dépendra du mode de minéralisation : on l'estime à un demi kilogramme si la minéralisation est uniforme, à plusieurs kilogrammes si la minéralisation est irrégulière. Tous les matériaux provenant de la rainure doivent être recueillis, les poussières aussi bien que les gros morceaux; l'application de ce dernier point peut fausser considérablement les résultats.

Il sera utile de confier cette opération à une personne toujours chargée de cette mission et sur laquelle on peut compter.

Si le filon présente une ouverture assez grande, il ne suffit pas de réunir l'ensemble des produits de la rainure entre toit et mur : il importe aussi de connaître les variations de teneurs entre les épontes, de manière à laisser éventuellement inexploitées des parties stériles ou pauvres et à augmenter la teneur du minerai qui sera extrait de la partie exploitée.

Suivant le degré de précision que l'on aura fixé pour l'échantillonnage, on recueillera séparément les produits de chaque pied ou de chaque mètre de la rainure creusée.

L'échantillonnage pourra être poussé plus ou moins loin suivant le degré de développement des travaux de prospection.

L'affeulement du filon peut seul avoir été mis à découvert, sur une partie ou sur la totalité de sa longueur. Les rainures seront faites perpendiculairement à ses épontes, à des espacements variables suivant les possibilités financières du travail. Si elles sont trop espacées, elles n'ont aucune signification.

Pour une première évaluation les rainures seront espacées de 5 m.; pour plus de précision on les rapprochera à 1^m50; cet espacement est fréquemment utilisé dans certains pays.

Pour des travaux de recherche plus poussés, on opère par puits, descenderies et galeries qui découpent le filon en panneaux carrés ou rectangulaires d'une hauteur souvent voisine de 25 m., mais parfois fixée à 50 m. Ces travaux doivent évidemment tenir compte des besoins futurs de l'exploitation et pouvoir plus tard servir à celle-ci.

Lorsque le découpage en panneaux a été fait, l'échantillonnage peut s'effectuer sur plusieurs faces des panneaux, trois ou quatre de préférence, aux espacements mentionnés plus haut. La précision dans l'estimation du tonnage du gisement sera fonction du degré de découpage en panneaux et de l'écartement des rainures.

Dans les descenderies creusées dans le filon les rainures se feront sur les parois, perpendiculairement aux épontes. Dans les boueux, elles se feront de préférence au toit et toujours perpendiculairement aux parois.

Les épontes des filons peuvent être minéralisées; on procédera à leur échantillonnage de la même manière.

Il ne sera pas question ici de l'estimation de la puis-

sance utile du filon; on ne perdra pas de vue que les besoins de l'exploitation nécessiteront parfois l'abatage d'une certaine épaisseur des épontes.

Au cours des travaux de recherches et des travaux préparatoires par puits, galeries et cheminées, on sera amené à effectuer des prises d'essais de contrôle sur des quantités plus importantes de minerai que l'on prélèvera dans les wagonnets en ayant soin d'éviter de choisir, comme on peut être tenté de le faire, les plus beaux morceaux de minerai.

Enfin, en possession des analyses et, lorsque la prospection est assez avancée et l'exploitation envisagée ou commencée, on sera amené à prélever des échantillons de minerais pour des essais semi-industriels. Les quelques dizaines ou centaines de tonnes nécessaires seront prélevées en ne perdant pas de vue que le résultat de leur traitement devra donner une image de ce que sera le rendement futur.

Aux mines de Kilo-Moto, on part couramment de mille tonnes pour un essai semi-industriel.

L'emploi des sondeuses pour l'échantillonnage n'est pas à recommander, à moins qu'il ne s'agisse de sondages rapprochés et à gros diamètre. En général, les produits retirés de sondages espacés ne peuvent donner que des indications très imprécises sur la minéralisation; leur rôle consiste surtout à donner des indications de structure.

Dans le cas de sondages rapprochés, on emploie utilement le fleuret avec injection d'eau; les boues en suspension dans l'eau sortant du trou de sonde sont décantées et analysées. De tels sondages sont rapides, leur diamètre atteint couramment 9 cm.; ils donnent des échantillons moyens assez importants (de l'ordre de 15 à 20 kg. par mètre courant de sondage).

