

Mais il faut cependant conclure et c'est là un des résultats bien acquis, qu'il se constitue dans cette région de l'Afrique tropicale, très régulièrement, un sol qui s'il est laissé à lui-même ne peut plus être considéré comme de valeur pour la culture.

L'étude de la genèse d'un sol se montre donc ici d'importance pour la connaissance de la valeur agricole d'un sol; on ne pourrait assez insister sur ce point.

Nous tenons à ce propos à marquer notre accord avec notre confrère le Prof^r Humbert quand, parlant de la destruction de la forêt et des feux de brousses, auxquels M. Scaëtta est amené à faire allusion et qu'il a étudiés avec M. Humbert en Afrique, il déclare à propos de l'apparition des carapaces latéritiques: « Dans le cas de la destruction par l'homme de la forêt dense sur argile latéritique, c'est la dénudation artificielle du sol, à partir du moment où s'instaure le régime des feux de brousse ou de prairie, qui est à l'origine du durcissement superficiel de ces argiles ⁽¹⁾ ».

Mais il faut également tenir compte de l'observation du Prof^r Erhart, on ne pourrait la mettre assez en évidence « pour comprendre le problème de la formation des latérites il est indispensable de tenir compte de la végétation. Son rôle est capital, car d'elle dépend le mouvement des eaux dans le profil pédologique et la production de colloïdes humiques de nature variable » ⁽²⁾.

Arguments dont M. Scaëtta a bien soin de faire état et sur lesquels il insiste avec la plus grande raison.

Les considérations que nous avons été amené à émettre ici nous mènent peut-être un peu en dehors de la portée du travail dont M. Meurice et M. Scaëtta ont essayé de régler la portée par ces mots: « La recherche de la fertilité proprement dite du sol, par conséquent ses déficiences, touche directement l'industrie agricole, tandis que

(1) *C. R. Séances Soc. de Biogéographie de Paris*, n. 108, 1936, p. 32.

(2) *Idem*, XIII, 1936, n. 106, p. 9.

l'analyse génétique du sol apparaît à première vue comme un problème purement scientifique ».

Nous admettons bien volontiers que les auteurs n'avaient pas à nous indiquer dans leur étude, — indiscutablement préliminaire, comme ils le soutiennent, — la valeur des terres pour telle ou telle culture; mais il est difficile de séparer les deux problèmes et d'ailleurs ils ont tenu à appuyer certaines de leurs conclusions sur des listes de végétaux. C'est en particulier le cas dans leur étude de la genèse des prairies qu'ils considèrent, avec grande raison d'après nous, comme, — dans la plupart des cas au moins, — une dégradation du sol, M. Scaëtta admettant bien entendu qu'il existe dans des conditions particulières des prairies naturelles, dont le sol possède des propriétés spéciales et n'est peut-être pas voué à une latéritisation. Mais en général, ces prairies naturelles qui peuvent exister dans diverses régions ne sont pas celles communément utilisées pour l'élevage du bétail.

Sans nier la valeur des listes de végétaux citées par M. Scaëtta, très intéressantes pour le botaniste et le phytogéographe, nous croyons qu'elles ne peuvent nous permettre des conclusions précises et définitives; nous ne connaissons pas la biologie de ces plantes; certaines sont autochtones et pour nous en voie de disparition ou de transformation, d'autres sont certainement d'introduction plus ou moins récente, ayant suivi l'homme et destinées soit à se fixer en s'adaptant au milieu, soit à disparaître à leur tour. Cet ensemble d'éléments probablement disparates, qui tous n'ont pas encore été déterminés, modifie constamment cette couverture, qui évoluera aussi longtemps que l'homme sera présent!

M. Scaëtta ne nous contredira pas puisque lui-même déclare: « L'influence de l'homme comme porteur d'espèces rudérales et messicoles est visible partout ».

Nous n'admettons donc peut-être pas dans leur totalité les dernières propositions de M. Scaëtta, comme nous ne

partageons pas entièrement les idées émises par le Prof^r Erhart, quand après avoir déclaré très judicieusement: « On peut admettre que la sylvie tropicale ne réalise peut-être pas un climax absolu », il ajoute « mais à l'échelle des observations humaines, c'est tout comme. La forêt vierge du type de celle dont nous parlons constitue un ensemble biologique en parfait équilibre, car le temps semble avoir définitivement réglé les rapports entre le monde vivant des végétaux et la matière minérale » (1).

Nous pourrions être d'accord s'il ne fallait pas considérer la présence de l'homme, qui même s'il n'agit pas directement sur une association végétale, de quelque type qu'elle soit, agit sur les environnements et son action retentit alors plus ou moins fortement, suivant les conditions sur le climax, qui pour nous n'est jamais définitif, mais toujours en évolution régressive ou progressive.

On semble par exemple bien être d'accord actuellement sur l'action de l'assèchement du climat de l'Afrique centrale, sur cette formation de latérite ou si l'on veut employer un terme un peu plus imprécis, sur la vocation latérique du sol (2).

D'ailleurs à propos de ces forêts de montagne qu'il a pu étudier, M. Scaëtta ne nous dit-il pas, ce que nous avons nous-même défendu depuis des années « Par conséquent les montagnes semblent avoir été alternativement les pépinières de diffusion et le refuge des flores actuelles de l'Afrique centrale ». Ne doit-on pas dès lors les considérer comme ayant fortement varié d'allure?

Nous appuierons bien volontiers dans leur ensemble les conclusions qui ont été dégagées à propos de ces recherches par M. Scaëtta et ses collaborateurs. Peut-être pourrait-on discuter les migrations un peu hypothétiques des forêts climatiques au cours du pleistocène; peut-être

(1) ERHART, *loc. cit.*, p. 221.

(2) Cf. C. R. *Séances Soc. de Biogéographie de Paris*, n. 106, p. 10.

aurait-il été possible d'insister davantage sur d'autres facteurs que la radiation et le ruissellement.

Peut-être la conclusion suivante est-elle trop catégorique: « L'organisation phytosociale de la prairie est l'image fidèle du degré de dégradation atteint par le sol »? Si théoriquement cela pourrait être admis, je ne crois pas que l'auteur soit actuellement en état de nous le prouver.

Nous sommes à ce propos d'accord avec M. Erhart quand il s'exprime d'une façon plus générale: « Qu'il s'agisse de végétaux autochtones ou de végétations modifiées, l'évolution des associations est toujours directement conditionnée par l'évolution du sol. Lui aussi naît, vit et meurt. Une prairie sur latérite est une sorte de formation quasi morte, parce que le sol qui la supporte est mort ».

Ce mémoire, œuvre de la collaboration de scientifiques de valeur, constitue une base sur laquelle il pourra être établi d'autres recherches.

Si, comme on pourra en juger par l'étude du mémoire, il est possible de mettre en relief quelques conclusions peu discutables, il est visible qu'à côté d'elles surgissent des questions, qui, nous en sommes persuadé, pourraient être partiellement éclairées par une étude plus approfondie des matériaux recueillis par la mission Scaëtta. Nous souhaitons vivement voir M. Scaëtta reprendre à ce propos diverses de ses observations, les discuter et nous présenter les résultats de nouvelles constatations; il peut être assuré que notre Compagnie les accueillerait avec bienveillance.

Séance du 20 juin 1936.

La séance est ouverte à 14.30 heures, sous la présidence de M. *Fourmarier*, Président de l'Institut.

Sont présents: MM. Bruynoghe, Buttgenbach, Dubois, Gérard, Henry, Leplae, Marchal, Robert, membres titulaires; MM. Burgeon, Delevoy, Hauman, Robijns, Van den Branden et Wattiez, membres associés.

Excusés: MM. Claessens, De Wildeman, Droogmans, Leynen. Polinard et Shaler.

M. De Jonghe, Secrétaire général, assiste à la réunion.

Communication de M. E. Leplae.

M. *Leplae* constate que l'Italie est sur le point d'entreprendre en Ethiopie la colonisation la plus importante qui ait jamais été entreprise et qu'elle dispose des moyens les plus favorables à sa réussite. Il n'est pas sans intérêt pour la Belgique de suivre attentivement le développement de cette vaste entreprise africaine.

La principale richesse de l'Abyssinie consiste dans l'énorme étendue de ses terres hautes, saines et très fertiles.

M. *Leplae* distingue dans ces pays trois zones agricoles et climatiques: 1° la région des Quolla ou terres basses; 2° la région des Dega, très élevées et 3° la région des Woina-Dega, comprise entre 1,800 et 2,400 mètres. Cette dernière est de beaucoup la plus étendue et la plus peuplée. Sa superficie est à peu près celle de l'Ubangi et des Uele au Congo belge. Le climat est comparable à celui de l'Europe méridionale. Avec sa végétation abondante et variée, ses vignes, ses caféiers, son froment, ses pâturages, etc., cette région ouvre à la colonisation agricole les

perspectives les plus belles, d'autant plus que les travaux d'irrigation y sont généralement faciles à établir.

C'est dans cette région que l'Italie compte établir, côte à côte avec les agriculteurs abyssins et Gallas, quelque 200,000 soldats, qui originaires la plupart des terres les plus montagneuses et les plus pauvres de l'Italie, ne reculeront pas devant le rude métier du colon paysan. La mise en valeur des hauts plateaux abyssins par la colonisation blanche se présente avec des chances de succès que, malheureusement, on ne trouve pas dans les tentatives de colonisation belge au Kivu ou au Katanga (Voir p. 313).

Cet exposé est suivi d'un échange de vues auquel ont pris part, notamment, MM. *Bruynoghe*, *Henry*, *Van den Branden* et *Leplae*.

Présentation d'un Mémoire.

M. *Hauman* résume une étude sur les lichens aux hautes altitudes du Ruwenzori. Cette étude est basée sur les collections que M. *Hauman* a recueillies, comme membre de l'expédition belge du Ruwenzori.

Elle sera publiée dans les *Mémoires* in-8°.

La séance est levée à 16.30 heures.

**M. E. Leplae. — L'intérêt présenté pour le Congo belge
par la colonisation italienne de l'Éthiopie.**

Les derniers renseignements confirment la suppression prochaine des sanctions économiques appliquées à l'Italie par la Société des Nations. Le maintien de ces sanctions inefficaces n'a plus de partisans. La Société des Nations limitera dorénavant ses efforts à la conservation de la paix en Europe et n'invitera plus ses membres à courir des risques de guerre pour protéger une nation semi-barbare.

On peut donc prédire qu'aucune entente internationale n'essaiera de contrecarrer ou de restreindre l'action colonisatrice décidée par les Italiens. Ceux-ci pourront imiter en Éthiopie l'aménagement agricole si remarquable qu'ils viennent d'exécuter en Italie et qui doubla la valeur de la mère patrie.

Les grandes lignes de cette action nous furent exposées déjà par la presse italienne et par Mussolini lui-même. La colonisation se fera d'après un plan vaste, méthodique, appuyé sur les méthodes et les moyens les plus modernes. L'Éthiopie sera colonisée et civilisée, sans retards ni hésitations, en utilisant au maximum ses conditions naturelles particulièrement avantageuses, les propensions agricoles marquées de sa population indigène et les qualités colonisatrices exceptionnelles du peuple italien.

Pour autant qu'il soit possible de prédire les développements de cette entreprise italienne, celle-ci nous montrera la plus rapide de toutes les colonisations entreprises par les Européens et celle qui disposa des moyens les plus favorables à sa réussite.

L'Italie aborde l'aménagement d'un pays resté jusqu'ici dépourvu de routes et même de maisons, sans industrie

et presque sans commerce et resté pauvre par suite de l'insécurité et de l'imperfection de son agriculture. Le Fascisme italien, appuyé par toute la nation, veut faire de sa conquête une colonie prospère et heureuse à tous les points de vue.

A ce titre, les phases de l'équipement et de la civilisation de l'Éthiopie méritent toute l'attention du Congo belge.

SUPERFICIE; STRUCTURE GÉOLOGIQUE; LES LIMONS DU NIL.

La Colonie Est-africaine qui évoluera désormais sous la protection du pavillon italien, sera d'une superficie considérable. Avec l'Érythrée et la Somalie, la nouvelle Éthiopie mesurera une surface à peu près semblable à celle qu'aurait le Congo belge si l'on supprimait le Kasaï et le Katanga.

Ce grand territoire renferme des terres de valeurs agricoles diverses, mais qui comprennent l'Abyssinie, massif montagneux énorme, s'élevant brusquement, comme une citadelle, au milieu du désert et de sables torrides de l'Est-Africain et portant les cimes vertigineuses de ses massifs jusqu'à plus de 4,000 mètres.

Des géographes lui donnent le nom d'*Alpes africaines*, car quelques-unes des cimes atteignent la hauteur du Mont Blanc et celle des volcans du Kivu.

La présence de ces formidables montagnes et des vastes plateaux fertiles qui s'étendent sur leurs flancs donne à l'Abyssinie des caractères plus favorables pour la colonisation que ceux d'aucune autre partie de l'Afrique tropicale. Les terres abyssines élevées de 2,000 à 3,000 mètres au-dessus du niveau de la mer jouissent d'un climat tempéré, agréable et salubre pour l'Européen. De plus, elles sont d'une haute fertilité, bien arrosées en général, ou d'irrigation facile.

La superficie de ces terres hautes, saines et fertiles est considérable: transportée sur la carte du Congo, elle recou-

vrirait l'Ubangi, l'Uélé et l'Ituri. De plus, ces plateaux sont rapprochés de la mer et du haut Nil et peuvent être abordés de quatre directions.

Nous n'avons au Congo belge aucune région comparable à l'Abyssinie au point de vue de la richesse agricole et des possibilités de la colonisation et du commerce.

La constitution géologique de l'Éthiopie est bien connue aujourd'hui. Un nombre élevé de géologues français et allemands ont décrit ses caractères depuis 1868. Les Italiens exécutèrent une prospection méthodique d'un grand nombre de régions depuis 1890. La littérature géologique du pays est donc déjà bien fournie.

D'après l'exposé de Krenkel (*Abessomalien*, dans *Handbuch der regionalen geologie*, C. Winter, Heidelberg, 1926), l'Abyssinie et les pays Galla et Danakil qui l'entourent, sont portés par une masse puissante de roches cristallines, formant un socle de nature granitique et gneissique. Ce socle porte une couche extrêmement épaisse de terrains sédimentaires, ayant jusque 4,000 mètres d'épaisseur et d'origine secondaire et tertiaire.

Le manteau rocheux dont le pays était ainsi recouvert fut disloqué par des mouvements sismiques et brisé en plusieurs fragments séparés aujourd'hui par des coupures et entailles souvent étroites, profondes ou très profondes, au fond desquelles coulent des rivières. C'est dans les fonds de ces ravins, parfois à plusieurs centaines de mètres de la surface moyenne de la région, qu'on voit le mieux apparaître le socle cristallin.

Mais la particularité géologique la plus importante pour l'agriculture de l'Éthiopie réside dans le fait que des épanchements volcaniques ont jailli à travers les fentes du socle et des terrains sédimentaires et sont venus s'étaler sur ceux-ci; les basaltes, les trachites, des couches épaisses de trapp et des coulées de laves recouvrent l'ancien plateau et lui apportent des terrains dont la valeur agricole est considérable.

Cette activité éruptive est calmée aujourd'hui: depuis

l'époque quaternaire, elle n'est plus manifestée que dans quelques volcans du Graben et du pays Galla et par des sources thermales nombreuses.

Les roches volcaniques mêlées aux produits de transformation des terrains secondaire et tertiaire, ont couvert une grande partie de l'Abyssinie occidentale, en pente douce vers le Nil, de couches épaisses de limon, d'une grande richesse agricole. Les pluies diluviennes qui s'abatent sur ces régions à partir de juin arrachent chaque année des masses énormes de ces riches terrains et les emportent vers le Nil, qui les répandra en Égypte. Les Italiens viennent de conquérir une des sources les plus remarquables de la richesse agricole mondiale.

En maints endroits, les éruptions crachèrent et élevèrent leurs laves jusqu'à de fortes hauteurs. Les hautes montagnes des plateaux abyssins sont donc surmontées de centaines de pics basaltiques ou trachitiques, souvent abrupts et auxquels les gens du pays donnent le nom de *Amba*. Les opérations militaires viennent de montrer combien les dépôts volcaniques entravaient toute circulation : les ingénieurs italiens s'occupent déjà très activement à contourner ces obstacles par des routes excellentes.

LES CLIMATS ET L'AGRICULTURE.

L'Éthiopie entière et surtout l'Abyssinie offrent trois zones très différentes quant aux conditions climatiques : des terres basses, des terres d'altitude moyenne et des terres très élevées. Chacune de ces catégories possède au point de vue de l'agriculture des caractères différents, reconnus dès l'origine de la population de ces pays et qui lui valut un nom distinctif.

1° Les *quollas* ou *gollas*. — Le nom veut dire région basse. S'applique aux pays Danakils ainsi qu'aux fonds des vallées étroites et profondes du Takazzé, du Nil bleu et de maintes rivières encaissées. C'est la zone la plus tor-

ride de toute la terre. D'après le géologue français d'Abbadie, qui l'étudia de manière détaillée, les quollas s'élèvent jusqu'à 1,800 mètres d'altitude, où passe l'isotherme de 20° centigrades de température moyenne annuelle.

Les *quollas* ont la plus grande étendue dans l'Ouest de l'Abyssinie, où elles descendent en terrasses vers la vallée du Nil; la température y atteint des maxima de 35 à 40° C. et les pluies tombent en été: la plus forte humidité s'allie donc à la plus forte chaleur. Sur les pentes douces descendant vers le Nil, les pluies commencent en avril-mai et atteignent une abondance extraordinaire: le pays étant plat, les torrents d'eau le font ressembler à la mer; on signale des pluies de 16 heures par jour: la boue rend impossible de chasser; la marche est pénible; on s'enfonce jusqu'aux genoux dans le limon saturé d'eau. En septembre, les pluies cessent et le soleil ardent commence à évaporer les énormes quantités d'eau retenues dans le sol: il fait éclore des fièvres intenses.

Dans les fonds des vallées profondes, telles que celle du Takazzé, qui coupe l'Abyssinie en deux moitiés, la température atteint des élévations extrêmes, grâce à l'absence de toute brise: on a relevé 50 à 60° et même à la surface du sable 63°8. Ces fonds de vallées sont envahis par une végétation tropicale si dense que la circulation et même la chasse y sont très pénibles; les fièvres y règnent. De plus, la pluie y déverse des cataractes et bien des personnes y ont péri, surprises par le flot. Ces conditions font comprendre les difficultés rencontrées par les Italiens lorsqu'ils voulurent fermer aux Éthiopiens le passage du Takazzé.

Dans leur ensemble, les quollas de l'Abyssinie proprement dite sont de climat très chaud et malsain. Les Abyssins s'y aventurent rarement, car ils y sont aussitôt atteints de malaria sous des formes dangereuses et souvent mortelles. La population est donc peu nombreuse, décimée par les fièvres. Les Italiens auront beaucoup à

faire pour améliorer l'hygiène de ces terres basses. Par contre, celles-ci pourront être aménagées au point de vue hydraulique et être adaptées à diverses cultures tropicales irriguées. D'autre part, l'érosion des limons pourra être modérée par une rationalisation du réseau hydraulique: jusqu'ici aucun travail n'a été fait à cet égard par les Abyssins.

2° Les régions moyennes ou *Woina-Dègas*, situées entre 1,800 et 2,400 mètres. C'est le pays des grands plateaux, à climat nettement subtropical, très sain et fort agréable, le meilleur quant à l'agriculture et le plus peuplé. La vigne y réussit: le nom de *Woina-Dèga* signifie pays du vin, bien que les Abyssins ne cultivent la vigne qu'exceptionnellement.

Le climat très doux rappelle l'Italie. La moyenne est de 19° à 20° C. et la température ne dépasse 25°; pendant la période la plus froide (août) le thermomètre oscille vers 15° C. De plus grands écarts ne se constatent que dans l'ouest, autour de Gondar et du lac Tana, qui sont placés exactement à la limite du quolla (1,800 m.) et dont la température atteint encore 30 à 32° de maximum, avec un minimum absolu de 13° C.

La salubrité de ces hauts plateaux est remarquable. Malgré l'altitude, l'Européen y trouve les meilleures conditions climatiques. La cicatrisation des blessures est extrêmement rapide, même celle des lésions graves causées par les mutilations communes dans la punition des délits et dans les batailles. Lors de l'expédition de l'armée anglaise contre Théodoros en 1868, malgré 6 mois de fatigues incessantes et extrêmes dans un pays aussi accidenté, les Anglais ne perdirent par maladie que 1,3 % de leur effectif.

Les hauts plateaux reçoivent la pluie pendant l'été, de mai en septembre, le maximum se produisant en juillet-août. En général la plupart des matinées sont ensoleillées; les orages de pluie se déchaînent dans l'après-midi; la nuit, le ciel est couvert de nuages.

Les conditions climatiques donnent au Woina-Dèga une végétation naturelle rappelant celle du Midi de l'Europe, avec une abondance d'euphorbes candelabres, d'oliviers abyssins, des massifs de rosiers, des ficus et des sycomores et d'épais fourrés de bambous.

Les conditions de l'agriculture sont particulièrement favorables. La vigne a donné son nom à ces hauts plateaux, bien que sa culture soit peu importante et limitée aux environs du lac Tana: l'Abyssin boit l'eau pure s'il est pauvre, l'hydromel et la bière s'il a quelques revenus.

Le *caféier* pousse à l'état sauvage dans le Sud du pays (province de Kaffa). Il se cultive un peu au lac Tana, avec irrigation, mais acquiert la grande importance chez les Gallas du Harrar: le café Galla est classé par les Arabes comme de qualité égale ou supérieure à celle du meilleur moka du Yémen.

Les grenadiers, citronniers, bananiers, tous les arbres fruitiers, les légumes d'Europe et les céréales, sont activement cultivés. Le maïs occupe surtout les terres un peu plus chaudes vers 1,600 à 1,800 m., proches de quollas, de même que le froment. Le teff, (*Eragrostis abyssinica*), céréale indigène, se plaît surtout vers 2,000 mètres. L'orge préfère les terres plus hautes, à climat moins chaud, à la limite des Dègas (2,500 m.).

Le froment, l'orge et le teff sont semés vers le milieu de la saison des pluies et récoltés fin novembre; les champs sont alors ensemencés immédiatement d'orge, qu'on récoltera en février.

Une extension notable est donnée dans beaucoup de localités à l'irrigation; celle-ci est très facile à établir, vu les fortes déclivités des campagnes; elle permet trois récoltes par an, mais l'indifférence agricole des indigènes et les guerres et troubles continuels ont limité les irrigations à l'arrosage de petites parcelles.

L'Abyssinie occidentale, autrefois grande productrice de froment, fut dépeuplée par les guerres contre les Égyptiens et les derviches.

Cette région possède d'énormes étendues de pâturages de haute qualité, capables de nourrir d'innombrables troupeaux dans un pays bien administré.

La Woina-Dèga ne devient trop sèche que dans le Nord-Est de l'Abyssinie, du côté d'Adoua et de Makallé, où les hauts plateaux gréseux, à l'altitude de 2,000 mètres environ, portent une végétation courte, caractéristique des steppes: la sécheresse y règne pendant 9 à 10 mois. Les pluies ne durent que 50 à 80 jours; les sources et les rivières s'épuisent dès la fin des pluies et seuls les cours d'eau importants amènent quelque fraîcheur dans les plaines: celles-ci restent couvertes d'une végétation vigoureuse qui se détache nettement sur l'uniformité jaunâtre du paysage.

3° Les *Dègas*. — Ces régions, élevées de plus de 2,400 m. et montant à 4,200 m. (Semien), sont encore mal connues au point de vue climatérique, mais elles se divisent nettement en deux zones: l'inférieure est largement exploitée par l'agriculture et porte aussi des arbres d'assez grande taille. La zone supérieure, au contraire, n'a plus qu'une flore de dimensions réduites et présente tous les caractères botaniques des régions alpines.

Les terrains ne s'élargissent plus en vastes plateaux comme dans le Woina-Dega: ils forment des montagnes, des dômes et des pics abrupts, particulièrement abondants au Semien.

La température moyenne, qui atteint 16 à 17° à la base du Dèga vers Gondar et Massoua, descend à 7 ou 8° C vers 3,900 m. d'altitude, limite supérieure de la culture des céréales.

Les nuits deviennent de plus en plus froides à mesure que l'altitude augmente: on peut mesurer 23 à 25° C pendant le jour et constater la nuit suivante 0° ou même moins. L'irrigation n'augmente plus guère la récolte, car la gelée nocturne est fréquente. Ces conditions ressemblent fort à celles des plateaux du Bianos au Katanga.

