

versées jusqu'au sein même de cet Institut, il convient de faire remarquer que, dans le secteur particulier du statut juridique de la propriété, les syndiqués du Congo limitent leur revendication de collectivisation aux seules matières premières.

Mais c'est précisément parce qu'il y a d'inévitables infiltrations politiques qu'il faut observer plus attentivement l'évolution. Ce qui serait grave, c'est qu'en ne portant pas remède d'urgence à des situations sociales regrettables, on encourage encore davantage, et souvent sans le savoir, cette orientation politique. Elle peut un moment échapper au contrôle et aboutir à des complications, même dans le domaine international.

Les textes, même les plus généreux, ne pourront rien contre des situations de fait. C'est aux causes initiales et profondes qu'il faut s'attaquer. Et il faut le faire tout de suite.

Le syndicalisme fait partie des rouages économiques et sociaux assurant le bon fonctionnement de la collectivité. Il ne faut pas être surpris qu'il veuille élargir son horizon au delà des questions spécifiquement professionnelles et qu'il s'inquiète, à bon droit, des incidences politiques. D'autant plus que ce sont les facteurs économiques qui, en dernière analyse, déterminent les formules politiques.

L'orientation politique de ces groupements professionnels sera plus ou moins démocratique, plus ou moins totalitaire, selon qu'elle surgira dans un milieu plus ou moins démocratique ou plus ou moins totalitaire. Si la démocratie est éternée par des influences occultes, les syndiqués succomberont rapidement au désir d'appliquer des méthodes de lutte calquées sur celles de leurs adversaires.

Dans la Métropole, la législation sociale a très souvent consacré des réformes déjà existantes. L'apparition d'un droit ouvrier fut facilitée par des expériences faites, ou

par de grands services publics, ou par des employeurs clairvoyants. Il y en a eu aussi au Congo belge, mais incontestablement, ils furent moins nombreux.

La législation sociale au Congo belge révèle aussi une différence profonde dans sa conception doctrinale, puisque le syndicat doit être autorisé, ce qui n'est pas le cas en Belgique. Cela se justifie par les conditions spéciales qui prévalent encore au Congo au stade actuel.

En ce qui concerne plus spécialement la technique, il faut souligner le passage rapide au Congo du stade des syndicats de métier à la formule des syndicats d'industrie.

Il semble paradoxal que le centralisme syndical y soit plus accentué qu'en Belgique. Mais cela non plus n'est pas surprenant, puisque la concentration capitaliste est infiniment plus accentuée qu'en Europe. Il s'agit là simplement d'un phénomène de dialectique que l'on retrouve ici dans le domaine de la sociologie.

Personne n'aura la présomption de formuler, dès maintenant, une opinion sur l'efficacité des textes qui furent analysés. Ils datent du mois de mars 1946. L'expérience est trop courte pour se permettre de porter un jugement définitif.

Il faut reconnaître que cette législation témoigne d'une grande clairvoyance. Elle s'inspire, dans ses grandes lignes, de la Charte du Travail, élaborée à la Conférence Internationale du B. I. T. à Philadelphie en 1944, dont les dénominateurs communs furent si malaisés à découvrir. La lecture de ces textes révèle à la fois des audaces et des timidités. Certains d'entre eux garderont encore pendant longtemps une portée purement académique, ce qui n'est jamais le cas dans la Métropole.

Mais ceci étant dit, il est bien permis de rechercher quelles sont les conditions qu'il faudrait réunir pour assurer à cette législation les plus grandes chances de succès.

On a déjà fait observer que le manque de cadre administratif qualifié sera un obstacle majeur. C'est une carence qui ne sera pas corrigée de si tôt.

L'absence de contrôle effectif par les intéressés en est une autre. Il faudra beaucoup de temps au Congo avant que l'on connaisse, comme dans les charbonnages en Belgique, une inspection du travail exercée par les ouvriers eux-mêmes. Le manque d'expérience syndicale, de conscience sociale et de connaissances techniques constitue un handicap que seul le temps pourra éliminer. Ajoutons que l'opinion publique au Congo, quelles que soient les formes sous lesquelles elle exerce son contrôle de l'exécutif, est infiniment moins puissante que dans la Métropole. Ceci fut un des facteurs déterminants du progrès social en Belgique.

Ce qui me paraît dominer tout l'avenir des organisations professionnelles au Congo, c'est le problème de la liberté. On ne conçoit pas un vrai mouvement syndical sans liberté. Sinon c'est du corporatisme, avec tous les redoutables dangers qu'il entraîne à sa suite.

Dans les communications qu'ils nous ont faites, dans des séances précédentes, sur la situation des indigènes, nos collègues le Révérend Père Van Wing et M. Malengreau n'ont pas manqué d'y faire allusion. Personne ne nous fera l'injure de croire que nous revendiquons ici la liberté pour le nègre de ne pas travailler. S'il y a des contraintes que les nécessités de guerre ont justifiées, plus vite on les abolira, mieux cela vaudra. On a déjà fait un chemin considérable dans cette voie. Il ne s'agit pas seulement des contraintes qui affectent l'activité du nègre dans sa vie quotidienne. Il s'agit de donner une valeur concrète aux idées de liberté que l'universalisme occidental, qui s'est imposé à d'immenses territoires ultra-maritimes, a apportées, en même temps qu'il leur apportait ses techniques, ses modes de vie, ses institutions, son éthique. L'universalisme occidental est un tout

que l'on ne peut dissocier. Si l'on tentait de le faire, on créerait un déséquilibre aboutissant inmanquablement à un malaise révolutionnaire.

La législation sociale congolaise ne sera efficace que dans la mesure où les problèmes sociaux de base seront résolus. Plusieurs communications antérieures les ont indiqués. Et dans ce domaine les conseils d'entreprises, les comités locaux des travailleurs indigènes, les commissions régionales et provinciales du travail et du progrès social peuvent jouer un rôle considérable. Le droit qu'on leur a donné de présenter des vœux est excellent. Il donnera aux délégués indigènes siégeant dans ces comités le sens des responsabilités. Il faut féliciter les auteurs de la législation pour la sagesse avec laquelle ils ont déterminé les normes qui qualifient les indigènes pour en faire partie. La valeur éducative de ces institutions aura une portée lointaine.

Pour qu'elles agissent utilement, il faut que leurs travaux soient guidés et que ceux qui doivent les orienter soient d'accord sur les problèmes qui se posent. Personne ne conteste qu'ils existent. Ce qui me frappe, c'est qu'on n'est pas d'accord sur leur gravité relative ni sur leur degré d'urgence.

Si l'on relit les communications qui nous furent faites par nos collègues, il y a environ un an, on voit fort bien que quelques-uns de ces problèmes ne souffriront plus d'être ajournés. On l'a fort bien compris d'ailleurs, puisqu'on s'attache à les résoudre.

Ainsi celui du ravitaillement n'est pas une question éphémère ou passagère. Il ne s'agit pas seulement de résoudre le problème que l'on appelle familièrement le problème des ciseaux, c'est-à-dire l'écart entre les prix des produits agricoles et ceux des produits industriels. C'est-à-dire encore la somme de travail que l'indigène devait consacrer jadis et qu'il doit consacrer aujourd'hui pour obtenir contre ses produits agricoles leur contre-

valeur industrielle. Ce phénomène fut particulièrement bien expliqué par le Révérend Père Van Wing.

Il va s'aggraver si l'on ne prend pas des mesures appropriées. Est-ce beaucoup s'aventurer de dire que c'est une des conséquences de la prolétarianisation, c'est-à-dire de l'accroissement du nombre des salariés forcés de vendre leur force-travail pour subsister ?

Cette évolution vers le salariat augmente le nombre de consommateurs qui, en vertu même du contrat d'emploi, ont droit à des rations fixées d'après les bases de la diététique moderne.

Cette évolution doit nécessairement provoquer la hausse du coût des vivres. Elle a pour corrolaire l'exode rural et la fuite des éléments jeunes vers les centres urbains et industriels. Il y a ainsi moins de main-d'œuvre adulte pour les corvées locales ou régionales. Et l'accroissement des emblavures imposées ne pourra continuer faute d'éléments jeunes.

Ainsi le problème du ravitaillement n'est pas seulement une question de prix, mais une question de volume et de masse d'aliments apportés au marché.

Une autre conséquence de la prolétarianisation, c'est que les centres coutumiers — combien de fois l'a-t-on répété ! — sont vidés de leurs éléments reproducteurs de la race. Ainsi la prolétarianisation ne pose pas seulement un problème économique et social, mais aussi un véritable problème démographique et biologique.

Nous nous trouvons là incontestablement devant un processus cumulatif.

Et nos savants collègues n'ont pas manqué de souligner l'importance des questions du logement, de la main-d'œuvre infantile, des maladies vénériennes, de la dénatalité, qui sont probablement plus liées les unes avec les autres qu'on ne le pense généralement.

Le 24 mai 1948.

**Ed. De Jonghe. — Les formes de l'asservissement
dans les sociétés indigènes du Congo belge.**

L'ouvrage que je présente aujourd'hui à la section, pour publication dans les *Mémoires* in-8° de l'Institut, porte, à côté de ma signature, celle de M. L. Van Hove, directeur au Ministère des Colonies. M. Van Hove n'est pas un inconnu pour l'Institut. Il a été lauréat du Concours annuel de 1940 et son étude sur le « Droit coutumier du Ruanda » a paru dans la collection des *Mémoires* (vol. 8, 1942). Sa collaboration m'a été très précieuse pour le dépouillement et la mise en œuvre des résultats de notre enquête sur les formes d'asservissement dans les sociétés indigènes du Congo. Je tiens à lui exprimer ici ma plus vive reconnaissance.

Les membres se souviendront qu'en 1933 notre section a décidé d'entreprendre une grande enquête sur l'esclavage au Congo. Dès 1935, un questionnaire détaillé, rédigé par une Commission composée de MM. Gohr, Bertrand, R. P. Charles, De Jonghe et Ryckmans, avait été diffusé par les soins de l'Administration coloniale dans tous les territoires de la Colonie. Malheureusement, il n'a atteint que quelques rares Missionnaires. Nous nous sommes efforcés, dans la mesure du possible, de remédier à cet inconvénient.

Les envois de réponses se sont succédé jusqu'à la veille de la guerre. La valeur des travaux reçus est fort inégale. Le fait n'a rien de surprenant : ceux qui ont reçu le questionnaire ne possédaient pas au même degré une formation les rendant aptes à se livrer à des recherches ethnographiques sur des bases réellement scientifiques.

Le dépouillement systématique et l'examen critique des

réponses ont cependant révélé que plusieurs études, émanant d'administrateurs territoriaux, offrent un intérêt incontestable, et des citations parfois substantielles en ont été faites. De plus, pour les peuplades au sujet desquelles les données étaient insuffisantes ou manquaient totalement, le recours à la littérature ethnographique a permis de combler certaines lacunes de la documentation.

L'ordonnance générale du travail a été dictée par le plan du questionnaire qui a servi de base à l'enquête. Dans une première partie sont examinées les formes de liberté diminuée, distinctes de l'esclavage, et la seconde partie, la plus importante, est consacrée à l'esclavage proprement dit, pour lequel on examine successivement la nomenclature des esclaves, la condition, la cessation, l'histoire et l'importance sociale de l'esclavage.

Nous n'avons pas la prétention d'avoir écrit un ouvrage définitif sur les formes de l'asservissement dans les sociétés indigènes du Congo; mais nous nous flattons d'avoir exposé objectivement l'état actuel de nos connaissances sur ce sujet, basées sur une enquête qui a porté sur la plupart des territoires de la Colonie.

Voici d'ailleurs les conclusions auxquelles nous avons abouti :

Au début de notre occupation, les soldats fournis par les communautés indigènes étaient tous des esclaves. Une fois licenciés, ils s'émancipèrent d'eux-mêmes en exigeant leur rachat ou en quittant délibérément le groupement pour s'installer ailleurs.

La plupart des travailleurs de sociétés furent aussi, à l'origine, des esclaves. Ils s'émancipèrent également, restèrent fixés sur le lieu de leur travail ou allèrent s'installer dans les cités indigènes qui grandirent aux environs des postes européens.

Actuellement, le mouvement tendant à l'affranchisse-

ment de l'individu est de plus en plus marqué, surtout du côté de la population masculine. Sous l'influence, notamment, de l'enseignement qui lui est donné dans les Missions religieuses; de notre mentalité, à laquelle le noir cherche instinctivement à s'adapter lorsqu'elle lui est profitable; des diverses obligations imposées par l'Etat (impôts, cultures, etc.), qui visent l'individu sans discrimination de condition sociale; de notre justice surtout, qui a substitué le principe de la responsabilité personnelle à celui de la responsabilité collective du groupe (famille, clan), qui a remplacé la livraison d'esclaves par des amendes et des dommages-intérêts fixés en argent et qui s'est, dès le début de notre occupation, refusée à reconnaître le statut d'esclave et à faire droit aux réclamations de maîtres d'esclaves; pour toutes ces raisons donc l'homme prend conscience de son individualité et il n'est plus possible de lui imposer un statut inférieur s'il s'y oppose.

De plus, les sources de gain multipliées, l'introduction de nouvelles valeurs et la diffusion du numéraire ont rendu le rachat des esclaves plus aisé. Un asservi, aussi bien qu'un homme libre, ne travaille plus guère au bénéfice exclusif du chef de famille, mais s'engage au service d'une entreprise européenne.

Il a ainsi de plus en plus la possibilité de rassembler le pécule nécessaire à son propre rachat. Quant à ceux qui ne désirent pas s'affranchir, parce qu'ils ont perdu tout contact avec leur groupement d'origine et parce qu'ils sont considérés comme des membres de la famille du maître, ils commencent à conserver intégralement le produit de leur travail et à se constituer une richesse personnelle en biens ou en femmes.

Souvent des esclaves, particulièrement doués, ont été choisis dans les sociétés comme chefs d'équipe, comme hommes de confiance, tandis que d'autres sont devenus

instituteurs ou catéchistes dans les Missions religieuses. D'autres encore ont fini par accéder au pouvoir et sont même arrivés parfois à se faire octroyer la médaille d'investiture.

*
**

La distinction entre esclave et homme libre tend donc de plus en plus à s'effacer. A notre exemple, les noirs commencent à la remplacer par la domesticité. Dans les centres, bien des clercs ont leur boy : dans l'intérieur du pays, des chefs évolués demandent à présent à des domestiques, hommes et femmes, les services qu'ils recevaient autrefois de leur main-d'œuvre servile.

Certes, des transactions ayant les esclaves pour objet ont encore lieu dans quelques peuplades : Bambunda, Dengese, Bakete, Basala Mpasu, Balunda, Bakuba, entre autres. Mais ce trafic se fait de façon déguisée ou clandestine et diminue d'ailleurs de jour en jour ⁽¹⁾.

*
**

La situation actuelle de l'esclavage est donc la suivante : Notre occupation a eu pour effet d'affranchir de plus en plus les hommes esclaves. Ceux qui restent chez leur maître sont contents de leur sort et ne désirent pas changer d'existence. En effet, afin d'éviter la fuite et la dispersion de leurs assujettis, les maîtres se sont adaptés aux circonstances nouvelles nées de la colonisation et ont assoupli la condition de leurs esclaves. Ainsi, de concession en concession, le statut servile s'est mué en un régime de soumission librement consentie. Si ces conditions ne

(1) Cependant, d'après le R.P. Mertens, l'esclavage pour dettes serait toujours florissant chez les Ba Dzing, ces indigènes continuant à admettre qu'on peut s'acquitter de ses obligations indifféremment en espèces ou en prestations personnelles (R.P. MERTENS, *L'Esclavage chez les Ba Dzing*).

sont pas réalisées, l'esclave n'hésite pas à s'échapper ou à réclamer sa libération devant les juridictions indigènes. C'est là une des raisons pour lesquelles l'action de ces tribunaux mérite la sollicitude dont les entourent l'administration territoriale et les parquets de la Colonie.

La libération des femmes esclaves s'avère, elle, une tâche encore passablement délicate.

En effet, si la condition de celles-ci n'a pas encore sensiblement varié depuis le début de notre occupation, leur sort ne diffère guère de celui de la femme libre. Pour améliorer leur situation, c'est donc une campagne pour la libération de la femme indigène en général qu'il faudrait entamer. Mais pareille entreprise doit être menée de façon prudente, car la femme elle-même, première intéressée, ne comprendrait pas que nous voulions modifier un état de choses auquel passivement, sinon de bonne grâce, elle accepte de se soumettre, renforçant ainsi l'attitude de la société indigène, qui, dans son ensemble, s'oppose à l'action de l'évangélisation et des œuvres d'enseignement quand elles tendent à la libération et au relèvement de la femme noire.

A ces considérations de politique indigène nous voudrions en ajouter quelques autres de caractère ethnologique ou sociologique.

Notre enquête a porté sur les formes d'asservissement dans les sociétés indigènes du Congo et particulièrement sur la répartition géographique, la nature et les formes de l'esclavage ainsi que sur le milieu social et économique dans lequel celui-ci se développe.

Pareilles enquêtes aboutissent rarement à des conclusions précises et scientifiquement certaines, parce qu'elles sont faites la plupart du temps trop hâtivement et sans une pénétration suffisante de la structure sociale et économique des groupements étudiés.

Il n'est donc pas étonnant que nous ne soyons pas par-

venus à établir avec une précision suffisante les relations de causalité et d'interdépendance qui rattachent le complexe culturel de l'esclavage à l'ensemble des phénomènes culturels des peuplades étudiées.

Le critère linguistique nous a cependant permis de constater l'existence (confirmée d'ailleurs par d'autres critères) de quelques grands groupements, tels que celui du Bas-Congo-Kasai, caractérisé par le radical « pik »; celui de la Cuvette centrale (Mongo), caractérisé par les radicaux « omb » et « tamb »; une région située au Nord des Mongo, caractérisée par le radical « ghula »; une région orientale, caractérisée par les radicaux « ja », « sha », etc.

Il ressort clairement de notre enquête que l'esclavage n'est pas un phénomène culturel simple et susceptible d'être isolé de l'ensemble de la civilisation où il se produit et se développe. Il doit être étudié et compris en fonction des autres phénomènes et complexes culturels dont il est relativement solidaire.