Dans certaines mines d'or à basse teneur et à minéralisation disséminée, on procède à la détermination du

gisement par de nombreux sondages au diamant, perpendiculaires à l'axe des galeries de recherches et pratiqués tous les 15 m. L'analyse des carottes, effectuée pied par pied dans ces sondages, est reportée sur les plans. Cette méthode peut, dans certains cas, donner une idée assez exacte du gisement.

Dans quelle mesure l'évaluation basée sur un échantillonnage bien conduit se rapproche-t-elle de la réalité ?

Elle dépendra, en premier lieu, du soin apporté à cet échantillonnage ainsi que de son caractère plus ou moins serré. Toute évaluation est basée sur l'hypothèse d'une répartition homogène du minerai et n'est forcément qu'une approximation.

L'expérience montre que l'évaluation d'après un bon échantillonnage est presque toujours supérieure de 10 % à la réalité.

H. Hoover cite trois exemples de mines d'or australiennes dans lesquelles un échantillonnage serré, journalier, couvrant une période de deux années, a donné des valeurs supérieures de 13 % à l'ensemble du rendement de l'usine et de la teneur des résidus.

Dans les mines d'or du Witwatersrand on a estimé que la valeur du métal extrait correspondait à 78 ou 80 % de la teneur moyenne donnée par l'échantillonnage, alors que le rendement à l'usine était de 90 à 92 % de la valeur du minerai qui l'alimentait.

Il semble que la surestimation doive s'expliquer en partie par l'impossibilité d'enlever uniquement du minerai au cours de l'exploitation; une certaine portion de stérile s'y mêle fatalement. De plus, au cours de l'échantillonnage une partie des sulfures des parois de la rainure de prise, plus fragiles ou plus cassants, a tendance à se joindre à la prise d'échantillons.

Enfin, des erreurs dans le cubage, donc dans la détermination de la puissance moyenne, interviennent aussi.

Il semble prudent de réduire dans tous les cas d'une dizaine de pour cent la teneur donnée par l'échantillonnage, aussi soigné fût-il.

On pourra objecter avec raison que ce chiffre est arbitraire, qu'une réduction de 6 % ou moins, de 15 % ou plus, pourrait aussi bien se justifier. A l'ingénieur d'apprécier, en se basant sur son expérience et celle des autres ainsi que sur sa connaissance du gisement, du coefficient de réduction qu'il convient d'appliquer.

b) **Établissement de la teneur moyenne du minerai.**

La valeur du minerai contenu dans un gisement ne peut être évaluée avec une approximation suffisante que si l'on connaît sa teneur moyenne. Cette « teneur moyenne » peut varier, car elle dépend de la « teneur limite ». On entend par teneur limite la teneur sous laquelle un gisement ne peut plus être exploité avec profit. Elle peut, comme nous l'avons vu, être très changeante ⁽¹⁾.

Dans le calcul de la teneur moyenne il n'est pas tenu compte du minerai dont la teneur est inférieure à la teneur limite; seules les parties du gisement dans lesquelles le minerai est payant sont prises en considération. Il en résulte que la teneur moyenne de la partie exploitée du gisement variera, dans une certaine mesure, avec la teneur limite.

A un gramme ou à une fraction de gramme près un minerai peut cesser de devenir exploitable industriellement. Il importe donc de pouvoir déterminer sa teneur moyenne avec grande précision. Elle n'a d'ailleurs de signification que si l'échantillonnage a été bien conduit.

La teneur moyenne exacte d'un gisement ne sera connue que lorsque le gisement aura été entièrement exploité.

⁽¹⁾ A propos de la teneur limite, le lecteur consultera avec intérêt ce qui est écrit à son propos par notre confrère R. ANTHOINE, in *Les méthodes pratiques, etc.*, cité antérieurement.

La précision atteinte dans le dosage de l'or des minerais aurifères a été discutée récemment par P. Chatelain dans le *Bulletin de la Société française de Minéralogie* ⁽¹⁾.

Si l'on tient compte qu'une teneur en or de 10 gr. à la tonne correspond à une teneur de l'ordre de $1/100.000^{\circ}$, on conçoit la délicatesse de l'opération.

En travaillant par fusion et coupellation sur une prise d'essai de 50 gr., le grain d'or résiduaire d'un minerai tenant 10 gr. d'or à la tonne pèsera 0,5 mgr. En opérant la pesée avec une balance sensible au $1/100^{\circ}$ de milligramme, P. Chatelain a observé que, sans précautions spéciales, mais en opérant soigneusement, une pesée peut être faite avec une erreur ne dépassant pas $2/100^{\circ}$ de milligramme, ce qui correspond à une erreur de 0,4 gr. d'or à la tonne, en plus ou en moins, erreur qui peut être ramenée à 0,2 gr. à la tonne en opérant sur les produits de trois fusions réunis.