Dans le haut Semien, à 4,000 ou 4,200 m. et plus, la température moyenne n'est plus que de 3° à 5° C. à midi, tandis que le thermomètre tombe le soir à —4 et jusque —8° C.

Les pluies de ces régions élevées sont fréquentes pendant presque toute l'année; les observations faites au Godjam et Semien indiquèrent des pluies presque journalières en été et tous les 2 ou 3 jours en hiver. Les montagnes sont constamment entourées de nuages.

La base des Dégas, jusque vers 3,000 m. porte une végétation variée et abondante de développement normal; des bosquets d'oliviers, de rosiers, rhododendrons, mimosas, genevriers, etc.

Plus haut les arbres se rabougrissent; seul le couso prospère jusque 3,800 m.; c'est un remède indispensable aux Abyssins, qui tous hébergent des ténias, suite à leur habitude de consommer en certaines fêtes des viandes crues et même encore palpitantes.

Le caractère agricole principal des Dégas est leur riche couverture de pâturages. Certaines provinces sont entièrement couvertes de prairies: tel le Godjam, la zone inférieure du Semien, etc. Même dans les grandes élévations, les vallons sont encore tapissés de gazons et de trèfles.

Les agriculteurs sèment dans les Dégas inférieurs beaucoup d'orge et de froment, alternant avec une année de jachère.

CARACTÈRES DE L'AGRICULTURE.

La population a toujours vécu principalement de l'agriculture, favorisée par la fertilité du sol en Abyssinie et la douceur du climat des plateaux.

Mais les procédés agricoles sont primitifs et ne connaissent que trois instruments: une charrue constituée d'un bois crochu, une fourche formée d'une branche ramifiée en 2 ou 3 pointes et un maillet à tête de pierre servant à briser les mottes de terre. La charrue est attelée de

bœufs. On commence à peine à employer des houes et des pelles importées.

Dans tout le pays, l'élevage des bestiaux est pratiqué. Il comprend les bêtes bovines, les chevaux et les mules, les chèvres et moutons et les dromadaires.

On estime le nombre de bêtes à cornes à 15,000,000. Ce sont généralement des sanga ou zébus africains, de taille et poids satisfaisants (300 à 450 kilos) et convenant bien pour la traction, la laiterie et la production de viande. La population consomme beaucoup de beurre et de lait et exporte de fortes quantités de cuirs, surtout par Djibouti. Elle exporte aussi du beurre *ghee* vers les ports de la Mer Rouge, où ce produit est fort apprécié.

Le pays se prêterait bien à l'élevage des moutons à laine, mais les races ovines indigènes sont de peu de valeur à ce point de vue. Plusieurs races de chèvres sont tenues et leur effectif est beaucoup supérieur au nombre des moutons. Les peaux de moutons et de chèvres sont un article important d'exportation.

Les chevaux ne sont guère utilisés que pour des festivités, tandis que les mules, nombreuses et excellentes, sont employées partout comme animaux de selle et de bât, portant aisément dans les chemins les plus difficiles et à des distances de plusieurs jours de marche, des charges d'environ 90 kilos.

L'élevage du porc est presque nul. Les volailles sont représentées par une petite race indigène. La campagne est habitée par quantité de canards, oies et pintades sauvages, mais l'Abyssin ne les consomme guère et ne les a pas domestiqués. Par contre, il tient beaucoup de ruches d'abeilles, dont il consomme le miel et fabrique l'hydromel, boisson nationale; il exporte assez bien de cire.

Un élevage très spécial à l'Abyssinie est celui des civettes, tenues pour la production du musc dans les régions élevées.

Le café est un des produits les plus importants. Le café sauvage de Sidamo et Kaffa est désigné dans le commerce

sous le nom de café d'Abyssinie; à petits grains et mal préparé, il est considéré comme inférieur au café cultivé, mais encore excellent. La culture du café est faite surtout par les Gallas du Harrar, en petits champs de 50 à 100 arbres sur les pentes des montagnes. Le café Harrari est de grande réputation; il fut importé de Mocha par les conquérants Arabes au XV^e siècle; il semble que le Mocha lui-même descende des cafés sauvage du Kaffa.

La culture du coton est faite un peu partout et la fibre est utilisée pour tisser le « Chamma » costume national. Toutefois les quantités produites sont peu importantes, de sorte que l'importation de cotons étrangers est une des grandes opérations commerciales de ce pays.

Nous avons signalé plus haut les cultures de céréales, froment, orge, teff et surtout de sorgho.

De rares exploitations européennes ont pu s'établir dans le centre du pays. Deux plantations de café sont fondées par des Belges. Des essais de production cotonnière n'ont pas réussi.

LE COMMERCE. — LES INDUSTRIES.

Les autorités abyssines ont toujours découragé le commerce et interdit plusieurs exportations qui auraient pu devenir importantes. Aucun effort sérieux n'a été fait pour développer l'agriculture, pour aménager des routes ou introduire des industries.

L'habitant fabrique lui-même tout ce qui lui est nécessaire, mais comme il cultive fort peu, il doit importer beaucoup de sorgho, de froment et de riz, beaucoup de coton et de cotonnades, du sucre, de l'huile d'olives, du poisson séché, du fer dont il confectionnera ses outils, du tabac, etc.

Dans ces dernières années, le Gouvernement s'est montré un peu plus favorable à la modernisation des industries et du commerce. Des minoteries, une brasserie, une usine hydro-électrique et quelques autres petites entreprises fonctionnent dans la partie centrale du pays.

LA COLONISATION ITALIENNE.

Sans les guerres d'extermination qui se succédèrent en Abyssinie depuis des siècles, l'esprit de rapine et d'oppression d'un grand nombre de chefs abyssins et les réquisitions continuelles qui enlevaient au paysan tout désir d'augmenter sa production au delà des quantités strictement indispensables à la nourriture de sa famille, l'Abyssinie aurait sans doute atteint depuis longtemps la prospérité agricole et commerciale.

Sa population est intelligente et nombreuse. On l'évalue entre 8 et 10 millions d'hommes, massés principalement sur les hauts plateaux et comprenant aussi les tribus nomades des déserts orientaux.

Quoique foncièrement agricole, n'ayant même d'autres sources de revenus que les élevages et les cultures et possédant des troupeaux considérables d'animaux domestiques, elle n'occupe qu'une proportion restreinte des terrains cultivables et n'en tire que peu de parti, vu son indolence naturelle et le régime décourageant qui l'étreint depuis des siècles.

Une domination paisible et intelligente va lui être appliquée par l'Italie. La population indigène conservera ses terres et sera conseillée et aidée dans le développement de son agriculture. Déjà les meilleurs experts italiens familiarisés avec les colonies africaines et l'agriculture de la péninsule, ont été chargés de dresser le programme agricole de la nouvelle Colonie.

Côte à côte avec les cultivateurs abyssins et gallas, s'installeront bientôt les colons agricoles italiens. La population indigène n'occupe qu'une partie des terrains propres à l'agriculture: un tiers ou la moitié sont disponibles.

Le plan de colonisation s'élabore, sous la surveillance personnelle de Mussolini, un fervent de l'agriculture. Les méthodes les plus efficaces sont déjà esquissées, avec une ampleur remarquable.

L'ordre va d'abord être établi et la nation soumise sera désarmée: les coloniaux belges et anglais se demandaient avec anxiété comment on pourrait jamais enlever aux Abyssins et Gallas les stocks de munitions et d'armes perfectionnées dont l'Europe leur a si imprudemment permis l'acquisition. Les Italiens ont résolu la question: ils laissent en Éthiopie, pour plusieurs années, une véritable armée, supérieurement équipée et qui, par mille moyens, obligera l'indigène à livrer toutes ses armes offensives. Ce nettoyage est déjà en bonne voie.

Une police active et sévère est la première condition du progrès agricole. Comme dans toutes les régions sèches, les habitants du bas pays sont nomades, éleveurs de troupeaux et plus ou moins dangereux. Mais leurs vellétés d'attaques et de pillage vont s'évanouir: la police mussolinienne ne plaisantera pas plus en Éthiopie qu'en Italie; elle saura remplir dans la nouvelle colonie la mission d'ordre et de discipline qu'elle a si merveilleusement effectuée en Italie.

Les coloniaux belges savent mieux que personne combien une forte police et des répressions sévères sont indispensables pour faire régner la sécurité et la paix dans un énorme pays de populations demi-barbares.

Les habitants, d'ailleurs, ne demandent que la paix. Les chefs abyssins sont matés; le peuple, composé principalement de Gallas, de nègres et de métis, a toujours vécu dans un esclavage moral. Il respire enfin, à l'arrivée de l'ordre et de la justice.

L'un des côtés les plus étranges du conflit que le maréchal Badoglio vient d'apaiser, est l'opposition qui dut être faite à la civilisation au nom de principes civilisés!

L'Abyssinie tout entière est un chaos de montagnes, où l'absence de routes fut jusqu'ici l'obstacle économique principal. Mais les Italiens sont passés maîtres en travaux de voirie; 70,000 ouvriers italiens accompagnèrent les troupes; ouvriers et soldats créaient la route en avançant

et en combattant. Les autos passent maintenant où les mules mêmes ne trouvaient pas de chemins praticables. Nous verrons bientôt les résultats remarquables des routes que l'Italie va tracer à travers le pays conquis.

Cinq grandes artères automobilisables vont traverser l'Éthiopie de part en part; les Italiens leur donnent le nom de routes camionnables, ce qui rend bien leur but commercial autant que militaire. Chacune mesurera de 300 à 850 kilomètres.

Les services que ces voies pourront effectuer pour l'agriculture et le commerce viennent d'être encore démontrés pendant ces derniers jours: une colonne autoportée partie de Neghelli a traversé sous des pluies torrentielles 250 kilomètres de pistes en deux jours. Bien qu'il se soit agi d'un transport militaire, ce fait montre quels avantages résulteront de la construction des grandes voies camionnables qui traverseront les régions si accidentées mais si fertiles des hauts plateaux.

Le réseau des chemins de fer viendra compléter les routes d'automobiles et les amalgamer en un vaste réseau accessible de toutes les régions du pays. Les tracés de ces voies ferrées sont à l'étude. L'un part de Mogadiscio en Somalie pour gagner Dolo et Addis-Abeba. Un autre va d'Assab à Dessié et sera prolongé vers le lac Tana. Un troisième prolonge la ligne de Djibuti vers la frontière du Soudan. Le quatrième reliera Massoua avec Gondar. Ces quatre lignes seront unies par une voie principale conduisant de Massoua par Dessié jusque Addis-Abeba. La traction électrique est déjà l'objet d'un examen, les provinces de l'Éthiopie disposant toutes de possibilités hydrauliques. Une commission de techniciens est envoyée pour étudier les ressources hydrauliques des divers bassins fluviaux.

La colonisation européenne commence: Mussolini veut fixer comme paysans sur les terres libres de l'Abyssinie 200,000 de ses soldats. Venus des régions les plus montagneuses et pauvres de l'Italie, vivant de peu, travailleurs

infatigables, économes et courageux, ce sont les meilleurs travailleurs qui soient pour les pays tropicaux.

Après avoir travaillé les terres de l'Argentine et du Brésil et donné annuellement à l'exportation plus de 300,000 hommes, les Italiens, sur l'ordre du Fascisme, ont défriché les terres incultes ou négligées de l'Italie méridionale, assaini et transformé en campagnes magnifiques, les marais redoutables de la région romaine, aménagé les cours d'eau, créé en cent endroits les travaux les plus remarquables d'irrigation et de colmatage. Ils vont aborder maintenant la transformation agricole de l'Abyssinie sous la direction des centaines d'ingénieurs et conducteurs qui se sont spécialisés dans les admirables travaux de *bonification intégrale* exécutés depuis 12 années en Italie.

Divers types de colonisation seront appliqués. Une première expérience de colonisation nationale et de petite propriété sera établie dans la banlieue d'Addis-Abeba, sur les terrains qui appartiennent au domaine du Négus. Cette opération sera conduite avec le plus grand soin, avec l'aide de l'OEuvre Nationale des Combattants, qui vient de créer dans les Marais Pontins une nouvelle région agricole.

Une autre forme de colonisation sera introduite dans une des régions d'agriculture indigène qui ne présente pas les conditions exigées pour la colonisation européenne: on y appliquera la formule de collaboration usitée déjà en Somalie et qui avance aux agriculteurs indigènes des semences et quelques secours financiers: les produits seront achetés aux habitants à des prix équitables et fixés d'avance.

Une forme de colonisation industrielle est prévue pour les terres du domaine public qui ne conviennent pas à la petite colonisation: l'exploitation pourra y être organisée par les Confédérations nationales des Agriculteurs, des ouvriers agricoles et des techniciens agricoles.

L'agriculture indigène proprement dite recevra l'assistance des Services agricoles du Gouvernement. Des moyens mécaniques et notamment d'appareils de labourage pourront être utilisés pour augmenter les récoltes et améliorer les conditions de la population.

Afin de sauvegarder pleinement les intérêts des indigènes et ceux des colons italiens, il sera procédé immédiatement à l'examen de la situation juridique des terrains, en même temps qu'à l'étude des conditions agrologiques locales, ainsi qu'à la détermination des cultures les mieux adaptées à chaque localité.

Les enquêtes seront effectuées pendant la saison pluvieuse actuelle, de manière que les premiers travaux agricoles puissent débiter à l'automne de cette année.

Il est constitué au Ministère des Colonies, un Comité d'experts pour l'Agriculture de l'Afrique orientale, chargé d'examiner au point de vue technique, les projets de colonisation qui seront présentés à ce Ministère. Le Comité comprend le Directeur de l'Institut Agricole Colonial, les Présidents des Confédérations fascistes des agriculteurs et des ouvriers agricoles, le Secrétaire du Syndicat des Techniciens agricoles et le Directeur général de l'Agriculture au Ministère de l'Agriculture et des Forêts d'Italie.

Ces détails montrent que le Gouvernement entend commencer et pousser son entreprise de colonisation italienne sans aucune perte de temps, tout en respectant les intérêts des cultivateurs indigènes.

D'autres mesures sont prises afin de préparer sans retards tous les moyens d'avancer le développement de l'Éthiopie.

Le Syndicat national fasciste des médecins fonde 100 bourses d'études accessibles aux jeunes médecins qui veulent se perfectionner en pathologie tropicale: les cours seront donnés à Rome; les diplômés devront se tenir à la disposition de l'autorité pour le service en Afrique orientale.

D'autre part, il est créé un centre d'études scientifiques à Rome et Addis-Abeba, sous la direction de l'Académie royale. Ce centre organisera des missions et des recherches scientifiques, ayant pour but de préciser la connaissance des territoires de la Colonie en vue de leur valorisation.

Le développement du commerce de l'Éthiopie est étudié par une Commission dont les membres sont choisis dans le monde commercial italien. Plusieurs centres commerciaux sont en voie d'équipement: chacun comprendra des habitations pour les commerçants et de vastes magasins pour abriter les marchandises importées d'Italie et les récoltes achetées aux indigènes. D'autre part, la construction des routes est activement entreprise.

Le Duce n'a pas négligé l'étude minéralogique et minière de la nouvelle Colonie. Des délégués des industriels italiens sont sur place, étudient les possibilités minières et hydroélectriques, ainsi que les transports. Une attention spéciale est donnée aux recherches de combustibles, ainsi qu'aux gisements aurifères: la région du Wallega, qui a fourni aux Abyssins de bonnes récoltes d'or d'alluvion, renferme des filons de minerais d'or que l'on prospectera complètement.

Dans son ensemble, toutefois, la colonisation de l'Éthiopie sera principalement agricole et faite par de véritables agriculteurs, des travailleurs de la terre. On n'aura sans doute jamais vu d'exemple d'une colonisation européenne commencée d'emblée avec un aussi grand nombre d'agriculteurs de métier.

Cette constatation est bien intéressante pour ceux des coloniaux belges qui s'intéressent à l'établissement d'une colonisation agricole européenne au Congo.

Nous possédons vers les Grands Lacs, entre le Kivu et l'Ituri, quelques régions où des agriculteurs belges pourraient se fixer et prospérer. Bien qu'elles soient de petites régions, en comparaison de la grande superficie de la Colonie, elles seraient cependant capables de recevoir

quelques milliers d'agriculteurs, s'il s'en présentait et si l'État les aidait quelque peu.

Mais une telle colonisation n'intéresse réellement presque personne, ni en Belgique, ni dans la Colonie.

Le colon-paysan n'est pas bien vu dans nos milieux coloniaux tandis qu'il est désiré, encouragé et assisté en Italie.

Le colon agricole du type belge, au contraire du colon italien, est resté étranger à l'agriculture tant qu'il habita la Belgique, mais il voulut un jour se faire agriculteur au Congo. Il est plein de courage, certes et digne du plus grand intérêt, mais son idéal est tout différent de celui d'un vrai paysan, ses exigences bien plus grandes, sa compétence professionnelle très limitée. Le colon italien se contente de vivre en paysan; le colon belge rêve d'une plantation qui l'enrichira quelque jour.

Où le premier s'installera en nombre, le second trouverait à peine assez de terre pour satisfaire ses aspirations.

Au Kivu, un expert italien voyait la possibilité d'introduire plusieurs milliers de colons, alors que des Belges croyaient à peine possible d'y caser une dizaine d'exploitations.

L'Italien fait de la colonisation paysanne; le Belge, au fond, s'en tient à la colonisation capitaliste.

D'ailleurs l'Italien est endurci à la lutte contre des conditions défavorables; il excelle à cultiver les terres montagneuses et, sous le soleil ardent de son pays, conserve toute son activité. Le colon belge, nourri dans les plaines fertiles et le confort de sa patrie, n'a pas les vertus colonisatrices d'un paysan montagnard.

D'ailleurs le colon belge rencontre au Congo des difficultés supérieures à celles de la colonisation éthiopienne: il ne peut que rarement tenir du bétail, labourer avec des charrues, travailler le sol et récolter au moyen de machines; à ces points de vue, le colon italien sera favorisé. Enfin, la fixation des colons italiens coûtera moins, le

voyage et la subsistance pendant plusieurs mois ayant été payés par le trésor de guerre.

Quoiqu'il en soit, tous les coloniaux belges suivront avec grande sympathie et probablement avec grand profit, les développements de la colonisation italienne en Érythrée.

Ils y verront non seulement une colonisation véritablement agricole, mais aussi l'action d'une Administration technique expérimentée dans l'aménagement des terres en vue de l'agriculture et la colonisation.

L'étude des procédés et des résultats de cette Administration sera féconde en enseignements, dont une partie pourra s'appliquer un jour au Congo belge.

Les Belges ont d'ailleurs bien des raisons pour apprécier la valeur des Italiens au point de vue de la colonisation et suivre leurs efforts avec sympathie. Non seulement nous avons au Congo nombre de colons italiens, mais cette nation amie, à laquelle nous sommes liés par des liens nombreux, a puissamment assisté notre effort colonial: l'Italie nous a donné par centaines ses officiers, ses médecins, ses vétérinaires, ses agronomes, ses entrepreneurs de travaux. La Belgique coloniale doit à l'Italie une reconnaissance qu'elle n'oubliera jamais.

Séance du 18 juillet 1936.

La séance est ouverte à 14.30 heures, sous la présidence de M. *Fourmarier*, président de l'Institut.

Sont présents: MM. Bruynoghe, Buttgenbach, De Wildeman, Gérard, Marchal, Robert, Rodhain, membres titulaires; MM. Delevoy, Hauman, Mouchet, Polinard et Robyns, membres associés.

Excusés: MM. Claessens, Droogmans, Schouteden, Shaler et Van Straelen.

M. De Jonghe, Secrétaire général, assiste à la séance.

Présentation d'ouvrages.

Sont déposés sur le bureau de la Section, deux fascicules du Musée de Tervueren: 1° M. H. Schouteden, *Contribution à la faune ornithologique du Nord-Est du Congo belge*, avril 1936; 2° M. L. Burgeon: *Catalogues raisonnés de la faune entomologique du Congo belge: coléoptères, carabides (2^e partie)*, juin 1936.

— Remerciements d'usage.

Présentation d'un Mémoire.

M. *De Wildeman* présente une étude sur les saponines dans le régime végétal. Cette étude est surtout destinée à mettre sous les yeux de ceux qui voudraient s'engager dans des recherches sur la phytochimie, dans laquelle il reste pour les plantes de la Colonie immensément à faire, la liste d'un nombre relativement considérable de végétaux renfermant un produit du groupe des saponines. L'auteur espère que cette liste pourra être rapidement augmentée et que parmi les plantes ainsi mises en vedette, on pourra trouver des types susceptibles d'être exploités

commerciallement. Cette étude sera publiée dans les *Mémoires in-8°*.

M. Rodhain signale qu'au Soudan égyptien, Archibald a conseillé l'emploi du suc de fruit de l'arbre *Balanites aegyptiaca* pour combattre la Shistosomiase. Ce suc tue non seulement les mollusques, mais aussi les cercaires qui interviennent dans la transmission de la Shistosomiase.

Présentation d'un Mémoire.

M. Robyns résume un travail intitulé: *Contribution à l'étude des formations herbeuses du district forestier central du Congo belge*.

Il étudie successivement les formations herbeuses de nature diverse et qu'il classe en formations herbeuses de terre ferme et formations herbeuses aquatiques.

Dans la première catégorie se rangent les savanes édaphiques ou Esobe, les savanes climatiques et les savanes secondaires.

1. Les savanes *édaphiques* ou Esobe sont des groupements naturels toujours très petits n'occupant souvent que quelques hectares et enclavés dans la forêt. Elles se rencontrent uniquement dans le sous-district occidental de la forêt équatoriale et sont de deux types; les savanes à *Hyparrhenia diplandra* et les savanes à *Ctenium Newtonii*.

Les savanes à *Hyparrhenia* ont un sol meuble et souvent perméable et se rencontrent généralement près des rives des cours d'eau. Elles sont à considérer, au moins dans la région de Coquilhatville, comme des anciens bancs de sable attachés aux rives par colmatage d'un bras du cours d'eau et actuellement en voie de colonisation végétale dont le stade final est la forêt.

Les savanes à *Ctenium* sont à sous-sol imperméable et généralement latéritique. Elles ne se rencontrent que dans l'Ubangi.

2. Les savanes *climatiques* généralement plus étendues que les Esobe, se rencontrent près des lisières, mais à l'intérieur de la forêt équatoriale et elles sont également limitées au sous-district occidental.

3. Les savanes *secondaires* sont provoquées par les facteurs biotiques et surtout l'action de l'homme. Elles se rencontrent autour des postes européens et des villages indigènes et sont généralement peu étendues.

Enfin, les formations *herbeuses aquatiques* sont des groupements agrostologiques occupant les rives basses du cours d'eau et des îlots sous forme de bandes plus ou moins larges. Elles constituent le premier stade de la colonisation des terres submergées et contribuent à l'exhaussement de celles-ci. Au stade de prairie aquatique succède un stade arbustif, suivi lui-même de la galerie forestière.

Ce travail, qui donna lieu à un échange de vues entre MM. le *Président*, *Hauman*, *Polinard* et *Robyns*, sera publié dans les *Mémoires* in-4°.

Communication de M. H. Buttgenbach.

M. *Buttgenbach* présente et décrit un cristal de zircon qui lui a été envoyé du Congo dans un lot de minéraux divers. (Voir p. 335).

Présentation d'un Mémoire.

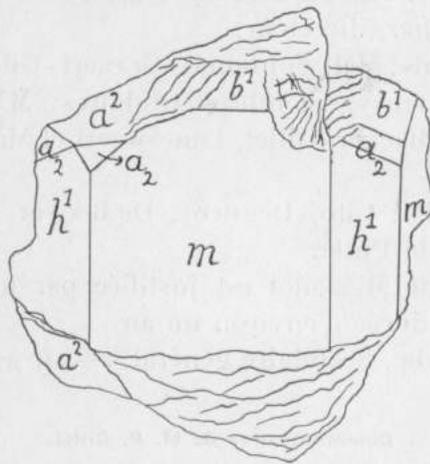
M. *Rodhain* présente à la Section, pour publication dans les *Mémoires*, une importante étude du D^r *Hissette* sur l'*Ouchourcose oculaire au Congo*. L'ouvrage traite de la clinique de l'affection et s'étend en détails sur les lésions pathologiques qu'elle provoque dans les diverses parties de l'organe visuel.

M. *Mouchet* est désigné comme second rapporteur.

La séance est levée à 16 heures.