Les ethnologues sont assez bien d'accord pour ne pas considérer l'esclavage comme une institution qui remonterait aux origines des sociétés humaines. C'est en vain qu'on en chercherait des traces dans les sociétés de chasseurs nomades qui vivent en groupes réduits et isolés, qui ont peu de possibilités d'établir dans leur sein des degrés de supériorité et d'infériorité et dont d'ailleurs le mode de vie, irrégulier et précaire, faciliterait à l'esclave les moyens de s'enfuir, rendant ainsi l'institution impraticable.

Cette théorie se trouve confirmée par notre enquête. Aucun de nos informateurs n'a signalé l'existence de l'esclavage chez les pygmées du Congo belge.

Dans son ouvrage *Völker und Kulturen* (1), le P.

(1) *Op. cit.*, p. 323.

W. Schmidt situe la naissance de l'esclavage dans le cycle culturel secondaire de la grande famille patriarcale libre des populations pastorales. Nous pouvions donc nous attendre à trouver un développement remarquable de l'esclavage au Ruanda-Urundi. Or, il n'en est rien. Si notre enquête infirme les assertions de Baumann et de H. Meyer ⁽²⁾, qui ont nié l'existence de l'esclavage au Ruanda-Urundi, elle montre cependant clairement que cette coutume n'y existe que très sporadiquement. La raison s'en trouve peut-être dans la politique habile des dominateurs Watuzi, qui ont su conserver dans une large mesure le système social et économique de leurs sujets Bahutu. Des raisons analogues sont en tous cas invoquées par Bernard J. Siegel ⁽³⁾ pour expliquer que chez les Azande aussi l'esclavage a pris peu de développement. Les guerres auxquelles ceux-ci se livraient n'étaient pas des razzias pour faire des prisonniers, mais de véritables guerres de conquête. Les chefs des populations subjuguées ont été amenés à se mettre au service des dominateurs Avongara. Ceux-ci n'avaient pas besoin d'une main-d'œuvre servile pour leurs travaux agricoles. Ils se sont contentés de percevoir des tributs et des corvées périodiques. On peut donc dire que l'esclavage n'a pas trouvé chez les Azande un terrain favorable à son épanouissement. Les esclaves qui sont signalés chez eux sont surtout des femmes qui peuplent les harems des chefs et des notables.

C'est chez les peuplades qui trouvent leur subsistance dans l'agriculture à la houe, pratiquée par les femmes et accessoirement dans la chasse, réservée aux hommes, que nos enquêteurs signalent l'existence de l'esclavage, sans

(2) *Das Eingeborenen Recht, Ostafrika*, (bearbeitet von B. ANCKERMANN), Stuttgart, Strecker und Schröder, 1929, p. 209.

(3) Some methodological considerations for a comparative study of slavery, dans *American Anthropologist*, 1945, pp. 384-385.

que celui-ci ait partout atteint le même degré de développement.

L'esclavage a été généralement défini soit comme un état social d'individus sans personnalité, qui sont objets de propriété d'un maître, assimilés à des objets mobiliers ou à du bétail, soit comme un système industriel comportant une main-d'œuvre non rémunérée et astreinte aux travaux les plus durs.

Aucune de ces deux définitions ne s'adapte parfaitement aux formes d'esclavage révélées par notre enquête, pas plus que la distinction qu'on établit couramment entre esclaves étrangers et esclaves autochtones. Les premiers, appelés aussi extratribaux, seraient d'anciens prisonniers de guerre ou des individus achetés sur les marchés; les seconds, les intratribaux, sont les esclaves pour dettes, pour crimes, etc.

Au Congo, ces deux catégories sont en général traitées de la même façon. Sans doute le traitement des esclaves peut varier d'une peuplade à l'autre. Mais ces différences de traitement ne semblent pas résulter des raisons qui sont à l'origine de la déchéance des individus. Rien ne prouve cependant qu'il en aurait toujours été ainsi. Certaines peuplades ont conservé des noms spéciaux pour les esclaves extratribaux et les esclaves intratribaux. Cela rend assez vraisemblable l'hypothèse d'une différence de traitement à l'origine. L'effacement de cette différence peut être le résultat d'une sorte d'usure ou d'un long travail d'assimilation.

L'esclave au Congo était-il, dans l'esprit des indigènes, privé de toute personnalité, réduit complètement à l'état d'un objet mobilier ?

Les témoignages de nos informateurs concordent à dire que la dépersonnalisation de l'esclave n'était pas absolue, mais relative. Il semble bien qu'il ait conservé notamment le droit à l'existence ou du moins un certain droit à

l'existence. Au regard de l'opinion publique, le maître n'avait pas le droit de tuer son esclave, par pure fantaisie, ni même de le maltraiter sans motif. De plus, il devait pourvoir au logement et à la nourriture de son esclave. Dans certaines conditions, il devait même lui donner les moyens de se constituer un foyer. Ces devoirs du maître, ainsi que nous avons eu plusieurs fois l'occasion de le signaler, coïncidaient d'ailleurs avec son véritable intérêt.

Au lieu de dire que l'esclave congolais était un être intégralement dépersonnalisé, il serait plus conforme à la réalité de le représenter comme un individu privé de tout moyen de défendre ses droits personnels, parce que cette défense est passée aux mains d'un maître.

L'esclave tel que l'ont connu les sociétés indigènes du Congo ne rentre donc pas dans la catégorie de la « Chattel Slavery », mais plutôt dans celle de la « Household Slavery », que nous avons coutume d'appeler esclavage domestique ou esclavage de case, qui est parfois, à tort, selon nous, identifié avec l'esclavage pour dettes.

L'esclave était comparable à un individu mis sous tutelle. Sa situation avait beaucoup d'analogie avec celle d'un enfant, la sécurité en moins. Chez la plupart des peuplades, le maître appelait ses esclaves « enfants » et ceux-ci l'appelaient « père ». De fait, ils étaient à certains égards traités comme des membres mineurs du groupe familial, dont ils renforçaient la valeur numérique et le prestige.

Sous l'influence des idées modernes, on pourrait être tenté de classer sommairement sous l'étiquette « exploitation » tous les actes d'un propriétaire d'esclaves. L'analyse des rapports de nos enquêteurs fait découvrir que bien souvent la protection du faible, de l'isolé ou de l'exclu d'une famille ou d'un clan explique aussi bien que la manie de domination et d'exploitation un grand nombre de relations entre maître et esclaves.

Si l'esclavage au Congo ne répondait pas complètement à la définition de la « Chattel Slavery », — qui implique que l'individu serait réduit à l'état de chose commercable, — il faut reconnaître que son existence était cependant en harmonie avec le système des valeurs culturelles qui caractérisait les sociétés indigènes de l'époque précoloniale.

Les guerres interclaniques et intertribales qui sévissaient à l'état permanent avant l'établissement de la *pax belgica* et qui avaient pour principaux mobiles la vengeance et la capture de prisonniers; une agriculture relativement sédentaire qui n'exigeait ni grands capitaux ni main-d'œuvre spécialisée; une structure sociale hiérarchisée et dans beaucoup de cas stratifiée; une forte tendance chez beaucoup de peuplades à l'organisation d'un pouvoir politique autocratique; le rôle important joué par la notion de parenté dans la formation de groupements locaux ou régionaux; le prestige qui s'attache à la richesse et à la puissance économique dans la hiérarchie des familles; l'autorité des chefs de famille ou patriarches qui implique confusément un certain droit de propriété sur les enfants et même sur la femme ou les femmes, et qui ne pouvait manquer de familiariser les indigènes avec l'idée que certains hommes peuvent être ou devenir objets de propriété de la part d'un autre homme : voilà autant de circonstances favorables à l'éclosion et au développement de l'esclavage intégral.

Et cependant il ne semble pas qu'en dehors de la traite des esclaves qui a sévi longtemps sur les côtes orientales et occidentales d'Afrique, l'esclavage ait atteint au Congo le plein développement de la « Chattel Slavery » telle qu'elle s'est étalée dans le monde gréco-romain ou dans les anciennes plantations du Nouveau Monde.

Rien non plus dans l'esclavage qui a existé au Congo ne peut faire songer à un système industriel tendant à

une intensification systématique de la production par des travaux durs et non rémunérés.

Le développement technique insuffisant de l'économie chez les populations congolaises ne permettait pas l'utilisation d'une main-d'œuvre nombreuse d'esclaves, ni l'accumulation illimitée de la richesse. Dans les sociétés indigènes du Congo précolonial, le chef, le notable, le riche ne recherchaient la possession de valeurs qu'en vue d'une augmentation de leur prestige. Ils ne convoitaient ces biens que pour les dépenser avec ostentation ou pour les investir. Et l'investissement tout indiqué était l'acquisition d'esclaves, ceux-ci étant à la fois symboles de valeurs et producteurs éventuels de nouveaux biens.

Cela suffit à expliquer l'esclavage que nous avons appelé domestique et qui peut en bien des cas se réclamer d'un régime en quelque sorte paternaliste.

Cela explique aussi la polygamie de harem, qui est surtout alimentée par l'esclavage.

Cet esclavage domestique est-il un esclavage véritable ? Si nous nous en tenions à la définition classique : « l'esclave est un individu qui est la propriété d'un maître, propriété entendue au sens du droit romain, comportant *jus utendi, fruendi et abutendi* », nous devrions répondre négativement. Seule la « Chattel Slavery » serait qualifiée esclavage.

Mais à côté de cette définition, qui paraît trop absolue, il en est une autre, celle de la Société des Nations, qui est beaucoup plus large. Elle est formulée dans la convention internationale sur l'esclavage de 1926 : « L'esclavage est l'état ou la condition d'un individu sur lequel s'exercent les attributs du droit de propriété ou certains d'entre eux ».

L'esclavage domestique tombe évidemment sous cette définition, puisque le maître exerce sur son esclave *jus utendi et fruendi*.

Dans cette acception, la « Chattel Slavery », qui suppose la dépersonnalisation intégrale de l'esclave, et le « Household Slavery », qui s'accommode éventuellement d'une dépersonnalisation partielle de l'esclave, pourraient se présenter comme deux espèces d'un même genre d'« esclavage ».

Mais les sociologues objecteront à juste titre que cette définition donnée en fonction d'un mouvement en faveur de la suppression de toute forme d'asservissement ne vise que l'aspect individuel du problème et fait abstraction de son aspect social.

L'esclavage domestique, tel que notre enquête le représente au Congo, constitue-t-il un ensemble de faits individuels ou une institution sociale ?

Une certaine confusion règne sur ce point parmi les ethnologues qui se sont occupés de l'esclavage dans les derniers temps.

Nieboer, après avoir défini comme institution sociale seule la forme d'esclavage dans laquelle l'esclave est réduit à l'état de *res*, en arrive à parler de l'esclavage comme d'un système industriel, et il ne le qualifie pas d'institution sociale lorsque les esclaves ne se rencontrent que sporadiquement, sans affecter sérieusement l'organisation du travail libre : critère purement quantitatif.

Quant à Thurnwald, il réserve le terme « esclave » aux anciens prisonniers de guerre et aux victimes d'un commerce extérieur d'esclaves; aux esclaves pour dettes, il réserve assez arbitrairement la dénomination de « Knechten » (serfs), ou « Mägden » (serves). Il considère que l'esclavage est une institution sociale lorsqu'il s'harmonise avec le système des valeurs sociales, économiques, religieuses et politiques du groupe dans lequel il se rencontre.

Au même titre que la « Chattel Slavery », l'esclavage domestique, tel que nous l'avons décrit, nous apparaît

comme une institution sociale. Il s'harmonise avec le système des valeurs sociales, économiques, religieuses et politiques des peuplades qui le pratiquent. Il crée de nouveaux symboles de valeurs. Il tend à assimiler l'esclave. Il augmente la valeur numérique du groupe familial ou du clan et accroît l'importance politique des groupes locaux à l'intérieur des groupements plus larges.

Il remplit une fonction dont la suppression n'a pas manqué de se répercuter sur l'aspect de la vie sociale, économique, religieuse et politique des indigènes.

SECTION DES SCIENCES NATURELLES ET MÉDICALES

Séance du 20 mars 1948.

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

Sont en outre présents : MM. R. Bruynoghe, H. Buttgenbach, A. Dubois, P. Fourmarier, E. Marchal, R. Mouchet, G. Passau, J. Rodhain, membres titulaires; MM. A. Duren, L. Hauman, A. Jamotte, V. Lathouwers, E. Polinard, W. Robyns, J. Schwetz, M. Sluys, G. Van Goidsenhoven, L. Van Hoof, membres associés, ainsi que M. E. De Jonghe, secrétaire général.

Absents et excusés : MM. R. Bouillenne, J. Henry de la Lindi, L. Mottoulle, J. Van Riel.

Décès de M. Lacroix.

Devant les membres debout, le *Président* prononce l'éloge funèbre de M. Lacroix, membre associé de la section et secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences de France, décédé récemment en France.

Publications sur la flore congolaise.

M. W. Robyns fait un exposé de l'état actuel de nos connaissances de la flore congolaise. L'I.N.E.A.C. a entrepris l'étude systématique des spermatophytes du Congo, œuvre de longue haleine, qui formera l'objet d'une vingtaine de volumes qui seront publiés sous les auspices du Jardin Botanique de l'État et de l'I.N.E.A.C.

Concours annuel de 1950.

La section décide de poser une question relative à la médecine et une autre relative à la géologie.

— 804 —

SECTIE VOOR NATUUR- EN GENEESKUNDIGE WETENSCHAPPEN

Zitting van 20 Maart 1948.

De zitting wordt geopend te 14 u 30, onder voorzitterschap van de heer *M. Robert*, voorzitter van het Instituut.

Zijn insgelijks aanwezig : de heren *R. Bruynoghe*, *H. Buttgenbach*, *A. Dubois*, *P. Fourmarier*, *E. Marchal*, *R. Mouchet*, *G. Passau*, *J. Rodhain*, titelvoerende leden; de heren *A. Duren*, *L. Hauman*, *A. Jamotte*, *V. Lathouwers*, *E. Polinard*, *W. Robyns*, *J. Schwetz*, *M. Sluys*, *G. Van Goidsenhoven*, *L. Van Hoof*, buitengewoon leden, alsook de heer *E. De Jonghe*, secretaris-generaal.

Afwezig en verontschuldigd : de heren *R. Bouillenne*, *J. Henry de la Lindi*, *L. Mottoulle*, *J. Van Riel*.

Overlijden van de heer *F. Lacroix*.

De heer *Voorzitter* spreekt voor de rechtstaande vergadering de lijkrede uit van de heer *Lacroix*, buitengewoon lid van de sectie en aanblijvend secretaris van de « Académie des Sciences de France ».

Publicaties over de Congolese flora.

M. W. Robyns spreekt over de tegenwoordige toestand van onze kennissen over de congolese flora. De *I.N.E.A.C.* heeft de systematische studie ondernomen van de congolese spermatophyten, langdurig werk, welk uit een twintigtal boekdelen zal bestaan en onder de hoge bescherming van de Plantentuin van de Staat en van de *I.N.E.A.C.* zullen worden gepubliceerd.

Jaarlijkse wedstrijd voor 1950.

De sectie beslist een vraag te stellen over geneeskunde en een ander over aardkunde.

De zitting wordt te 15 u 30 geheven.

Hommage d'ouvrages.

Present-exemplaren.

Le *Secrétaire général* dépose — De *Secretaris-Generaal* legt
sur le bureau les ouvrages op het bureau de volgende
suivants : werken neer :

1. *Annual Report of the Department of Agriculture for the Year 1946*, The Cyprus Government Printing Office, Nicosie, 1947.
2. *Bulletin of the Imperial Institute*, vol. XLV, n° 2, A Record of Progress relating to Agricultural, Mineral and other Industries, with Special Reference to the Utilization of the Raw Materials of the Dominions and the Colonies, Londres, avril-juin 1947.
3. *Natural History*, vol. LVII, n° 2, The Magazine of the American Museum of Natural History, New York, février 1948.
4. *The Geographical Review*, vol. XXXVII, Table of Contents, New York, 1947.
5. NEWHALL, A., *Experiments with New Electric Devices for Pasteurizing Soils*, Bulletin 731, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, avril 1940.
6. PLATENIUS, H., *Handling and Shipping Lettuce in New York*, Bulletin 732, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mai 1940.
7. WARREN, J., *Use of Time in its Relations to Home Management*, Bulletin 734, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1940.
8. BLANFORD, C., *An Analysis of Dealers' Sales of Milk and Cream in the New York Market, 1933-1938*, Bulletin 735, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1940.
9. GESSNER, A., *Selection Factors in Migration from a New York Rural Community*, Bulletin 736, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1940.
10. CAKE, E., *Some Facts concerning Country Fruit and Vegetable Auctions in Eastern Seaboard States*, Bulletin 737, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1940.
11. RAWLINS, W., *Biology and Control of the Wheat Wireworm: *Agriotes Mancus* Say*, Bulletin 738, Cornell University Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1940.
12. NAYLOR, H., GUTHRIE, E., *The Incubation Test as an Indication of the Keeping Quality of Butter*, Bulletin 739, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1940.

13. COLLINS, D., PARKER, K., DIETRICH, H., *Un-infected Elm Wood as a Source of the Bark Beetle* (*Scolytus multistriatus* Marsham) *carrying the Dutch Elm disease Pathogen*, Bulletin 740, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juillet 1940.
14. HUGHES, E., *The Business of Milk retailing by Producer-Distributors in New York State*, Bulletin 741, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, novembre 1940.
15. LINN, B., *The Yellows Disease of Lettuce and Endive*, Bulletin 742, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, novembre 1940.
16. ROLLINS, M., *Installment Credit in the Sale of Washing Machines*, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, novembre 1940.
17. CURTISS, W., MATZEN, E., *Marketing New York Livestock*, Bulletin 744, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, décembre 1940.
18. POST, K., *Effects of Mineral Deficiencies and Excesses upon the Vegetative Growth and Flowering of Sweet Peas*, Bulletin 745, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, décembre 1940.
19. GUSTAFSON, A., *Soil and Field-Crop Management for South-Eastern New York*, Bulletin 746, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, décembre 1940.
20. RASMUSSEN, M., WILLIAMSON, P., *Some Facts concerning Costs of Operation of Farm Motor Trucks*, Bulletin 747, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, janvier 1941.
21. WORTHEN, E., *Fertilizers and Field Crops*, I à III, Bulletins 748 à 750, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mars 1941.
22. HERTEL, J., WILLIAMSON, P., *Costs of Farm Power and Equipment*, Bulletin 751, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, avril 1941.
23. RALEIGH, G., LORENZ, O., SAYRE, C., *Studies on the Control of Internal Breakdown of Table Beets by the Use of Boron*, Bulletin 752, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, avril 1941.
24. MAYNARD, L., LOOSLI, J., CAY, M., *Further Studies of the Influence of Different Levels of Fat Intake upon Milk Secretion*, Bulletin 753, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, avril 1941.
25. MILLENKY, A., BRUECKNER, H., *A comparative Study of High-Temperature, Short-Time and Holder Pasteurization*, Bulletin 754, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, avril 1941.