P. Chatelain s'est également préoccupé de vérifier dans quelle mesure l'or contenu dans le minerai se retrouvait dans le bouton d'or obtenu par coupellation.

En ajoutant, dans des conditions aussi voisines que possible des conditions naturelles, de l'or en quantités connues à un minerai stérile ayant sensiblement même composition que le minerai aurifère, il a constaté, entre le poids de l'or ajouté et le poids de l'or retrouvé, des écarts de l'ordre de 2 à $3/100^{\circ}$ de milligramme, c'est-à-dire de l'ordre des erreurs de pesée; ceci lorsque l'or ajouté se trouvait en grains visibles à l'œil nu.

Par contre, lorsque l'or est introduit au moyen d'une solution titrée de chlorure d'or et reprécipité avant fusion par addition de sulfate ferreux de manière à obtenir un or extrêmement finement divisé et invisible, même au microscope, il a constaté que la récupération se fait moins

(1) P. CHATELAIN, Sur la précision atteinte dans le dosage de l'or des minerais aurifères (*Bull. Soc. franç. de Minéralogie*, t. LXIII, 1940, pp. 78-85).

bien que lorsque l'or est en grains visibles. L'ordre de grandeur des pertes correspond à 0,5 gr. à la tonne pour des minerais à teneurs supérieures ou égales à 30 gr. t., à 0,4 gr. pour des minerais à teneur de 15 gr. t. et à 0,3 gr. pour des minerais à teneur de 5 gr. t. A cette perte vient se joindre l'erreur de pesée de 0,4 gr., erreur qui a un signe variable.

Ces essais ont été complétés par d'autres portant sur des minerais naturellement aurifères, de teneur variable. De nombreuses analyses ont été faites sur ce minerai broyé et homogénéisé. Théoriquement les résultats devraient être les mêmes, à l'erreur de pesée près. Pratiquement et dans les meilleures conditions les écarts des résultats se sont montrés plus grands que les erreurs de pesée. Ce fait résulte de l'impossibilité d'obtenir par broyage une poudre homogène, donc de teneur constante; il est, par conséquent, inutile de chercher à augmenter la précision de l'analyse en modifiant la méthode ou en réduisant encore l'erreur de pesée.

De même que la présence d'une pépite dans une prise d'essai de gravier, la présence d'un gros élément d'or dans un échantillon de minerai filonien conduira à l'établissement d'une teneur anormale. Ce point a été abordé par R. Anthoine dans son étude, déjà citée, sur l'évaluation des gisements alluvionnaires.

Il va de soi, si l'on tient compte des considérations qui précèdent, que la répartition des prises d'échantillons entre plusieurs personnes, aux fins de contrôle, n'a aucune signification si le minerai n'a été au préalable finement broyé et soigneusement homogénéisé; le plus souvent on se contente d'un broyage sommaire et d'une homogénéisation illusoire, ce qui conduit fatalement à des différences de plusieurs grammes à la tonne entre les diverses analyses.

Si la précision que l'on peut obtenir dans le dosage de l'or des minerais est suffisante, on ne peut en dire autant

de la détermination de la teneur moyenne du minerai, dont la définition seule mériterait de longs commentaires.

Cette détermination est une opération très délicate, dont la précision varie beaucoup avec la nature de la minéralisation.

Dans certains gisements, la teneur peut être assez régulièrement répartie dans le minerai; dans ce cas, un nombre relativement restreint de prises d'échantillons permettra d'obtenir une moyenne. Dans d'autres types de gisements les teneurs varient rapidement et considérablement d'un point à un autre; les prises d'échantillons doivent alors être nombreuses et rapprochées.

Dans le calcul de la teneur moyenne on écarte parfois les valeurs anormales données par l'échantillonnage. Il est logique alors d'écarter les valeurs anormalement pauvres aussi bien que les valeurs anormalement riches; on conserve cependant souvent les valeurs pauvres qui ne feront pas surestimer la valeur du gisement et ne ménageront pas de surprises désagréables lors de l'exploitation. Une teneur isolée, particulièrement élevée, parmi un ensemble de teneurs relativement voisines les unes des autres, peut provenir d'une prise d'essai involontairement enrichie ou signifier l'existence d'un amas localisé et particulièrement riche (1).