M. H. Buttgenbach. — Sur un cristal de Zircon.

Je crois intéressant de présenter à la Classe un cristal de zircon qui m'a été envoyé du Congo dans un lot de minéraux divers. Le zircon a déjà été signalé en plusieurs endroits de la Colonie, dans la province orientale, bassins de l'Ulindi, de la Belaheli, de la Luizi, de la Luila et de la Lulua, ainsi que dans le bassin de la Bushimaie. Provenant d'alluvions de rivières, il s'est trouvé en cristaux qui n'atteignent guère plus que quelques millimètres de longueur.



Le fragment de cristal que je présente ici et qui est figuré au double de sa grandeur naturelle, est remarquable par sa grosseur : son poids est de 19,3 grammes; sa détermination résulte de la mesure de sa densité (4,63), de l'examen de sa dureté, de l'étude de ses propriétés optiques faite sur un petit fragment et est confirmée par les mesures goniométriques qui ont permis l'orientation du cristal telle qu'elle est figurée (orientation Des Cloizeaux).

Ce cristal présente une très belle couleur violette translucide et pourrait certainement être utilisé comme gemme.

Je n'ai malheureusement pas d'indication exacte sur sa provenance; on m'a dit qu'il a été trouvé dans la région de Kirando (lac Tanganyka).

SECTION DES SCIENCES TECHNIQUES.

Séance du 24 avril 1936.

La séance est ouverte à 14.30 heures, sous la présidence de M. *Bollengier*, directeur.

Sont présents: MM. Fontainas, Gevaert, Gillon, le baron Liebrechts, Maury, membres titulaires; MM. Anthoine, Beelaerts, De Backer, Gillet, Lancsweert et Marchal, membres associés.

Excusés: MM. Cito, Deguent, De Roover, Jadot, Moulaert et Van de Putte.

L'absence de M. Jadot est justifiée par un voyage au Congo d'une durée d'environ un an.

M. De Jonghe, Secrétaire général, assiste à la séance.

Communication de M. P. Gillet.

M. *Gillet* examine le problème des transports au Congo uniquement au point de vue technique. Il s'attache à établir des relations définies entre la capacité des différents moyens de transport et leur prix de revient de construction et d'exploitation. Pour obtenir ces relations, il faut établir des évaluations quantitatives des différents types de terrains rencontrés en pratique, ce qui permet de définir un relief moyen pour lequel on peut établir des relations générales liant la capacité d'évacuation au prix de revient de premier établissement.

De ces relations, on peut tirer des équations générales donnant le prix de revient de la tonne kilométrique en fonction du prix de revient de premier établissement et du tonnage annuel transporté.

M. Gillet complète son exposé par l'étude des lois de développement du trafic, étude qui doit permettre de fixer le trafic probable, élément principal auquel est subordonné le choix du moyen de transport à construire. Il termine par le vœu que d'autres études viennent contribuer à la solution de cet important problème. (Voir p. 338).

M. Gillet ajoute certaines précisions en réponse à des questions posées par M. Fontainas

Concours annuel de 1938.

La Section décide de poser les deux questions suivantes:

1. *On demande un procédé pour le traitement à sec de minerais fins de zéro à cinq millimètres.*

2. *On demande d'exécuter des recherches théoriques et pratiques pour la récupération des fines particules (notamment d'or et de cassitérite) dont la criblométrie se situe entre 40 et 200 mailles standard par pouce linéaire, par des procédés simples, applicables dans le cadre des exploitations alluvionnaires de la Colonie.*

La séance est levée à 15.45 heures.

M. P. Gillet. — Les transports au Congo belge.

Je n'ai pas l'intention d'aborder dans son ensemble, le sujet extrêmement vaste et complexe des transports au Congo, pas plus que celle de proposer des solutions. Je me bornerai à apporter quelques matériaux utiles à l'étude du problème des transports par voies de terre.

Au point de vue technique et je tiens à souligner que je désire me tenir uniquement sur ce terrain, le premier problème qui se pose en pays neuf est celui de la détermination du type de matériel et de plate-forme qui donne, pour un transport déterminé, le prix de revient minimum.

Depuis le porteur jusqu'au chemin de fer lourd, on peut imaginer une série pratiquement continue de moyens de transports, dont le prix de revient d'établissement croît avec la capacité d'évacuation.

Peut-on lier par une relation définie ce prix de revient à cette capacité d'évacuation ?

Pour répondre à cette question d'une manière aussi générale que possible, il faut définir en premier lieu le terrain sur lequel on se propose d'établir une voie de communication, car ce terrain conditionne le prix de l'infrastructure de la voie (route ou chemin de fer) et, dans une certaine mesure, les frais d'exploitation ultérieure.

Le terrain peut se définir par deux caractéristiques essentielles :

- 1° sa cohésion ;
- 2° son relief.

La cohésion, au point de vue prix de revient, est définie très simplement et sans aucune prétention scientifique dans les bordereaux de prix d'entrepreneurs qu'une longue pratique a consacrés : terre, latérite, schiste, roche, roche dure, etc.

On peut en déduire un prix de revient moyen du m³ de terrassement, d'après la proportion de chacune de ces catégories.

Le relief est plus difficile à définir quantitativement et il peut sembler très présomptueux de vouloir le mettre en équation. Cependant, si on se reporte à son origine géologique et si on ne considère que le stade de « maturité » qui représente plus de 90 % de la durée d'un relief, depuis le début de l'érosion jusqu'au stade final de la pénéplaine, on peut, en première approximation, relever deux caractéristiques principales :

1° la symétrie par rapport à des plans verticaux passant par de grands axes qui sont les rivières et les lignes de faites et qui découpent le pays en réseaux hydrographiques;

2° la symétrie par rapport à des plans horizontaux passant à flancs de coteaux.

Moins marquée que la première, cette symétrie résulte du processus de l'érosion.

La pente du terrain est fonction de la vitesse des eaux qui ont produit l'érosion; cette vitesse part d'une valeur très faible au sommet des ondulations, passe par un maximum à flanc de coteau et diminue progressivement dans le cône de déjection du fond des vallées. Ce processus de l'érosion rappelle l'allure de la sinusoïde, qui répond de plus aux deux conditions de symétrie, horizontale et verticale.

Enfin, la périodicité de cette courbe reproduit l'allure ondulatoire du terrain. On pourrait donc, dans une première approximation très grossière, définir l'allure générale d'une région par une sinusoïde fondamentale, mais on peut pousser l'approximation plus loin en observant qu'une courbe périodique quelconque peut être considérée comme étant la somme algébrique d'une onde fondamentale sinusoïdale et d'une série d'harmoniques sinusoïdaux ou cosinusoidaux. (Série trigonométrique de Fourier.)

De plus, si cette courbe est symétrique par rapport à l'axe vertical et à l'axe horizontal, elle ne peut être reproduite que par des harmoniques impairs sinusoïdaux; ce sont précisément les deux caractéristiques que nous venons de reconnaître au relief.

La projection de la coupe du terrain par un plan vertical peut donc être représentée approximativement par l'équation:

$$y = A \sin 2\pi \frac{x}{X} + \frac{A}{m_1} \sin 2\pi \frac{x}{\frac{X}{n_1}} + \frac{A}{m_2} \sin 2\pi \frac{x}{\frac{X}{n_2}} \dots \quad (1)$$

A = amplitude de l'onde fondamentale

X = sa longueur d'onde

n_1, n_2, \dots étant des nombres qui, si on s'en tient à la théorie pure et à la symétrie définie ci-dessus, doivent être des nombres impairs; en pratique ce sont des nombres quelconques qui indiquent le rapport entre la longueur d'onde de l'onde fondamentale et celle des harmoniques. m_1, m_2, \dots sont des nombres quelconques qui représentent le rapport entre l'amplitude de l'onde fondamentale et celle des harmoniques.

Pour des raisons analogues, l'allure de la projection de la coupe du terrain par un plan horizontal, qui est une courbe de niveau, peut être définie par une équation similaire et même identique pour les terrains dont l'angle de talus naturel moyen est voisin de 45° et pour un plan horizontal passant à flanc de coteau.

Pour les terrains dont l'angle de talus naturel est différent de 45° , la projection verticale est approximativement la reproduction de la projection horizontale à l'échelle du talus naturel moyen.

L'équation établie et la valeur des constantes relevée sur la carte ou par observation directe, le terrain peut être considéré comme mis en équation avec une exactitude largement suffisante pour le degré de prévision qu'on peut

exiger des évaluations. Car il faut bien s'entendre, il ne s'agit pas d'établir par ces méthodes le devis d'une construction décidée, mais uniquement de faire, pour une ligne projetée, une évaluation exempte d'erreur grossière.

Les solutions pratiques utilisables restent tributaires des mises en équations et des chiffrages habituels, mais il faut remarquer cependant que ceux-ci sont notablement facilités par les qualités mathématiques de la sinusoïde dont la dérivée est une sinusoïde décalée de 90° en arrière et l'intégrale une sinusoïde décalée de 90° en avant.

La dérivée donne la tangente, et par conséquent les rampes. Pour l'onde fondamentale on a

$$\frac{dy}{dx} = \frac{A2\pi}{X} \cos 2\pi \frac{x}{X},$$

qui est maximum pour $x=0$, d'où

$$\text{Rampe maximum onde fondamentale} = \frac{A2\pi}{X}. \quad (2)$$

On trouve de même que la rampe maximum pour l'onde résultante (fondamentale + harmoniques) est donnée par

$$\frac{A2\pi}{X} \left(1 + \frac{n}{m} + \frac{n'}{m'} + \dots \right). \quad (3)$$

L'intégrale de la projection verticale donne les surfaces et les volumes et permet de résoudre les problèmes des cubes de terrassements par différence entre la courbe du terrain et celle du tracé.

$$\int_0^X y dx = -\frac{AX}{2\pi} \left[\cos \frac{2\pi x}{X} \right]_0^X = \frac{AX}{\pi}.$$

L'ordonnée moyenne sera donc

$$ym = \frac{2A}{\pi} = 0,636 A. \quad (4)$$

Pour un harmonique on aurait

$$ym = 0,636 \frac{A}{n}.$$

Les dérivées première et seconde de la projection horizontale permettent de définir les rayons de courbure par la formule classique

$$R = \frac{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}{\frac{d^2y}{dx^2}}$$

qui donne comme rayon de courbure minimum

$$Rm = \frac{X^2}{4\pi^2 A}$$

Enfin, un dernier facteur: le coefficient d'allongement est lié aux variables qui viennent d'être définies A , X , m , n et rayon de courbure.

Les terrassements d'une voie de communication peuvent être réduits au minimum par deux moyens extrêmes:

soit en épousant toutes les sinuosités de la coupe du terrain par un plan horizontal ou fort peu incliné, c'est-à-dire, en consentant à un maximum de sinuosité pour obtenir un minimum de pente;

soit au contraire, en suivant rigoureusement le chemin le plus court entre deux points et en acceptant la pente naturelle du terrain, c'est-à-dire, en admettant un maximum de pente pour obtenir un minimum de sinuosité.

Tout tracé pratique est un compromis entre ces deux extrêmes.

La sinuosité limite la vitesse, la rampe limite la charge. Le rendement d'une voie de communication est fonction du produit de la charge par la vitesse.

On peut démontrer que si le dévers en courbe est bien établi, la vitesse ne diminue qu'en raison de la racine carrée du rayon de courbure et que le rendement d'une voie de communication peut être évalué par une expression de la forme

$$\frac{A}{B + C\sqrt{R}} (F \sqrt{R});$$

A, B, C, F étant des constantes.

r = rampe maximum,

R = rayon de courbure.

Aux colonies la charge importe beaucoup plus que la vitesse et, comme celle-ci ne diminue qu'en raison de la racine carrée du rayon de courbure, il y a une double raison pour accentuer la sinuosité et réduire la rampe.

Les courbes qu'il faudrait théoriquement analyser devraient donc être, non pas les sections du terrain par les plans verticaux ou horizontaux définis ci-dessus, mais les courbes d'intersection du terrain par des surfaces cylindriques à génératrices verticales et dont les directrices seraient elles-mêmes des sinusoides caractérisant la « sinuosité » admise pour le tracé.

En pratique, on pourra se borner à prendre la section du terrain par un plan vertical passant par les deux extrémités du tracé et à affecter les amplitudes et les longueurs d'onde par le coefficient d'allongement admis.

Si ce coefficient est, par exemple, de 30 %, qui est une valeur moyenne fréquente en Afrique,

$$X' = \frac{X}{0,30},$$

$$\Lambda' = 0,30 \Lambda.$$

la longueur d'onde est allongée, l'amplitude est réduite. $\frac{X}{m}$ et $\frac{\Lambda}{n}$ des harmoniques seront affectés des mêmes coefficients.

Dans les applications pratiques, il ne faut évidemment jamais perdre de vue le caractère théorique de la représentation mathématique et savoir le corriger en se reliant à la réalité, par l'étude de quelques cas concrets permettant l'obtention d'une surabondance d'équations pour déterminer les coefficients.

Je ne veux retenir de cet exposé préliminaire que deux conclusions:

La première, c'est qu'il est possible de définir quantitativement le relief du terrain.

La seconde, qu'on peut relier les différents reliefs rencontrés, en pratique à un « terrain moyen type », par des relations qui permettent de prévoir les prix de revient probables des terrassements avec une approximation au moins égale à celle des autres évaluations intervenant dans l'établissement du prix de revient total.

Il reste maintenant à choisir le type de terrain qui, dans le cas particulier du Congo belge, tient la moyenne entre les différents reliefs rencontrés. Le tableau ci-contre donne les caractéristiques des régions les plus connues de la Colonie et montre qu'on peut considérer comme « relief moyen » celui qu'on rencontre sur de très longues sections des lignes B. C. K., C. F. K. et C. F. C., caractérisé par une pente moyenne maximum résultant des deux premiers harmoniques variant de 9 à 12 mm. par m.

A titre de comparaison, ce tableau donne les caractéristiques de certains terrains rencontrés en Belgique sur l'axe de la grande voie Ostende-Arlon.

Le terrain moyen étant ainsi défini, il faut maintenant déterminer les prix de revient de construction, les capacités d'évacuation et les frais d'exploitation des différents moyens de transport qu'on peut établir sur ce terrain.

Les chiffres que je vais citer peuvent évidemment être discutés; aussi est-ce moins à leur valeur absolue qu'il faut attacher une signification qu'à leur rapport entre eux. L'essentiel est qu'ils aient été déterminés par une méthode de calcul uniforme.

I. — PRIX DE REVIENT DE CONSTRUCTION.

a) *Pour les routes.* L'étude d'une série de cas concrets donne les résultats suivants:

Les frais fixes par kilomètre peuvent être évalués entre 4,000 et 5,000 francs comprenant études, déboisements, débroussements et frais généraux.

CONGO	Onde fondamentale			Premier harmonique			Second harmonique		Troisième harmonique	
	$\frac{X}{4}$	A	Pente correspond. mm p. m	$\frac{X}{4}$	A	Pente correspond. mm p. m	$\frac{X}{4}$	A	$\frac{X}{4}$	A
Ligne de faite Demba-Port-Francqui	175.000	150	1,34	60.000	100	3,93	9.000	60	100	8
Sakania-Elisabethville . .	130.000	170	2,05				7.500	50	120	2
Dilolo-Kanzenze	100.000	200	3,1	25.000	100	9,3	5.000	20	100	2
Matadi-Léo	250.000	650	4,1	25.000	50	7,25	5.000	30		
Lomami	70.000	200	4,5	30.000	100	9,7	7.500	35	140	5
Katanga	60.000	200	5,2	10.000	30	10	3.000	12	160	5
Thysville	70.000	250	5,6	10.000	25	9,52				
Biano-Bukama-Kamina .	100.000	500	7,8	10.000	60	17,3			100	10
Mutshatsha-Lualaba . .	50.000	300	9,4	20.000	100	17,2	7.500	50	200	1
Montée du Palabala . .	60.000	400	10,5	22.000	40	13,33				
Mayumbe				35.000	160	7,17	5.000	20	100	3
BELGIQUE										
Ostende-Gand	30.000	10	0,52							
Gand-Bruxelles	30.000	30	1,57							
Bruxelles-Namur	30.000	100	5,2	9.000	40	12,11	3.000	25	750	10
Namur-Arlon	30.000	160	8,3	12.000	80	18,67				

La route coûtera donc, par kilomètre, environ 5,000 francs + terrassements, revêtements, ponts.

Les terrassements peuvent être évalués en fonction du relief et de la rampe maximum admise suivant les méthodes dont le principe a été indiqué ci-dessus et on pourra ainsi transposer les chiffres se rapportant au terrain moyen à d'autres types de reliefs.

b) *Chemin de fer.* L'étude de nombreuses réalisations en Afrique permet de définir une formule pratique assez simple:

Une ligne de chemin de fer coûte approximativement cinq fois le prix des rails plus les terrassements.

Ce prix comporte le matériel roulant nécessaire au début de l'exploitation et dont l'effectif est prévu pour faire face à un trafic égal au cinquième de la capacité maximum.

L'accroissement de l'effectif pour faire face à la progression du trafic sera mis plus tard à charge de fonds de prévisions, alimentés par l'exploitation ou payé par une augmentation de capital.

Il en résultera donc une augmentation, soit du prix de la tonne-kilomètre, soit du capital de premier établissement.

Les conclusions à tirer des comparaisons qui vont suivre n'en seront pas modifiées de manière sensible.

Pour les chemins de fer établis sur le « relief moyen type », les terrassements coûtent approximativement, dans les conditions économiques actuelles, une fois le prix des rails, de sorte que la formule est

$$Pf = 6 \text{ fois le prix des rails}$$

Pf étant le prix de revient d'un km. de chemin de fer.

Si p est le poids du rail en kg. par mètre,

R étant le prix de la tonne de rail rendue sur place, on aura:

$$Pf = 6 \times 2 \times p \times R = 12 Rp. \quad (5)$$

R vaut actuellement environ 2,000 fr. la tonne, nous aurons donc:

$$\text{Prix} = 6 \times 2p \times 2.000 = 24.000 p \text{ par km.}$$

II. — CAPACITÉ.

a) *Routes.* Pour les routes sans revêtement dur, le débit annuel est limité par l'état de conservation de la surface de roulement. Le débit maximum annuel dans un sens pour les routes en terre, paraît être voisin de 3,000 fois le camion le plus lourd qui puisse être admis sur cette route. Chiffre qui semble pouvoir être progressivement porté à 25,000 fois le camion le plus lourd pour les revêtements les meilleurs, actuellement utilisés aux colonies. La limitation du débit résulte aussi bien de la tenue du revêtement que des risques d'embouteillage aux terminus.

Entre ces deux extrêmes on peut établir une progression logique fixant les débits en fonction du prix de revient. On obtient ainsi la courbe en trait pointillé, figure 1. On constate que, dans les limites d'application aux Colonies, cette courbe est voisine d'une droite dont l'équation est

$$P_2 = 2T'm - 300 \quad (T'm = \text{débit max. annuel de la route})$$
$$\text{ou } T'm = \frac{Pr}{2} + 300 \quad (6)$$

Pr = prix de revient d'un km. de route comprenant le matériel roulant capable d'effectuer un trafic égal au cinquième du trafic maximum.

Tm = trafic maximum.

b) *Chemins de fer.* Nous venons d'établir une relation entre le prix de revient d'un chemin de fer et le poids du rail.

$$P = f(p)$$

On peut, d'autre part, définir la capacité de ce chemin de fer en fonction du poids maximum de l'essieu de la manière suivante:

La puissance de remorque d'un tracteur est fonction de son poids adhérent. Le nombre maximum d'essieux étant

généralement de quatre, nombre limité par la sinuosité du tracé, le poids adhérent = 4 E.

Charge nette remorquée sur rampe de 12 mm. : 5 fois le poids adhérent de la locomotive, donc charge nette 20 E.

Débit maximum prévu sur voie unique: 5,000 convois dans un sens par an.

Débit maximum chemin de fer = 20 E × 5,000 = 100,000 E tonnes par an.

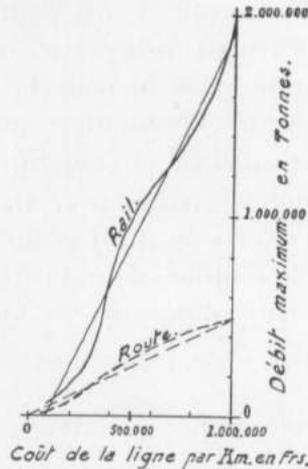


FIG. 1.

Pour les chemins de fer nous avons :

d'une part, défini le coût de la ligne en fonction du poids du rail.

$$Pf = f(p)$$

d'autre part, défini la capacité maximum en fonction du poids de l'essieu le plus lourd admis sur le rail,

$$Tm = f(E)$$

Théoriquement, la résistance des matériaux doit pouvoir donner une relation entre le poids de l'essieu le plus lourd et le poids du rail.

En pratique, cette relation n'existe pas parce que le rail est une poutre très complexe qui doit satisfaire à de mul-

tiples conditions souvent contradictoires, flexion, cisaillement longitudinal et transversal, réserve de matière pour usure du bourrelet, rigidité.

Il faut s'en tenir à une courbe pratique qui montre un point d'inflexion dû, notamment, au manque de rigidité des rails légers.

La figure 1 montre que cette courbe (trait plein) peut être, avec une approximation suffisante, remplacée par la droite

$$p = 3 + 2E$$

D'où le prix

$$P = 24.000 (3 + 2E),$$

or,

$$E = \frac{\text{Débit max. en tonnes}}{100.000} = \frac{Tm}{100.000}$$

$$Pf = 24.000 \left(3 + \frac{2 Tm}{100.000} \right) = 72.000 + \frac{48.000 Tm}{100.000} = 72.000 + 0,48 Tm$$

$$0,48 Tm = Pf - 72.000$$

$$Tm = 2,08 Pf - 150.000 \simeq 2,1 Pf - 150.000, \quad (7)$$

qui donne la capacité maximum en fonction du prix de revient de 1 km.

La traduction graphique de ces deux équations met en évidence quelques conclusions sanctionnées d'ailleurs par la pratique courante.

1° A égalité de prix de construction, le débit du chemin de fer est très supérieur à celui de la route. Il ne viendrait jamais à l'esprit d'un entrepreneur qui doit payer l'ensemble de la dépense, de construire une route pour évacuer de gros tonnages par camion automobile. Le maître de carrière, l'entrepreneur de terrassements, le mineur, les grandes exploitations industrielles et agricoles, etc. passent directement de la brouette à la voie Decauville dès que les tonnages à transporter augmentent. Je rappelle que je me tiens uniquement sur le terrain technique et que je ne cherche pas à chiffrer les avantages que la route peut avoir à d'autres points de vue.

2° La limite inférieure du rail économiquement utilisable est de 4 à 5 kg. au mètre courant. Cette limite inférieure est fixée par des conditions de rigidité et d'un minimum de boudin assurant une marge d'usure suffisante.

Ce rail admet un essieu d'une tonne et le débit maximum annuel est de l'ordre de 100,000 tonnes, ce qui ne veut pas dire que l'emploi du Decauville ne soit pas avantageux pour des tonnages moindres.

Pour fixer les limites pratiques d'utilisation de chaque type de moyen de transport, il faut considérer non pas seulement les dépenses de premier établissement, mais également l'ensemble des dépenses d'exploitation.

Dépenses d'exploitation. Raisonnons sur une section de 1 km. de long, dont le débit maximum dans un sens est Tm tonnes par an et dont le débit réel à l'époque envisagée est T . Le retour est supposé se faire à vide ou être gratuit, l'ensemble des dépenses étant payé par le fret dans le sens le plus chargé.

On peut, en première approximation, subdiviser les dépenses d'exploitation en deux grandes catégories:

1° Les dépenses fixes, indépendantes du volume du trafic;

2° Les dépenses directement proportionnelles à ce volume.

1. *Dépenses fixes.* Elles comprennent: les frais généraux, les charges d'entretien et de renouvellement des installations, les dépenses d'occupation des réseaux, l'intérêt et l'amortissement du capital.

On peut admettre que toutes ces dépenses sont purement et simplement proportionnelles aux frais de premier établissement et représentées par αP . Droite OA du graphique (fig. 2).

En pratique, suivant le taux d'intérêt α est compris entre 7 et 10 %. Pour les exemples ultérieurs nous adopterons 9 %.

2. *Dépenses proportionnelles.* Soit d la dépense proportionnelle par tonne-km.

La dépense pour un trafic T sera $T \times d$ par an.