26. GUSTAFSON, A., JOHNSTONE, WALLACE, D., *Soil and Pasture Management for Long Island, New York*, Bulletin 755, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, avril 1941.
27. WILLIAMSON, P., *Costs and Returns from Farm Enterprises*, Bulletin 756, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mai 1941.
28. PALM, C., LINCOLN, C., BUCHHOLZ, A., *The Alfalfa Snout Beetle its Control and Suppression*, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mai 1941.
29. WATKINS, T., *Clover Leafhopper*, Bulletin 758, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mai 1941.
30. HOECKER, R., *Costs and Returns for the Cabbage Enterprise, 1938 and 1939*, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1941.
31. LUTZ, E., *Rural Public-Welfare Administration and Finance in New York*, Bulletin 760, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1941.
32. WOODIN, M., D., *Prices of Apple Varieties as a Factor in Variety Selection*, Bulletin 761, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1941.
33. SMOCK, R., DOREN, A., *Controlled-Atmosphere Storage of Apples*, Bulletin 762, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1941.
34. HOTCHKISS, A., *Consumer Buying of Potatoes and Store Offerings*, Bulletin 764, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1941.
35. BLANFORD, C., *The demand for Milk and Cream as Revealed by Consumer Purchases at Retail Food Stores in New York City*, Bulletin 765, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1941.
36. HOFFMAN, M., *Controlling the Pre-Harvest Drop of Apples*, Bulletin 766, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juillet 1941.
37. HOECKER, R., *A Study of Dairy-Farm Management in Onandaga County, 1938 and 1939*, Bulletin 767, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, octobre 1941.
38. ANDERSON, W., *The Transmission of Farming as an Occupation*, Bulletin 768, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, octobre 1941.
39. LAMONT, T., *Agricultural Production in New York, 1866 to 1940*, Bulletin 769, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, octobre 1941.

40. KERR, T., *Control of White Grubs in Strawberries*, Bulletin 770, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, novembre 1941.
41. MISNER, E., *Measurements and Weights of one Hundred Cows in the Cornell Dairy Herd*, Bulletin 771, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, novembre 1941.
42. CORNMAN, J., *The Winter Hardiness of some ornamental Woody Plants of New York State*, Bulletin 772, Cornell University Agricultural Experiment Station, novembre 1941.
43. WOODIN, M., D., *Changes in the Prices of Apples and other Fruits*, Bulletin 773, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, décembre 1941.
44. KENNEDY, B., *Relative Economy of Nutrients in Servings of Some Commonly Used Foods*, Bulletin 774, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, décembre 1941.
45. HARDENBURG, E., *Experiments with Field Beans*, Bulletin 776, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, février 1942.
46. GUSTAFSON, A., *Soil and Field-Crop Management for Northwestern New York*, Bulletin 777, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mars 1942.
47. DEARBORN, C., *Boron Nutrition of Cauliflower in Relation to Browning*, Bulletin 778, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, avril 1942.
48. PLATENIUS, H., *Problems of Packaging Vegetables for Upstate New York Markets*, Bulletin 779, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, 1942.
49. HOECKER, R., *The Production and Marketing of Cabbage in New York*, Bulletin 780, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, avril 1942.
50. DARRAH, L., *An Economic Study of Land Utilization in Schuyler County, New York*, Bulletin 781, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mai 1942.
51. MISNER, E., *Thirty Years of Farming in Tompkins County, New York*, Bulletin 782, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1942.
52. NEWHALL, A., LAWRENCE, G., JUSTICE, O., *Weed Control in Onions with Dilute-Sulfuric-Acid Spray*, Bulletin 784, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1942.

53. CLELLAN, W., *Control of Powdery Mildew of Roses in the Greenhouse*, Bulletin 785, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, 1942.
54. POST, K., *Effects of Daylength and Temperature on Growth and Flowering of some Florist Crops*, Bulletin 787, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, novembre 1942.
55. BICKERTON, J., *Fusarium Wilt of Carnations caused by Fusarium Dianthi Prill et Del.*, Bulletin 788, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, décembre 1942.
56. GUSTAFSON, A., *Soil and Field-Crop Management for the Catskill-Mohawk Area of New York*, Bulletin 789, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, décembre 1942.
57. BICKERTON, J., *Alternaria Blight of Carnations caused by Alternaria Dianthi Stev. and Hall*, Bulletin 790, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, janvier 1943.
58. JOSS, A., *An Economic Study of Land Utilization in Otsego County, New York*, Bulletin 791, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mars 1943.
59. HANSING, E., *A Study of the Control of the Yellow-Dwarf Disease of Potatoes*, Bulletin 792, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, février 1943.
60. POST, K., SEELEY, J., *Automatic Watering of Greenhouse Crops*, Bulletin 793, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mars 1943.
61. CRAVENS, M., *Retail and Wholesale Distribution of Apples in Upstate New York*, Bulletin 794, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mai 1943.
62. SWEET, R., *Cultivation Studies of Certain Vegetables grown on Peat Soils*, Bulletin 795, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1943.
63. LOVE, H., *Wong a Winter Barley for New York*, Bulletin 796, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1943.
64. DARRAH, L., *Costs of Incubation and Rearing on Commercial Poultry Farms, 1940-1941*, Bulletin 797, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1943.
65. WOOD, M., *Potatoes in Institution Food Service*, Bulletin 798, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1943.

66. SMOCK, R., *The Influence of Stored Apples on the Ripening of other Apples Stored with them*, Bulletin 799, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1943.
67. BLACK, W., *Consumer Demand for Apples and Oranges*, Bulletin 800, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, août 1943.
68. NICHOLSON, V., *Regional Markets in New York State*, Bulletin 801, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, octobre 1943.
69. DARRAH, L., *Costs and Returns from the Laying Flock on Commercial Poultry Farms, 1940-1941*, Bulletin 802, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, novembre 1943.
70. DARRAH, L., *Factors that affect Incomes on Commercial Poultry Farms, 1940-1941*, Bulletin 803, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, novembre 1943.
71. BIERLY, I., *Factors that affect Costs and Returns in Producing Milk*, Bulletin 804, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mars 1944.
72. CUNNINGHAM, L., *Cost of Raising Dairy Heifers in New York*, Bulletin 807, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mars 1944.
73. VAN WAGENEN, A., *Changes in Seasonal Variation of the Wholesale Price of Eggs in New York City*, Bulletin 808, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mars 1944.
74. ANDERSON, W., *Rural Youth in Low Income Agricultural Areas*, Bulletin 809, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mars 1944.
75. HEUSER, G., NORRIS, L., *Soybean Oil Meal in Chick Rations*, Bulletin 810, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mars 1944.
76. LAMB, L., ANDREWS, J., GUSTAFSON, A., *Experiments in the Control of Soil Erosion in Southern New York*, Bulletin 811, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mars 1944.
77. SMOCK, R., *Studies on Storage Scald of Apples*, Bulletin 813, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, janvier 1945.
78. LEE, W., *Retailing Potatoes and Other Vegetables, Buffalo, New York, 1940*, Bulletin 814, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, janvier 1945.

79. RASMUSSEN, M., *Fruit and Vegetable Stores as Retail Outlets for Fruit*, Bulletin 815, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, février 1945.
80. ANDERSON, R., *Consumer Demand for Meat*, Bulletin 816, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mars 1945.
81. BIZZELL, J., LELAND, E., *Sodium Nitrate as a Supplement to Farm Manure and Red Clover*, Bulletin 817, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mars 1945.
82. CUNNINGHAM, L., *The Cost of Producing Milk 1942-1943*, Bulletin 818, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mars 1945.
83. RASMUSSEN, M., *Hucksters and Pushcart Operators as Retailers of Fruit*, Bulletin 820, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mars 1945.
84. ANDERSON, W., *Farm Labor Camps and City Youth*, Bulletin 819, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, avril 1945.
85. WELCH, D., DANIELS, L., *Apple-Tree Pruning Wounds Treatment and Healing in sound and winter-injured trees*, Bulletin 821, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, octobre 1945.
86. THOMPSON, H., *Spacing Affects Yield of Asparagus*, Bulletin 822, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mars 1945.
87. HEUSER, G., NORRIS, L., BRUCKNER, J., *Pasture Experiments with Growing Pullets*, Bulletin 823, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mars 1945.
88. BLANCH, G., *Apple Quality and Its Effects on Price and Rate of Sale*, Bulletin 826, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mai 1946.
89. MISNER, E., *Costs and Returns for the Turkey Enterprise*, Bulletin 827, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, janvier 1946.
90. LOVE, H., CRAIG, W., *Better Wheat for New York*, Bulletin 828, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, janvier 1946.
91. ANDERSEN, E., *Tipburn of Lettuce*, Bulletin 829, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mars 1946.
92. CUNNINGHAM, L., WARREN, S., *Farm Management in Oneida County*, Bulletin 830, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mars 1946.

93. FREE, G., CARLETON, J., LAMB, J., GUSTAFSON, A., *Experiments in the Control of Soil Erosion in Central New York*, Bulletin 831, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, avril 1946.
94. *Oléaria*, 1, Rivista Delle Materie Grasse, Rome, janvier 1948.
95. *Geographical Review*, vol. XXXVIII, 1, The American Geographical Society of New York, janvier 1948.
96. BABCOCK, E., *The Genus Crepis*, University of California Publications in Botany, vol. 22, Berkeley, 1947.
97. *Archiva Medica Belgica*, vol. 2, fasc. 6, Les Editions « Acta Medica Belgica », Bruxelles, novembre 1947.
98. DE BACKER, S., *L'influence du climat sur les êtres vivants. La Météorologie en Afrique*, Institut royal météorologique de Belgique, Miscellanées, fasc. XXXII, Bruxelles, 1948.
99. *Oléagineux*, n° 11, Revue générale des corps gras et dérivés, Paris, novembre 1947.
100. *Journal of Agricultural Research*, n°s 3 et 4, U. S. Government Printing Office, Washington, 1-15 février 1948.
101. *Summary of Meteorological Observations in Tanganyika for 1946*, British East African Meteorological Service, s.l. et s.d.
102. *Summary of Meteorological Observation in Zanzibar for 1946*, British East African Meteorological Service, s.l. et s.d.
103. *Summary of Meteorological Observations in Uganda for 1946*, British East African Meteorological Service, s.l. et s.d.
104. *Summary of Meteorological Observations in Kenya for 1946*, British East African Meteorological Service, s.l. et s.d.
105. STENUIT, D., *Les besoins en chaux et en engrais des sols belges*, Service pédologique de Belgique, Heverlé, 1945-1946.
106. *Bulletin de l'Académie de Médecine de Roumanie*, t. XIX, n°s 4-6, Paris, 1946.
107. *L'Agronomie tropicale*, n°s 1-2, Ministère de la France d'Outre-Mer, Nogent-sur-Marne, janvier-février 1948.
108. *Bulletin du Museum National d'Histoire naturelle*, t. XIX, n° 3, Réunion des Naturalistes du Museum, Paris, mai 1947.
109. *Revue Internationale des Industries agricoles*, vol. VIII, Revue des Périodiques — Bibliographie, Paris, 1947.
110. ESPENSHADE, G., *Tungsten Deposits of Vance County North Carolina and Mecklenburg County, Virginia*, Geological Survey Bulletin 948, A., Washington, 1947.

111. SKITSKY, V., *Geophysical Abstracts 128, January-March 1947*, Geological Survey Bulletin 957, A., Washington, 1947.
112. SKITSKY, V., *Geophysical Abstracts 129, April-June 1947*, Geological Survey Bulletin 957, B., Washington, 1947.
113. HAWKES, H., HOTZ, E., *Drill-Hole Correlation as an Aid in Exploration of Magnetite Deposits of the Jersey Highlands New York and New Jersey*, Geological Survey Bulletin 955, A., Washington, 1947.
114. JAMES, H., *Chromite Deposits near Red Lodge Carbon County, Montana*, Geological Survey Bulletin 945, F., Washington, 1946.
115. THOM, E., *Bibliography of North American Geology 1944 and 1945*, Geological Survey Bulletin 952, Washington, 1947.
116. GODDARD, E., CARDNER, L., BURBANK, W., *Manganese Deposits of the Republic of Haiti*, Geological Survey Bulletin 953, B., Washington, 1947.
117. WHITE, E., GUIZA, R., *Antimony Deposits of the Tejocotes Region State of Oaxaca, Mexico*, Geological Survey Bulletin 953, A., Washington, 1947.

Les remerciements d'usage Aan de schenkers worden
sont adressés aux donateurs. de gebruikelijke dankbetui-
gingen toegezonden.

La séance est levée à 15 h 30.

Séance du 17 avril 1948

La séance est ouverte à 14 h. 30 sous la présidence de M. C. Passau vice-directeur en l'absence de M. M. Robert en mission au Congo.

Sont en outre présents : MM. R. Rivinon, H. Buttenschütz, E. Marchal, J. Rodbain, membres titulaires; MM. R. Bouillanne, A. Jambotte, V. Lathouwers, J. Motoulle, W. Robyns, J. Schwetz, M. Sluys, G. Van Goissem, J. Van Straelen, J. Van Hool, membres associés.

Séance du 17 avril 1948

Absents et excusés : MM. P. Gérard, J. Henry de Liège, L. Lindt, R. Mouchet, E. Potin, V. Robert, J. Van Riel.

Zitting van 17 April 1948

M. M. Sluys est désigné pour rédiger la notice nécrologique destinée à paraître dans le prochain bulletin.

M. M. Sluys rend compte des observations qu'il a été amené à faire aux grottes de l'Écluse et environs (I) et (II) pendant les travaux de prospection paléontologique.

Le groupe de la Lindt (voir p. 513) a été étudié par M. Sluys. L'auteur répond à quelques demandes de renseignements complémentaires que lui pose M. J. Jambotte. H. Buttenschütz et J. Schwetz.

Bonours annuel de 1948

Les questions suivantes sont présentées : I. On demande de préciser les causes de la mortalité.

111. SKITSKY, V., *Geophysical Abstracts* 128, January-March 1947, Geological Survey Bulletin 957, A., Washington, 1947.

112. SKITSKY, V., *Geophysical Abstracts* 129, April-June 1947, Geological Survey Bulletin 957, B., Washington, 1947.

113. HAWKES, H., *Geophysical Abstracts* 129, April-June 1947, Geological Survey Bulletin 957, C., Washington, 1947.

Séance du 17 avril 1948.

La séance est ouverte à 14 h 30, sous la présidence de M. G. Passau, vice-directeur, en l'absence de M. M. Robert, en mission au Congo.

Sont en outre présents : MM. R. Bruynoghe, H. Buttgenbach, E. Marchal, J. Rodhain, membres titulaires; MM. R. Bouillenne, A. Jamotte, V. Lathouwers, L. Motoulle, W. Robyns, J. Schwetz, M. Sluys, G. Van Goidshoven, V. Van Straelen, L. Van Hoof, membres associés, ainsi que MM. E. De Jonghe, secrétaire général, et E. Devroey, secrétaire des séances.

Absents et excusés : MM. P. Gérard, J. Henry de la Lindi, R. Mouchet, E. Polinard, M. Robert, J. Van Riel.

Notice nécrologique de M. Lacroix.

M. M. Sluys est désigné pour rédiger la notice nécrologique destinée à l'*Annuaire*, concernant M. Lacroix.

La géologie de l'Ituri, les grottes de l'Edaye et leurs environs.

M. M. Sluys rend compte des observations qu'il a été amené à faire aux grottes de l'Edaye et environs (Ituri) et qui lui ont permis de préciser la stratigraphie du groupe de la Lindi. (Voir p. 513.)

L'auteur répond à quelques demandes de renseignements complémentaires que lui posent MM. A. Jamotte, H. Buttgenbach et J. Schwetz.

Concours annuel de 1950.

Les questions suivantes sont présentées :

1. On demande de préciser les causes de la mortalité

Zitting van 17 April 1948.

De zitting wordt geopend te 14 u 30, onder voorzitterschap van de heer *G. Passau*, vice-directeur, in afwezigheid van de heer *M. Robert*, met een opdracht in Congo.

Zijn insgelijks aanwezig : de heren *R. Bruynoghe*, *H. Buttgenbach*, *E. Marchal*, *J. Rodhain*, titelvoerende leden; de heren *R. Bouillenne*, *A. Jamotte*, *V. Lathouwers*, *L. Mottouille*, *W. Robyns*, *J. Schwetz*, *M. Sluys*, *G. Van Goidsenhoven*, *V. Van Straelen*, *L. Van Hoof*, buitengewoon leden, alsook de heren *E. De Jonghe*, secretaris-generaal, en *E. Devroey*, secretaris van de zittingen.

Afwezig en verontschuldigd : de heren *P. Gérard*, *J. Henry de la Lindi*, *R. Mouchet*, *E. Polinard*, *M. Robert*, *J. Van Riel*.

Necrologische nota van de heer *Lacroix*.

De heer *M. Sluys* wordt belast met het opstellen van de necrologische nota, voor het *Jaarboek* bestemd, van de heer *Lacroix*.

De aardkunde van de *Ituri*, de grotten van de *Edaye* en hun omstreken.

De heer *M. Sluys* geeft verslag over de waarnemingen tot dewelke hij werd gebracht aan de grotten van de *Edaye* en omstreken (*Ituri*) en die hem toegelaten hebben de stratigrafie van de *Lindi* groep nauwkeurig te bepalen. (Zie blz. 513.)

De schrijver beantwoordt enige aanvullingsvragen gesteld door de heren *A. Jamotte*, *H. Buttgenbach* en *J. Schwetz*.

infantile dans un ou plusieurs milieux indigènes du Congo belge et du Ruanda-Urundi.