Il est à conseiller, dans ce cas, d'encadrer la prise d'essai anormale par deux prises d'essai plus rapprochées. Cette observation ne s'applique qu'aux gisements dans lesquels les teneurs sont assez régulièrement réparties dans la masse.

(1) Dans le cas des alluvions, l'expérience a démontré que la décroissance d'une teneur exceptionnellement élevée t vers des teneurs normales t_1 et t_2 semble se produire suivant une loi parabolique; on adopte alors une teneur T fournie par la formule $T=0,4 t+0,15 (t_1+t_2)$.

Des formules ont été établies également pour modifier la teneur dans le cas de trois teneurs voisines notablement différentes.

Le dépôt par alluvionnement procédant tout différemment du dépôt filonien, de telles formules ne s'appliquent pas au cas des gisements filoniens.

La détermination de la teneur moyenne pourra utilement s'aider aussi d'une méthode dans laquelle la fréquence des teneurs intervient. En portant en abscisses les teneurs et en ordonnées les fréquences, on obtient des courbes à allures des courbes de Gauss qui, judicieusement tracées et interprétées, pourront donner d'utiles indications.

On a également envisagé — dans le cas des gisements alluvionnaires tout au moins — de substituer la moyenne géométrique à la moyenne arithmétique des mesures ⁽¹⁾. Une fois de plus, il semble dangereux d'appliquer ces modes de calcul au cas des gisements filoniens.

Si le gisement est disséminé (type « raisins dans un cramique », selon l'expression imagée des Américains), l'échantillonnage, même systématique, reste bien aléatoire et ne peut guère donner d'indications sur lesquelles on puisse, en confiance, se baser pour établir l'évaluation avec une approximation suffisante.

c) **Estimation du tonnage.**

Reste la très épineuse question de l'estimation du tonnage du gisement, très différente dans le cas des gisements filoniens et dans le cas des gisements alluvionnaires.

Dans ces derniers, des puits ou sondages peu profonds permettent d'établir le tonnage de minerai sans trop de difficultés et avec une précision assez grande.

Ce problème peut aussi se résoudre sans trop de difficultés dans le cas de gisements en couches tels les gisements du Witwatersrand en Afrique du Sud. Le Witwatersrand constitue malheureusement un cas unique.

Il en va tout autrement dans le cas de filons et surtout dans le cas de gisements en lentilles discontinues et en relais.

(1) Cfr. R. ANTHOINE, *loc. cit.*, p. 162.

Les filons dans des failles ou dans des zones failleuses peuvent, certes, présenter une grande continuité en profondeur, continuité qui peut se marquer aussi bien dans la puissance que dans la minéralisation. On connaît le cas du gisement de Morro Velho, au Brésil, où la minéralisation aurifère, avec une teneur d'une quinzaine de grammes à la tonne, a déjà été suivie sur plus de 3.000 m. suivant la pente et travaillée à plus de 2.200 m. de profondeur.

Dans les gisements du Rand, d'un type exceptionnel, il est vrai, on suit la minéralisation sur 3.000 m.

Ce sont des cas peu fréquents sans doute, mais d'autres gisements d'origine analogue peuvent se poursuivre de même à des profondeurs considérables.

Lorsque l'étude du gisement permet de prévoir une continuité assez grande du filon, la précision de la détermination du tonnage ne se pose pas avec des exigences impérieuses. Il est alors très souvent possible d'établir l'existence du tonnage minimum permettant de décider l'établissement d'une installation suffisante, garantissant la production pour un temps assez long et l'amortissement nécessaire.

Par contre, dans les cas très fréquents des gisements formés par des lentilles de quartz d'allure capricieuse, de dimensions éminemment variables et de teneurs très changeantes, l'estimation du tonnage est un problème particulièrement difficile à résoudre.

Dans les estimations de tonnage on se sert habituellement des expressions « tonnage à vue, tonnage probable et tonnage possible ». Leur définition courante permet de juger de leur degré d'imprécision : en effet, selon les définitions courantes, le minerai à vue a soit 90 %, soit 95 % de chances d'existence; le minerai probable a 70 % ou plus de chances d'existence; le minerai possible a au moins 50 % de chances d'existence suivant les uns, 40 %

de chances suivant les autres, et l'on parle aussi de tonnage éventuel (20 % de chances d'existence).