La dépense totale par an

$$D = \alpha P + Td. \quad (8)$$

Or, on peut observer qu'il existe une certaine relation entre la dépense proportionnelle d et les dépenses de premier établissement P du fait que le perfectionnement de l'outillage, dans l'espèce, la qualité de la voie et la

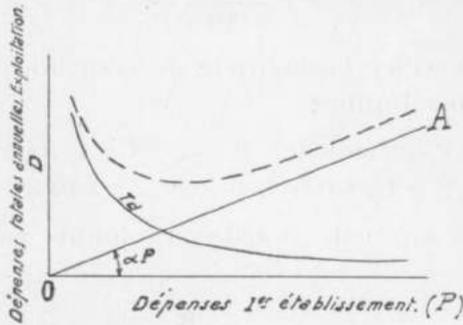


FIG. 2.

puissance du matériel, ont précisément pour but de réduire la dépense d par T-km.

Il suffit de remarquer que pour

$P=0$, cas du portage, d est maximum,

pour P très petit, brouette, wagonnet, d diminue et pour P très grand, puissant Ch. fer, d est minimum.

Pour un trafic déterminé T , l'équation (8) est donc représentée par la somme des ordonnées d'une droite $y=\alpha P$ et d'une courbe d'allure hyperbolique dont une asymptote est très voisine de l'axe de x . La figure 2 montre que cette courbe résultante admet un minimum, d'où une première conclusion: pour un trafic déterminé, il existe une valeur de P assurant des dépenses d'exploitation minima.

Cherchons à déterminer cette valeur.

Dans la pratique des Colonies et dans les limites habituelles, la courbe de la valeur de d est assez bien représentée par une hyperbole dont l'équation est

$$d = \frac{Q}{R + P},$$

Q et R étant des constantes auxquelles on peut attribuer les valeurs suivantes:

$$Q = 50.000 \quad R = 5.000$$

d'où

$$d = \frac{50.000}{5.000 + P}.$$

On peut vérifier l'exactitude de cette formule par les conditions aux limites:

$$\begin{aligned} P = 0 \text{ porteur} & \quad d = 10 \text{ francs} \\ P = 1.000.000 \text{ ch. de fer} & \quad d = 0,05 \text{ fr.} \end{aligned}$$

La dépense annuelle globale sera donnée par l'équation

$$D = \alpha P + T \left(\frac{Q}{R + P} \right), \quad (9)$$

qui devient en pratique

$$D = 0,09 P + T \left(\frac{50.000}{5.000 + P} \right),$$

d'où le prix moyen de la tonne-km.:

$$d = \frac{D}{T} = \frac{0,09 P}{T} + \frac{50.000}{5.000 + P},$$

relation entre trois variables qu'on peut traduire soit par un abaque, soit par la construction de l'hyperboloïde, soit encore en traçant les projections des différentes coupes correspondant à des valeurs déterminées de P sur le plan des deux coordonnées D et T .

On peut admettre que, dans les conditions ordinaires de la pratique aux colonies et en se limitant au degré d'approximation des données du problème, cette formule et ces courbes permettraient de comparer non seulement les différents types de chemins de fer entre eux, mais

également les routes avec les chemins de fer s'ils utilisaient des moteurs identiques. Mais la route emploie le moteur à essence et le chemin de fer colonial brûle du bois dans les chaudières de ses locomotives.

Il faut tenir compte de cette différence essentielle, au point de vue prix de revient, différence que nous introduirons dans l'équation sous forme d'un terme supplémentaire ε , de sorte que l'équation générale devient

$$d = \frac{D}{T} = \frac{\alpha P}{T} + \frac{Q}{R + P} + \varepsilon. \quad (10)$$

On peut caractériser cette différence par un indice établi comme suit:

soit C le pouvoir calorifique du combustible,

p son prix au kg,

η le rendement calorifique du moteur utilisé,

W la puissance nominale moyenne par tonne nette remorquée du moteur utilisé,

I l'indice de prix de la puissance par T-km.

$$I = C \times p \times \frac{1}{\eta} \times W.$$

Dans les conditions économiques actuelles, la valeur de cet indice pour l'auto et la locomotive peut s'établir approximativement comme suit:

	Auto	Locomotive
Pouvoir calorifique du combustible utilisé C	10.000	2.000
Prix au kilog. p	3,00 frs.	0,03 fr
Prix de 1.000 calories achetées . . pc	0,30 fr.	0,015 fr.
Rendement total du moteur utilisé. η	0,25 fr.	0,05
Prix de 1.000 calories travail. . .	1,20 fr.	0,30 fr.
Puissance nominale par tonne nette remorquée. W	30 CV	3 CV
Indice de prix de la puissance par tonne-km.	36	0,90

Cet indice montre la différence énorme de prix de revient entre les deux sources de puissance, mais ne donne pas par tonne-km. le supplément de prix qui en résulte.

Pour établir ce chiffre, considérons un train de 300 tonnes nettes remorqué par une locomotive consommant 80 kg. de bois par km.

Le pouvoir calorifique moyen du bois consommé au Congo est d'environ 2,000 calories par kg.

Le train-km. exige donc $2,000 \times 80 = 160,000$ calories

et la tonne-km. nette $\frac{160,000}{300} = 535$ calories.

Retour à vide 80 % 428 calories.

Soit par tonnes-km. dans un sens . . . 963 calories
ou 1,000 calories en chiffre rond.

Auto. — Adoptons comme consommation moyenne 18 litres aux 100 km. pour 2 tonnes utiles dans un sens et retour à vide, soit 36 litres pour 200 tonnes-km. utiles.

Par tonne-km. $\frac{36}{200} = 0,18$ litre

soit 1.800 calories par tonne-km. utile.

Le combustible coûte donc par tonne-km. utile:

$$\text{Train } \frac{0,03 \times 1.000}{2.000} = 0,015 \text{ fr.}$$

$$\text{Auto } \frac{3 \times 1.800}{10.000} = 0,54 \text{ fr.}$$

En pratique, l'équation (10) devient donc:

Pour le chemin de fer:

$$\frac{D}{T} = d = \frac{0,09 P}{T} + \frac{50.000}{5.000 + P} + 0,015. \quad (11)$$

Pour la route:

$$d = \frac{0,09 P}{T} + \frac{50.000}{5.000 + P} + 0,54. \quad (12)$$

Nous avons signalé au début de cet exposé que nos estimations étaient basées sur un matériel roulant dont l'effectif peut faire face à un trafic de l'ordre de $1/5^{\circ}$ du trafic maximum. Lorsque ce trafic sera dépassé, la dépense d'achat du matériel supplémentaire augmentera la valeur de P à faire intervenir dans l'équation, si cette dépense est payée par une augmentation de capital.

Si cette dépense est à charge d'un fonds de prévision alimenté par l'exploitation, il faudra ajouter un terme supplémentaire ε' au prix de la tonne-km. Il en résultera, en faveur du chemin de fer, une nouvelle différence importante dont on peut se rendre compte en remarquant qu'une tonne voyageant par chemin de fer, immobilise un matériel roulant d'une valeur approximative de 5,000 fr. qui doit être amorti en 30 ans, tandis que le transport par route immobilise par tonne quelque 30,000 fr. de matériel à amortir en cinq ans environ.

Les vitesses étant du même ordre, on peut admettre que les charges d'amortissement du matériel roulant sont

$$\frac{30.000}{5.000} \times \frac{30}{5} = 36 \text{ fois plus grandes pour la route.}$$

Par chemin de fer, la valeur de ε' est de l'ordre de 1 centime par tonne-km. Par route, elle sera donc de l'ordre de 36 centimes.

Pour simplifier l'exposé, nous ne ferons pas intervenir la valeur de ε' dans les diagrammes ci-dessous.

Pour une série de valeurs de P portons les valeurs de d en ordonnées, celles de T en abscisses et adoptons l'échelle logarithmique pour couvrir tout l'intervalle des différentes valeurs de P qui nous intéressent.

Les limites d'application pratique de chaque type de moyen de transport sont données par les équations définissant le débit maximum en fonction du prix de premier établissement. On obtient ainsi une série de courbes qui donnent le prix de revient de la tonne-km. en fonction du trafic à réaliser.

L'échelle logarithmique ayant l'inconvénient de déformer les rapports, nous avons dessiné à l'intérieur du diagramme logarithmique, un petit diagramme à échelle ordinaire qui rétablit les proportions.

Quel usage peut-on faire de ces diagrammes?

Ils fournissent d'abord les éléments de la « courbe de l'offre », base de la courbe des tarifs, à comparer à la « courbe de la demande » pour résoudre le problème des transports au point de vue économique.

Mais l'étude de cette question complexe nous entraînerait fort loin au delà des limites assignées à cet exposé.

Ces diagrammes permettent de plus de résoudre, tout au moins théoriquement, le problème de la détermination du moyen de transport le mieux approprié à l'acheminement d'un tonnage déterminé.

En pratique, une large indétermination subsiste, car il faut définir le trafic probable et c'est la principale difficulté devant laquelle on se heurte.

L'industriel, qui crée une usine ou une entreprise, connaît sa capacité de production et les tonnages qu'il aura à manipuler; il commet rarement des erreurs importantes en choisissant le type de transport le mieux approprié.

Lorsqu'il s'agit de moyens de transports aux colonies, des conditions aussi favorables ne se rencontrent guère que dans des exploitations minières ou forestières. Dans la généralité des cas, le moyen de transport doit « ouvrir » une région, lui donner la possibilité de se développer.

Quel sera ce développement?

On a pour l'évaluer à peu près autant d'éléments que pour prédire le futur rendement d'un adulte d'après l'examen du nouveau-né qu'on a sous les yeux.

C'est dire le peu de valeur qu'on doit attribuer aux différentes méthodes préconisées pour faire cette évaluation. Les ouvrages techniques abondent en théories géné-

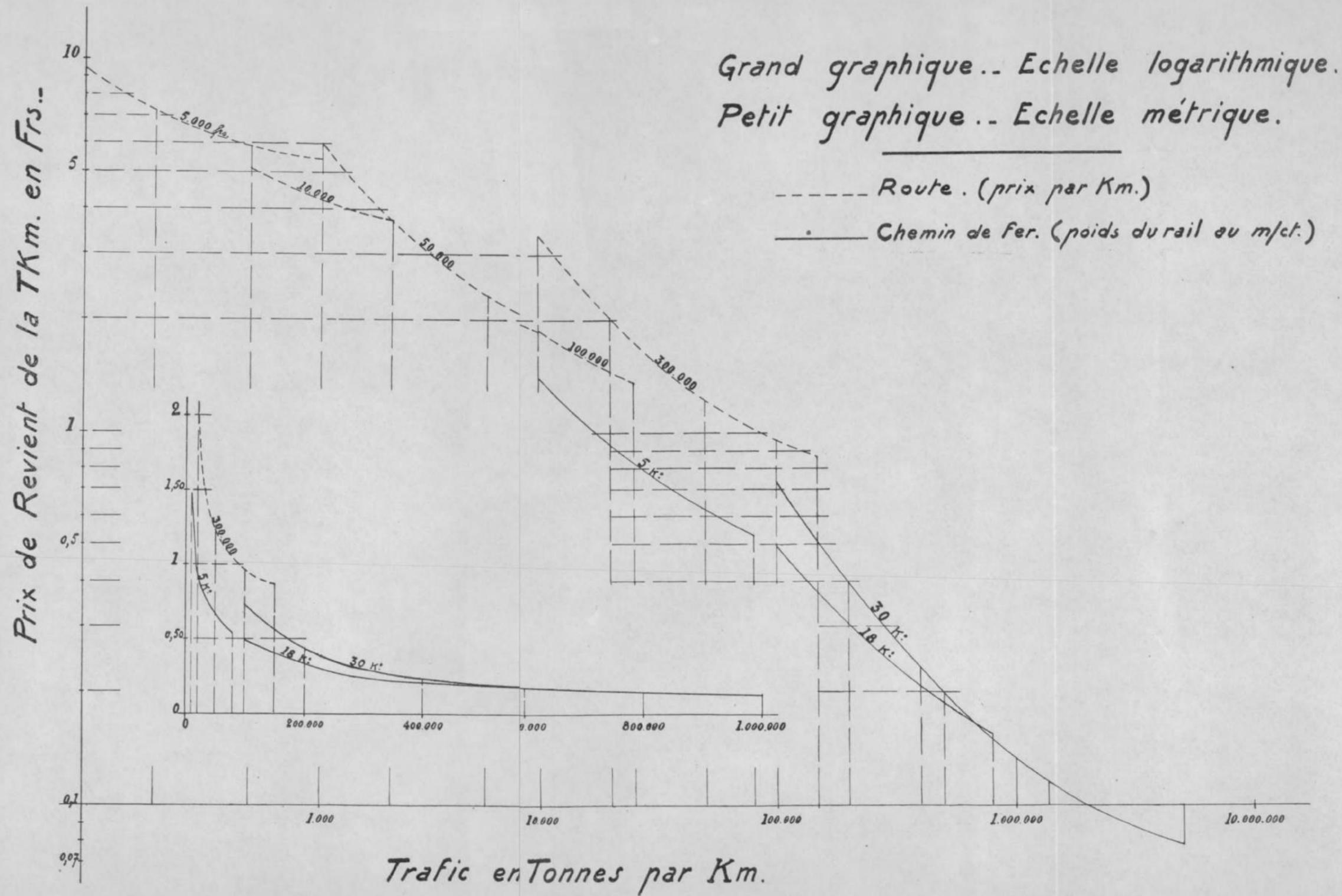


FIG. 3.

rales plus ou moins séduisantes et les aphorismes optimistes sont courants:

La voie crée le trafic.

L'importance du trafic est en fonction inverse des tarifs.

Supériorité des voies orientées Sud-Nord sur les voies Est-Ouest parce qu'elles favorisent les échanges de produits cultivés sous des latitudes différentes. Etc...

Dans tout cela il faut savoir faire la part de la vérité et de l'erreur.

Dans les cas trop rares où le problème a été réellement étudié, l'étude a souvent été faite superficiellement en perdant de vue les différentes composantes du trafic futur. Il en est résulté que la loi du développement probable de ce trafic, qui est un des éléments principaux du problème, a été fixée de façon arbitraire.

Il suffit de rappeler que la Commission spéciale pour l'étude des transports au Congo avait adopté une loi de progression géométrique avec accroissement annuel de 10 à 20 %.

A 10 % le trafic devait doubler tous les sept ans, à 20 % en moins de quatre ans.

C'était évidemment à la fois beaucoup trop simpliste et trop optimiste.

L'analyse des composantes du trafic montre qu'il faut distinguer:

1° Le trafic résultant du premier établissement et de l'équipement du pays, trafic qui disparaîtra progressivement, ne laissant comme permanent que le trafic beaucoup plus réduit d'entretien, de renouvellement ou d'agrandissement des installations.

Cette phase est actuellement au Congo en période de régression:

2° Le trafic qui, après avoir augmenté rapidement, est appelé à décroître. C'est le cas des exploitations minières, forestières, etc.

Le Congo est dans la période de développement de cette phase;

3° Le trafic progressivement croissant résultant de l'activité de la population en général, spécialement d'exploitations agricoles et industrielles, susceptibles de se maintenir et même de prospérer dans une économie stabilisée.

Le Congo est au début de cette phase.

Ce n'est que pour ce dernier trafic qu'on peut envisager des lois de développement optimistes qui n'iront cependant pas jusqu'à la progression géométrique. Il faut au

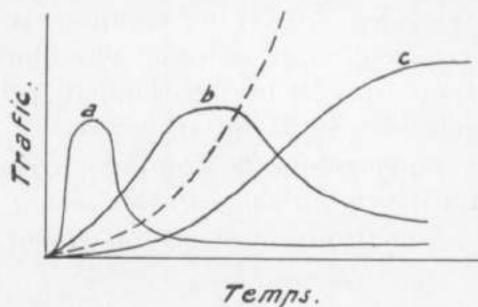


FIG. 4.

contraire prévoir une saturation et, par conséquent, une tendance vers un maximum.

En résumé, la courbe représentative du trafic sera la résultante de 3 courbes a, b, c, d'allure très différente. Toutefois les ordonnées de la courbe a ne s'additionnent pas avec celles des courbes b et c, puisque le trafic représenté par la courbe a est en sens inverse. On peut discuter sur l'allure de ces courbes, mais quelle que soit l'importance relative qu'on leur attribue, pour autant qu'elle reste logique, on commettra une erreur moindre, en raisonnant de cette manière, qu'en adoptant une allure simpliste comme la progression géométrique (courbe pointillée).

On devra enfin affecter ces résultats de coefficients en tenant compte des périodes classiques de prospérité et de

crise. On en déduira finalement une *progression moyenne* et un *plafond* de stabilisation probable.

Ces prévisions de trafic une fois établies, il faut décider si on va d'emblée construire la voie qui convient au trafic plafond, voie qui, au début, sera très mal utilisée pendant de nombreuses années, ou si on construira d'abord une voie moins coûteuse, qu'on améliorera ou qu'on reconstruira complètement plus tard.

Le coefficient angulaire de la droite figurant le trafic moyen étant β , le trafic au temps t sera $T = \beta t$, remplaçant

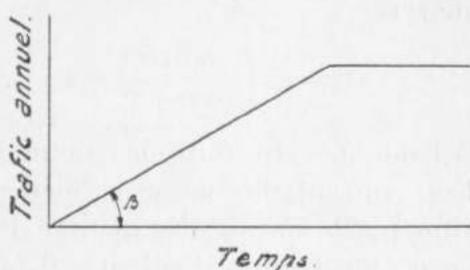


FIG. 5.

dans l'équation de la dépense annuelle, on obtient pour une année:

$$D = \alpha P + \beta t x \left(\frac{50.000}{5.000 + P} + \varepsilon \right). \quad (13)$$

La dépense totale pendant la période de 0 à t_1 sera donnée par l'intégrale

$$\int_0^{t_1} D dt = \int_0^{t_1} \alpha P_1 dt + \beta t dt \times \left(\frac{50.000}{5.000 + P_1} + \varepsilon \right)$$

$$Dt = \left[\alpha P_1 t + \beta \frac{t^2}{2} \times \frac{50.000}{5.000 + P_1} + \varepsilon \right]_0^{t_1}. \quad (14)$$

Cette formule permet de comparer deux solutions:

1° construction d'une voie de communication économique convenant pour le trafic maximum $T_1 = \beta t_1$ et assurant ce trafic pendant la période de 0 à t_1 , puis construc-

tion de la voie considérée comme définitive, capable d'assurer économiquement le trafic T_2 avec évidemment une large marge de sécurité.

La dépense totale sera

$$Dt = \left[\alpha P_1 t + \beta \frac{t^2}{2} \left(\frac{50.000}{5.000 + P_1} + \varepsilon \right) \right]_0^{t_1} + \left[\alpha P_1 t + \beta \frac{t^2}{2} \left(\frac{50.000}{5.000 + P_1} + \varepsilon \right) \right]_{t_1}^{t_2};$$

2° construction, dès le début, de la voie définitive, la dépense totale sera

$$Dt = \left[\alpha P_1 t + \beta \left(\frac{50.000}{5.000 + P_1} + \varepsilon \right) \right]_0^{t_2}.$$

On peut, à l'aide de cette formule, mettre en évidence une vérité trop souvent méconnue et même énergiquement combattue par beaucoup. En matière de transports, comme en beaucoup d'autres d'ailleurs, il faut éviter de voir trop grand et d'immobiliser trop tôt dans les voies de communication trop puissantes, d'énormes capitaux qui s'y déprécient inutilement.

Cette erreur a une double cause:

- a) excès d'optimisme dans l'évaluation du développement du trafic,
- b) crainte de subir un jour le reproche d'avoir vu trop petit.

Ce reproche fait 20 ou 30 ans après la construction d'une ligne sera, aux yeux des personnes averties, le plus bel éloge qu'on puisse faire à ses promoteurs. Il aura fait réaliser à la collectivité des économies considérables.

Les projets excessifs n'ont pas seulement eu pour résultats de provoquer des dépenses inutiles, ils ont souvent aussi empêché des constructions utiles, parce qu'ils ont effrayé les pouvoirs intéressés qui ont reculé devant la dépense.

Il ne faut pas perdre de vue qu'au point de vue prix de revient, il existe une série presque ininterrompue de types de voies de communication et que, même en subordonnant leur construction à certaines règles générales de standardisation, on peut faire varier leurs prix dans des proportions considérables, à condition que ceux qui rédigent les cahiers des charges connaissent parfaitement leur métier et ne se bornent pas à s'inspirer et même parfois à copier servilement de vieux clichés périmés ou mal adaptés.

En matière de conclusion, il importe d'attirer l'attention sur la valeur relative de ces méthodes qui ne peuvent être considérées que comme des guides fixant l'ordre de grandeur des quantités à déterminer et permettant d'éviter de grossières erreurs dans leurs évaluations.

Simplifier c'est altérer et j'ai certainement fort simplifié certains aspects de la question.

De plus, il faut souligner le point de vue unilatéral de cet exposé qui se tient dans le secteur très limité du tonnage à transporter.

Evacuer un certain tonnage est certes le rôle principal d'un moyen de transport aux colonies, mais ce n'est pas le seul.

La fréquence des relations au point de vue voyageur et courrier, la vitesse du parcours, la sécurité, la régularité, le confort, etc. sont des éléments qui doivent entrer en ligne de compte.

Il faudrait même faire la part des impondérables, des éléments qualitatifs, des facteurs personnels et des conflits d'intérêts en nous félicitant de ne pas encore devoir, au Congo, introduire dans les équations le coefficient politique, le facteur électoral ou l'exposant linguistique!

Le jour où nous en serons là, il faudra renoncer à tout espoir de solution économiquement logique.

Il n'est pas trop tard pour susciter une étude d'ensemble du problème des transports, définir leur champ d'applica-

tion normal, coordonner leurs activités et tirer des conclusions qui pourraient éviter encore à notre Colonie le gâchis et les dépenses inutiles qui, dans la plupart des autres pays, ont été la conséquence du désordre des idées et de l'inertie des pouvoirs publics restés à la remorque des événements.

Une telle étude rentre, me semble-t-il, dans le cadre de l'activité de notre Section et je souhaite d'autres contributions à la solution de cet important problème.

Séance du 29 mai 1936.

La séance est ouverte à 14.30 heures, sous la présidence de M. *Bollengier*, directeur.

Sont présents: MM. Deguent, Fontainas, le baron Liebrechts, Maury, Moulaert, Olsen, membres titulaires; MM. Anthoine, De Backer, De Roover, Gillet, Lancsweert et Marchal, membres associés.

Excusés: MM. Beelaerts et Gillon.

M. De Jonghe, Secrétaire général, assiste à la réunion.

Communication de M. J. Maury.

M. *Maury* présente une note de M. Heinrichs sur les changements de niveau du lac Tanganika et sur les facteurs qui règlent sa variation. Cette note réunit les données éparses que l'on possède sur cette matière, détermine l'importance des changements de niveau du lac Tanganika tant au point de vue scientifique qu'au point de vue utilitaire et examine les mesures à prendre dans l'avenir (Voir p. 366).

M. *De Backer* complète cet exposé. Il fait remarquer que les services de la Colonie se préoccupent de la « menace du Tanganika » depuis 1931. La question de la stabilisation du niveau du lac fut soulevée pour la première fois en 1926, mais sous un tout autre aspect, à la suite d'un rapport alarmant de feu le capitaine Hoppenrath, concernant la baisse du lac et la menace d'assèchement des ports du Tanganika.

M. Van Mierlo, à qui le problème fut soumis, a proposé l'établissement d'un barrage dans la Lukuga, barrage destiné à fixer le niveau moyen du lac, c'est-à-dire relever

autant que possible le niveau moyen pendant les années déficitaires et intensifier l'écoulement par la Lukuga pendant les années de hausse du niveau. Pour déterminer longueur et cote du barrage, M. Van Mierlo ne s'est pas préoccupé des précipitations dans le bassin et de l'évaporation; il a renversé le problème, il a considéré que le problème est dominé par la différence entre ces deux éléments.

Il suffit de pouvoir juger de cette différence et éventuellement agir sur elle, quand elle sera à la surface du lac. Or, cette différence est le débit de la Lukuga. La longueur (350 m.) et la cote de barrage (774.15) seraient fixées de façon à doubler le débit maximum actuel de la Lukuga (114 m³ par seconde) pour un niveau du lac atteignant la cote 774,65 (maximum toléré).

Il semble que la pente de la Lukuga soit suffisante pour évacuer ce débit; mais le lit du déversoir serait à nettoyer de façon à réaliser une largeur utilisable de 100 m.