2. On demande une contribution à l'étude pétrographique de pegmatites en relation avec des gîtes métallifères au Congo belge.

Hommage d'ouvrages. Present-exemplaren.

M. V. Van Straelen fait don à la Section de l'ouvrage qui vient d'être édité par l'Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge : *La végétation de la plaine alluviale au Sud du lac Edouard*, par J. LEBRUN (Bruxelles, 1947).

De heer V. Van Straelen schenkt aan de Sectie het pas door het Instituut van de Nationale Parken in Belgisch-Congo, uitgegeven werk : « *La végétation de la plaine alluviale au Sud du lac Edouard* », door J. LEBRUN (Brussel, 1947).

Enfin le *Secrétaire général* dépose sur le bureau les ouvrages suivants :

Vervolgens legt de *Secretaris-Generaal* op het bureau de volgende werken neer :

1. *State of California*. — *Department of Agriculture*, vol. XXXIV, 4, XXXV, 4, Sacramento (California), 1945-1946.
2. *Bulletin agricole du Congo belge*, vol. XXXIX, n° 1, Ministère des Colonies, Bruxelles, mars 1948.
3. *Natural History*, vol. LVII, n° 3, The Magazine of the American Museum of Natural History, New York, mars 1948.
4. *Olearia*, 2, Rivista delle Materie Grasse, Rome, février 1948.
5. *Annales de la Société belge de Médecine tropicale*, t. XXVII, n° 3, Institut de Médecine tropicale, Anvers, 30 septembre 1947.
6. *Oléagineux*, n° 1, Revue générale des corps gras et dérivés, Paris, janvier 1948.
7. *Oléagineux*, n° 12, Revue générale des corps gras et dérivés, Paris, décembre 1947.
8. *Geographical Review*, vol. XXXVIII, 2, The American Geographical Society of New York, avril 1948.
9. *Agricoltura*, n° 1, Bulletin trimestriel de l'Association des Anciens Étudiants de l'Institut agronomique de l'Université de Louvain, Heverlé, février 1948.
10. *Revue des Sciences économiques A.L.Lg.*, n° 73, Liège, mars 1948.

11. Årtio för Kemii, Mineralogi och Geologi, Band 24, Hälle 8.
Band 25, Hälle 10. Svenska Vetenskapsakademien,
Stockholm, 1947. **Jaarlijkse wedstrijd voor 1950.**

De volgende vragen zijn voorgelegd :

1. Men vraagt de oorzaken van de kindersterfte in één of meer inlandse streken van Belgisch-Congo en Ruanda-Urundi te omschrijven.

2. Men vraagt een bijdrage aan de petrografische studie van de pegmatieten in verband met metaalhoudende mijnlagen in Belgisch-Congo.

De zitting wordt te 15 u 30 geheven

GRUPPE DE LA LINDI (?).
Les renseignements d'usage pour les adresses aux donateurs de contributions sont adressés aux donateurs de contributions.
Groupe de deux niveaux très caractéristiques : le niveau C, de l'Azou et le niveau D, de l'Azou.

L'entière des territoires dont il est question ci-après fait partie de l'immense forêt iturienne. On trouvera, à côté des figures 1 et 8, une stratigraphie sommaire du Groupe de la Lindi.

SITUATION ET MOYENS D'ACCÈS (voir fig. 1).

Les grottes de l'Edaye ne peuvent s'atteindre que par sentiers indigènes. En quittant la grand'route de l'Ituri au km 363 (compté de Stanleyville), on emprunte une route autocyclable auxiliaire de direction E.-S.-E. qui, après la traversée de l'Ituri, mène au village de Basri,

(1) M. SAVA, La géologie de l'Ituri. Les grottes d'Edaye (Bull. Inst. Roy. Col. Belg., XVIII-1947-3, pp. 86-89).

(2) Pour les généralités sur le Groupe de la Lindi, on consultera M. SAVA, La géologie de l'Ituri. Le Groupe de la LINDI (Bull. Service géol. du Congo, n° 1, pp. 25-28, Léopoldville, 1945).

11. *Arkiv för Kemi, Mineralogi och Geologi*, Band 24, Häfte 6; Band 25, Häfte 1 à 3, K. Svenska Vetenskapakademien, Stockholm, 1947.
12. BABCOCK, E., *The Genus Crespis*, vol. 21, University of California Publications in Botany, Berkeley, 1947.
13. *Annual Report of Agriculture for the Period 1st July 1945-31st December 1946*, Uganda Protectorate, Entebbe, 1947.
14. *Journal of Agriculture Research*, vol. 76, n° 5 and 6, Washington, 1^{er} et 15 mars 1948.
15. *Bulletin du Comité cotonnier congolais*, n° 21, Groupement de toutes les Sociétés cotonnières établies au Congo belge, Bruxelles, avril 1948.
16. *Archiva Medica Belgica. — Table des matières du volume 2*, Les Éditions « Acta Medica Belgica », Bruxelles, 1947.
17. *Bulletin du Service géologique*, n° 2, Service géologique, Léopoldville, 1946.
18. LAMBRICHTS, G., *Rapport sur l'Hygiène publique au Congo belge pendant l'année 1946*, s.l. et s.d.

Les remerciements d'usage sont adressés aux donateurs. Aan de schenkers worden de gebruikelijke dankbetuigingen toegezonden.

La séance est levée à 15 h 30.

1. *Journal of Agriculture*, vol. XXXIX, n° 4, Sacramento (California), 1946.
2. *Bulletin agricole du Congo belge*, vol. XXXIX, n° 4; Ministère des Colonies, Bruxelles, mars 1948.
3. *Natural History*, vol. LVII, n° 3, The Magazine of the American Museum of Natural History, New York, mars 1948.
4. *Olearia*, 2, Rivista delle Materie Grasse, Rome, février 1948.
5. *Annales de la Société belge de Médecine tropicale*, t. XXVII, n° 3, Institut de Médecine tropicale, Anvers, 30 septembre 1947.
6. *Oleagineux*, n° 1, Revue générale des corps gras et dérivés, Paris, janvier 1948.
7. *Oleagineux*, n° 12, Revue générale des corps gras et dérivés, Paris, décembre 1947.
8. *Geographical Review*, vol. XXXVIII, 2, The American Geographical Society of New York, avril 1948.
9. *Agricultura*, n° 1, Bulletin trimestriel de l'Association des Anciens Étudiants de l'Institut agronomique de l'Université de Louvain, Heverlé, février 1948.
10. *Revue des Sciences économiques A.L.I.g.*, n° 53, Liège, mars 1948.

M. Sluys. — La géologie de l'Ituri.

LES GROTTES DE L'ÉDAYE ET LEURS ENVIRONS.

Les observations qu'on peut faire en se rendant aux grottes de l'Édaye ainsi qu'aux abords de celles-ci ont un grand intérêt géologique qui peut être comparé à celui des observations effectuées aux grottes d'Opienge, dont la relation a été donnée dans un article antérieur ⁽¹⁾. Ici aussi j'ai pu, grâce à de bons affleurements, relever des faits précis qui viennent éclairer la stratigraphie du GROUPE DE LA LINDI ⁽²⁾.

Les itinéraires décrits sommairement ci-après m'ont permis notamment d'enrichir la stratigraphie de ce Groupe de deux niveaux très caractéristiques : le niveau C₄ de l'Asoso et le niveau C₃ de l'Édaye.

L'entièreté des territoires dont il est question ci-après fait partie de l'immense forêt iturienne. On trouvera, à côté des figures 1 et 8, une stratigraphie sommaire du Groupe de la Lindi.

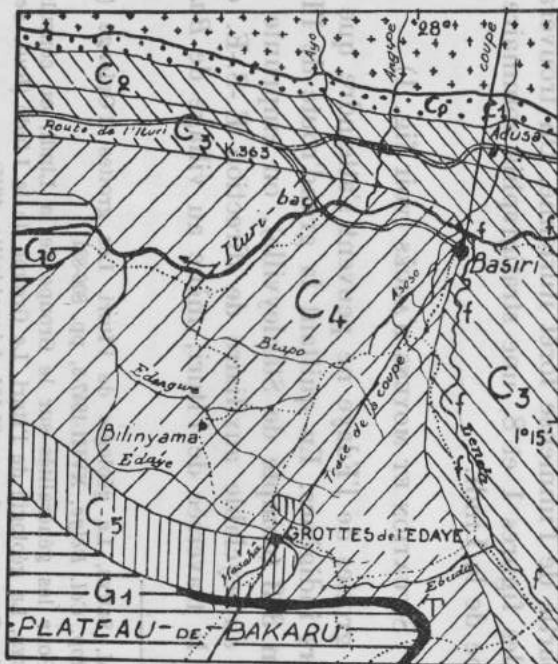
SITUATION ET MOYENS D'ACCÈS (voir fig. 1).

Les grottes de l'Édaye ne peuvent s'atteindre que par sentiers indigènes. En quittant la grand'route de l'Ituri au km 363 (compté de Stanleyville), on emprunte une route autocyclable auxiliaire de direction E.-S.-E. qui, après la traversée de l'Ituri, mène au village de *Basiri*,

(1) M. SLUYS, La géologie de l'Ituri. Les grottes d'Opienge (*Bull. Inst. Roy. Col. Belge*, XVIII-1947-3, pp. 806-821).

(2) Pour les généralités sur le Groupe de la Lindi, on consultera : M. SLUYS, La géologie de l'Ituri. Le Groupe de la Lindi (*Bull. Service géol. du Congo*, n° 1, pp. 95-184, Léopoldville, 1945).

CROQUIS GÉOLOGIQUE
Région de Basiri-sur-Ituri.



M. Sluys. 1941.

GRUPE DE LA LINDI

Formation gréseuse (G₁ = grès, grès quartzites et schistes rouges des plateaux
G₀ = grès, grès quartzites conglomératiques de base

Dépôts continentaux : — T = tillite de la basso-Lenda
discordance

Formation calcaire (C₅ = dolomies venées de l'Édaye
C₄ = couches de l'Asoso (marnes bariolées, schistes onctueux
silexites oolithiques, phyllades, psammites)
C₃ = calcaires et dolomies de la Lenda (banes à Collenia)
f : principaux gisements de Collenia
C₂ = calcaires silicifiés
C₁ = grès et arkoses
C₀ = lentilles de conglomérat
discordance majeure

— SOCLE ANCIEN —

Granite, gneiss, amphibolite, dolérite, et lambeaux
de schistes cristallins

: Routes et kilométrage compté à partir de Stanleyville

Itinéraires parcourus

FIG. 1. — Echelle approxim. 1 : 500.000,

chef-lieu des BOMBO (territoire de Wamba, district du Kibali-Ituri). Ce village est plus généralement désigné par le nom du chef arabisé KAYUMBA. Il est bâti le long de la rive gauche de l'Ituri même, entre les confluent des rivières Lenda et Asoso. De là un itinéraire de 20 km environ, en direction générale S.-S.-O., recoupe successive-

FIG. 1. — Echelle approxim. 1 : 500.000.

N. B. — La région des environs de BASIRI (confluent de la Lenda et de l'Ituri) couverte par le croquis géologique de la figure 1, a un intérêt spécial au point de vue de l'étude des sédiments du *Groupe de la Lindi*. Elle présente, en effet, sur une surface restreinte, des roches appartenant à tous les niveaux de la Formation calcaire et de la Formation gréseuse ainsi que d'excellents affleurements du niveau tillitique intercalaire et des roches du soubassement ancien. Les calcaires et dolomies du niveau C₃ avec leurs bancs à prairies d'algues (*Collenia*) sont particulièrement bien développés le long de l'Ituri, en aval et en amont du confluent de la Lenda, ainsi que le long des berges mêmes de la Lenda. On peut suivre, sur plus de 40 km, de tels affleurements de calcaires construits, presque continus.

En suivant la trace de la coupe, de direction générale N.-S., qui va du massif portant la ligne de faite Ituri-Gayu, jusqu'au plateau de Bakaru parcouru par la ligne de faite Ituri-Lindi, on rencontre, sur moins de 40 km, toute la gamme des niveaux formant le Groupe de la Lindi. Le seul niveau supérieur de la Formation calcaire (niveau C₆ ou de Wanie-Rukula) n'est pas représenté dans cette région.

C'est le levé de cette coupe et celui de la coupe allant de Penge à Basiri, le long de l'Ituri même, qui m'ont donné la clef de la stratigraphie du Groupe de la Lindi, dont la solidité m'a permis ultérieurement d'établir une cartographie sommaire, au 500.000^e, des formations sédimentaires dans les bassins de l'Ituri, de la Lindi et de la Tshopo. Là même où n'apparaissent que des affleurements isolés — et c'est le cas le plus fréquent — il me fut toujours possible de les classer sans hésitation dans le cadre de l'échelle stratigraphique préalablement établie. J'ai pu aussi, grâce à ces levés détaillés, classer dans l'échelle stratigraphique du Groupe de la Lindi les échantillons prélevés avec grand soin par J. HENRY (le général, chevalier DE LA LINDI) qui sont déposés au Musée de Tervueren et dont les collectes remontent à 1913. Il n'y a exception que pour certains échantillons ou affleurements isolés de grès ou de schistes qui peuvent indifféremment appartenir au niveau C₁ ou C₄ de la Formation calcaire ou à un niveau de la Formation gréseuse. Le doute n'a pas toujours pu être levé. Mais cette incertitude chronologique ne porte que sur moins de 5 % des affleurements ou des échantillons du Groupe de la Lindi qui ont été examinés.

On trouvera plus loin (fig. 8, p. 524) la reproduction de la coupe à travers la vallée de l'Ituri, dont la trace paraît sur la figure 1.

ment les rivières Asoso, Biapo, Edwenge, pour atteindre l'Edaye, affluent direct de l'Ituri, dans son cours supérieur. Les grottes sont exactement situées au confluent de la Masahâ, petit affluent de l'Edaye.

OBSERVATIONS.

I. *Itinéraire allant du village Basiri (confluent de la Lenda et de l'Ituri) jusqu'aux grottes de l'Edaye* (fig. 1 et fig. 2). — Le village Basiri s'étale sur la basse-terrace de l'Ituri, dans la grande plaine de dénudation calcaire que traverse, d'Ouest en Est, la grand'route de l'Ituri, entre Avakubi (km 328) et le km 395. L'itinéraire débute dans les calcaires et dolomies subhorizontaux, à bancs riches en *Collenia* ⁽³⁾, qui appartiennent au niveau (C₃) ou niveau

(3) Le gisement des calcaires du confluent de la Lenda et de l'Ituri est désormais classique dans la littérature géologique de l'Est congolais.

En effet, il y a plus de vingt-cinq ans, notre collègue J. HENRY (le général, chevalier DE LA LINDI) décrivait dans son remarquable mémoire de 1923 la structure très particulière de certains bancs de ce gisement. Il écrivait notamment : « Sur des surfaces lisses (de ces calcaires) érodées perpendiculairement à la stratification on remarque, disposés parallèlement les uns aux autres, des dessins formés de lignes courbes qui s'emboîtent et dont l'incurvation est tournée vers le haut... Des échantillons ont été étudiés par M. L. DE DORLODOT, qui leur attribue une origine organique ».

A mon passage dans la région en 1941, guidé par ces précieuses indications, j'ai été examiner ces affleurements et y ai fait des collectes d'échantillons. L'un d'eux fut poli et je le soumis à l'examen contradictoire de notre collègue A. JAMOTTE, du Service Géologique du Comité Spécial à Elisabethville. Il nous apparut que nous avions affaire à des *Collenia* très comparables à ceux qui avaient été reconnus dans la série des Mines du Katanga méridional, dans le système schisto-dolomitique de l'anticlinal de Mwashya et dans la masse dolomitique de la mine de l'Etoile.

A. JAMOTTE écrivit dans une Note (C.S.K., 1944) : « Le calcaire de la Lenda est désormais un niveau remarquable des formations sédimentaires de l'Ituri, mentionné dans les échelles stratigraphiques très détaillées publiées récemment (1942) par M. SLUYS ».

De très nombreux affleurements à *Collenia*, tous confinés dans le niveau calcaire C₃ et à la partie supérieure des calcaires silicifiés du niveau C₂ du Groupe de la Lindi, ont été détectés au cours de nos randonnées dans l'Ituri sédimentaire en 1941. L'un des plus beaux de

de la Lenda. Ils sont recouverts par des schistes marneux bariolés à intercalations minces de calcaires bleuâtres plus ou moins argileux, des schistes foncés onctueux à gros nodules, des schistes durs à lits de silexites oolithiques en rognons, de grès calcaireux, de phyllades, de grès verts quartzitiques et, enfin, de psammites. J'ai désigné cet ensemble sous l'indicatif (C₄) et en ai fait le niveau de l'Asoso. Ce sont les couches de ce niveau (C₄) qu'on recoupe jusqu'aux grottes de l'Edaye; elles ne sont affectées

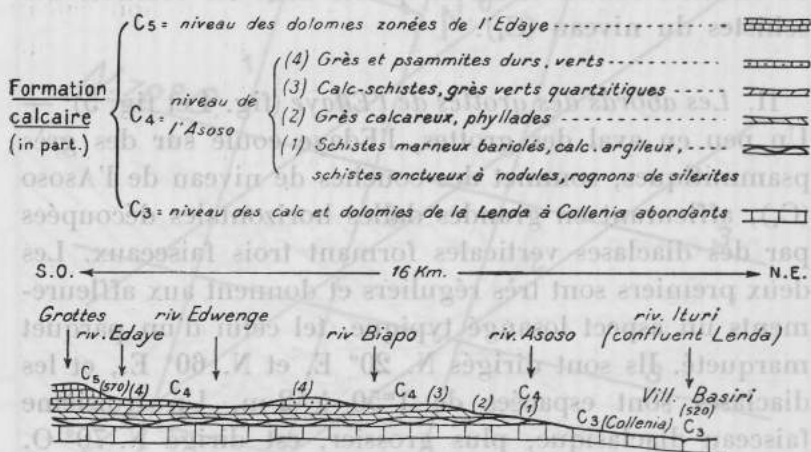


FIG. 2. — Coupe allant du village Basiri (confluent Ituri-Lenda) jusqu'aux grottes de l'Edaye.

tées que d'ondulations lâches. La puissance du niveau (C₄) est estimée à 50 m. La coupe de la figure 2 schématise les observations effectuées.