On ne peut parler de minerai à vue que lorsque les travaux de recherche par chassages et cheminées, auxquels il a été fait allusion antérieurement, ont été poussés suffisamment loin et ont permis de délimiter le minerai sur trois ou quatre faces. Le minerai ne peut être analysé que suivant ces faces et ces seuls renseignements doivent servir à l'établissement de la teneur moyenne. Des variations d'épaisseur peuvent en outre se produire dans les blocs que les faces délimitent; elles sont peu importantes dans quelques types de filons, elles sont parfois considérables dans d'autres. L'accès au minerai ne permet que la détermination d'une puissance moyenne du filon. Nous avons déjà signalé la difficulté d'établir la teneur moyenne du minerai; l'établissement d'une puissance moyenne, en se basant sur des raisonnements analogues, présentera cependant des difficultés moins grandes, car les variations de teneurs se font dans les trois sens, tandis que les variations de puissance se font dans deux sens seulement.

L'évaluation de tonnage à vue dépend donc de l'exactitude de la détermination de la puissance moyenne. Malgré son pourcentage élevé de chances d'existence, un coefficient de sécurité s'avère donc aussi nécessaire.

On parle de tonnage probable lorsque le minerai a été dégagé sur une ou deux faces. Au tonnage calculé au moyen des observations possibles sur ces deux faces on appliquera un coefficient de réduction qui ramènera le tonnage probable à 50 % du tonnage calculé. Il est sage, dans le cas de filons, de ne tenir compte, au-dessous du chassage le plus bas, que de la hauteur d'un ou de deux étages, suivant la distance des étages et le degré de régularité du filon.

Des sondages peuvent avoir reconnu le filon en profondeur : ils permettront d'établir l'existence d'un tonnage

à caractère intermédiaire entre le tonnage probable et le tonnage possible.

Ce dernier, enfin, ne peut être estimé que par la connaissance plus ou moins approfondie des conditions de gisement et d'éléments de comparaison avec des gisements voisins du même type. C'est dire que ce tonnage ne peut entrer en ligne de compte que pour une très faible valeur dans une estimation. Il constitue un espoir, rien de plus.

Des trois opérations dont il a été question : échantillonnage du gisement, établissement de la teneur moyenne du minerai et estimation de son tonnage, aucune ne peut se faire avec une précision rigoureuse.

La première, l'échantillonnage, peut être soignée et multipliée; sa multiplication est cependant limitée par son prix élevé.

La deuxième, l'établissement de la teneur moyenne, peut se rapprocher de la réalité; nous savons que, malgré tous les soins, elle s'en écartera encore souvent de plus de 10 %. Le dosage de l'or dans le minerai est la seule opération d'une précision satisfaisante; elle n'aurait guère avantage à être améliorée.

Enfin, la troisième, l'estimation du tonnage du minerai, peut être sujette à de grands écarts d'appréciation.

Il y aura toujours moyen d'améliorer la précision de l'échantillonnage, de la détermination de la teneur moyenne et du tonnage en multipliant les prises et mesures. Mais cette amélioration se fera fatalement aux dépens du coût de la prospection.

Le budget de l'échantillonnage est forcément limité : vers le haut par le bénéfice possible de l'exploitation du gisement ou du panneau considéré, vers le bas par la crainte de diminuer la précision du travail et de faire courir à l'exploitant des risques trop considérables.

« L'ingénieur qui a la charge d'une évaluation se trouve

donc placé devant un redoutable dilemme », écrivait R. Anthoine à propos des gisements alluvionnaires. Nous ajouterons que sa responsabilité est encore accrue dans le cas de gisements filoniens.

Il ne peut donc pas être question de fixer le degré de précision auquel il est possible de faire l'estimation du contenu métallique d'un filon aurifère.

L'ingénieur qui sera chargé de cette mission devra la remplir en s'entourant du plus de garanties possibles en donnant à chacune des opérations tous les soins qu'elle demande. Il évitera de surestimer le gisement pour plaire à ses dirigeants, de le sous-estimer pour se couvrir de déconvenues possibles.

Ses dirigeants, de leur côté, devront connaître toutes les difficultés de sa tâche, ne pas exiger de lui une précision et des garanties qu'il lui est impossible de leur fournir. Ils devront pouvoir placer leur confiance dans son travail honnête et consciencieux.

ERRATUM.

Bulletin, tome XII (1941), n° 2,
page 207, lignes 19-20, lisez :
Engels, au lieu de Gelders.