M. Heinrichs, en considérant les précipitations pluviales et l'évaporation, est amené à expliquer la hausse et la baisse du niveau du lac par l'influence des taches solaires. Il semble bien d'après M. De Backer, que ces variations soient dues plutôt à un engorgement et à un curage de l'exutoire de la Lukuga qui forme le déversoir commandant le niveau du lac.

Un échange de vues auquel MM. *le Président, Deguent, Moulaert, Fontainas, De Backer* et *Maury* prennent part, fait ressortir toute l'importance de ce problème.

La Section souligne la nécessité de recherches systématiques sur les précipitations pluviales et l'évaporation par l'établissement, notamment de pluviomètres, marégraphes, etc. à des endroits bien choisis. Il serait également nécessaire de déterminer d'accord éventuellement avec le Tanganika Territory, le jaugeage des débits de la Ruzizi et du Malagarazi.

Concours annuel de 1936.

La Section désigne les membres des jurys qui auront à examiner les réponses reçues aux questions 5 et 6 du concours annuel de 1936. MM. *Deguent, De Backer et Gillet*, formeront le jury pour la 5^e question, MM. le *baron Liebrechts, Moulaert et Beelaerts*, le jury pour la 6^e question.

La séance est levée à 15.45 heures.

Les fluctuations du niveau du lac Tanganika.

(Note de M. G. HEINRICH, présentée par M. J. MAURY.)

INTRODUCTION.

La seule étude d'ensemble, un peu complète que l'on possède sur ce sujet, date déjà de plus de quinze ans. M. l'ingénieur R. Theeuws a fait paraître, en effet, en 1920 et 1921, dans le *Mouvement Géographique*, une série d'articles intitulés: *Le lac Tanganika* ⁽¹⁾.

On a réuni depuis lors assez bien de données nouvelles sur la question du niveau du lac Tanganika.

Notamment, nos voisins anglais se sont rendu compte de l'importance de cette question et ont publié un résumé des données qu'ils ont réunies sur le lac Tanganika en les comparant avec celles des lacs voisins ⁽²⁾.

I. — GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

Formant frontière Est du Congo belge, le lac Tanganika s'étend du Nord-Nord-Ouest au Sud-Sud-Est sur 650 km., avec une largeur de 35 à 75 km. Avec une altitude d'environ 773 mètres, il se trouve encaissé presque partout dans de hauts massifs dont certains comme le Ganja, situé vers le 5° parallèle, sur la rive belge, atteignent 2.600 m. d'altitude

Limité par une série de failles, il fait partie des graben d'effondrement de l'axe central du continent africain ⁽³⁾.

(1) R. THEEUWS, Le lac Tanganika. (*Mouvement géographique*, 1920-1921.)

(2) *Geological Survey*, Bulletin n° 5: Hydrology of lake Tanganyika by Gilman, 1933, Dar-Es-Salaam.

(3) FOURMARIER, M.-P., Les mouvements du sol dans la région des grands lacs. (*Mouvement géographique*, n° 33 du 15 août 1920 et n° 34 du 22 août 1920.)

Il apparaît, vu des sommets et principalement dans la partie Nord, comme une fosse étroite dont le fond serait rempli d'eau.

Son bassin fort resserré à l'Ouest (5 à 100 km.) s'étale vers le centre Est de 50 à 500 km.

Parmi ses affluents importants, il y a lieu de citer au Nord, la Ruzizi, déversoir du lac Kivu et à l'Est, la Malagarasi.

Actuellement ses eaux se déversent par la Lukuga dans le fleuve Congo.

D'après les études de M. R. Theeuws, ce déversoir n'existe que depuis 1879. Avant cette date, le seuil de la Lukuga étant plus haut que le niveau du lac, il n'y aurait pas eu d'écoulement du lac vers le fleuve.

Profond de 1.435 m. à certains endroits (Theeuws cite même 1.800 m.), le lac Tanganika a des fonds plongeant à plus de 660 m. sous le niveau des océans. Voir planche I.

Sa superficie (32.000 km²) dépasse celle de la Belgique; la superficie de son bassin (238.000 km²) atteint 8 fois celle de la Belgique.

Le tableau reproduit ci-après donne les superficies des différents bassins qui alimentent le lac Tanganika:

	Superficies km ²	% de la superficie totale	Classe du climat
Lac Tanganika . . .	32.000	13,4	Limite zone semi- humide — zone semi-aride
Bassin du Kivu . . .	14.300	6	id.
Bassin rive Ouest . .	36.000	15	id.
Bassin rive Est . . .	30.000	12,6	zone semi-aride
Bassin de la Malagarazi	126.000	53	id.
Superficie totale	238 300		

Données numériques (1).

1° *Extension dans l'hinterland du bassin du lac Tanganika:*

Rive Ouest	40 à 40 km.
Rive Sud-Ouest	100 km.
Rive Est	50 à 100 km.
Malagarazi	500 km.

2° *Longueur des rives:*

	en ligne droite	le long des côtes	sinuosité
Est et Ouest au Nord du 5° parallèle	400 km.	440 km.	10 %
Rive Est du 5° parallèle au cap Kirando	290 km.	430 km.	48 %
Rive Ouest du 5° parallèle au cap Kavembe	310 km.	440 km.	42 %
Rive Ouest et Est pour le Sud du lac	350 km.	520 km.	48 %
Total	1.350 km.	1.830 km.	soit en moyenne sur les totaux : 35,5 %

3° *Température du lac:*

- 23 à 27° centigrades à la surface;
- 23,5 à 24° à 140 m. de profondeur;
- 23,15° à 180 m. de profondeur et au delà.

4° *Composition chimique des eaux du lac (d'après Hore-Tanganika-London 1882):*

Eau douce contenant de 470 à 570 mgr. par litre de matières minérales, peu de chlorures (40 mgr par litre). Elles ne renferment aucune trace d'iodures.

5° *Profondeur.*

Il n'existe que les mesures anciennes de Jacobs et Stappers (voir planche I).

Il semble exister 2 fosses séparées par un seuil s'éten-

(1) *Geological Survey, Op. cit.*

dant entre Toa et le cap Kungwe. Le maximum mesuré semble être: 1.435 m.

Il existe également quelques cartes hydrographiques des environs des ports, dressées par le service hydrographique de la Colonie.

6° *Tableau comparatif des éléments géographiques des Grands Lacs de l'Afrique centrale* (1).

	UNITÉS	NYASA	TANGANIKA	VICTORIA	ALBERT
1. Superficie du bassin . . .	km ² .	140.000	238.000	260.000	54.000
» du lac	km ² .	26.000	32.000	66.000	5.000
» $\frac{\% \text{ lac}}{\text{bassin}}$	%	19	13,5	25,5	10
» des tributaires	km ² .	114.000	206.000	194.000	49.000
situé en climat humide . . .	%	11	—	13	100
» semi-humide	%	27	29	55	—
» semi-aride	%	62	71	32	—
2. précipitations sur le lac.	mm. par an	1.000	900	1.260	1.000?
évaporation du lac	»	1.300	1.350	1.310	1.500
apport	»	490	530	330	2.000
exutoire	»	—	94	280	600
3. proportion $\frac{\text{évaporation}}{\text{pluies+apports}}$		0,87	0,94	0,82	0,50
4. pluies moyennes sur les bassins	mm.	1.000	850	1.400	1.400
zone climatologique		semi-aride	semi-aride	semi-humide	semi-humide
5. différence entre le niveau maximum-minimum (1903-1931)	m.	1,70	1,75	1,80	2,80
6. apport moyen par km ² et par an	m ³ .	114.000	82.000	119.000	225.000
7. profondeur maximum . . .	m.	786	1.435	80	48

REMARQUE: La plupart des chiffres ci-dessus ne peuvent être considérés que comme approximatifs.

(1) *Geological Survey, Op. cit.*

7° *Pluviométrie.*

Usumbura	800 mm. par an	} moyenne 900 mm. par an (données de première approximation) (1).
Ujiji	830 mm. par an	
Albertville	1.000 mm. par an	
Karema	650 mm. par an	
Kasanga	900 mm. par an	
Kambole	1.270 mm. par an	

Toutefois, les observations faites à Albertville ont donné :

mesures prises au Comité Spécial
du Katanga :

de juillet 1933 à juin 1934	1.203 mm. en 95 jours de pluies.
de juillet 1934 à juin 1935	1.256 mm. en 86 jours de pluies.

au service de l'Agriculture :

en 1933	1.314 mm. en 102 jours de pluies.
en 1934	1.140 mm. en 90 jours de pluies.

soit comme moyenne annuelle :

Comité Spécial du Katanga	1.230 mm. en 90 jours.
Service de l'Agriculture	1.227 mm. en 96 jours.

Ces deux séries de mesures, faites indépendamment les unes des autres, sont concordantes.

Elles présentent un écart sensible avec la donnée anglaise (1.000 mm.) reprise au tableau précédent.

L'écart entre les moyennes mensuelles des pluies est très grand. Pour les deux saisons 1934 et 1935 observées au Comité Spécial du Katanga à Albertville, les précipitations ont été reportées au graphique des pluies à Albertville 1933-1935 (Planche II).

Il nous a paru intéressant de confronter le graphique des précipitations à Elisabethville avec le graphique des

(1) *Geological Survey, Op. cit.*

niveaux du lac Tanganika et le graphique des taches solaires (planche III). Il est à remarquer, toutefois, qu'Élisabethville se trouve en dehors du bassin du lac Tanganika (à environ 500 km. de la rive la plus proche). Cependant, Élisabethville est le seul endroit de toute la région où une longue série d'observations pluviométriques a été faite.

Nous remarquons, dans cette série d'observations, que les écarts absolus sont considérables. Ils passent de 790 mm. en 1917-1918 à 1.480 mm. en 1929-1930 et varient donc presque du simple au double. Toutefois, l'observation de 1917 est exceptionnelle.

Les écarts habituels ne varient en général que de 1.050 à 1.350 mm. soit environ 30 % du minimum moyen.

Cela montre que quelques années seulement d'observation sont insuffisantes pour donner une idée assez approchée de la moyenne pluviométrique d'une région.

II. — VARIATIONS DU NIVEAU DU LAC TANGANIKA.

Repères: Avant 1913, il n'existait pas de repère absolu servant à mesurer les variations du niveau du lac.

C'est par comparaison avec des données topographiques que l'on constatait les variations du niveau.

M. R. Theeuws a examiné soigneusement en 1921 toutes les données existantes à ce sujet dans son étude sur le Tanganika ⁽¹⁾. Voici quelques extraits de ce travail:

Les principales observations ont été faites aux endroits suivants: la plage d'Ujiji; le fort de Karema; le cap Bangwe à Kigoma; les îles de Toa; le seuil de la Lukuga; les falaises au Sud d'Albertville.

Grâce à ces observations, il a été possible de fixer avec le maximum de probabilité, les cotes du lac antérieurement à 1913.

(1) R. THEEUWS, *Op. cit.*

En 1913, les Allemands, par un nivellement de précision, dont malheureusement il n'existe plus d'éléments publiés, ont atteint le lac Tanganika et l'ont raccordé en altitude au niveau de l'océan Indien à Dar-Es-Salam.

A Kigoma, il existe plusieurs repères, savoir: (1)

1° celui qui est situé au port à 30,39 pieds en dessous de la marque de la poste (le zéro de ce repère est à 770 m, 00);

2° celui de la marine. Il est à un pied plus bas que le premier;

3° le repère allemand. Celui-ci est à 1,45 pieds plus bas que le premier.

Le repère d'Albertville a son zéro correspondant avec le zéro allemand (2).

Observations anciennes au déversoir de la Lukuga.

En 1874, Cameron a vu un passage marécageux complètement obstrué.

En 1876, Stanley a vu un passage marécageux avec un léger courant.

En 1878, Hore, après une saison des pluies très forte, a constaté un courant rapide.

En 1879, Thomson a signalé un courant violent.

En 1883, Wismann a mesuré le déversoir qui avait 145 m. de large et 4 m. de profondeur; la vitesse du courant y était de 1 m. par seconde (500 à 600 m³/sec.).

En 1894, les missionnaires ont fait mention d'un niveau très bas pour le lac Tanganika et d'une profondeur de

(1) *Geological Survey, Op. cit.*

(2) D'après la publication anglaise citée, les cotes établies d'après le nivellement du chemin de fer Kigoma-Dar-Es-Salam, devraient être diminuées de 2^m84 pour correspondre au niveau vrai de la mer à Dar-Es-Salam. Nous n'avons pu savoir ce que les Anglais entendent par ce dernier.

16 cm. au déversoir de la Lukuga (ceci semble le minimum).

En 1898, Moore a mesuré 0,30 m. de profondeur au même endroit.

Depuis lors, on y a remarqué comme profondeur de 1 m. à 2 m. et plus.

D'autres part, les Arabes de la région déclarent que le niveau du lac était en hausse continue depuis l'année 1858 au moins.

La variation du niveau pourrait donc se résumer comme suit:

Depuis 1858 et peut-être même avant cette date, le lac monte jusqu'en 1878, époque à laquelle il enlève les alluvions accumulées dans la Lukuga sur une distance de 4 à 6 km. et creuse rapidement un lit dans ces alluvions jusqu'aux roches en place. Il en résulte une baisse qui se poursuit jusqu'en 1894, baisse due en partie à l'évacuation des eaux et probablement aussi à une période de sécheresse assez longue. Il est à noter que l'année 1890 est caractérisée également par un minimum dans les taches solaires.

Depuis 1894, le lac monte avec certaines oscillations.

En chiffres, les côtes du lac seraient:

avant 1879	montée
en 1879	780 m. maximum suivi de baisse
en 1894	769,9 m. minimum suivi de montée
en 1933	774,5 m.

Depuis 1909, on possède des mesures complètes et continues, sauf de 1916 à 1917 et de 1918 à 1920.

Des maxima se sont présentés en 1909-1917-1927.

Des minima en 1911-1925-1929,
en relation avec les variations des taches du soleil (voir les planches III et IV).

Variations antérieures à 1858. — Si l'on cherche à se rendre compte des niveaux du lac à des périodes beaucoup

plus anciennes, on doit se limiter à des observations de géologie ou de géographie physique.

La côte en 1879 de 780 m. d'altitude, ne semble pas avoir été atteinte précédemment à une période rapprochée et ce, pendant une durée assez longue.

En effet, les traces de ce niveau ne s'observent que sur les grès tendres et friables des falaises aux environs d'Albertville et dans l'extrême Sud du lac tandis que vers le 5° parallèle où la rive belge descend à pic dans le lac, mais où se trouvent des roches anciennes très dures (quartzites, granites, etc.), on ne remarque plus l'ancienne trace du niveau du lac, soit que ce niveau ne se soit pas maintenu assez longtemps pour marquer son action, soit que le sol de la rive se soit abaissé.

Toutefois, il existe sur les sommets des collines d'Albertville des cailloux roulés dont l'origine devrait être étudiée. Ces galets pourraient avoir une relation avec un niveau antérieur du lac.

D'autre part, dans les roches dures de la rive belge vers le 5° parallèle, il existe des niveaux où se présentent des séries de chutes de rivières: l'emplacement de ces chutes pourrait représenter un niveau ancien du lac.

Telles sont les variations du niveau du lac qui se seraient produites jusqu'à présent, mais il y en a d'autres à courte périodicité que l'on peut suivre actuellement.

Variations diurnes. — On a remarqué une variation diurne qui doit être de l'ordre de 10 à 15 cm. Cette variation doit être étudiée de près car elle peut influencer les chiffres représentant les niveaux moyens du lac.

Variations annuelles (voir planches III et V). — Par suite du climat local comportant une saison des pluies et une saison sèche importante, il existe une variation annuelle. Les 2 tableaux ci-dessous donnent les différences entre le niveau le plus élevé et le niveau le plus bas pour chacune des années renseignées d'une part à Kigoma et d'autre part à Albertville:

ANNÉES	KIGOMA : AMPLITUDES
1912	0,75 m.
1913	0,67
1914 (X)	0,69
1915	0,77
1917	0,57
1918	—
1919	—
1920	—
1921	—

ANNÉES	KIGOMA : AMPLITUDES	ALBERTVILLE : AMPLITUDES	COMPARAISON
1922	0,79 m.	0,78 m.	- 0,01 m.
1923 (X)	0,65	0,71	+ 0,06
1924	0,75	0,79	+ 0,04
1925 (X)	0,78	0,80	+ 0,02
1926	0,60	0,58	- 0,02
1927 (0)	0,80	0,86	+ 0,06
1928	0,80	0,86	+ 0,06
1929 (X)	0,90	0,85	- 0,05
1930	0,53	0,93	+ 0,40
1931	0,83	1,15	+ 0,32
1932	—	0,69	
1933 (0)	—	0,90	moyenne : + 0,09 m.
1934	—	0,85	

(X) = eaux basses.

(0) = hautes eaux.

On constate donc des amplitudes variant pour Kigoma de 0 m, 53 à 0 m, 90 et pour Albertville de 0 m, 58 à 1 m, 15.

La moyenne à Kigoma de l'amplitude annuelle est de 0,725 m. pour 15 ans d'observations et à Albertville de 0,826 m. pour 13 ans d'observations.

Pour autant que ces données soient assez précises et assez nombreuses, il semblerait que l'amplitude serait plus forte à Albertville qu'à Kigoma.

Variations périodiques. — Si l'on examine le graphique des périodicités des grands lacs africains, on est frappé par sa concordance avec celui des taches solaires (Voir planche IV).

Ces taches solaires présentent des périodicités de 11 ans et de 34 ans.

D'autre part, le graphique des pluies à Elisabethville accuse une certaine similitude avec la courbe des taches solaires (voir planche III). Il est compréhensible que des influences locales peuvent en partie masquer cette similitude.

Il semble donc admissible de se baser sur la périodicité des taches solaires pour prévoir une hausse ou une baisse des grands lacs africains et en particulier du lac Tanganika.

Toutefois, les anomalies ne sont pas rares (principalement de 1928 à 1932).

Si au minimum de 1894, on ajoute le cycle de 34 ans, on obtient le minimum observé de 1928 pour le niveau du Tanganika, minimum anormal si l'on considère uniquement l'activité solaire du moment.

Le déversoir de la Lukuga. — D'après toutes les données anciennes réunies par M. R. Theeuws ⁽¹⁾, il semble hors de doute que le déversoir de la Lukuga n'existe que depuis 1879 d'une manière continue.

(1) R. THEEUWS, *Op. cit.*

La formation du déversoir de la Lukuga aurait débuté vers 1872, mais le nettoyage complet du barrage ne daterait que de 1879.

On peut estimer que le sommet de ce barrage se trouvait à 10 m. au-dessus du seuil actuel de la Lukuga, soit à la côte 780 m., celle du seuil étant 769,7 m.

Toutefois, le seuil lui-même, d'après les dernières mesures ne semble pas stabilisé et peut parfois, même avec un écoulement important, s'obstruer ou plutôt se surélever par des dépôts de sables. Le seuil a un fonds rocheux composé d'un conglomérat et de grès rouges.

Voici les rares données que l'on possède sur les dimensions du déversoir de la Lukuga :

En 1883, donc 4 ans après la débacle supposée du barrage, Wissmann mesure 145 m. de large et 4 m. de profondeur :

En 1894, on obtient 0,16 m. de profondeur (minimum) et un débit de 54 m³/sec. ;

En 1917, on obtient 75 m. de largeur et 1,50 m. de profondeur ;

En 1934, on obtient 106 m. de largeur, 2,05 m. de profondeur et un débit de 125 m³/sec. (18 février 1934).

Depuis 1934, le service hydrographique de la Colonie mesure chaque année les débits.

Si nous comparons les 2 dernières mesures, on constate un élargissement et un approfondissement importants. Malgré cela, le lac continue à monter.

Toutefois, cette progression même montre que si le seuil ne s'ensable pas, le débit augmentera jusqu'au moment où il compensera la montée du lac. On a donc une garantie que le lac ne peut monter au delà d'une certaine limite qui, d'après les calculs de M. R. Theeuws serait située vers 776 m. d'altitude.

Le régime du lac. — Le tableau ci-après donne, en pre-

mière approximation, l'importance des apports d'eau au lac Tanganika ⁽¹⁾.

Bassins et tributaires	pluies par an - mm.	Superficies km ²	Écoulement %	Millions de m ³ déversés dans le lac	% du total des apports
Kivu Ruzizi . .	1.400	44.000	15	2.300	43,5
Rive Ouest . .	1.000	36.000	15	5.400	31
Rive Est-Nord .	900	10.000	15	1.300	7,5
Rive Est-Sud .	700	20.000	10	1.400	8
Malagarazi . .	900	23.000	8	1.700	10
N'Gombe-Utinde.	800	49.000	5	2.000	11,5
Ugala-Sinde . .	750	54.000	8	3.200	18,5
Totaux . .		206.000		17.300	100

L'apport total calculé serait donc de 17.300 millions de m³ correspondant à une montée du niveau du lac de 540 mm. par an.

La précipitation sur le lac étant estimée à une moyenne de 900 mm., on obtient donc un total de réception (apports et précipitations) de 540 + 900 = 1.440 mm.

On estime l'évaporation du lac à 1.350 mm. ⁽²⁾.

Avec ces données, on établit le bilan du lac comme suit:

précipitations. . .	0,900 m.	évaporation 1,350 m. soit 94 % évacuation Lukuga. 0,090 m. soit 6 %
apports	0,540 m.	
total.	1,440 m.	total . 1,440 m. soit 100 %

l'évacuation de 0,090 m. correspond à un courant d'eau large de 60 m., profond de 2 m. et de 0,75 m/sec. de vitesse. Avec le débit mesuré le 18 février 1934 (124 m³/sec.), on obtiendrait une évacuation de 0,12 m.

⁽¹⁾ *Geological Survey, Op. cit.*

⁽²⁾ R. THEEUWS, *Météorologie et Hydrographie. (Mouvement géographique, n° 15 du 10 avril 1921.)*

N'oublions pas toutefois que les données qui ont conduit à ces conclusions sont des approximations pouvant comporter des erreurs allant jusqu'à 50 %.

Toutefois, un fait paraît bien établi: le peu d'importance de l'évacuation d'eau par la Lukuga par rapport à l'eau que perd le lac par voie d'évaporation (6 % contre 94 %).

III. — RISQUES QUE COMPORTENT POUR LES RIVERAINS LES VARIATIONS DE NIVEAU DU LAC TANGANIKA.

Ces risques sont apparus pour la première fois à Albertville en 1932 quand la cale sèche établie en cet endroit devint inutilisable durant 2 à 3 mois par immersion de la porte d'écluse. D'autre part, des habitations du camp des travailleurs de la Compagnie des chemins de fer des Grands Lacs étaient atteintes par le lac et s'effondraient. Ensuite, la voie même du chemin de fer vers le km. 272 était sérieusement menacée.

Voici quelques précisions:

Le niveau atteint vers 1879 a été estimé à la
côte 779,7 m.

Le niveau des ateliers de la Compagnie des
chemins de fer des Grands Lacs est à . . . 776,0 m.

La partie supérieure de la jetée du port
d'Albertville est à la côte 775,77 m.

La porte de l'écluse de la cale sèche atteint
la côte 775,36 m.

Or, le niveau maximum du lac (avril 1933) était
774,90 m.

Ce niveau peut augmenter momentanément par la hauteur des vagues qui atteignent environ 0,50 m. de haut dans le port et 2 m. de haut en eau libre.

Il résulte de ces données, que si l'on part du maximum de niveau observé en 1933, il ne faudrait que:

0,50 m. de plus pour noyer la cale sèche;

0,90 m. pour rendre la jetée inutilisable;

1,10 m. pour rendre la gare et 4 km. de voie de chemin de fer impraticables;

1,50 m. à 2 m. pour noyer la ville basse d'Albertville.

Or nous avons vu qu'on peut supposer qu'en 1879, le niveau du lac aurait dépassé de 4,80 m. le niveau maximum observé en 1933. Depuis 1934, le niveau remonte de nouveau.

Si l'on considère que l'activité des taches solaires depuis 1934 augmente avec un maximum probable vers 1939 et si le parallélisme inspiré des graphiques entre les taches solaires et les variations de niveau des lacs se maintient, il est à craindre que le niveau ne s'élève vers 1939 de plus d'un mètre au-dessus de la côte de 1933. Dans ce cas, le port d'Albertville deviendrait inutilisable. Certes on peut objecter que l'élévation du niveau du lac entraînera une augmentation de l'écoulement par le déversoir de la Lukuga. Mais, par contre, pendant les années pluvieuses qui auront provoqué cette élévation de niveau, l'évaporation sera plus faible. Or l'évaporation est le facteur principal dans le bilan du lac et pourra compenser la perte due à la Lukuga.