En partant du village Basiri et en longeant la rive de

ces affleurements de calcaire à *Collenia* est facilement accessible, puisqu'il se trouve le long de la grand' route de l'Ituri : c'est l'affleurement de la *Kologbo*, petit affluent de droite de l'Ituri, que cette route enjambe entre le passage de l'Ituri à Avakubi (km 328) et le croisement de Nia-Nia (km 335). Il est indiqué sur le croquis de la figure 8, p 524. Cet affleurement exceptionnel est menacé de disparaître pour les besoins d'une exploitation chaufournière voisine; il mériterait cependant d'être préservé et classé par mesure administrative.

l'Ituri, puis en remontant l'Asoso, on peut suivre pas à pas l'envahissement lent des bancs carbonatés à *Collenia*, d'abord par des boues calcaires extrêmement fines, puis par des apports argileux et sableux de plus en plus abondants. On passe insensiblement d'un calcaire (ou une dolomie) franc, du niveau C₃, à des marnes, schistes et grès du niveau C₄. La disparition des traces des riches prairies d'algues calcaires se fait graduellement. Les derniers échos de la sédimentation calcaire sont les rognons de silexites retrouvés en chapelets dans les feuillets des schistes du niveau (C₄).

II. *Les abords des grottes de l'Edaye* (fig. 4 et fig. 5). —

Un peu en aval des grottes, l'Edaye coule sur des grès psammitiques, sommet des couches de niveau de l'Asoso (C₄), affleurant en grandes dalles horizontales découpées par des diaclases verticales formant trois faisceaux. Les deux premiers sont très réguliers et donnent aux affleurements un aspect losangé typique, tel celui d'un parquet marqueté. Ils sont dirigés N. 20° E. et N. 60° E., et les diaclases sont espacées de 1^m50 à 2 m. Un troisième faisceau diaclasique, plus grossier, est dirigé N. 70° O. (voir fig. 3).

Ces bancs psammitiques ont de 0^m50 à 1 m de puissance; l'Edaye les franchit en cascates.

Au confluent de l'Edaye et du ruisseau Masahâ on voit ces grès psammitiques durs, à peu près horizontaux, passer sous un massif de dolomies qui ourle la rive gauche de l'Edaye d'un escarpement de 12 à 15 m de hauteur, sur plusieurs centaines de mètres de développement. Le facies de ces dolomies n'a aucune réplique dans les niveaux sous-jacents de la Formation calcaire qui ont été étudiés dans les bassins de l'Ituri et de la Lindi.

Ces dolomies, dont j'ai fait le niveau (C₅) ou *niveau de l'Edaye*, sont à texture cristalline très fine et composées

de straticules minces (de 1 à 5 mm), soudées suivant des plans parfaits, donnant à la cassure un aspect zoné en lignes rapprochées parallèles. Les teintes sont claires : jaune, gris perle ou rosé, alternativement. Vers le haut ces teintes virent au violet ou au brun-rouge. Les joints

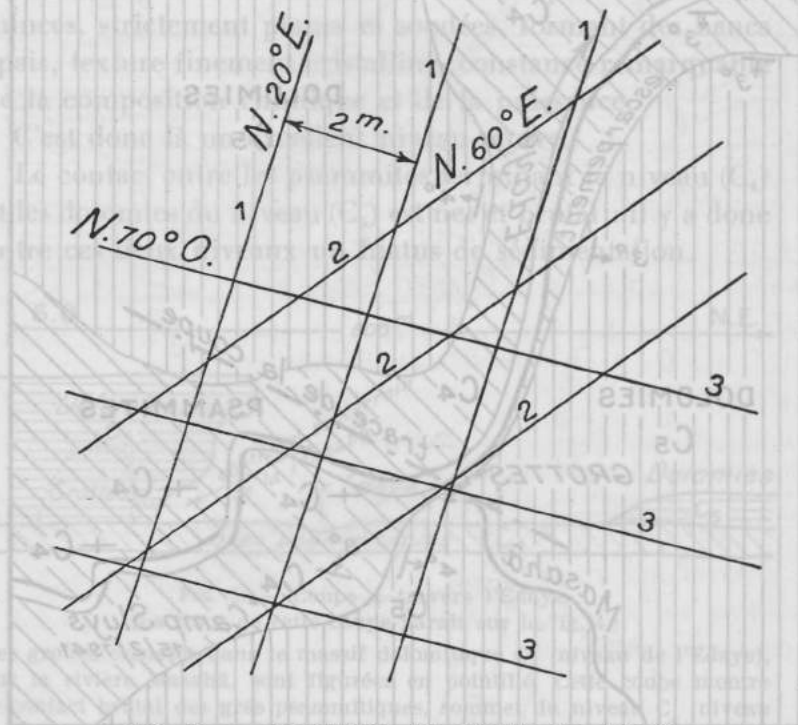
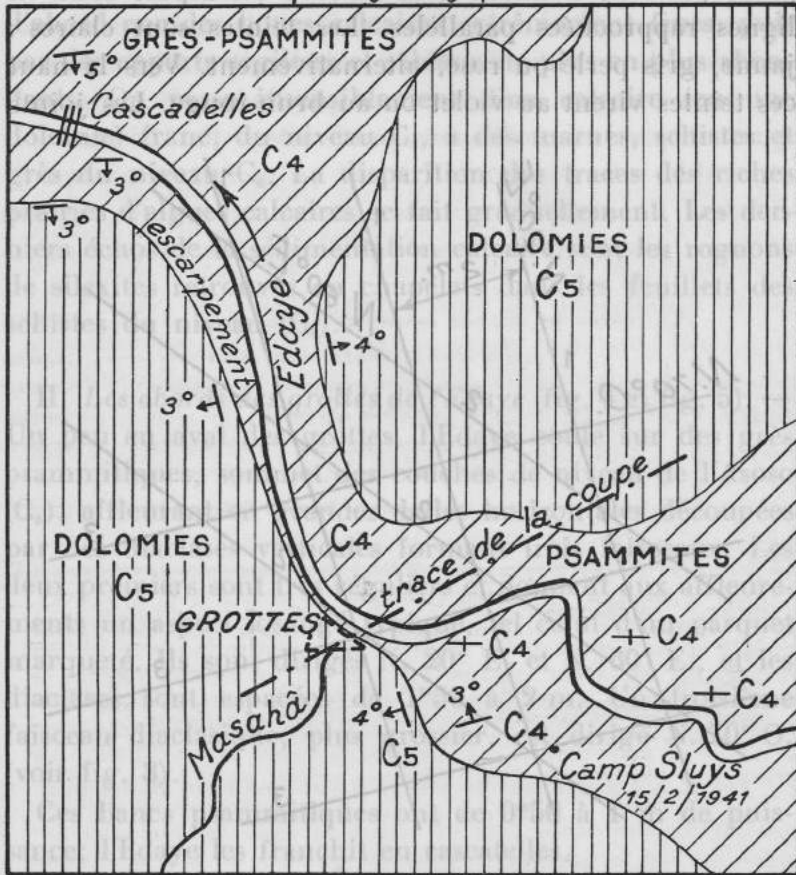


FIG. 3. — Psammites du niveau de l'Asoso.
Traces des trois faisceaux de joints verticaux
sur le plan horizontal d'un joint de stratification.

principaux de stratification sont espacés de 0^m30 à 1 m et soulignés d'un placage pelliculaire schisteux. La nature dolomitique de la roche est nettement accusée sous le choc du marteau et par l'insensibilité à l'acide à froid. De nombreuses analyses chimiques ont ultérieurement confirmé ce diagnostic : elles donnent en moyenne 18 % MgO pour 28 % CaO. La puissance du niveau (C₅) est estimée à 40 m environ.

Croquis géologique



1 : 10.000 .

FIG. 4. — Les abords des grottes de l'Edaye.

C4 = psammites du niveau de l'Asoso.

C5 = dolomies du niveau de l'Edaye.

La masse dolomitique est parcourue par des plans stylolithiques coiffés d'une croûte schisteuse mince, dont l'un est horizontal et l'autre vertical. Les dénivellations des stylolithes horizontaux sont plus accentuées que celles des stylolithes verticaux. Elles restent cependant d'une amplitude assez faible, de 3 à 8 cm, contrastant ainsi avec les

stylolithes à grandes dénivellations qui ont été observées dans les calcaires du niveau de la Lenda (C_3) à *Collenia*.

Ces dolomies de l'Edaye (C_5) portent la marque d'un dépôt en milieu originel calme. Je les ai retrouvées dans tout l'Ituri moyen (à Bomilis/Ituri, à Bafwasende s/Lindi, notamment) avec les mêmes caractéristiques : straticules minces, strictement planes et soudées, formant des bancs épais, texture finement cristalline, constance remarquable de la composition chimique et de la puissance.

C'est donc là un excellent niveau-repère.

Le contact entre les psammites terminant le niveau (C_4) et les dolomies du niveau (C_5) est net et brutal : il y a donc entre ces deux niveaux un hiatus de sédimentation.

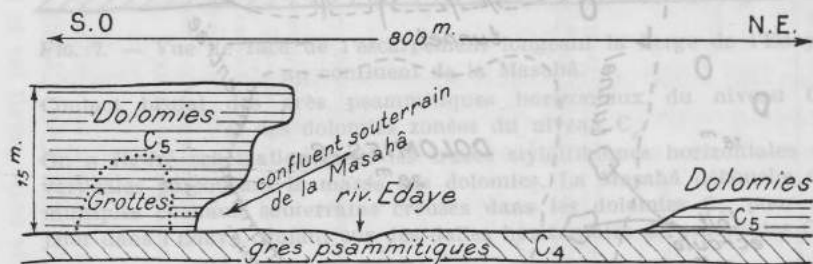


FIG. 5. — Coupe à travers l'Edaye.

(La trace de cette coupe paraît sur la fig. 4.)

Les grottes creusées dans le massif dolomitique C_5 (niveau de l'Edaye), par la rivière Masahâ, sont figurées en pointillé. Cette coupe montre le contact brutal des grès psammitiques, sommet du niveau C_4 (niveau de l'Asoso), avec les dolomies zonées du niveau C_5 .

L'ensemble des grès psammitiques (C_4) et des dolomies (C_5) est affecté d'ondulations lâches à très grands rayons de courbure; les inclinaisons relevées atteignent rarement plus de 5° .

III. *Les grottes de l'Edaye* (fig. 4, 5, 6, 7). — Le ruisseau Masahâ, affluent de gauche de l'Edaye, à 60 m de son confluent, aborde un escarpement de 12 à 18 m de hauteur, formé de dolomies (C_5).

Il s'y creuse un véritable tunnel dont le plancher est établi sur des dalles de grès verts psammitiques (C₄). Jusqu'à son embouchure, son cours restera souterrain. Un

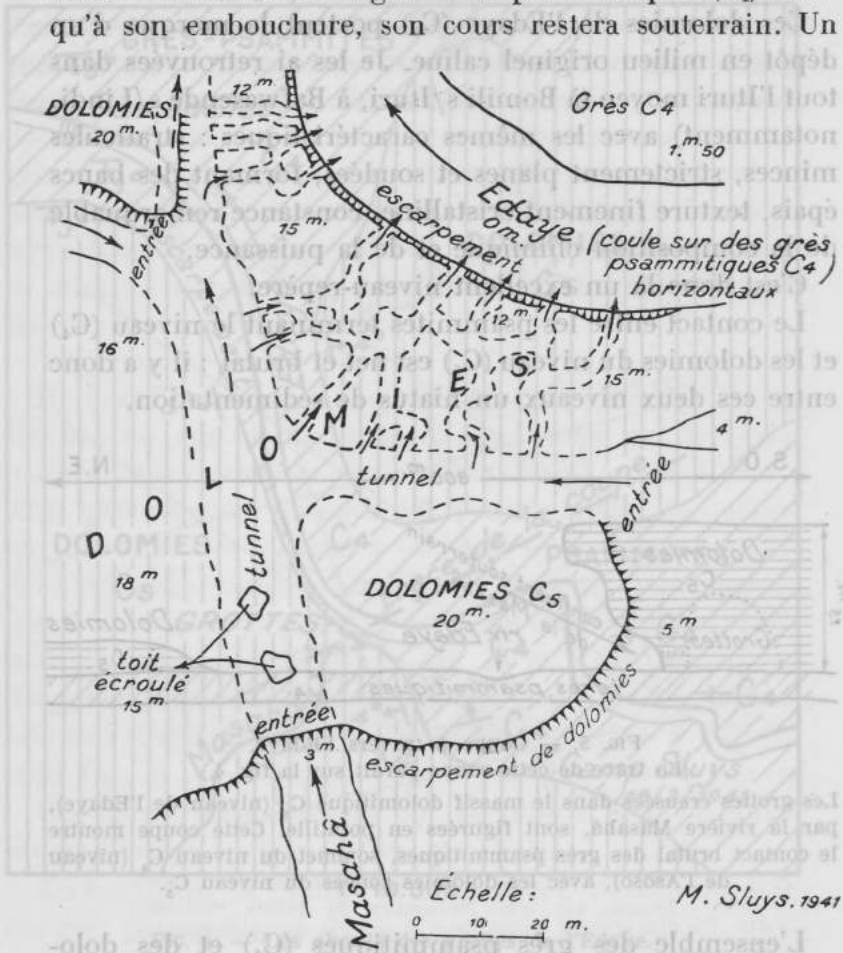


FIG. 6. — Plan des grottes de l'Edaye (confluent de la Masahâ). Le cours souterrain de la Masahâ est indiqué en; il est creusé dans le massif des dolomies horizontales du niveau C₅. Les altitudes sont indiquées par rapport au thalweg de l'Edaye compté pour 0 m.

second tunnel, à sole inclinée, vient s'y embrancher orthogonalement. L'un et l'autre sont orientés suivant une direction de fissuration de la masse dolomitique. Ces deux

grandes galeries ont de 5 à 8 m de largeur et de 10 à 12 m de hauteur. Le plafond est crevé en divers endroits par des ouvertures donnant jour. De ces deux galeries principales partent une série de chenaux secondaires au ras du socle gréseux, qui viennent déboucher par des arches à l'escarpement dolomitique longeant l'Edaye même (fig. 7).

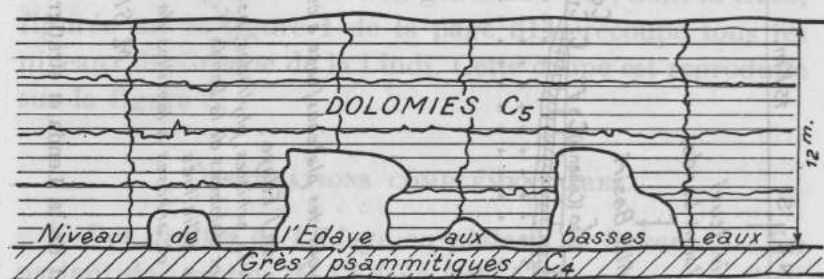


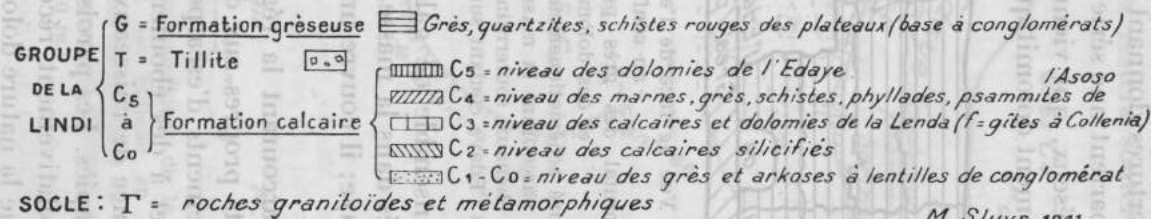
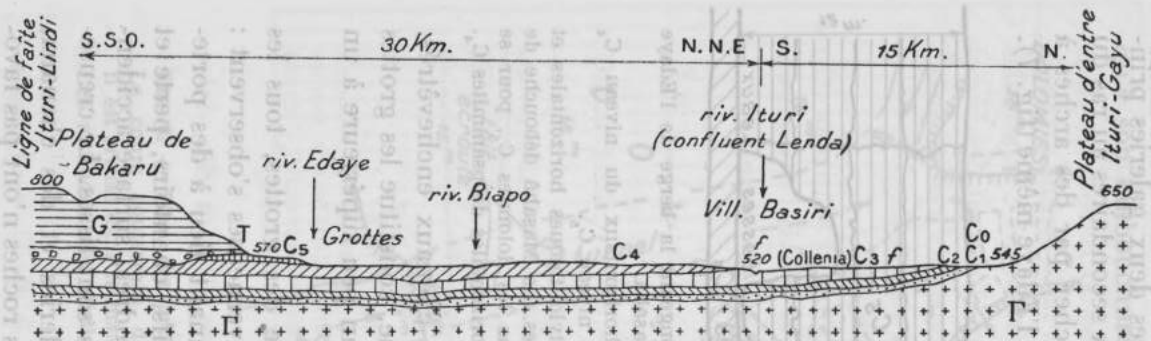
FIG. 7. — Vue de face de l'escarpement longeant la berge de l'Edaye au confluent de la Masahâ.

Contact brutal des grès psammitiques horizontaux du niveau C_4 et des dolomies zonées du niveau C_5 .

On a figuré schématiquement les traces stylolithiques horizontales et verticales parcourant la masse des dolomies. La Masahâ débouche de multiples chenaux souterrains creusés dans les dolomies C_5 , pour se jeter dans l'Edaye coulant sur des dalles horizontales de psammite C_4 .

Cet ensemble de galeries et de chenaux enchevêtrés, découpés dans la masse dolomitique, constitue les grottes de l'Edaye; il couvre une surface un peu supérieure à un hectare.

En parcourant la région voisine des grottes, tous les accidents propres aux dolomies cavernieuses s'observent : affouillements d'escarpements donnant lieu à des porte-à-faux et à des éboulements massifs, chantoirs, perte et résurgence de ruisseaux, toits effondrés, surface accidentée en lapiès. Les parois des grottes sont lisses. Le creusement relativement récent des galeries et des chenaux, ainsi que la nature dolomitique des roches n'ont pas favorisé la formation de stalactites, de stalagmites et de draperies.