ERRATUM.

Bulletijn, deel XII (1941), nr 2,
bladz. 207, regel 19-20, lees :
Engels, in plaats van Gelders.

TABLE DES MATIÈRES. — INHOUDSTAFEL.

	Pages
Séance plénière du 29 octobre 1941	374
Algemeene zitting van 29 Oktober 1941	375
Rapport, par le Secrétaire général, sur l'activité de l'Institut pendant l'année 1941	376
Verslag, door den Secretaris-Generaal, over de werkzaamheid van het Instituut gedurende het jaar 1941	377
Communication de M. A. Sohier. — Mededeeling van den heer A. Sohier : En relisant les publications de l'Institut Royal Colonial Belge	390
Communication de M. F. Delhaye. — Mededeeling van den heer F. Delhaye : Les volcans du Nord du lac Kivu	409
Section des Sciences morales et politiques.	
Sectie der Moreele en Politieke Wetenschappen.	
Séance du 24 novembre 1941	460
Zitting van 24 November 1941... ..	461
Communication de M. F. Dellicour. — Mededeeling van den heer F. Dellicour : Le problème de la main-d'œuvre indigène sous son aspect international... ..	464
Rapports sur l'étude du R. P. P. Schumacher. — Verslagen over de studie van E. P. P. Schumacher : Les populations du Kivu (Expedition zu den zentralafrikanischen Kivu-Pygmäen. I. Die physische und soziale Umwelt der Kivu-Pygmäen), par MM. A. Burssens et N. De Cleene	462-463
Présentation d'une étude par M. E. De Jonghe. — Voorlegging van een studie door den heer E. De Jonghe : Expedition zu den zentralafrikanischen Kivu-Pygmäen. II. Die Kivu-Pygmäen, par le R. P. P. Schumacher	462-463
Séance du 22 décembre 1941	482
Zitting van 22 December 1941... ..	483
Communication de M. A. Bertrand. — Mededeeling van den heer A. Bertrand : A propos d'une publication du Musée de Tervuren	486
Rapport sur l'étude du R. P. P. Schumacher. — Verslag over de studie van E. P. P. Schumacher : Les populations du Kivu (Expedition zu den zentralafrikanischen Kivu-Pygmäen. II. Die Kivu-Pygmäen), par MM. A. Burssens et N. De Cleene	484-485
Comité secret	484
Geheim Comité... ..	485

Section des Sciences naturelles et médicales.
Sectie der Natuurlijke en Geneeskundige Wetenschappen.

	Pages.
Séance du 22 novembre 1941	500
Zitting van 22 November 1941... .. .	501
Présentation d'une étude par M. F. Van den Branden. — Voorlegging van een studie door den heer F. Van den Branden : Le contrôle biologique des néoarsphénamines et des glyphénarsines.. .. .	500-501
Rapport sur l'étude de MM. L. Adriaens et G. Waegemans. — Verslag over de studie van de heeren L. Adriaens en G. Waegemans : Contribution à l'étude chimique des sols salins et de leur végétation au Ruanda-Urundi, par MM. le chanoine J. Baeyens, E. Polinard et N. Wattiez... .. .	502-503
Communication de M. V. Van Straelen. — Mededeeling van den heer V. Van Straelen : Présentation de publications de l'Institut des Parcs Nationaux du Congo belge	504-505
Séance du 20 décembre 1941	506
Zitting van 20 December 1941... .. .	507
Communication de M. A. Dubois. — Mededeeling van den heer A. Dubois : Le test de Mitsuda ou lépromine-réaction	510
Comité secret	508
Geheim Comité.. .. .	509

Section des Sciences techniques.
Sectie der Technische Wetenschappen.

Séance du 28 novembre 1941	530
Zitting van 28 November 1941... .. .	531
Eloge funèbre de M. E. Gevaert	530
Lofrede van den heer E. Gevaert... .. .	531
Communication de M. J. Maury. — Mededeeling van den heer J. Maury : Mesure des bases géodésiques à l'aide des étalons d'invar... .. .	534
Séance du 19 décembre 1941	568
Zitting van 19 December 1941... .. .	569
Communication de M. M. Legraye. — Mededeeling van den heer M. Legraye : A quel degré peut se faire l'estimation du contenu métallique d'un filon aurifère ?	572
Comité secret	570
Geheim Comité.. .. .	571
Erratum	592