En fait, le niveau du lac est en état d'équilibre instable et le déversoir de la Lukuga n'est qu'un régulateur insuffisant.

On a songé à augmenter notablement le débit du déversoir. Ce serait une entreprise impraticable, vu la faible pente de la rivière dont la côte, après 14 km. de parcours n'est inférieure que de 3,5 m. à celle du déversoir. De plus, le lit de la Lukuga est constitué de roches dures et ne pourrait être approfondi que moyennant des frais excessifs.

Enfin, la question se complique du fait que, après des périodes de montée, on peut avoir des périodes de baisse qu'il ne faudrait pas perdre de vue pour l'avenir.

L'instabilité du niveau du lac crée donc un réel danger pour les installations importantes déjà réalisées à Albertville, Usumbura, Kigoma, etc.

Il convient donc d'essayer de remédier à ces inconvénients et de les éviter pour les installations à créer dans l'avenir au bord du lac Tanganika.

A cet effet, une étude détaillée s'impose. Elle comporterait :

a) un levé précis des bassins des affluents situés à l'Ouest du lac et du lac lui-même;

b) l'étude géologique des terrasses afin de préciser les anciens niveaux du lac :

c) l'étude de la pluviométrie et de l'évaporation;

d) l'étude précise du lac : niveau, oscillations du niveau, courants, vents dominants, température, composition chimique;

e) l'étude suivie de la rivière Lukuga et si possible de la rivière Ruzizi.

Il s'agirait là évidemment d'un travail de longue haleine qu'il ne serait pas possible de réaliser d'une pièce. Toutefois, il serait possible d'arriver à des résultats utilisables si l'on se bornait au début :

1° à l'étude de la pluviométrie, des vents et de l'évaporation, en installant quelques postes : Usumbura, Uvira, Albertville, Moba, Moliro comportant chacun un pluviomètre, un baromètre, un anémomètre enregistreur, un évaporomètre, un thermomètre à maxima et à minima;

2° à l'étude détaillée du niveau, en installant à Albertville un marégraphe enregistreur;

3° en calculant le débit de la Lukuga deux fois par an, à la fin de la saison des pluies (mai) et de la saison sèche (octobre) et en effectuant tous les ans un levé du seuil de la Lukuga, car ce seuil se modifie.

Ces études auraient en outre une importance dépassant la seule question du niveau du lac. Elles seraient utiles notamment au point de vue agronomique.

(Documentation rassemblée au début de 1935 à Albertville.)

PLANCHE I.

PROFILS DU LAC TANGANIKA

du Capitaine JACOBS
et du Docteur STAPPERS

- Sondages
- Sondages n'ayant pas atteint le fond

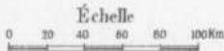
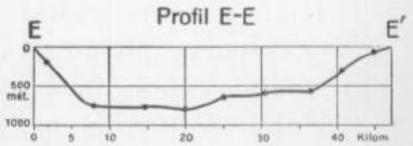
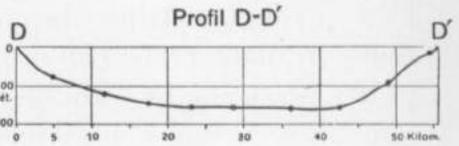
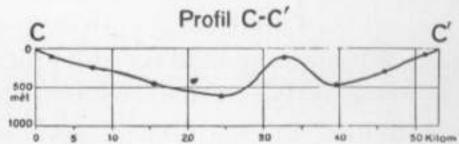
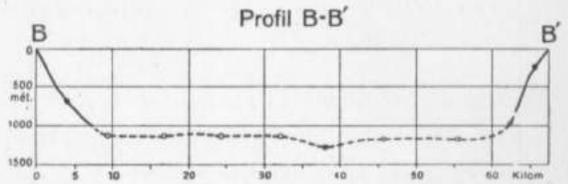
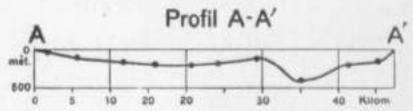


PLANCHE II.

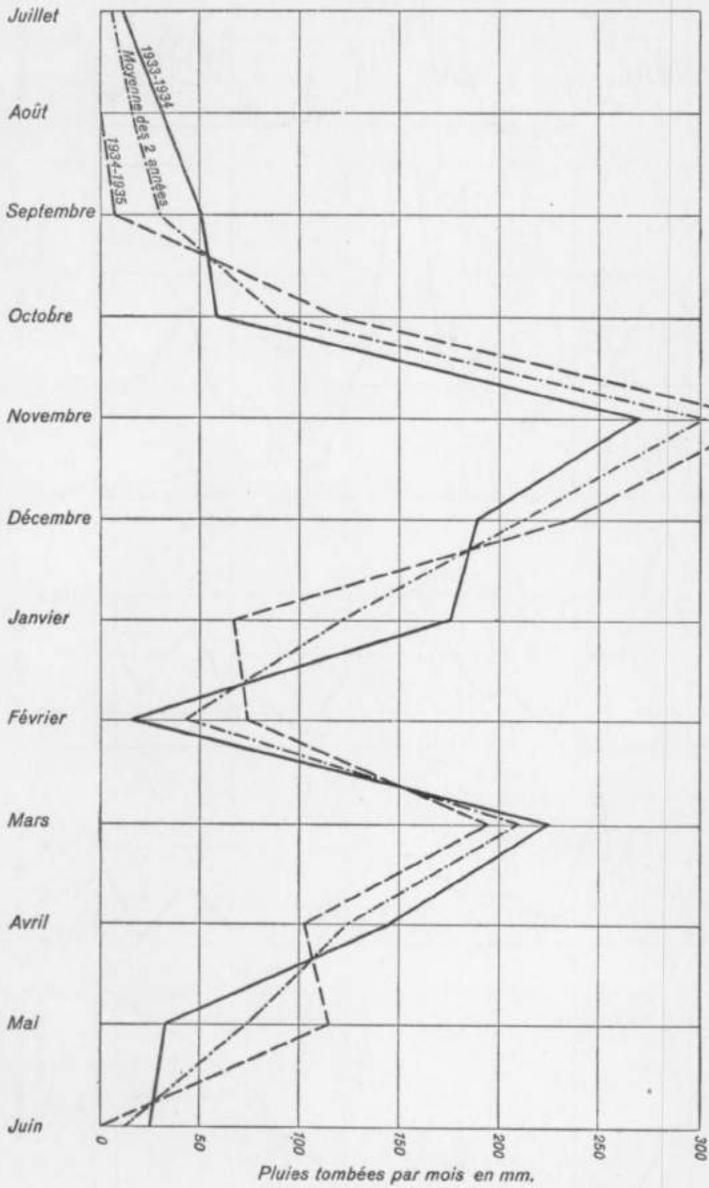


PLANCHE IV.

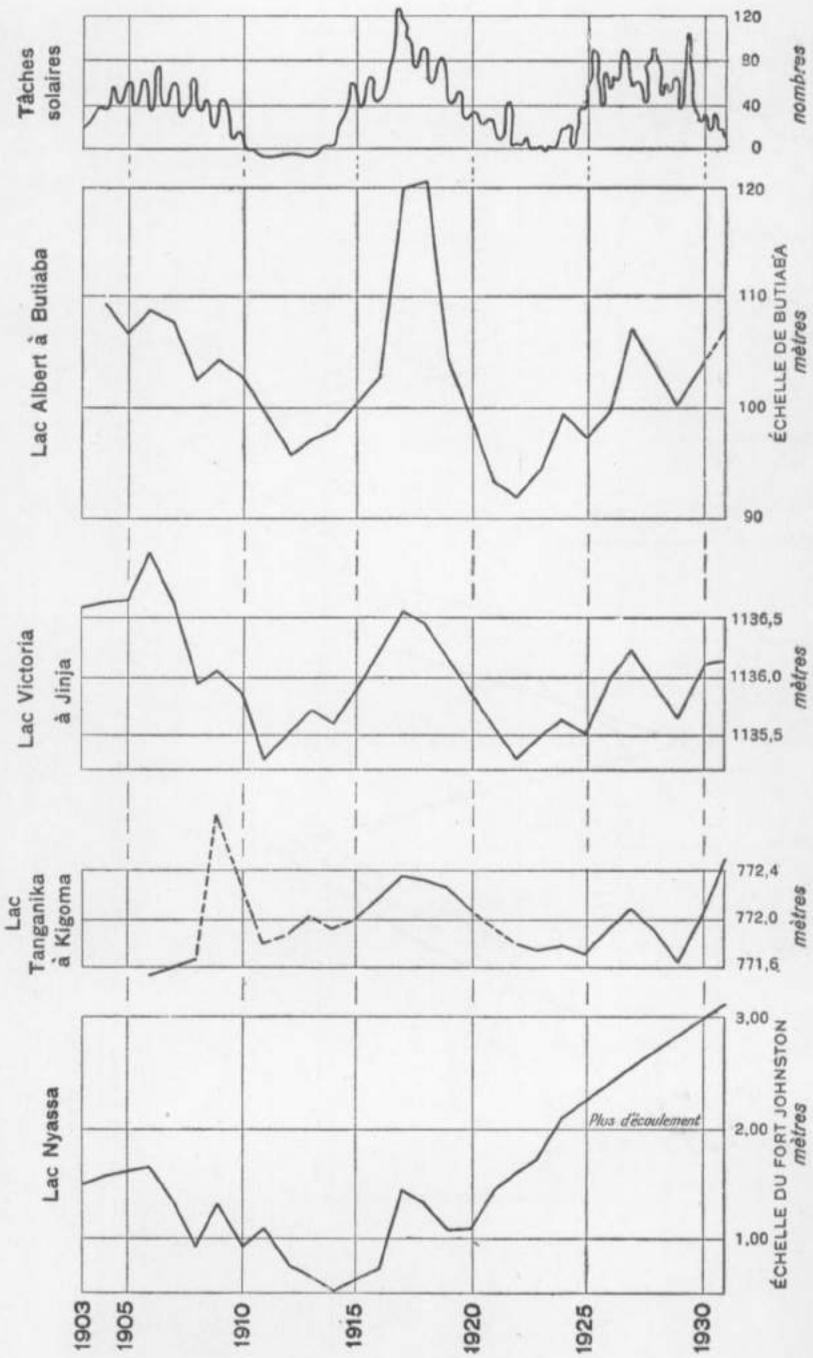


PLANCHE III.

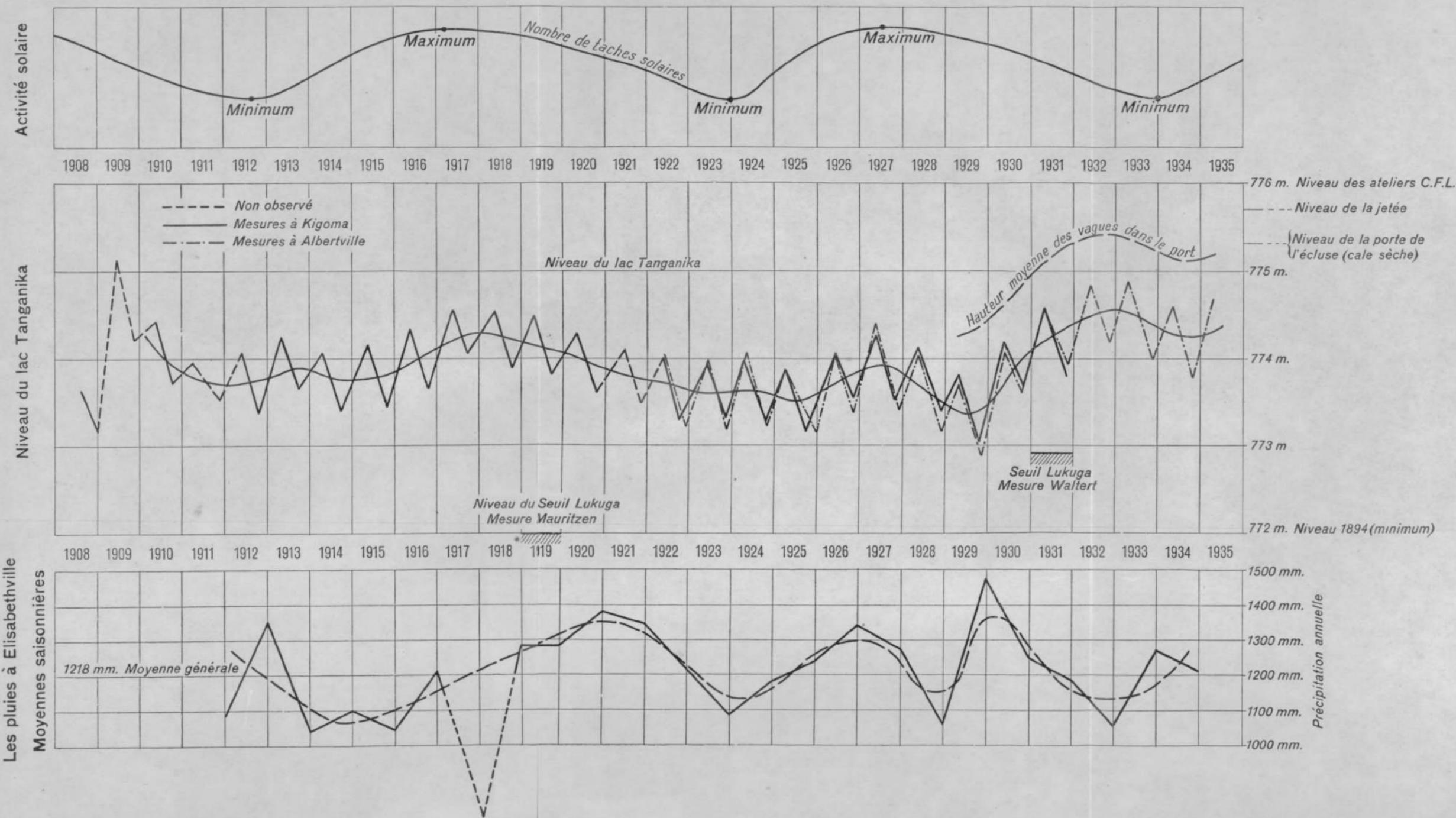
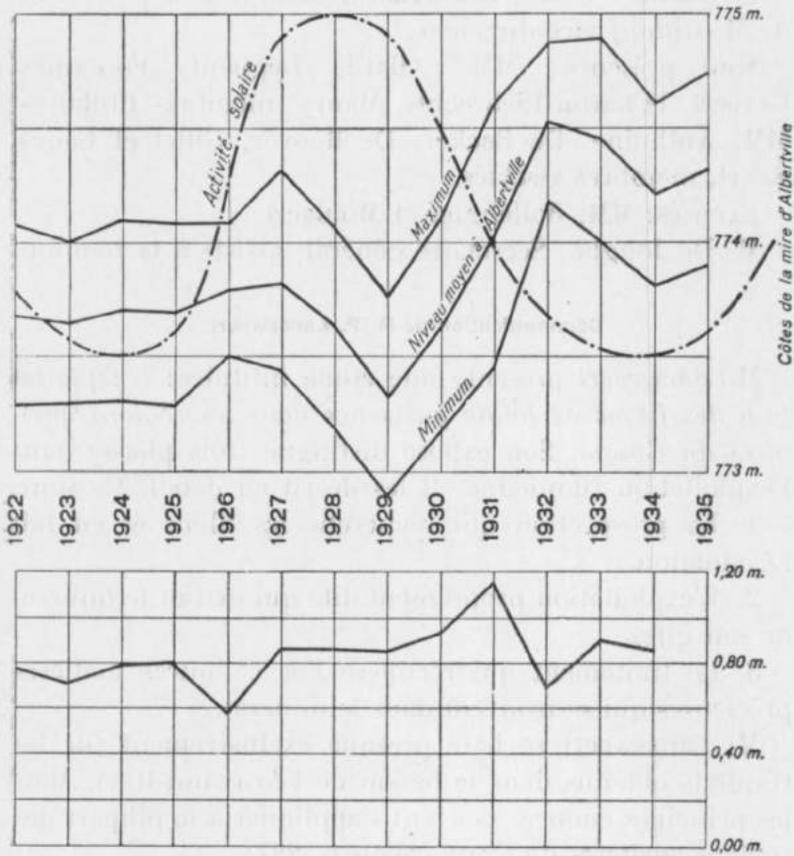


PLANCHE V.

Variation du niveau du lac Tanganika
à Albertville de 1922 à 1935



Amplitude de la variation annuelle
(Maximum-minimum pour chaque année)

Séance du 26 juin 1936.

La séance est ouverte à 14.30 heures, sous la présidence de M. *Gillon*, vice-directeur.

Sont présents : MM. Allard, Deguent, Fontainas, Gevaert, le baron Liebrechts, Maury, membres titulaires; MM. Anthoine, De Backer, De Roover, Gillet et Lancsweert, membres associés.

Excusés: MM. Bollengier et Moulaert.

M. De Jonghe, Secrétaire général, assiste à la réunion.

Communication de M. P. Lancsweert.

M. *Lancsweert* présente une étude intitulée: *L'exploitation des filons de faible puissance dans les régions aurifères du Congo*. Son exposé distingue trois phases dans l'exploitation filonienne. Il les décrit en détail. Ce sont:

1. La prospection qui recherche les filons et en fait l'évaluation.

2. L'exploitation proprement dite qui extrait le minerai de son gîte.

3. Le traitement qui récupère l'or et autres matières précieuses qui se trouvent dans le minerai.

M. *Lancsweert* se base presque exclusivement sur les résultats obtenus dans le bassin de l'Aruwimi-Ituri. Mais les principes énoncés peuvent s'appliquer à la plupart des régions aurifères du Congo (Voir p. 387).

M. *Lancsweert* précise quelques points de détail en réponse à des questions posées par M. *Anthoine*.

La séance est levée à 15.45 heures.

**M. P. Lancsweert. — L'exploitation des filons
de faible puissance dans les régions aurifères du Congo.**

Le présent exposé se base presque exclusivement sur les résultats obtenus dans le bassin de l'Aruwimi-Ituri, mais les principes énoncés peuvent s'appliquer, croyons-nous, à la plupart des régions aurifères du Congo.

L'exploitation filonienne présente *trois phases*:

1° la prospection qui recherche les filons et en fait l'évaluation;

2° l'exploitation proprement dite qui extrait le minerai de son gîte;

3° le traitement qui récupère l'or et autres matières précieuses qui se trouvent dans le minerai.

A. — RECHERCHES.

Il arrive qu'un filon affleure bien *visiblement* et qu'il ne faut donc pas faire de grands efforts pour l'étudier superficiellement. Mais c'est surtout au cours des *exploitations* alluvionnaires et éluvionnaires qu'on tombe incidemment sur des filons. Quand on exploite des alluvions de rivières, il est de règle de mettre à nu le fond rocheux — le « bed-rock », comme disent les Anglais — sur lequel repose le gravier aurifère, car l'or, par son poids spécifique élevé, a une tendance à se loger vers la base du gravier et même à pénétrer dans les interstices du sous-bassement rocheux. On doit toujours enlever le gravier jusqu'au bed-rock, on doit nettoyer celui-ci et même l'entamer. Grâce à cela, les filons qui recoupent la roche apparaissent nettement et peuvent être étudiés sommairement et sans grands frais.

Les éluvions aurifères consistant généralement en débris peu ou pas remaniés de tête de filons, on conçoit que leur exploitation offre un champ fertile aux investigations filoniennes; il y a même des exploitants qui n'envisagent bien les recherches filoniennes qu'au cours des exploitations éluvionnaires. C'est évidemment une erreur.

En dehors de ces cas faciles, l'inventaire des filons demande des *recherches* longues et méthodiques pendant lesquelles il faut mettre à profit l'expérience acquise dans la même région ou dans des régions présentant les mêmes caractères. Nous savons, par exemple, que les filons se trouvent de préférence dans certaines formations géologiques, en l'occurrence dans les schistes métamorphiques; qu'ils suivent généralement une ou deux directions dominantes; que les filons aurifères sont constitués de quartz renfermant plus ou moins de sulfures métalliques (pyrite, galène, blende), de muscovite et de tourmaline et qu'il est généralement possible d'y trouver quelque trace d'or visible.

Les terrains propices sont donc délimités d'abord, puis ceux-ci sont parcourus dans les différents sens pour y rechercher les affleurements de quartz; enfin, ils sont recoupés par des tranchées parallèles, perpendiculaires à la direction dominante connue ou supposée des filons, tranchées distantes l'une de l'autre de 50 mètres et longues de quelque 300 à 350 mètres. Ces tranchées ne sont poussées qu'à 1 mètre ou 1,50 m. de profondeur, de quoi traverser les limons et les terres d'altération et si elles découvrent un filon, celui-ci est suivi suivant sa direction par une tranchée qui le dégage sur toute sa longueur.

Cette tranchée de dégagement qu'on pratique sur tout affleurement filonien, que celui-ci soit trouvé après des recherches laborieuses ou incidemment au cours des exploitations, est poussée en profondeur jusqu'à ce que le filon apparaisse enserré dans les roches encaissantes. On déblaie donc soigneusement toutes les parties plus ou

moins remaniées de la tête du filon. Sur le filon ainsi dégagé, on prélève, tous les cinq ou dix mètres, un échantillon d'une quinzaine de kilos, en faisant des entailles dans toute l'épaisseur du filon.

Chaque *échantillon*, après lavage pour le débarrasser des boues qui peuvent être aurifères, est concassé sur une taque en fer ou dans un mortier, en morceaux de 1 cm. Ceux-ci sont broyés dans un petit moulin à boulets, type Dutrannoit, jusqu'à obtention d'une poudre impalpable, ce qui dure environ deux heures; la pulpe ainsi obtenue est amalgamée dans le moulin même et l'amalgame est distillé. On obtient ainsi une bonne idée de la valeur du filon, car des teneurs en or libre de 5 grammes à la tonne et même moins peuvent être décelées. Si le filon renferme beaucoup de sulfures, un échantillonnage spécial est fait pour séparer ceux-ci qui sont pesés et envoyés au laboratoire à fin d'analyse complète.

L'*équipe* nécessaire aux recherches préliminaires est très réduite et se compose généralement de quatre hommes et un capita: deux hommes aux terrassements, un homme au concassage, un homme au moulin, le capita étant chargé de relayer les hommes, principalement le tourneur du moulin.

Quand les résultats ainsi obtenus sont favorables, on poursuit l'étude du filon par un dégagement plus approfondi et un *échantillonnage méthodique*: c'est là un travail de longue haleine, aussi avons-nous l'habitude de ne pas attendre son achèvement, car il dure pratiquement aussi longtemps qu'on trouve des teneurs payantes et que les moyens techniques dont on dispose permettent d'approfondir l'excavation nécessaire à l'échantillonnage. Dès que les essais préliminaires et les premières analyses ont fait constater un tonnage suffisant pour pouvoir travailler avec profit pendant quelques mois, nous procédons aussitôt à l'extraction et au traitement du minerai, tout en poursuivant évidemment l'inventaire du filon. Il faut

noter, en effet, que les installations sont généralement très simples, facilement déplaçables et que l'expérience d'Afrique nous a enseigné qu'il vaut toujours mieux commencer en petit; si les rendements en souffrent au début, on a l'avantage de gagner vite de l'argent et on risque moins de s'engager dans des immobilisations qui s'avèrent inutiles au cours des développements subséquents.

L'échantillonnage du filon se fait en subdivisant le filon en une série de *panneaux* rectangulaires et en prenant des échantillons aux quatre côtés de chaque panneau. L'échantillon est toujours prélevé sur toute l'épaisseur du filon; son *poids varie*: d'abord avec l'importance du filon, car il faut toujours qu'il représente une proportion minimum du tonnage évalué; ensuite avec la richesse du filon, un échantillon plus important étant prélevé dans les filons riches; enfin, avec la plus ou moins grande régularité des teneurs, une distribution irrégulière de l'or dans le quartz exigeant un échantillon plus grand qu'un filon à teneurs régulières. En pratique, si le filonnet est riche, nous prélevons des échantillons de 50 à 150 kgs aux sommets de rectangles de 2 mètres de hauteur et de 5 mètres de largeur. Cela donne un échantillon par 10 m² et, nos filons ayant généralement moins de 50 centimètres d'épaisseur, 1/250 à 1/80 comme rapport entre le poids de l'échantillon et le poids du tonnage évalué. Si le filonnet a, comme teneur moyenne, moins de 50 grammes à la tonne, nous prenons des panneaux de 5 m. × 4 m., soit un échantillon par 20 mètres carrés. Sur ces échantillons, on prélève la quantité nécessaire pour faire l'analyse au laboratoire et le reste est traité entièrement au petit moulin à boulets pour détermination de l'or amalgamable.