M. Sluys 1941.

FIG. 8. Coupe à travers la vallée de l'Ituri passant au confluent de la Lenda et stratigraphie sommaire du Groupe de la Lindi.

(La trace de cette coupe parait sur la fig. 1, p. 514.)

COUPE A TRAVERS LES FORMATIONS DU GROUPE DE LA LINDI.

Il me suffira d'ajouter peu de chose aux observations décrites dans la note précédente, intitulée « Les grottes de l'Edaye et leurs environs », pour terminer la description de la coupe, de direction générale N.-S., dont la trace, figurée sur la figure 1 de la page 514, recoupe tous les niveaux du Groupe de la Lindi. Cette coupe est reproduite sur la figure 8.

OBSERVATIONS COMPLÉMENTAIRES.

I. *Des grottes de l'Edaye au plateau de Bakarü.* — En partant des grottes de l'Edaye (alt. 570 m) et en se dirigeant vers le Sud, on aborde bientôt l'escarpement raide menant sur le plateau raviné de Bakarü (alt. 650 à 800 m), qui n'est qu'une digitation orientale de l'immense plateau tabulaire gréseux couvrant toute la région de l'entre-Lindi-et-Ituri.

Le plateau de Bakarü est formé de couches subhorizontales de grès ou de quartzites feldspathiques, à intercalations schisteuses, de teintes généralement rougeâtres. Ces sédiments appartiennent typiquement à la Formation gréseuse du Groupe de la Lindi.

Les observations continues sont malheureusement impossibles dans ce secteur forestier et les contacts entre les roches de la Formation calcaire et de la Formation gréseuse sont rarement observables. Au flanc du brusque ressaut de terrain conduisant jusqu'au haut du plateau de Bakarü, on rencontre d'énormes blocs épars de silixite à faces planes, à côté de débris plus ou moins volumineux de roches métamorphiques ou magmatiques. Leur origine m'a intrigué jusqu'au moment où j'en ai trouvé le gîte « in situ » : il s'agit d'une tillite repérée en superbes affleurements continus sur les parois du cañon de l'Akwo-

kwo, sous-affluent de la Lenda, dévalant du plateau de Bakaru vers la plaine de dénudation calcaire.

Cette tillite (T) est intercalée entre des sédiments de la Formation calcaire et de la Formation gréseuse. Son épaisseur observée est de 50 m environ. Elle repose sur une surface ravinée, sculptée dans les calcaires, les psammites, les schistes onctueux des niveaux C_5 et C_4 , et se termine vers le sommet par une surface d'abrasion parfaite. La matrice tillitique est de teinte bleue ou verte, très sombre, et est constituée de quartz anguleux chargé d'éléments argileux, de chlorite et de pyrite; elle empâte de grands blocs mal équarris de silexite, des éclats anguleux de roches d'intrusion et de roches métamorphiques ainsi que des galets, de volumes très divers, dont le plus grand nombre sont des quartzites. J'ai donné une description de cette tillite et des coupes s'y rapportant dans un ouvrage antérieur (3).

Cette tillite est stratigraphiquement l'homologue du conglomérat torrentiel apparaissant plus à l'Ouest, dont la description a été donnée dans l'article sur les grottes d'Opienge (4). On est donc en droit de suggérer que la tillite et les dépôts torrentiels sont des témoins d'une même période continentale qui s'est établie après le dépôt des sédiments de la Formation calcaire et avant le dépôt de ceux de la Formation gréseuse.

II. Itinéraires au Nord du village de Basiri-sur-Ituri. —

En partant du village Basiri (chef Kayumba, au confluent Lenda-Ituri) et en s'avancant vers le Nord, en suivant l'Adusa, on traverse successivement une bande de calcaires et dolomies du niveau C_3 avec leurs *Collenia*, puis des calcaires entièrement silicifiés C_2 où des traces de

(3) Voir op. cité au (2) de la page 513.

(4) Voir op. cité au (1) du bas de la page 513.

Collenia ont encore été observées, puis des affleurements de grès blancs à lambeaux lenticulaires de conglomérat caractérisant les niveaux C_1 et C_0 . Ces derniers reposent directement sur des granites. L'ensemble des couches sédimentaires incline légèrement vers le Sud. On aborde ensuite le massif d'entre-Ituri-et-Gayu, entièrement formé de granites, de granites gneissiques, d'amphibolites massives ou laminées, enclavant des schistes cristallins.

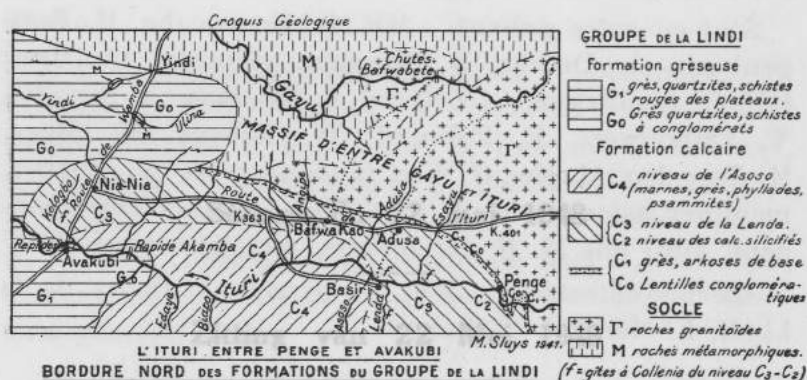


FIG. 9. — Echelle approxim. 1 : 800.000.

Cet itinéraire et quelques autres qui lui sont parallèles — notamment celui qui part de Bafwakao (km 372 de la grand'route de l'Ituri) pour aboutir aux grandes chutes de Bafwabete sur la Gayu m'ont permis de tracer une cartographie sommaire de la bordure nord du bassin sédimentaire de l'Ituri (fig. 9).

CONCLUSION.

L'ensemble des observations succinctement relatées plus haut, dans cette note et la précédente, est résumé dans la coupe de la figure 8. Elle comporte la gamme complète des niveaux de la Formation calcaire de la Lindi dans le secteur oriental du bassin de subsidence de l'Ituri (niveaux de C_0 à C_5), ainsi que des témoins tillitiques (T) intercalés

entre la Formation calcaire et la Formation gréseuse. Nulle part ailleurs dans l'Ituri je n'ai trouvé une occasion aussi propice pour lever, sur une distance aussi courte, — moins de 40 km, — et en m'aidant d'observations aussi nombreuses, une coupe quasi continue se rapportant aux sédiments de la Formation calcaire du Groupe de la Lindi et des roches qui les encadrent.



BOUCLE NORD des FORMATIONS du GROUPE de la LINDI
Échelle 1:200,000

Cartographie sommaire de la bordure nord du bassin sédimentaire de l'Ituri (fig. 8).

En partant du village Basiri (chef Kayumba, au confluent de la rivière de l'Ituri) et en allant vers le Nord, on traverse successivement les formations gréseuses et calcaires du Groupe de la Lindi. La coupe de la figure 8 est une coupe quasi continue se rapportant aux sédiments de la Formation calcaire du Groupe de la Lindi et des roches qui les encadrent.

Séance du 22 mai 1948

La séance est ouverte à 14 h 30 sous la présidence de M. G. Abszán, vice-directeur en l'absence de M. M. R. Sont en outre présents : MM. R. Bruynoghe, H. G. G. A. Dupois, R. Mouchet, membres titulaires ; MM. R. Bouillon, G. Delvoye, I. Hanuman, A. Lamotte, Y. Lathouwers, E. Polinard, W. Robyns, M. Snyers, M. Van der Abeele, G. Van Goideghoven, Z. Watiez.

Séance du 22 mai 1948

Zitting van 22 Mei 1948

M. le Dr R. Mouchet présente, pour publication dans les Mémoires, un manuscrit du R. P. Lamal sur la démographie des Basutu du groupe Basuto orientaux. Le Dr Mouchet en désigne comme second rapporteur M. G. Abszán.

D'accord avec M. P. Fontaine, M. R. Bouillon se propose de publier un article sur les problèmes posés au Congo belge. Il étudie plus particulièrement le processus de la latéritisation des sols et conclut à la nécessité de protéger les couches riches en fer, privées, par la déforestation, de leur protection naturelle. (Voir la séance du 14 mai 1948.)

entre la Formation calcaire et la Formation grésine. Nulle part ailleurs dans l'Italie je n'ai trouvé une occasion aussi propice pour lever, sur une distance aussi courte, — moins de 40 km. — des observations aussi nombreuses, une coupe quasi continue se rapportant aux séquences de la Formation de la Fiumana.

Séance du 22 mai 1948.

La séance est ouverte à 14 h. 30, sous la présidence de M. G. Passau, vice-directeur, en l'absence de M. M. Robert, en mission au Congo.

Sont en outre présents : MM. R. Bruynoghe, H. Buttgenbach, A. Dubois, R. Mouchet, membres titulaires; MM. R. Bouillenne, G. Delevoy, L. Hauman, A. Jamotte, V. Lathouwers, E. Polinard, W. Robyns, M. Sluys, M. Van den Abeele, G. Van Goidsenhoven, N. Wattiez, membres associés; M. J. Van Riel, membre correspondant, ainsi que M. E. De Jonghe, secrétaire général.

Absents et excusés : MM. P. Gérard, J. Henry de la Lindi, E. Marchal, M. Robert.

Démographie des Basuku.

M. le D^r R. Mouchet présente, pour publication dans les *Mémoires*, un manuscrit du R. P. Lamal sur la démographie des Basuku du groupe Bakongo orientaux. Le D^r L. Mottoulle est désigné comme second rapporteur.

Problèmes pédologiques-botaniques au Congo belge.

D'accord avec M. P. Fourmarier, M. R. Bouillenne expose les problèmes pédologiques-botaniques qui se posent au Congo belge. Il étudie plus particulièrement le processus de la latéritisation des sols et conclut à la nécessité de protéger les couches arables du sol, privées, par la déforestation, de leur protection naturelle. (Voir p. 542.)

MM. R. Bouillenne et M. Van den Abeele répondent à un certain nombre de questions posées par MM. E. Polinard, A. Jamotte, H. Buttgenbach et M. Sluys.

Zitting van 22 Mei 1948.

De zitting wordt geopend te 14 u. 30 onder voorzitterschap van de heer *G. Passau*, vice-directeur, in afwezigheid van de heer *M. Robert*, met een opdracht in Kongo.

Zijn insgelijks aanwezig : de heren *R. Bruynoghe*, *H. Buttgenbach*, *A. Dubois*, *R. Mouchet*, titelvoerende leden; de heren *R. Bouillenne*, *G. Delevoy*, *L. Hauman*, *A. Jamotte*, *V. Lathouwers*, *E. Polinard*, *W. Robyns*, *M. Sluys*, *M. Van den Abeele*, *G. Van Goidsenhoven*, *N. Wattiez*, buitengewoon leden, de heer *J. Van Riel*, corresponderend lid, alsook de heer *E. De Jonghe*, secretaris generaal.

Afwezig en verontschuldigd : de heren *P. Gerard*, *J. Henry de la Lindi*, *E. Marchal*, *M. Robert*.

Demographie van de Basuku.

De heer *D^r R. Mouchet* stelt aan de sectie voor het handschrift van *E. P. Lamal* over de demographie van de Basuku — Oosterse Bakongo groep — in de *Verhandelingen* te laten verschijnen.

De heer *L. Mottoulle* wordt als tweede verslaggever aangeduid.

Pedologische-botanische problemen in Belgisch-Congo.

In overeenstemming met de heer *P. Fourmarier*, brengt de heer *R. Bouillenne* verslag uit over de pedologische-botanische problemen die in Belgisch Kongo voorkomen. Hij studeert voornamelijk het laterisatieproces van de gronden en besluit dat het noodzakelijk is de

La lutte antimalarienne au Venezuela.

M. le D^r J. Van Riel donne un aperçu succinct sur la lutte antimalarienne au Venezuela d'après une documentation remise à M. E. Devroey par le D^r A. Gabaldon, chef de la Division de Malariologie de ce pays, et d'après des documents consultés à l'Institut de Médecine Tropicale Prince Léopold à Anvers. (Voir p. 564.)

Hommage d'ouvrages.

Present-exemplaren.

Le Secrétaire général dépose sur le bureau les ouvrages suivants :

De Secretaris-Generaal legt op het bureau de volgende werken neer :

1. *Verhandelingen*, IX, n° 4, Koninklijke Vlaamse Academie voor Geneeskunde van België, Brussel, 1947.
2. PAPANFUSS, G., *Further Contributions toward an understanding of the Acrochaetium-Rhodochorton Complex of the Red Algae*, extrait de *Publications in Botany*, vol. 18, n° 19, pp. 433 à 447, University of California, Berkeley, 1947.
3. PAPANFUSS, G., *New Marine Algae from South Africa*, extrait de *Publications in Botany*, vol. 23, n° 1, pp. 1 à 16, University of California, Berkeley, 1947.
4. CAVE, S., CONSTANCE, L., *Chromosome Numbers in the Hydrophyllaceae*, extrait de *Publications in Botany*, vol. 18, n° 20, pp. 449 à 465, University of California, Berkeley, 1947.
5. *Congopresse*, n° 15, Bulletin bi-mensuel, Léopoldville, 15 avril 1948.
6. *Bulletin du Service Géologique*, n° 2, fascicules 1 et 2, Direction générale des Affaires économiques du Congo belge et du Ruanda-Urundi, Léopoldville, 1946.
7. *Journal of Agricultural Research*, vol. 76, n°s 7-8, Department of Agriculture, Washington, 1^{er} et 15 avril 1948.
8. *Annales de la Société royale des Sciences médicales et naturelles de Bruxelles*, vol. 1, n°s 1-2, Les Editions Acta Belgica, Bruxelles, 1948.
9. *Mémoires de l'Institut géologique de l'Université de Louvain*, t. I à III; t. IV, fasc. 1, 2 et 4; t. V à VII, t. XI à XIII, Louvain, 1913 à 1944.
10. LEBRUN, J., *Exploration du Parc national Albert, Mission J. Lebrun (1937-1938)*, fasc. 1, Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge, Bruxelles, 1947-1948.

bebouwbare lagen van de grond, die door ontbossing van hun natuurlijke beschutting beroofd zijn, te beschermen. (Zie blz. 542.)

De heren *R. Bouillenne* en *M. Van den Abeele* beantwoorden een reeks vragen gesteld door de heren *E. Polinard*, *A. Jamotte*, *H. Buttgenbach* en *M. Sluys*.

De anti-malarische strijd in Venezuela.

De heer *J. Van Riel* geeft een kort overzicht van de anti-malarische strijd in Venezuela naar een documentatie overgemaakt aan de heer *E. Devroey*, door de heer *D^r Gabaldon*, hoofd van de Malariologische afdeling van dit land, en volgens geraadpleegde documenten van het Instituut voor Tropische Geneeskunde « Prins Leopold » te Antwerpen. (Zie blz. 564.)

De zitting wordt te 16 uur geheven.

11. *Archiva Medica Belgica*, vol. 3, fasc. 1, Éditions Acta Medica Belgica, Bruxelles, 1948.
12. *Oléagineux*, n^{os} 2 et 3, Revue générale des corps gras et dérivés, Paris, février et mars 1948.
13. *Arkiv för Kemi, Mineralogi och Geologi*, K. Svenska Vetenskapsakademien, Band, 25, Häfte 4-5, Stockholm, 1948.
14. *Oléaria*, n^o 3, Rivista delle Materie Grasse, Rome, mars 1948.
15. *L'Agronomie tropicale*, n^{os} 3-4, Ministère de la France d'Outre-Mer, Nogent-sur-Marne, mars-avril 1948.
16. *L'Agronomie tropicale*, Index du tome II, Ministère de la France d'Outre-Mer, Nogent-sur-Marne, 1947.
17. DE BRAUWERE, P., *Rapport sur l'activité durant les années 1939 à 1945*, Fonds Reine Élisabeth pour l'assistance médicale aux indigènes du Congo Belge, Bruxelles, 1947.
18. SKITSKY, L., *Geophysical Abstracts 130*, Geological Survey Bulletin 957-C, Washington, juin-septembre 1947.
19. SMITH, W., GONZALEZ, E., *Tungsten Investigations in the Republic of Argentina, 1942-1943*, Geological Survey Bulletin 954-A, Washington, 1947.
20. LASKY, S., *Geology and ore Deposits of the Little Hatchet Mountains*, Geological Survey Paper 208, Washington, 1947.
21. *Annual Report 1947*, Chicago Natural History Museum, Chicago, janvier 1947.
22. *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, t. XIX, 4, Réunion des Naturalistes du Muséum, Paris, septembre 1947.
23. *Notice explicative sur la Feuille Kindia-Ouest*, Carte géologique de reconnaissance à l'échelle du 500.000^e, Gouvernement général de l'Afrique occidentale française, Paris, 1946.
24. *Notice explicative sur la Feuille Kita-Ouest*, Carte géologique de reconnaissance à l'échelle du 500.000^e, Gouvernement général de l'Afrique occidentale française, Paris, 1946.
25. WINCKEL F., *De Behandeling van Malaria met Kinine*, Koninklijke Vereniging Indisch Instituut, Mededeling LXX, n^o 17, Amsterdam, 1947.
26. VAN SCHREVEN, CH., *Tabellen omtrent de Vitaminegehalten van Voedermiddelen*, Publicatie n^o 31, Fonds Landbouw Exportbureau, Wageningen, 1947.
27. SPOON, W., *Sinaasappelen uit Suriname*, Berichten van de Afdeling Handelsmuseum van de Koninklijke Vereniging Indisch Instituut, n^o 215, Amsterdam, 1947.