Pour pouvoir prendre les échantillons aux différents niveaux, il faut évidemment *dégager complètement le filon*; quand celui-ci se trouve en plaine ou en vallée, cela se fait au moyen d'une tranchée établie au toit du filon et suivant un talutage de 40 à 45°. Cette excavation sert en

même temps pour l'exploitation du filon à ciel ouvert. Quand le gîte se trouve en colline, on le reconnaît au moyen d'une galerie (une costeresse) suivant sa direction; si les résultats sont favorables, d'autres galeries de niveau doivent être construites et reliées entre elles par des montages, de façon à établir dans le filon un traçage général qui permettra de le reconnaître. Jusqu'ici, nous nous sommes contentés de galeries uniques, réservant à plus tard la reconnaissance classique des filons trouvés en collines.

Devant les *aléas* que présente la reconnaissance des filons en plaine telle que nous la pratiquons, nous commençons par employer des descenderies avec galeries de niveau. Pour les filons à forte inclinaison, nous faisons usage de puits verticaux, mais cela entraîne des frais importants qui peuvent aboutir à un échec; aussi avons-nous récemment inauguré le système de sondages par sonde rotative. Cela nous permet de nous rendre compte de la nature des terrains à traverser et de la continuité du filon en profondeur. Celle-ci est provisoirement fixée à 50 mètres. Les couronnes en usage donnant des carottes de 46, 32 et 20 mm., permettent de récolter dans beaucoup de cas, suffisamment de matières pour faire des analyses; les schistes notamment, qui constituent les salbandes des filons et qui sont souvent aurifères peuvent être bien analysés. Outre une couronne de 62 mm. à grenaille, toutes les couronnes (62, 48 et 35 mm. de diamètre extérieur) sont au *Perdurum* ou *Vidia*, les petites couronnes de 35 mm. sont en outre au diamant.

Les terrains à traverser sont souvent très durs et très irréguliers, schistes très durs avec traversées de quartz pyritifère, diorite quartzifère, etc. Aussi la consommation de diamants est très forte et nous envisageons pour la garniture des couronnes au diamant de substituer aux pierres relativement grosses ($1/3$ à 1 carat) employées jusqu'ici, une concrétion diamantée spéciale qui s'est com-

portée très bien aux essais exécutés ici en Europe. — La sonde est commandée par une locomobile de 20 chevaux et l'injection d'eau se fait au moyen d'une pompe à courroie débitant environ 2,50 m³ par heure à la pression maxima de 40 atmosphères. Le coût d'une installation de sondage revient à une centaine de milliers de francs.

B. — EXTRACTION.

Les recherches en surface et en profondeur aboutissent généralement à délimiter un champ filonien plus ou moins étendu et plus ou moins serré. Parmi la multiplicité des filons repérés, il n'y en a généralement que quelques-uns qui, dans les conditions données, peuvent être exploités avec profit. Avec des installations réduites, ne jouissant pas de force motrice à bon marché, il faut des teneurs d'au moins 10 grammes à la tonne pour qu'un filon soit exploitable.

On choisit un ou deux des plus riches pour être entamés aussitôt, non seulement pour récupérer le plus rapidement possible une partie des frais occasionnés par les recherches, mais aussi pour rassembler le maximum des données nécessaires à l'extension de l'entreprise. L'exploitation se fait généralement à ciel ouvert, en dégagant progressivement le toit du filon. Le quartz aurifère riche au-dessus du niveau hydrostatique renferme toujours de l'or libre facilement extrayable par amalgamation. Beaucoup de filons, même au-dessous du niveau hydrostatique, donnent encore une notable proportion d'or libre. Ainsi, dans l'Aruwimi, à quinze mètres au-dessous du niveau hydrostatique, l'or du quartz est encore amalgamable pour 80 %. Il est donc relativement facile de récupérer cet or au fur et à mesure de l'extraction du quartz.

Les déblais se font généralement au pic et à la pelle, mais nous employons aussi des marteaux piqueurs alimentés par un compresseur Ingersoll-Rand, avec moteur à huile lourde: trois marteaux par compresseur, la puis-

sance du moteur étant de 38 C. V. et la pression normale de l'air comprimé, 7 kilos par cm^2 . Le prix de l'installation est d'une centaine de milliers de francs.

Comme dit plus haut, la section du puits est de forme trapésoïdale, avec talus naturel et gradins sur les faces; une plate-forme ménagée vers le mur du filon sert à l'installation d'un Decauville. Les wagonnets aboutissent à un plan incliné sur lequel ils sont entraînés par un câble enroulé sur un treuil à vapeur; dans l'Aruwimi, on utilise un treuil du type François, qui peut remonter un wagonnet chargé (wagonnet de 650 l.: poids total: 1,800 kgs.) sur une pente maximum de 25 %.

La difficulté des exploitations à ciel ouvert est l'*exhaure*; il y a non seulement des eaux d'infiltration, mais aussi les eaux des pluies: même en saison sèche, l'épuisement d'un filon à profondeur réduite (15 mètres) est de 50 à 100 mètres cubes par jour. Comme ces eaux sont chargées de sables et contiennent du petit gravier et des débris de schistes, les pompes les plus employées sont des pompes centrifuges commandées par des moteurs électriques. Pour se protéger contre les eaux de ruissellement, l'excavation est entourée d'une digue. S'il existe une rivière à proximité, on la détourne.

Une autre difficulté, beaucoup plus grave, que nous avons rencontrée dans l'exploitation à ciel ouvert d'un filon, c'est l'irruption dans la tranchée de sables bouillants. Nous l'avons arrêtée par un étançonnage de planches, une espèce de bouclier.

Un des avantages de l'extraction à ciel ouvert, c'est qu'elle permet de traiter, sans grands frais supplémentaires, les *schistes encaissants*. La teneur de ceux-ci est parfois importante et quand ils sont décomposés, comme cela arrive souvent près de la surface, l'abatage ne coûte presque rien. Au filon où nous avons eu à lutter avec les sables bouillants, nous avons trouvé, près du filon, des boues aurifères qui nous ont donné jusqu'à 20 grammes d'or à la tonne.

L'importance de plus en plus grande des déblais à exécuter dans les exploitation à ciel ouvert et les difficultés d'exhaure, nous ont fait aborder l'exploitation souterraine, qui sera menée par la méthode classique des descenderies, des puits et des bouveaux. Mais cela demande une extension de nos installations, qui est en cours.

C. — TRAITEMENT.

Le quartz extrait de la mine est évacué vers un parc de stockage qui sépare, non seulement les produits des différents filons, mais aussi le produit d'un même filon suivant les teneurs. Le quartz prélevé dans ce parc est d'abord tamisé au tamis de 2 mesh (8,5 mm.); le fin va directement au broyeur, le gros, concassé au marteau, de 10 cm. environ, est envoyé vers un concasseur Dodge qui le réduit en grains de 2 cm. maximum. Le produit du concasseur et le passé du tamisage sont envoyés vers un broyeur mécanique à boulets, type Hardinge, qui le réduit en poudre fine dont les grains ont théoriquement moins de 0,1 mm. de diamètre. Le broyage se fait en circuit fermé, de façon que les matières insuffisamment broyées sont renvoyées vers l'appareil. Il y a aussi malheureusement des produits trop broyés, des « slimes », (jusque 15 % du produit traité) qui sont tellement légers qu'ils restent en suspension dans l'eau même après 48 heures et sont rebelles à tout traitement en usage actuellement. Comme on peut les précipiter par la chaux, on finira, espérons-nous, par les récupérer. Les produits normaux ou pulpes sortant du broyeur sont soumis à l'amalgamation. Généralement, on ne se contente pas d'une simple plaque en cuivre argenté recouverte de mercure, mais on développe l'installation de façon à attraper ce qu'on peut sans amalgamation et à récupérer l'or fin qui a échappé à l'amalgamation. L'atelier d'amalgamation type Aruwimi, comprend actuellement:

une goulette avec tissus « Corduroy », de 3 m. x 1,10 m.;

- une plaque amalgamée de 3,75 m. × 1,25 m. ;
- une goulette avec tissus « Corduroy », de 2,60 m. × 1,40 m. ;
- six tables de 70 cm. de longueur garnies de fers en Z (portefeuille) ;
- un sluice de 4 m. × 0,50 m. garni de riffles.

Primitivement, il n'y avait qu'une seule table à tissus et on intercalait entre les portefeuilles et le sluice à riffles, un bac à chicanes. On obtenait alors 95 % de la production sur les deux premiers appareils: table à tissus et plaque amalgamée.

Avec la disposition actuelle, on obtient 98 à 99 % de la production sur les trois premiers appareils. En moyenne, on récolte 88 % de la production sur la première table à tissus: ce pourcentage de récupération augmente avec la grosseur des fragments d'or contenus dans le quartz.

La plaque d'amalgamation permet de récolter en huit heures l'or d'un broyage de 24 heures par deux Hardinge.

Les trois premiers appareils sont pourvus de grillages pour empêcher les vols.

L'or et les concentrés récoltés sur les tables sont amalgamés dans un petit moulin à boulets et mélangés aux produits des tables d'amalgamation.

Cet atelier permet de récupérer presque tout l'or amalgamable contenu dans le minerai; il n'y a que l'or perdu dans les « slimes » et un très faible pourcentage inclus dans des particules très fines aussi, qui échappent.

Tout l'amalgame est distillé et l'or qui reste est coulé en lingots, qui titrent de 800 à 850 pour mille. Ces lingots sont expédiés à Hoboken, où ils sont refondus et affinés jusqu'au titre de 1.000/1.000 environ.

L'or fin est vendu à la Banque Nationale.

Juin 1936.

Séance du 31 juillet 1936.

La séance est ouverte à 14.30 heures, sous la présidence de M. *Bollengier*, directeur de la Section.

Sont présents: MM. Allard, Deguent, Fontainas, Maury, Moulaert, Olsen, Philippon, membres titulaires; MM. Bee-laerts, Bette, De Backer et Lancsweert, membres associés.

Excusés: MM. Gevaert, Gillon et van de Putte.

M. De Jonghe, Secrétaire général, assiste à la séance.

Communication de M. E. Allard.

M. *Allard*, après avoir rappelé sa communication de 1935 (voir *Bulletin*, 1935, p. 264) relative aux études préliminaires de la liaison Belgique-Congo, étudie les résultats obtenus après une année et demie d'exploitation. Il passe en revue les différents facteurs qui conditionnent cette exploitation: tracé de la ligne, son équipement au sol, les appareils utilisés, la régularité et les résultats commerciaux (Voir p. 398).

Une discussion eut lieu, à laquelle prirent part MM. *Moulaert*, *Philippon* et *Maury*.

M. le *Président*, traduisant les sentiments de tous les membres, remercie M. *Allard* et constate avec plaisir les résultats encourageants atteints pour cette liaison aérienne entre la Belgique et sa Colonie.

Concours annuel de 1936.

Le mémoire reçu en réponse à la 5^e question porte la devise: « Via vita ». La Commission chargée d'examiner ce mémoire estime que celui-ci ne répond pas adéquatement à la question posée. Néanmoins, elle reconnaît que

c'est un bon travail de compilation, qui peut être très utile comme aide-mémoire à ceux qui s'occupent de questions de revêtements de routes au Congo. Elle suggère d'allouer à l'auteur, à titre d'encouragement, une récompense de 1,000 francs.

La Section approuve cette proposition.

Le jury dépose son rapport sur le travail présenté en réponse à la 6^e question, sous la devise « Laboremus ». Se ralliant aux conclusions de ce rapport, la Section décide de ne pas attribuer le prix.

La séance est levée à 16 heures.

**M. E. Allard. — Deux grandes liaisons aériennes coloniales :
Belgique-Congo ; Hollande-Indes Néerlandaises.**

J'ai eu l'honneur, au début de 1935, d'examiner devant vous les études préliminaires (itinéraire, matériel, infrastructure) faites dans le but d'asseoir sur des bases solides notre liaison aérienne Belgique-Congo. J'avais également analysé la Convention franco-belge qui lie notre Société Nationale (SABENA) à la Compagnie « Air France » pour l'exploitation en commun de la grande transversale africaine.

Je voudrais, aujourd'hui, après une période d'une année et demie, vous informer des résultats atteints afin que vous puissiez les comparer à ceux que j'avais prévus.

J'essayerai également, en me basant sur des documents qui m'ont été fournis par M. Hans Martin, chef du Service Amsterdam-Batavia, de faire une comparaison entre ces services coloniaux de deux petits pays ayant jugé nécessaire de réunir par un service rapide la métropole à leur Colonie.

TRACE DE LA LIGNE (SABENA).

Ce tracé qui est, comme je vous l'indiquais dans ma communication de 1935, Bruxelles -- Marseille — Oran — Colomb-Béchar — Reggan — Gao — Niamey — Zinder — Fort Lamy — Fort Archambault — Bangui — Coquilhatville — Banningrilde — Léopoldville, n'a pas subi de changement depuis le début de l'exploitation.

Le parcours se fait en 5 $\frac{1}{2}$ jours suivant le tableau ci-après.

Direction Nord-Sud (Service hebdomadaire).

			« Air France » : Bruxelles-Alger.	
			« Air Afrique » : depuis Alger.	
			(Tous les 15 jours.)	
			Bruxelles-Paris, ligne de nuit postale en été. En hiver, départ de Bruxelles pour Marseille le vendredi.	
<i>Jours.</i>	SABENA (tous les 15 jours).			
Samedi .	Bruxelles		Paris	
	Marseille	825	Marseille	730
	Oran	1,100	Aleudia	
		<u>1,925 km.</u>	Alger	803
				<u>1,533 km.</u>
Dimanche	Oran		Alger	
	Colomb-Bechar.	575	El Golea	680
	Reggan	600	Aoulef	425
		<u>1,175 km.</u>		<u>1,105 km.</u>
Lundi . .	Reggan		Aoulef	
	Gao.	1,225	Gao	1,230
	Niamey	875	Niamey.	390
		<u>1,600 km.</u>		<u>1,620 km.</u>
Mardi . .	Niamey		Niamey	
	Zinder.	750	Zinder	
	Fort Lamy	740	Fort Lamy.	
		<u>1,490 km.</u>		
Mercredi.	Fort Lamy		Fort Lamy	
	Fort Archambault.	520	Fort Archambault	
	Bangui	530	Bangui	
	Coquilhatville	490	Coquilhatville	
		<u>1,540 km.</u>		
Jeudi . .	Coquilhatville		Coquilhatville	
	Banningville	435	Brazzaville	
	Léopoldville	300	Banningville	
		<u>735 km.</u>	Port Francqui	
			Luluabourg.	
Jeudi . .	Léopoldville			
	Banningville	300		
	Port Francqui	400		
	Luebo.	150		
	Luluabourg	135		
		<u>985 km.</u>		
Vendredi.	Luluabourg		Luluabourg	
	Lupoula	220	Kamina	
	Kamina	220	Elisabethville.	
	Bukama	100		
	Elisabethville	400		
		<u>940 km.</u>		

Au total 8,465 Bruxelles-Léopoldville et 1,898 Léo.-Éville.

Dans la direction Sud-Nord le trajet s'exécute suivant l'horaire suivant:

AVION DU SERVICE CONGOLAIS.

1^{er} jour (samedi). Élisabethville - Bukama - Kamina - Lapula - Luluabourg - Port Francqui.

2^e jour (dimanche). Port Francqui - *Banningville* - Léo. Avion de la liaison proprement dite.

1/2 jour (dimanche). Léo - *Banningville* - Coquilhatville.

3^e jour (lundi). Coquilhatville - Bangui - Fort Archambault - Fort Lamy.

4^e jour (mardi). Fort Lamy - Zinder - Niamey - Gao.

5^e jour (mercredi). Gao - Reggan.

6^e jour (jeudi). Reggan - Colomb-Béchar - Oran.

7^e jour (vendredi). Oran - Marseille - Paris - Bruxelles.

Le trajet se poursuit vers Madagascar par la Régie Malgache.

A l'aller le samedi, Éville - Broken - Hill - Mozambique; le dimanche Mozambique - Tananarive; le jeudi, Tananarive - Mozambique; le vendredi, Mozambique - Éville.

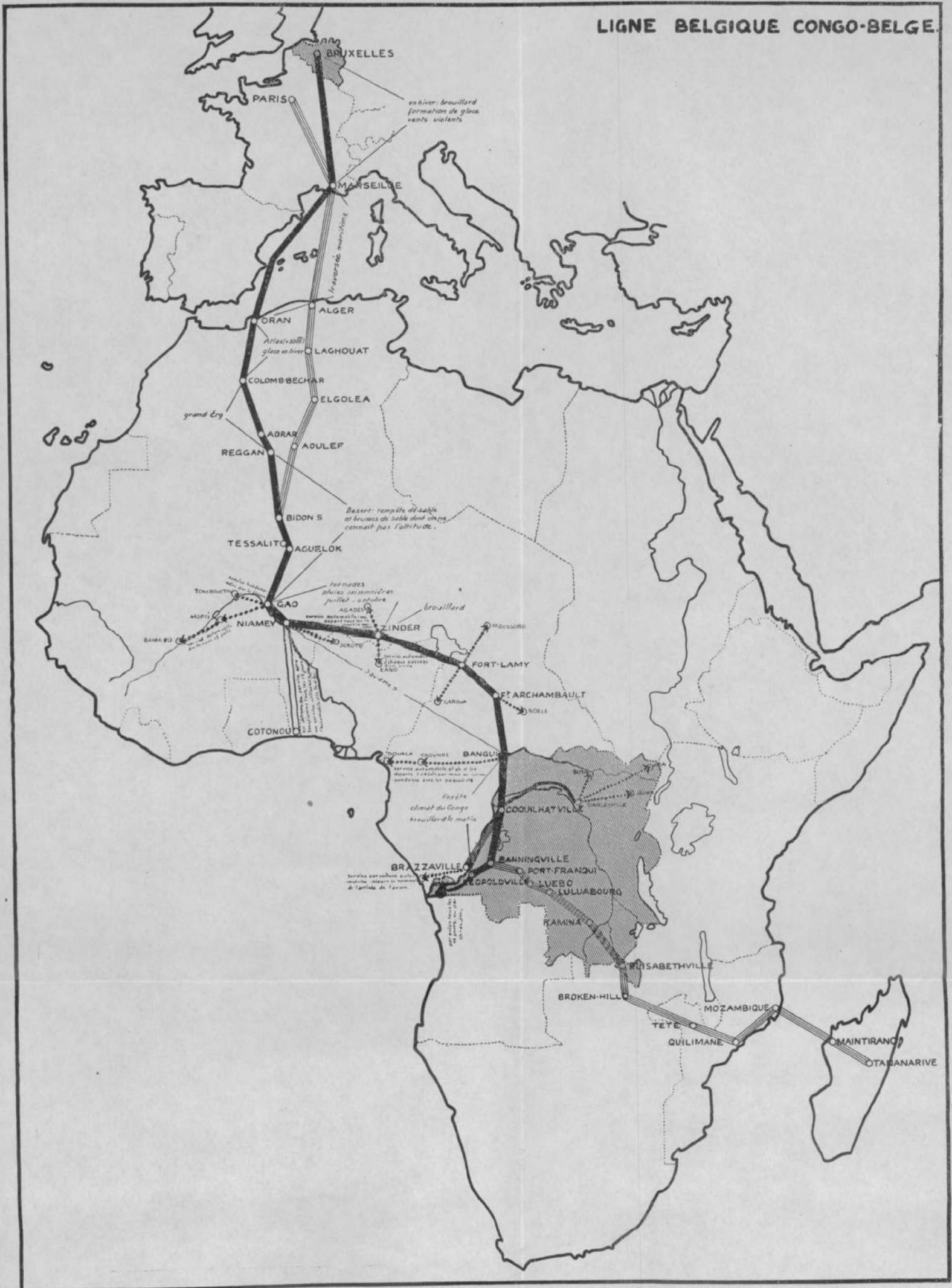
A Coq, l'avion Belgique-Congo rencontre un avion du service intérieur qui va à Stanleyville. Il effectue le trajet Coquilhatville - Stanleyville le jeudi.

Au retour, il quitte Stanleyville le dimanche et rencontre l'avion faisant route vers l'Europe à Coquilhatville le même jour.

On remarquera aussi que tant à l'aller qu'au retour, l'avion de la liaison rencontre l'avion du trafic interne de la Colonie Léo-Éville à Banningville et que c'est là que se fait le transbordement du fret soit vers le Sud, soit vers le Nord.

Ce prolongement Léo-Éville existe seulement depuis novembre 1935 et ne fait partie intégrante de l'exploitation Belgique-Congo que depuis le 1^{er} janvier 1936.

LIGNE BELGIQUE CONGO-BELGE.



L'étape journalière moyenne est donc, d'après ces chiffres, de 1550 km. nécessitant une durée de vol d'environ 10 heures.

LIGNE HOLLANDAISE (K. L. M.).

Cette ligne vers Batavia est exploitée depuis octobre 1931. D'abord à la cadence d'un départ par semaine, puis, depuis le 12 juin 1936, à celle de deux départs par semaine dans chaque sens.

De plus, à cette date, la mise en service d'avions plus rapides a permis de diminuer le temps de trajet de 9 à 5 $\frac{1}{2}$ jours.

Ce trajet et son horaire portent et schématisent comme suit:

L'étape journalière moyenne actuelle est donc de 2,640 km., nécessitant entre 9 et 10 heures de vol.

Remarquons que les Hollandais ont amélioré deux caractéristiques importantes pour le rendement de leur ligne: la rapidité et la fréquence.

RÉGULARITÉ.

Les deux liaisons que nous étudions souffrent, du point de vue de la régularité, des conditions atmosphériques défectueuses qui règnent en hiver sur les territoires de l'Europe qu'elles survolent.

Les Hollandais, au lieu de traverser l'Europe centrale en hiver, joignent Amsterdam à Athènes en passant par Marseille et Rome.

1 ^{er} jour : Amsterdam-Rome	1,800 km.	} 1 ^{er} jour.
2 ^e jour : Athènes	2,750 "	
3 ^e jour : Le Caire. . . .	4,000 "	} 2 ^e jour.
4 ^e jour : Bagdad	5,300 "	
5 ^e jour : Karachi	7,800 "	
6 ^e jour : Calcutta. . . .	10,100 "	
7 ^e jour : Bangkok	11,700 "	
8 ^e jour : Medsu	13,000 "	
9 ^e jour : Batavia	14,500 "	

1 ^{er} jour : Athènes	2,750 km.
2 ^e jour : Bagdad	5,300 "
3 ^e jour : Jodtpur	8,400 "
4 ^e jour : Rangoon	11,200 "
5 ^e jour : Singapore	13,600 "
5 1/2 jour : Batavia	14,500 "

Le graphique ci-dessous indique clairement la régularité atteinte en 1935 par les services hollandais.

Quant à nous, en principe, il n'y a pas de différence entre les voyages d'hiver et ceux d'été.

Cependant, la Convention franco-belge ne nous autorisant pas de prendre du courrier ou des passagers en Algérie et en France pour le Nord de l'Europe, une certaine latitude est laissée aux commandants de bord pour modifier, au retour, l'horaire théorique à partir de Reggan.

La chaleur intense qui règne dans ce poste saharien en été (été d'Europe) incite les équipages et les passagers à continuer au plus vite le voyage vers des régions plus tempérées. Cela est rendu d'autant plus facile que les longues journées permettent de plus grandes durées de vol. Il en résulte une avance sur l'horaire en été dans le trajet Sud-Nord.

Par contre, en hiver (hiver d'Europe), le mauvais temps fréquent sur le parcours européen et les journées plus courtes, entraînent certains retards schématisés dans le graphique de régularité ci-dessous.

Il est probable que dans l'avenir on sera amené à envisager un horaire d'hiver légèrement moins serré que l'horaire d'été (une demi-journée par exemple).

MATÉRIELS UTILISÉS.

La K. L. M. utilisait dès 1931 des Fokkers F VII, tels que ceux qui nous servent encore à l'heure actuelle et que je vous ai décrit dans ma causerie de l'année dernière.

Par la suite, ce matériel a été remplacé par des F XVIII,

DIENSTREGELMAAT DUBBELWEEKSCHE DIENST.
 BATAVIA ← AMSTERDAM ← BATAVIA

12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1935	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
												12 JUNI												
												15 "												
												19 "												
												22 "												
												26 "												
												29 "												
												3 JULI												
												6 "												
												10 "												
												13 "												
												17 "												
												20 "												
												24 "												
												27 "												
												31 "												
												3 AUG.												
												7 "												
												10 "												
												14 "												
												17 "												
												21 "												
												24 "												
												28 "												
												31 "												
												4 SEPT.												
												7 "												
												11 "												
												14 "												
												18 "												
												21 "												
												25 "												
												28 "												
												2 OCT.												
												5 "												
												9 "												
												12 "												
												16 "												
												19 "												
												23 "												
												26 "												
												30 "												
												2 NOV.												
												6 "												
												9 "												
												13 "												
												16 "												
												20 "												
												23 "												
												27 "												
												30 "												
												4 DEC.												
												7 "												
												11 "												
												14 "												
												18 "												
												21 "												
												25 "												
												28 "												
												1 JAN.												
												4 "												
												8 "												
												11 "												
												15 "												

appareil trimoteur également de 3 fois 420 CV. La charge utile peut se chiffrer à 500 kg. de courrier et 4 passagers, plus 4 hommes d'équipage.

Sa vitesse de croisière est de 195 km. l'heure et son rayon d'action de 7 heures de vol, soit environ 1,350 km.

Comme je le disais plus haut, ce matériel a été remplacé à partir de juin 1935 par des avions Douglas (DC—2), trimoteurs (2×710 CV) Wnyth Cyclone.

Ces moteurs fournissent leurs 720 CV à 1,950 t/m., à 1,250 m. d'altitude.

La cabine des passagers, le poste de pilotage et la toilette peuvent être chauffés par de l'air chaud avec la possibilité de maintenir une température d'au moins 16° dans la cabine avec une température ambiante de 29°.

Une ventilation efficace renouvelle l'air. De plus, une insonorisation bien étudiée a permis de réduire le bruit intérieur qui incommodait si fortement les voyageurs. Ce bruit peut être caractérisé par 72 décibels.

Ces avions ont été équipés spécialement pour la route des Indes.

Des 14 sièges que comporte l'appareil normal, 8 seulement ont été conservés. De plus, un buffet, un petit emplacement pour le service des postes et une table des cartes ont été aménagés.

L'allongement des sièges permet aux passagers de prendre une position commode et non fatigante.

Les avantages de ce matériel ne se concrétisent pas seulement par une augmentation de la vitesse (270 km./h. au lieu de 195 km./h.), mais aussi par le fait que cet avion pouvant atteindre un plafond élevé lui permet de survoler le mauvais temps. De plus le confort des passagers, par suite d'une bonne ventilation, chauffage adéquat et de la forte diminution du bruit, procure aux voyageurs non entraînés un confort tout à fait suffisant.

La ligne belge a utilisé jusqu'à présent des avions Fokker F. VII que notre Société de constructions aéro-

nautiques SABCA a fabriqués sous licence. Ces appareils trimoteurs ont donné toute satisfaction des points de vue sécurité et régularité et les appréhensions souvent intéressées de ceux qui annonçaient des accidents graves, se sont montrées injustifiées.

ROULEMENT DU MATÉRIEL.

Trois avions sont spécialement affectés au service de la liaison Bruxelles-Léopoldville. Ils ont leur port d'attache à l'aérodrome de Haren. Un avion utilisé en majeure partie sur Léo-Éville a sa base à Léopoldville.

Les trois premiers OO.AGH (Edm. Thieffry), le OO.AGI (Léopold Roger) et le OO.AGJ assurent le service à tour de rôle, ce qui conduit pour chacun d'eux à l'ordre de service suivant:

14 jours de vol, Bruxelles-Léo et retour;

14 jours d'entretien et de révision dans les ateliers de Haren;

14 jours de réserve à Bruxelles.

Chaque avion est donc prêt à prendre le départ 14 jours après sa rentrée à Bruxelles et reste dans cet état comme réserve pendant que celui qui le précède est en vol sur la ligne et que celui qui le suit est à l'entretien dans les ateliers de Haren.

AMÉNAGEMENTS DE L'AVION.

D'une façon générale, les avions sont identiques à ceux depuis longtemps en service sur les lignes d'Europe et du Congo.

Cependant, le rayon d'action a été augmenté par la réduction du poids à vide de l'appareil. Cette réduction est obtenue notamment en remplaçant le laiton et le duralumin par de l'électron dans certains éléments de l'appareil (tôles, capotages, réservoirs d'essence, sièges) et en supprimant d'autres éléments de sa structure (parois bois-toile remplacés par toile seule, etc.).

L'appareil possède *cinq* réservoirs d'essence au lieu de

trois en Europe (capacité totale = 1,800 litres, d'où une autonomie de quelques 10 heures ou 1,650 km.).

L'avion comporte un double poste de T. S. F. (émission-réception) pouvant travailler indifféremment sur la bande de longueurs d'ondes moyennes — de 500 à 1000 m. et sur celle d'ondes courtes de 40 à 80 mètres.

Comme seuls instruments supplémentaires, on peut citer un cinéma-dérivomètre et une seconde boussole.

L'équipage comprend normalement deux pilotes et un radio-mécanicien; ce dernier a dû être installé, avec le poste de T. S. F., dans la cabine même. Celle-ci comporte en outre quatre fauteuils pour passagers et a été légèrement modifiée pour utiliser au mieux l'espace disponible.

Des modifications de détail ont été apportées au fur et à mesure que les besoins se faisaient sentir (meubles, ventilation, béquille, etc.).

Il ne faut pas perdre de vue, considérant le matériel employé, que celui-ci était destiné à desservir une ligne expérimentale *postale* et que les passagers n'y ont été admis que sous la pression de multiples et pressantes demandes.

ORGANISATION TERRESTRE.

En dehors des points d'escale (aérodromes) signalés dans les tableaux précédents, des terrains de secours jalonnent le trajet africain et d'autres aérodromes, le trajet européen. En Afrique, l'aviateur trouve des terrains préparés, sinon tous, tout au moins utilisables en cas de nécessité tous les 70 km. en moyenne.

La traversée maritime Marseille-Oran peut, si cela est nécessaire, s'infléchir vers l'Espagne et des escales de ravitaillement sont prévues à Barcelone, Valence et Alcazarès.

La traversée du désert est balisée par des pyramides en tôle blanchie tous les 10 km. environ.

Bien entendu, lorsque les nuages ou la brume de sable empêchent de voir le sol, la navigation doit se faire au

compas et suivant les indications de la radio, comme du reste sur tout le parcours.

Peut-être n'est-il pas déplacé ici de donner un petit historique de l'organisation de la ligne du Tanezrouft.

Cette ligne relie le Sud-Oranais au Soudan français. Partant d'Aïu Sefra, elle passe par Colomb-Béchar, Beni-Abbès, Tinrimoun, Advar, Reggan, Bidon V et atteint Gao, premier centre important du Soudan.

Le Tanezrouft a été traversé la première fois en 1923 et cette liaison permet de réunir directement l'Algérie au Soudan.

Dès cette époque et sous l'impulsion des Estienne et des Gradis est créée une Société Générale Transsaharienne, dont le but premier est de reconnaître et d'équiper une route transsaharienne permettant de relier rapidement et sûrement l'Algérie à l'A. O. F.

A la suite de plusieurs reconnaissances exécutées de 1924 à 1926 et à l'une desquelles j'ai eu le plaisir de collaborer pour la reconnaissance du trajet de notre ligne aérienne, la Compagnie Transsaharienne détermina l'itinéraire direct Reggan - Gao particulièrement favorable au passage des véhicules automobiles et à l'atterrissage des avions.

Lors d'une de ces reconnaissances, l'expédition décidait pendant son voyage Sud-Nord, de déposer, à partir de Tenadit, tous les 50 milles des bidons vides à titre de premier jalonnement.

Ainsi furent marqués les points que l'on appela bidon 1, bidon 2, bidon 3, ..., etc.

Un, parmi ces bidons, acquit une renommée universelle, c'est Bidon 5.

Je me suis moi-même arrêté à Bidon 5 en 1926 et je ne me doutais pas que ce point perdu au milieu du Tanezrouft, à 500 milles de toute vie, deviendrait célèbre.

Il est maintenant un point obligé pour ceux qui traversent ce pays de la soif, en auto. C'est aussi le point où les

lignes de Air-Afrique et de Sabena se rencontrent pour poursuivre alors sur le même trajet leur vol vers le Sud.

C'est surtout depuis 1930, que Bidon 5 a accru son importance.

En novembre 1930, un distributeur à essence d'auto y fut installé, ainsi que deux carrosseries de voitures, couchettes devant servir d'abri aux voyageurs.

En janvier 1934, un autre distributeur pour essence d'avion fut monté en ce point, sur ce terrain d'aviation de dimensions illimitées.

Enfin, en avril 1935, est inauguré à Bidon V un phare lumineux de 32 m. de hauteur portant le nom glorieux du général Vuillemin.

Comme bien vous le concevez, l'établissement de Bidon V, ce « carrefour africain », toujours silencieux, aux allées qui fuient vers l'infini et dont le fanion de ralliement est une « manche à air », a demandé un effort persévérant, semé de difficultés de toutes sortes.

En plus de ces jalonnements et infrastructures, la ligne est protégée par les stations de radiocommunications suivantes:

	Heure de veille	Onde de veille	Emission	Ondes de relèvements
Bruxelles . . .	permanente	900	883	918
Paris	"	900	893	918
Marseille	"	900	893	918
Oran	"	900	900	900
Colomb-Bechar .	H et H + 30	45.5	56	900
Aoulef	"			
Aquelhoc	"			
Gao	H et H + 35			
Niamey	"			
Zinder	"			
Fort Lamy	"			
Fort Archambault	"			
Bangui	"			
Coquilhatville .	H et H + 30			
Banningville . .	"			
Léopoldville . .	"			

SABENA.

LIAISON BELGIQUE - CONGO.

1 REGULARITE

TRAJETS

N° DU VOYAGE	TRAJETS																
	BRUXELLES - LEOPOLDVILLE.					LEOPOLDVILLE - BRUXELLES											
	DUREE EN JOURS					DATES.											
	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									23	Fév	Mars	4					
2									8	Mars	"	17					
3									22	"	"	31					
4									5	Avril	Avril	16					
5									19	"	"	28					
6									5	Mai	Mai	12					
7									17	"	"	26					
8									31	"	Juin	9					
9									14	Juin	"	23					
10									28	"	Juil	7					
11									10	Juil	19	21					
12									26	"	Août	4					
13									9	Août	"	18					
14									23	"	Sept	1					
15									6	Sept	"	15					
16									20	"	"	29					
17									4	Oct	Oct	13					
18									18	"	"	27					
19									1	Nov	Nov	10					
20									15	"	"	24					
21									29	"	Déc	8					
22									13	Déc	"	22					
23									27	"	Janv	6					
24									4	Janv	"	12					
25									18	"	"	26					
26									1	Fév	Fév	9					
27									15	"	"	22					
28									29	"	Mars	8					
29									16	Mars	"	22					
30									28	"	Avril	5					
31									11	Avril	"	19					
32									25	"	Mai	3					
33									9	Mai	"	17					
34									23	"	Juin	31					
35									6	Juin	"	14					
36									20	"	"	28					

MOYEN (GR)

TEMPO

TEMPO

TEMPO SADO

NO
NO
NO

RAVITAILLEMENT.

Des pièces de rechange ont été distribuées par avions à tous ces points d'escale. Des contrats ont été passés avec différentes firmes telles que la Vacuum Oil Cy, la Rétrocongo et Shell pour le ravitaillement en huile et essence aux différents points d'escale.

En tous ces points, SABENA est représenté par des agents attitrés qui prennent toutes mesures utiles pour le ravitaillement des avions et aussi pour aider les voyageurs. Jusqu'à présent notre Société Nationale n'a pas inclus dans le prix du ticket le logement et la nourriture des voyageurs.

Le coût moyen d'une journée est de 75 francs français.

TARIFS.

Voici quelques prix faits par SABENA:

De Bruxelles à	Passager.	Messageries et bagages supplémentaires.
Oran	—	30.50
Colomb Bechar	4.135	49
Reggan	5.055	62
Gao	8.685	78
Niamey	9.660	78
Zinder	10.665	78
Fort Lamy	11.610	80
Fort Archambault	11.715	80
Bangui	11.815	80
Coquilhatville.	11.910	82
Léopoldville	12.000	84
Port Francqui.	13.000	84
Elisabethville.	15.000	84
Tananarive.	19.485	119

Le tarif postal est de 3.5 fr. de surtaxe par 5 grammes pour les lettres et cartes et 3 fr. 50 par 25 grammes pour les journaux, périodiques, revues, brochures, échantillons, petits paquets.

La K. L. M. a le même tarif que nous pour les transports postaux.

Voici quelques prix pour voyageurs et marchandises à partir d'Amsterdam :

	Passager (Gulden).	Marchandise par kg.
Rome	135	1.40
Athènes . . .	225	2.15
Caire	315	1.60
Bagdad . . .	465	2.35
Karachi . . .	638	3.20
Jodtpur . . .	683	3.80
Calcutta . . .	810	4.05
Bangkok . .	1.050	5.25
Singapore . .	1.250	7.25
Batavia . . .	1.350	7.75

RÉSULTATS DES EXPLOITATIONS.

Pour la K. L. M. le tableau ci-dessous permet une comparaison entre les années 1935 et 1934.

Cependant, comme juin 1935 marque la mise en service du nouveau matériel et l'intensification du service (deux voyages hebdomadaires au lieu de un) nous donnerons également les quelques chiffres suivants :

Résultats pour les deux directions.

<i>Première partie de l'année.</i>		<i>Deuxième partie de l'année.</i>	
Nombre de passagers	553	Nombre de passagers	1,021
Passagers (km.) . . .	2 522,526	Passagers (km.) . . .	5.066,525
Kg. de poste	25,444	Kg. de poste	36,793
T./km. de poste	269,890	T./km. de poste	326,555

Les Tonnes/km. mises à la disposition des chargeurs étaient en 1935, de 2,093,000 T./kms comme nous l'avons vu.

Sur ce nombre de T./kms, 1,509,147 ont été utilisées, qui peuvent se décomposer comme suit :

Poste	596,445	soit	28,5 %
Colis postaux.	22,465		1,1 %
Bagages	151,314		7,2 %
Bagages en supplément	39,192		1,9 %
Marchandises.	115,314		5,5 %
Passagers	584,385		27,9 %
	<hr/>		<hr/>
	1.509,147		72,1 %

En examinant en détail les statistiques pour 1935, on constate que l'on peut classer, quant à l'importance de leur apport, les villes dans l'ordre suivant :

	Poste km.	Passagers km.	Marchandises km.
Amsterdam	42,1 %	33,9 %	62,6 %
Batavia	25,5 %	10,5 %	9 %
Medan.	12 %	3,7 %	1,3 %
Singapore	6,9 %	6,9 %	4,1 %
Leipzig	4 %	1,8 %	3,5 %
Athènes	2 %	1,2 %	1,5 %

Les autres escales donnent des chargements beaucoup plus faibles.

On peut également remarquer quand on fait la discrimination entre le trajet E.-W. et W.-E.

	Amsterdam-Batavia.	Batavia-Amsterdam.
Kg. poste.	31,735	30,502
Passagers.	749	795
T/km. poste.	305,770	290,675
T/km. passagers	3.545,343	4.043,708

que les différences ne sont pas très importantes avec environ 5 % de poste en plus dans la direction Amsterdam-Batavia et 12 % en moins de passagers dans cette même direction.

Voici maintenant les statistiques pour notre ligne nationale:

	1935 du 23-2 au 31-12-1935	1936 du 1-1 au 26-5-1936 (33 ^e voyage compris).
Nombre de voyages (aller et retour)	22 1/2	10 1/2
Nombre d'heures de vol.	2,313 h. 24	1,332 h. 11
Nombre de journées de vol	225	162
Nombre de km.	378,455	220,394
Kg. de poste	4,255	5,032,619
Kg. excédents de bagages	463	467
Kg. de messageries	2,037	3,474,600
Nombre de passagers	123	189
Km./passagers.	956,910	596,222
T./km. courrier postal	29.445	19.330,199
T./km. excédents de bagages. . . .	1.270	1.142,—
T./km. messageries	12.033	7.936,—
Total T./km. (passag. non compris)	42.748,—	28,408,199
Total T./km. (passagers compris)		
(1 passag. avec bagages 100 kg.)	138.439,—	88.030,199

N. B. — L'escale de Banningville ne date que du 15 novembre 1936 (20^e voyage). Celle de Paris, du 31^e voyage. L'extension à Elisabethville date du 1^{er} janvier 1936 (à charge de la Liaison B.C.); elle existait avant cela — à partir du 20^e voyage — mais à charge de SABENA-Congo.

Les lignes en correspondance de SABENA-Congo, soit Léo-Stanleyville, Léo-Boma, Léo-Lusambo (les dix-neuf premiers voyages), Léo-Elisabethville (du 20^e au 22^e voyage) ne sont pas comprises dans les chiffres donnés ci-dessus.

Les données kilométriques de 1935 pour le courrier postal, les messageries et les excédents de bagages, sont en partie estimées, les statistiques n'ayant pas été prévues de cette façon pour les premiers voyages. On a pris comme base pour ceux-ci les moyennes des autres voyages de 1935, rapportées aux poids absolument réels.

Noter que les passagers avaient d'abord droit à 30 kilos de bagages, ramenés actuellement à 20 kilos.

En ce qui concerne le coefficient de remplissage, c'est-à-dire le rapport de T./kms offertes aux T./kms réellement transportées, sa valeur est difficilement chiffrable jusqu'à présent pour la raison suivante.

Afin d'effectuer le tronçon Reggan-Gao d'un seul vol, la capacité des réservoirs doit être utilisée en entier, ce tronçon étant, comme vous l'avez vu, le plus long de tout le trajet. En plus, il est prudent d'emporter pour le passage du désert une quantité d'eau potable, ce qui diminue encore le chargement utile.

Par contre, sur les autres parcours, le commandant de bord n'est pas obligé d'alourdir son appareil de cette charge d'eau et peut en outre jouer sur la quantité de combustible de façon à augmenter le chargement payant le plus possible.

Il eut donc fallu établir ce coefficient par tronçon, ce qui n'a pas été fait jusqu'à présent.

Mais ce que nous pouvons dire, c'est que presque toujours le chargement est complet et que souvent SABENA doit refuser des passagers.

Cette difficulté de chiffrer le coefficient de remplissage ne se produira plus dès le mois d'octobre où cette Société envisage la mise en service de ces nouveaux avions Savoia dont je vous ai parlé dans ma première causerie. Le chargement de cet appareil est plus de deux fois plus grand que celui du Fokker et dès lors l'influence des poids supplémentaires pour la traversée du désert se fera moins sentir.

RÉSULTATS FINANCIERS.

Ces résultats peuvent se résumer ainsi. Les recettes d'exploitation dépassent à l'heure actuelle les dépenses d'exploitation comportant les dépenses *réelles* de l'exploitation relative à la liaison Belgique-Congo, plus les charges obligatoires et l'amortissement des immobilisations autres que le matériel volant.

Il reste donc à introduire dans les dépenses les amortissements des appareils volants (ceci n'a pas été fait car les Fokkers sont déjà amortis, leur existence datant de plus de 5 années) et de répartir sur cette ligne les frais

généraux de la Société suivant un coefficient non encore établi.

Il n'est pas exclu d'espérer que d'ici quelques années, les dépenses ainsi calculées pourront être balancées par les recettes et que la liaison deviendra rentable et pourra vivre sans l'intervention de l'État.

Le prix de la T/km. réellement transportée, basé sur les dépenses telles que je viens de les indiquer est de 23 francs et les amortissements peuvent se calculer en vous rapportant à ma précédente causerie.

Comme vous le voyez, ces résultats sont nettement encourageants.

Ils confirment l'optimisme de ceux qui croient au développement de ce nouveau mode de transport rapide, principalement pour les liaisons coloniales à grande distance.

Ils montrent aussi que nous avons fait un réel effort dans ce domaine et ils permettent d'espérer que cette liaison Belgique-Congo dont la période expérimentale a fourni d'aussi heureux résultats, sera poursuivie et développée pour le plus grand bien de notre pays et de son aéronautique.

ERRATUM.

Bulletin, tome VII, I, page 174.

Onzième ligne, *au lieu de*: Il manquait..., *lire*: Il portait...

TABLE DES MATIÈRES.

Section des Sciences morales et politiques.

Séance du 20 avril 1936	193
Décès de M. A. Gohr	193
Décès de M. J. Van Eerde	194
Commission de l'Atlas général du Congo belge	194
Communication de M. A. Sohler : En relisant le Code pénal congolais	195
Concours annuel de 1938	194
Séance du 18 mai 1936	213
Présentation d'un mémoire : Le mariage des Nkundo, par le R. P. G. Hulstaert	216
Communication de M. T. Heyse : Les colonies portugaises et le Congo belge dans la vie internationale au cours du premier trimestre de 1914 (d'après le tome IX de la 3 ^e série des documents diplomatiques français)	221
Concours annuel de 1936	214
Enquête ethnographique relative aux diverses formes d'asservissement au Congo	215
Comité secret	215
Séance du 22 juin 1936	244
Communication du R. P. L. Lotar : Historique de l'Ubangi (<i>suite de la discussion</i>)	244
Concours de littérature coloniale	245
Comité secret	246
Séance du 27 juillet 1936	247
Rapport de M. G. Van der Kerken sur le mémoire du R. P. G. Hulstaert : Le mariage des Nkundo	249
Concours triennal de littérature coloniale	247
Rapport sur l'attribution du prix institué pour la meilleure étude sur les rapports entre langues bantoues et soudanaises dans la zone frontière de ces langues au Congo belge	253
Concours annuel de 1936	248
Comité secret	248

Section des Sciences naturelles et médicales.

Séance du 18 avril 1936	256
Présentation d'un mémoire : La genèse climatique des sols montagnards de l'Afrique centrale. — Les formations végétales qui en caractérisent les stades de dégradation, par M. H. Scaëtta (en collaboration avec MM. Meurice et Schoep).	256
Présentation d'un mémoire : Recherches géologiques et pétrographiques dans le Katanga méridional, par M. M. Gysin	256
Communication de M. R. Mouchet sur l'ouvrage du Dr G. Grijns intitulé : <i>Researches on Vitamines 1910-1911</i>	257
Concours annuel de 1938	257

Séance du 16 mai 1936	258
Note de M. I. de Magnée: Découverte à Moliro (Katanga), de roches à diatomées dans des dépôts de terrasse du lac Tanganyka (présentée par M. P. Fourmarier)	261
Communication de M. E. Leplae: Pour un nouveau progrès agricole des indigènes: l'emploi obligatoire des graines de coton pour la fertilisation des terres	266
Rapport de M. H. Buttgenbach sur le mémoire de M. M. Gysin: Recherches géologiques et pétrographiques dans le Katanga méridional	296
Rapport de M. E. De Wildeman sur le mémoire de M. H. Scaëtta (en collaboration avec MM. Meurice et Schoep): La genèse climatique des sols montagnards de l'Afrique centrale. — Les formations végétales qui en caractérisent les stades de dégradation	299
Concours annuel de 1936	260
Séance du 20 juin 1936	311
Communication de M. E. Leplae: L'intérêt présenté pour le Congo belge par la colonisation italienne de l'Éthiopie	313
Présentation d'un mémoire: Les lichens des hautes altitudes, au Ruwanzori, par M. L. Hauman	312
Séance du 18 juillet 1936	332
Présentation d'ouvrages	332
Présentation d'un mémoire: Sur la distribution des saponines dans le règne végétal, par M. E. De Wildeman	332
Présentation d'un mémoire: Contribution à l'étude des formations herbeuses du district forestier central au Congo belge, par M. W. Robyns	333
Communication de M. H. Buttgenbach: Sur un cristal de Zircon	335
Présentation d'un mémoire: L'ouchourcose oculaire au Congo, par le Dr Hissette	334
Section des Sciences techniques.	
Séance du 24 avril 1936	336
Communication de M. P. Gillet: Les transports au Congo belge.	338
Concours annuel de 1938	337
Séance du 29 mai 1936	363
Note de M. G. Heinrichs: Les fluctuations du niveau du lac Tanganyka (présentée par M. J. Maury)	366
Concours annuel de 1936	365
Séance du 26 juin 1936	386
Communication de M. P. Lancesweert: L'exploitation des filons de faible puissance dans les régions aurifères du Congo	387
Séance du 31 juillet 1936	396
Communication de M. E. Allard: Deux grandes liaisons aériennes coloniales: Belgique-Congo; Hollande-Indes Néerlandaises	398
Concours annuel de 1936	396
Erratum	416