- 28. SPOON, W., *De Voorziening met Derriswortel vóór en na den Oorlog*, Berichten van de Afdeling Handelsmuseum van de Koninklijke Vereniging Indisch Instituut, n° 217, Amsterdam, 1947.
- 29. SPOON, W., LOOSJES, F., *Waarnemingen over de Bescherming die de meerwandige Kraftpapierenzak biedt tegen Voorraad-Insecten*, Berichten van de Afdeling Handelsmuseum van de Koninklijke Vereniging Indisch Instituut, n° 216, Amsterdam, 1947.
- 30. *Inlichtingen en onderzoekingen van de Afdeling Handelsmuseum*, Koninklijke Vereniging Indisch Instituut, Mededeling LXXI, n° 31, Amsterdam, 1947.
- 31. VAN SCHUYLENBORGH, J., *A Study on Soil Structure*, Publicatie der Landbouwhogeschool, Wageningen, 5 novembre 1947.
- 32. *Bulletin de la Classe des Sciences*, t. XXXIV, 1, Académie royale de Belgique, Bruxelles, 1948.
- 33. LOOSLI, J. - RICHARDS, B. (J^r) - MAYNARD, L. - MASSEY, L., *The effects of Sulfur Dioxide on the Nutritive Value of Alfalfa Hay*, Bulletin 227, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, octobre, 1939.
- 34. ROBERT, F. et CHANDLER, J^r, *The calcium content of the foliage of Forest Trees*, Bulletin 228, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, décembre 1939.
- 35. ROY L. DONAHUE, *Forest-site quality studies in the Adirondacks, I. Tree growth as related to soil morphology*, Bulletin 229, Cornell University Agricultural Experiment Station, New York, Ithaca, February 1940.
- 36. MC DANIELS, L.-H., *The Morphology of the Apple and other Pome Fruits*, Bulletin 230, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, avril 1940.
- 37. HARPER, F.-A., *Analyzing data for Relationships*, Bulletin 231, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1940.
- 38. CLAASSEN, P., *A Catalogue of the Plecoptera of the World*, Bulletin 232, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1940.
- 39. CH'WAN-KWANG LIN, *Germination of the Conidia of Sclerotinia Fructicola with special reference to the toxicity of Copper*, Bulletin 233, Ithaca, New York, décembre 1940, Cornell University Agricultural Experiment Station.
- 40. SMOCK, R., *Studies on bitter Pit of the Apple*, Bulletin 234, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, avril 1941.

41. OREN L. JUSTICE, *A study of Dormancy in seeds of Polygonum*, Bulletin 235, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mai 1941.
42. LINCOLN, CH. et PALM, CH, *Biology and Ecology of the Alfalfa Snout Beetle*, Bulletin 236, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mai 1941.
43. HAMILTON, W.-J. (Jr), *Reproduction of the Field Mouse Microtus Pennsylvanicus (Ord)*, Bulletin 237, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mai 1941.
44. ASDELL, S. - BOGART, R. - SPERLING, G., *The influence of age and rate of breeding upon the ability of the female rat to reproduce and raise young*, Bulletin 238, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1941.
45. BUCHANAN, M., *Price flexibility and price movements in the United States and other Countries*, Bulletin 239, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1941.
46. GRISWOLD, G. et GREENWALD, M., *Studies on the Biology of four common Carpet Beetles - Part. I., The Black Carpet Beetle (Attagenus Piceus Oliv.), The varied Carpet Beetle (Anthrenus Verbasci L.), and the Furniture Carpet Beetle (Anthrenus Vorax Waterh.) - Part. II. The Old-Fashioned Carpet Beetle (Anthrenus Scrophulariae L.)*, Bulletin 240, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, décembre 1941.
47. REUTHER, W., *Studies concerning the supply of available Potassium in certain New York Orchard Soils*, Bulletin 241, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, décembre 1941.
48. VAN DER MERWE, CL., *Effects of currency depreciation on Prices, Production and Foreign Trade, 1929 to 1937*, Bulletin 242, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, avril 1942.
49. ASDELL, S. - FINCHER, M. - SMITH, S. - ELLIOTT, F., *A controlled attempt to restore Fertility in Dairy Cattle by treatment with Gonadic and Gonadotropic Hormones*, Bulletin 243, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mai 1942.
50. SCHOLES, J. et HUTT, F., *The relationship between body temperature and genetic resistance to Salmonella Pullorum in the Fowl*, Bulletin 244, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1942.

51. GRIFFITHS, A., *The viability of Lettuce Seed; A Physiological and Microchemical Study*, Bulletin 245, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1942.
52. LORENZ, O., *Internal Breakdown of Table Beets*, Bulletin 246, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1942.
53. EATON, TH. et CHANDLER, R. (Jr), *The Fauna of forest-humus layers in New York*, Bulletin 247, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, août 1942.
54. NIELSEN, L., *Studies with Silver Compounds and Mixtures as Fungicidal Sprays*, Bulletin 248, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, novembre 1942.
55. WILLET, E. et SALISBURY, G., *The effect of various Diluters, Cooling Rate, Temperature of Storage, and some other factors, on the Livability of Spermatozoa in stored samples of Bull Semen*, Bulletin 249, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, novembre 1942.
56. J. DJORN SKAPTASON, *Studies on the Bacterial Ring-Rot Disease of Potatoes*, Bulletin 250, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, février 1943.
57. LUCAS, H. - LOOSLI, J. - MAYNARD, L., *A Study of the effect of Dietary Fat and Fat-Soluble Vitamins upon Milk and Fat secretion*, Bulletin 251, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1943.
58. BIZZELL, J., *Lysimeter Experiments - V - Comparative effects of Ammonium Sulfate and Sodium Nitrate on removal of Nitrogen and Calcium from the Soil*, Bulletin 252, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1943.
59. WILSON, J., *Nitrous acid and the Loss of Nitrogen*, Bulletin 253, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, octobre 1943.
60. BUTT, F., *Comparative Study of Mouth parts of representative Hemiptera-Homoptera*, Bulletin 254, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, novembre 1943.
61. BENNETT, K., *Factors that affect Prices of Feedstuffs in New York State*, Bulletin 255, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mars, 1944.

62. BIZZELL, J., *Lysimeter Experiments - VI - The Effects of Cropping and Fertilization of the Losses of Nitrogen from the Soil*, Bulletin 256, Cornell University Experiment Station, Ithaca, New York, mars 1944.
63. DUANE ISELY, A. *Study of Conditions that affect the Germination of Scirpus Seeds*, Bulletin 257, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca New York, mars 1944.
64. MC DANIELS, E. et COWART, F., *The Development and Structure of the Apple Leaf*, Bulletin 258, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mars 1944.
65. MYERS, C. et FISHER, W., *Experimental Methods in Cabbage breeding and Seed Production*, Bulletin 259, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mars 1944.
66. MC DONALD, H., *Birdsfoot Trefoil (Lotus corniculatus L.). Its Characteristics and Potentialities as a Forage Legume*, Bulletin 261, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mai 1946.
67. GRISWOLD, GR., *Studies on the Biology of the Webbing Clothes Moth (Tineola Bisselliella Hum.)*, Bulletin 262, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, juin 1944.
68. NIEDERHAUSER, J., *The Rust of Greenhouse-grown Spearmint and its control*, Bulletin 263, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mars 1945.
69. CLAUSEN, R., *A Botanical Study of the Yam Beans (Pachyrrhizus)*, Bulletin 264, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, novembre 1944.
70. LOOSLI, J. - MAYNARD, L. - LUCAS, H., *IV. Further Studies of the Influence of different levels of Fat intake upon Milk Secretion*, Bulletin 265, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, octobre 1944.
71. BUTT, F., *External Morphology of Amphimallon Majalis (Razoumowski) (Coleoptera, the European Chafer)*, Bulletin 266, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, décembre 1944.
72. WILSON, J., *The Symbiotic Performance of Isolates from Soybean with Species of Crotalaria and certain other plants*, Bulletin 267, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mars 1945.

73. COCHRANE, V., *The Common Leaf Rust of cultivated Roses, caused by Phragmidium Mucronatum (Fr.) Schlecht*, Bulletin 268, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mars 1945.
74. DIETRICH, H., *The Elateridae of New York State*, Bulletin 269, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mars 1945.
75. BLAUVELT, W., *The Internal Morphology of the Common Red Spider Mite (Tetranychus Linn.)*, Bulletin 270, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, octobre 1945.
76. WILSON, J., *Destruction of certain Vitamins and pigments by Nitrous Acid*, Bulletin 271, Cornell University Agricultural Experiment Station, Ithaca, New York, mars 1945.
77. ANDERSON, A., *Geology of the Lead-Silver Deposits of the Clark Fork District*, Bonner County, Idaho, Geological Survey Bulletin 944-B, Washington, 1947.
78. GOLDICH, S. - BERGQUIST, H., *Aluminous Lateritic soil of the Sierra de Bahoruco Area Dominican Republic, W.I.*, Geological Survey Bulletin 953-C, Washington, 1947.
79. ERDMANN, C., *Geology of Dam Sites on the Upper Tributaries of the Columbia River in Idaho and Montana*, Part. 3; *Miscellaneous Dam Sites on the Flathead River Upstream from Columbia Falls, Montana*, Geological Survey Water-Supply Paper 866-C, Washington, 1947.
80. GARDNER, J., *The Molluscan Fauna of the Alum Bluff Group of Florida - Part VIII. Ctenobranchia (Remainder), Aspidobranchia and Scaphopoda*, Geological Survey Professional Paper 142-H, Washington, 1947.
81. CUSHMAN, J. et PARKER, F., *Bulinima and related Foraminiferal Genera*, Geological Survey Professional Paper 210-D, Washington, 1947.
82. LLOYD W. STEPHENSON, *New Upper Cretaceous Fossils from Mississippi and Texas*, Part I. *Fossils from two deep wells in Mississippi*, Part 2. *A Venericardia from Uvalde County, Texas*, Geological Survey Professional Paper 210-E, Washington, 1947.
83. STANTON, T., *Studies of some Gomanche Pelecypods and Gastropods*, Geological Survey Professional Paper 211, Washington, 1947.
84. REESIDE, J. (Jr), *Upper Cretaceous Ammonites from Haiti*, Geological Survey Professional Paper 214-A, Washington, 1947.
85. LAUFER, B., *The Giraffe in History and Art*, Anthropology Leaflet 27, Field Museum of Natural History, Chicago, 1928.

86. LAUFER, B. - HAMBLY, W. - LINTON, R., *Tobacco and its Use in Africa*, Anthropology Leaflet 29, Field Museum of Natural History, Chicago, 1930.
87. BESAIRIE, H., *Carte géologique de la Côte française des Somalis à l'échelle du 1-500.000. Notice Explicative*, Office de la Recherche scientifique coloniale, Paris, 1946.
88. BESAIRIE, H., *La Géologie de Madagascar en 1946*, Annales géologiques du Service des Mines, fascicule n° XII, Paris, 1946.
89. BEIJER, J., *Het « Spouwen » der Hyacinthen*, Mededelingen van de Landbouwhogeschool, deel 48, Verhandeling 5, Wageningen, 1947.
90. WELLENSIEK, S.-J., *Rational Methods for breeding Cross-Fertilizers*, Mededelingen van de Landbouwhogeschool, deel 48, Verhandeling 7, Wageningen, 1947.
91. BEEKMAN, H., *Boschbeschadegingen en Boschbescherming in Indonesië*, Publicatie n° 30, Fonds Landbouw Exportbureau 1916-1918, Wageningen, 1947.
92. *The Agricultural Situation in the United States*, vol. CXVII, n° 206, The Annals of the American Academy of Political and Social Science, Philadelphia, janvier 1925.
93. *The United Nations at Work : Basic Documents*, World Peace Foundation, Boston, mars 1947.
94. STEFANSSON, W., *The Arctic in Fact and Fable*, Headline Series n° 51, Foreign Policy Association, New York, mars-avril 1945.
95. NEWTON HENRY BLACK, *Laboratory Experiments in Elementary Physics*, The Mac Millan Company, New York, 1939.
96. *Chemistry in Medicine*, The Chemical Foundation, Inc. New York, 1928.
97. BIESTER, A. et LEICHSENRING, J., *Nutrition and the Family's Food*, Agricultural Experiment Station, University of Minnesota, 1946.
98. *Vitamin Studies on Lima Beans*, Bulletin n° 5, Southern Cooperative Series, mai 1946.
99. BRAUN, E., *Coming economic Events in the Marketing of California Fruits and Vegetables*, The Bulletin, vol. XXXV, n° 1, Department of Agriculture, Sacramento, California, janvier, février et mars 1946.
100. HAMILTON, S., *Profitable Turkey Management*, 6th Edition, The Beacon Milling Co., Inc., Cayuga, New York, 1946.
101. MAC. CARSLAW, G., *Four Years' Farming in East Anglia, 1923-1927*, Farm Economics Branch Report, n° 12, University of Cambridge, Department of Agriculture, Cambridge, 1929.

102. *Doctors for America*, Yale University, New Haven, mars 1939.
103. HUNNICUTT, J., *Agriculture for the Common Schools*, The Cultivator Publishing Company, 1903, Louisville.
104. HARRIS, J.-A., *The Physico-Chemical Properties of Plant Saps in relation to Phytogeography - Data on Native Vegetation in its natural environment*, University of Minnesota, Minneapolis, 1934.
105. FRASER, S., *American Fruits, Their Propagation, Cultivation, Harvesting and Distribution*, Orange Judd Publishing Co., Inc.
106. *Land Use Regulation in Soil Conservation Districts*, SCS MP-29, U. S. Departments of Agriculture Soil Conservation Service, janvier 1947.
107. MRAK, E. et LONG, J., *Methods and Equipment for the Sun-drying of Fruits*, Circular 350, University of California, College of Agriculture, Agricultural Experiment Station, Berkeley, California, novembre 1941.
108. *Structural Pest Control Act of California and Extracts from the Government Code, Code of Civil Procedure, Business and Professions code, and Rules of the Structural Pest Control Board, Structural Pest Control Board*, Department of Professional and Vocational Standard, Los Angeles, California, 1945.
109. *Unesco and You*, Publication 2.904, United States National Commission for UNESCO, Department of State, Washington, septembre 1947.
110. *Marketing Agreement for Poultry Improvement in California*, Department of Agriculture, Bureau of Markets, State of California, mai 1945.
111. *Laws relating to Flammable Fabrics (extracted from the Health and Safety Code)*, San Francisco, 1945.
112. GODFREY, E., *Take care of your Teeth*, Circular 263, General Extension Service University of New Hampshire, Durham, août 1944.

Les remerciements d'usage sont adressés aux donateurs. Aan de schenkers worden de gebruikelijke dankbetuigingen toegezonden.

La séance est levée à 16 heures.

L'étude des propriétés particulières des sols fait l'objet que naturel

R. Bouillenne et P. Fourmarier. — A propos de l'évolution des sols dans les régions tropicales.

La portion superficielle de l'écorce terrestre colonisée par la végétation est réduite à une mince pellicule d'une épaisseur variant de quelques centimètres à trois ou quatre mètres. Le sol ainsi défini constitue la portion basale de la biosphère, la portion aérienne étant l'étroite zone atmosphérique dans laquelle les êtres vivants se maintiennent. Les plantes y trouvent les conditions indispensables à leur vie; les feuilles vertes étalées à la lumière du soleil réalisent la photosynthèse des sucres; les biosynthèses végétales élaborent les corps organiques dont le règne zoologique et l'humanité dépendent exclusivement.

La composition et la structure de la pellicule qui couvre la surface des continents et dans laquelle les racines des plantes s'enfoncent sollicitent de plus en plus l'intérêt des chercheurs. Parce que le sol se dégrade et devient stérile, de très réelles appréhensions se font jour quant à l'avenir des installations humaines dont les habitants augmentent en nombre de quelque vingt millions par an.

La vitesse avec laquelle se produit cette dégradation est impressionnante; dans certains pays, elle s'accomplit dans l'espace d'une seule génération; elle apparaît comme un phénomène contemporain; elle présente des stades successifs marquant les étapes de la sénescence des sols; l'ultime étape paraît bien être, soit la formation des *sables désertiques*, soit la *latéritisation dans les régions inter-tropicales*. Dans ces deux cas, la stérilité est complète et entraîne la disparition de toute végétation, tant cultivée que naturelle.

L'étude des propriétés particulières des sols fait l'objet

des travaux de Pédologie. Au Congo, cette science a pris une place importante à la suite de la mission de notre confrère le chanoine J. Baeyens et de son remarquable exposé : « Les sols de l'Afrique centrale, spécialement au Congo belge » (1). Elle y a comme objectif principal la recherche des normes de fertilité en vue des exploitations agricoles, vivrières, ou industrielles.

On comprend que le rendement des cultures intéresse les pédologues au premier chef et que la détermination des facteurs édaphiques favorables constitue l'un des travaux parmi les plus urgents à accomplir dans la Colonie. Mais le fait que la fertilité des sols cultivés régresse de manière continue et profonde et que les groupements végétaux qui recolonisent les champs abandonnés ou qui font partie de la couverture végétale naturelle sont en voie d'appauvrissement, nous engage à envisager ici le problème de leur dégradation et en tout premier lieu celui de la latéritisation.

Nous n'avons pas l'intention ni la prétention de résoudre entièrement, dans cette note, une question aussi difficile et discutée que la latéritisation. Nous voudrions exposer simplement les points de vue concertés d'un géologue et d'un botaniste et nous osons espérer que ces considérations seront utiles aux études sur l'origine de la latérite, qui à l'heure actuelle préoccupe autant les économistes que les naturalistes et les agronomes.

QUELLES SONT LES CAUSES DES PHÉNOMÈNES GÉNÉRAUX D'ALTÉRATION DES SOLS ?

Elles sont controversées, mais il est un point incontestable : c'est qu'à l'heure actuelle elles agissent sans qu'on puisse en rendre responsables des changements importants de climat.

(1) J. BAEYENS, Les sols de l'Afrique centrale (*Public. de l'I.N.E.A.C.* Duculot, Gembloux, 1938).

En ce qui concerne la latérite, par exemple, certains auteurs, comme Erhart, Scaëtta, Robert, etc., considèrent qu'elle prend toujours naissance sous la forêt dense tropicale, c'est-à-dire que, selon eux, la première phase de la latéritisation se fait sous la forêt, dans un climat chaud et humide, et que, dans une deuxième phase, il y a disparition de la forêt et établissement d'une prairie sous un climat à saison sèche.

D'autres auteurs, surtout les naturalistes et les pédologues-agronomes, mettent l'accent sur les transformations dues au défrichement, résultant des méthodes de culture inadéquates et aboutissant à une dénudation qui désorganise les sols et l'économie hydrique sur de vastes territoires (E. De Wildeman, Aug. Chevalier, H. Humbert, A. Aubreville).

Un de nous a exposé cette manière de voir en 1943 ⁽¹⁾. Également J. P. Harroy dans « Afrique, Terre qui meurt, 1944 ».

Pour les uns, la latéritisation est un phénomène d'*altération spontanée*, propre aux régions tropicales, affectant une roche du sous-sol et plus ou moins ralenti par la végétation.

Pour les autres, elle est le résultat de la décadence actuelle du règne végétal, fait constaté partout à la surface du globe et dont l'homme est responsable, qu'il s'agisse de l'altération des sols cultivés ou de la régression de la couverture végétale naturelle. Elle serait essentiellement un phénomène *superficiel*, se produisant dans le sol, provoqué par l'homme et résultant de la dégradation de la végétation de couverture.

Avant d'exposer notre point de vue, il nous paraît opportun de rappeler la configuration de la pellicule du sol, d'après les conceptions actuelles qui attribuent aux

(1) R. BOUILLENNE, Ne compromettons pas l'équilibre des forces naturelles (*Trav. du Centre d'Étude des Eaux*, Liège, II, 1943).

caractères physico-chimiques des colloïdes du sol le rôle principal dans la structure de celui-ci, dans sa stabilité et sa fertilité.

CONFIGURATION DE LA PELLICULE DU SOL.

Nous considérerons ici uniquement la zone du sol se trouvant au-dessus de la nappe aquifère. Cette couche repose sur les terrains géologiques; elle est un ensemble d'éléments complexes. Dans une certaine mesure, elle varie selon les endroits. Mais, en gros, elle se présente avec une impressionnante constance partout où elle est recouverte par une végétation normale. Les racines rencontrent en Belgique, comme au Congo, un substratum de matières solides fait de cailloux, de sable, d'argile et d'humus. Ce substratum est pénétré par l'eau météorique et s'imprègne des éléments solubles qui sont libérés soit des roches cristallines, soit des roches sédimentaires et qui ne sont généralement entraînés que très lentement vers les cours d'eau. Cette relative stabilité de la composition des sols provient du fait que l'argile (les silicates) et l'humus se présentent sous une forme colloïdale déterminée.

Ces colloïdes sont susceptibles de s'imbiber fortement d'eau, ce qui a une très grande importance au point de vue de la fertilité. De plus, ils se combinent avec des sels minéraux qui peuvent, soit les neutraliser entièrement (sols neutres), soit incomplètement (sols acides). Il peut y avoir un excès de bases (sols alcalins) et de sels minéraux divers qui sont adsorbés.

Les colloïdes enrobent les particules solides, cailloux, grains de sable, fragments végétaux non encore dégradés (paille). Lorsqu'ils sont saturés d'eau, ils permettent l'existence d'eau libre qui peut se présenter sous forme de minces lames tapissant les particules ou bien qui remplit plus ou moins complètement les espaces libres de

la masse. Des techniques appropriées apprécient ces diverses données et expriment la capacité en eau, la disponibilité en eau, la teneur en eau du sol, l'humidité critique, etc. De l'air existe dans les lacunes, que l'on peut également mesurer.

En somme, les caractéristiques essentielles du sol vis-à-vis de la végétation viennent de ses propriétés colloïdales.

La nature et les concentrations relatives des substances chimiques adsorbées dans les colloïdes ou se dissolvant dans l'eau peuvent différer, non seulement d'après la situation géographique du terrain et la nature géologique du sous-sol, d'après les types de végétation de couverture, le climat actuel, etc., mais aussi d'après les événements antérieurs, climatologiques, géographiques, biologiques.

Il est inutile de rappeler l'influence des climats sur l'évolution des sols. Elle se marque de manière suffisamment nette pour qu'on en ait pu établir des catégories (classification climatologique).

Enfin, à l'état naturel, les animaux fousseurs entretiennent l'aération du terrain; ils réalisent le brassage des éléments de la masse; ils ramènent vers la surface les matériaux des couches plus profondes et produisent ainsi le recouvrement des matières humiques superficielles.

D'innombrables microorganismes : Bactéries, Algues, Protozoaires, Champignons, procèdent à la minéralisation des matières organiques animales et végétales. Ils prennent une grande part dans le maintien automatique de la fertilité, grâce aux phénomènes de restitution chimique et colloïdale qu'ils réalisent. Bref, le sol ajoute à ses éléments colloïdaux la propriété d'être une sorte d'entité vivante : les microorganismes et les végétaux supérieurs sont le siège de nombreuses activités biologiques équilibrées. Ils sont une source très considérable de CO_2 qui se dégage du sol tant qu'ils sont en vie.

Nous pouvons résumer schématiquement la constitution de la pellicule arable comme suit : un squelette formé par un ensemble de particules solides, de tailles diverses, recouvertes d'une gangue de substances colloïdales, imbibées d'eau et plus ou moins saturées de sels solubles. Ces petites masses laissent entre elles des espaces plus ou moins grands dans lesquels circulent l'eau, les matières dissoutes et l'air. D'ordinaire, une mince pellicule d'eau libre enveloppe chaque grain; elle a les propriétés des lames liquides minces; elle tient en solution les substances minérales du sol. (Voir fig. 1.)

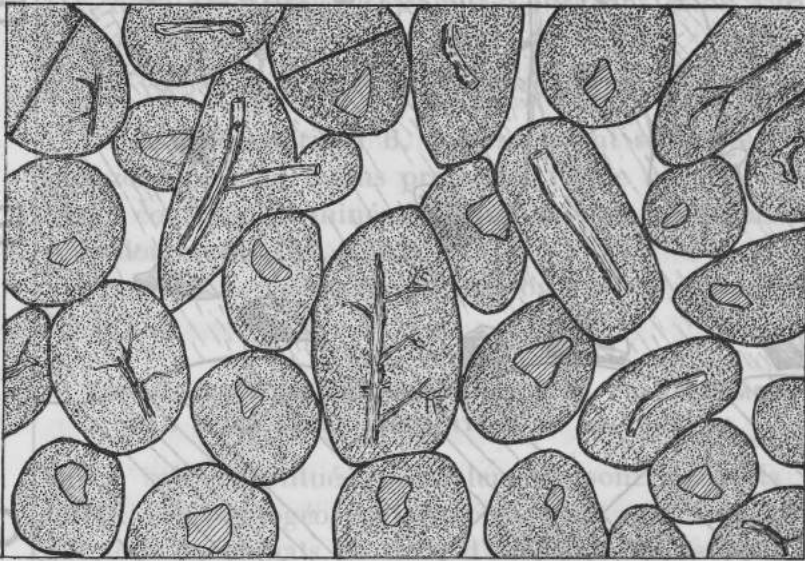


FIG. 1.

Les constituants du sol : 1° sable et paille; 2° colloïdes; 3° eau et substances dissoutes; 4° air; 5° êtres vivants, peuvent se trouver en quantités variables. Les proportions de ces constituants déterminent dans une certaine mesure la stabilité et la fertilité du sol.

Considérés du point de vue pédologique, les sols ne

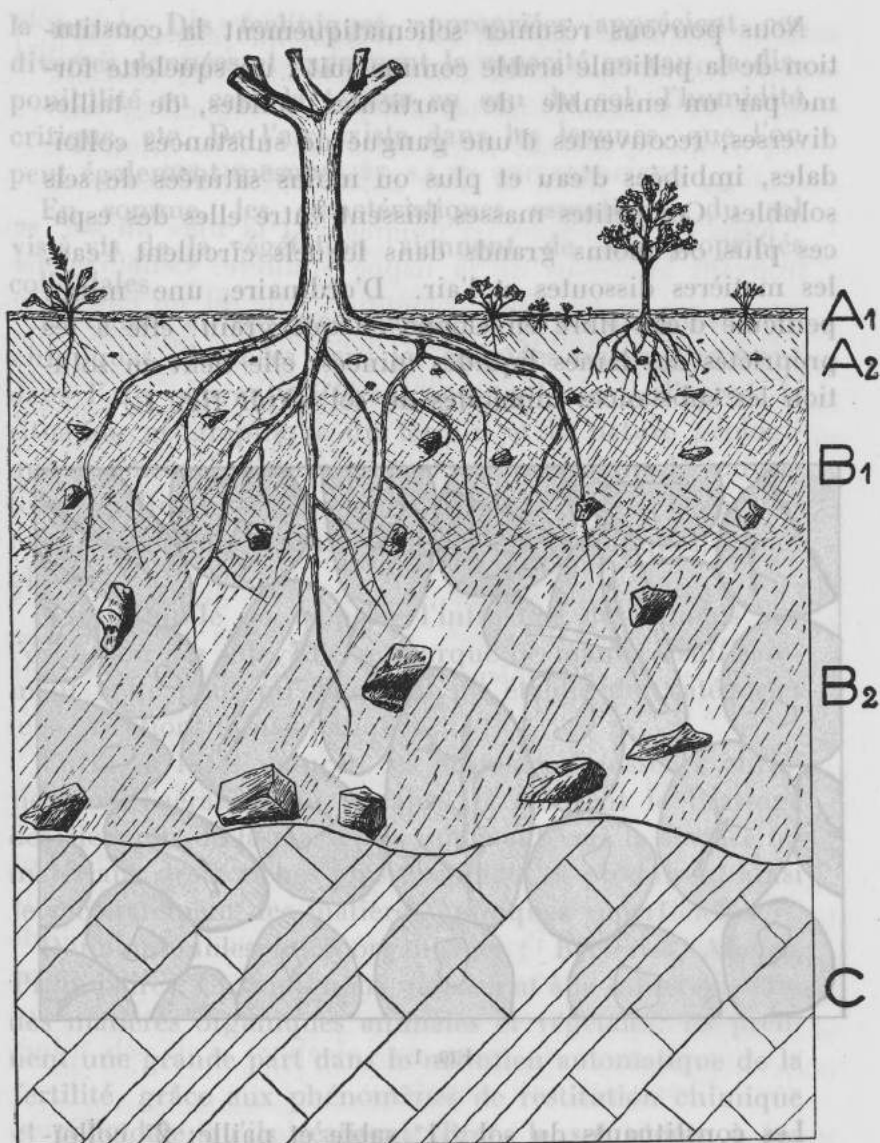


FIG. 2.

sont pas complètement l'expression du sous-sol géologique, même pour des sols autochtones (sol éluvial). A plus forte raison, ne le sont-ils pas quand ils ont été constitués d'éléments transportés par le courant des rivières (sol alluvial) ou par le ruissellement (sol colluvial). Dans tous les cas, le rôle de la couverture végétale est indiscutable tant du point de vue chimique que physique. Cette action est même prépondérante dans les deux assises de l'horizon A que l'on distingue généralement dans le profil :

A¹ : Assise en contact avec l'air, où vivent les parties aériennes des plantes, rhizomes, bourgeons et où s'accumulent les feuilles mortes, etc...

A² : Assise plus profonde, colonisée par les racines.

Tandis que l'horizon B, correspondant selon les cas à une zone plus ou moins profonde, forme une transition où les constituants minéralogiques deviennent de plus en plus dominants (B1 et B2).

L'horizon C, est le terrain géologique en place. (Voir fig 2.)

**LA PELLICULE DU SOL COMMENCE A SE TRANSFORMER
PAR SUITE DE LA DISPARITION DE LA FORÊT (1).**

Les sols constitués normalement sont couverts de forêts. Les phytogéographes considèrent que, sous presque tous les climats, le stade d'équilibre des associations végétales est le facies forestier. Comme les géographes, ils retrouvent, même dans des régions typiquement désertiques telles que le Sahara, les indications irréfutables qu'il y avait de larges et profondes vallées où coulaient des eaux abondantes. Ils y découvrent en maints endroits, sous d'épaisses couches de sable, les restes de forêts qui,

(1) Soit par des causes naturelles, soit par défrichement.

il n'y a pas cinq siècles, colonisaient de vastes espaces. (A. Chevalier, 1942.)

C'est surtout l'Agriculture qui est responsable de la diminution progressive des surfaces occupées par la forêt. Elle met à profit les humus forestiers fertiles. Mais, comme on sait, l'appauvrissement du sol est rapide et les champs sont abandonnées au bout de peu d'années, parce qu'ils deviennent improductifs. Jusqu'à présent, ce n'est que dans une petite partie du monde que l'on restitue, sous forme d'engrais, les éléments qui ont été enlevés avec les récoltes. Ailleurs, on procède à un nouveau défrichement qui conquiert sur la forêt les humus vierges indispensables.

En l'absence de pratiques de restitution aux terrains cultivés par voie d'engrais ou par voies naturelles, l'épuisement du sol se présente de plusieurs manières :

A. Dans les régions tempérées, il est relativement lent; il correspond principalement à la diminution des sels minéraux disponibles et des oligoéléments. Il n'est pas accompagné des phénomènes de désorganisation de la structure du terrain.

B. Dans les pays tropicaux, la situation n'est pas la même, non seulement à cause du climat, mais aussi parce que l'abandon de la culture s'accompagne de certaines pratiques désastreuses.

Si les territoires défrichés et temporairement cultivés étaient laissés à eux-mêmes, la forêt reprendrait pied, se reconstituerait au bout d'un certain temps et, par des phénomènes de restitution, le sol reprendrait peu à peu sa constitution de départ.

Les premiers stades de recolonisation sont des groupements herbacés. Ceux-ci, pouvant être utilisés comme pâture, déterminent chez l'indigène la volonté de les

maintenir tels. De sorte que les besoins de l'économie pastorale fixée rendent nécessaire d'empêcher la régénération de la forêt et tentent de maintenir ouverts les espaces à Graminées. C'est au feu que l'on fait appel. Il en résulte, lorsque l'action du feu est régulière, une ségrégation des espèces; disparition d'un grand nombre de Graminées utiles qui laissent la place à un petit nombre de plantes pyrophytes souvent impropres à la pâture.

La couverture végétale s'appauvrit donc; elle devient moins épaisse, moins serrée; des espaces vides apparaissent entre les touffes et, surtout s'il y a excès de pâturage, le sol est mis à nu sur de vastes surfaces. Cette évolution régressive est généralement hâtée par l'altération progressive du sol lui-même, altération de structure déclanchée dès les premières étapes de la dénudation.

Le défrichement de la forêt naturelle, suivi de pratiques agricoles dans lesquelles l'homme intervient successivement par la culture, la pâture et le feu, aboutit à une dénudation presque complète du sol.

CONSEQUENCES DE LA DÉNUDATION DU SOL.

La dénudation volontaire et provisoire par abatage de la forêt en vue d'une plantation est donc suivie d'une dénudation involontaire et profonde par suite de l'appauvrissement des groupements végétaux qui, s'étant installés sur les emplacements des cultures abandonnées après épuisement de certains de leurs facteurs de fertilité, résistent mal au feu et à la pâture.

Cette résistance est d'autant moins efficace que le sol subit parallèlement des transformations importantes dont la végétation est la première à souffrir et dont nous allons essayer de rendre compte.

Lorsque le sol est dénudé pendant une grande partie de l'année, il subit directement dans toute sa violence,

surtout sous les tropiques, l'action des facteurs climatiques. Cette situation menace d'ailleurs également les terrains excessivement cultivés.

Le dommage le plus évident est l'érosion. Nous ne nous attarderons pas à propos de ce phénomène qui a été décrit abondamment. Nous dirons seulement qu'il y a d'abord une forme d'érosion qui se produit par décapage des couches minces de la surface du sol, glissement d'eau chargée des éléments du terreau qui viennent s'accumuler dans les parties déprimées du modelé géographique. D'un côté, on constate une privation de matières d'autant plus forte que la végétation est plus rare; de l'autre, dans les parties colmatées, une accumulation de lits argileux minces et compacts dans lesquels les végétaux meurent par asphyxie. On peut en trouver des exemples partout sous les tropiques, aussi bien au Brésil que dans les Indes et au Congo. A. Aubreville en signale en Afrique occidentale française.

Il y a aussi l'érosion par ravinement, où l'on voit des chenaux se former et se creuser aussitôt après la destruction de la forêt; ils font subir au modelé du pays des changements rapides qui peuvent même provoquer un abaissement de la nappe aquifère si leur profondeur est suffisante. Nous connaissons tous des exemples plus ou moins dramatiques de cette érosion en rapport avec des crues torrentielles qui va jusqu'à ravager des régions entières.

Le point que nous allons traiter en détail, à cause de sa répercussion sur la composition même du sol, est le *lessivage*. Nous entendons par là l'action de l'eau en mouvement. Cette eau peut être celle en voie de ruissellement; elle peut être aussi celle qui pénètre dans la terre sous l'action de la pesanteur. Elle entraîne les sels minéraux solubles qui sont les uns dissous dans l'eau libre du terrain et les autres adsorbés dans les colloïdes. Ces

derniers disparaissent par diffusion assez lentement, mais un phénomène d'altération intéressant les colloïdes eux-mêmes vient hâter leur élimination.

ALTÉRATION DES COLLOÏDES DU SOL.

Les colloïdes du sol sont l'argile et l'humus.

L'argile, c'est-à-dire les silicates composés d'alumine, de fer, etc..., se présente comme un suspensoïde électro-négatif; il peut exister sous forme d'hydrogel colloïdal ou d'hydrosol colloïdal.

L'humus (acides humiques complexes) est un émulsioïde organique complexe électro-négatif; il peut aussi se présenter sous les deux phases d'hydrogel ou d'hydrosol; sa composition chimique n'est pas encore complètement élucidée. Il semble qu'il dérive de la lignine qui imprègne les membranes cellululosiques végétales dans le bois et les tissus lignifiés (1).

Dans un sol normal, pourvu d'électrolytes, les colloïdes argileux sont sous forme d'hydrogels plus ou moins stables.

Quand les électrolytes disparaissent par lessivage météorique, les hydrogels deviennent des hydrosols; ils perdent leur consistance et peuvent être entraînés par le ruissellement.

Les colloïdes d'acides humiques se présentent sous forme d'hydrogel par l'action d'ions polyvalents (Ca^{++}) et contribuent comme tels à la stabilité de la masse. Dans ce cas, on sait qu'ils interviennent pour faciliter la coagulation des colloïdes aluminiques et ferriques sous forme de gels. Quand ils sont privés de ces ions, ils passent à l'état d'hydrosols et sont enlevés facilement par les eaux.

(1) Les données actuelles sur la composition de l'humus, en général, le représentent comme un complexe à caractère ampholytique bien marqué, constitué de 40-50 % de lignine et de 30-35 % de protéines.

Qu'il s'agisse de suspensoïde comme l'argile ou d'émulsoïde comme l'humus, les micelles peuvent se trouver dans un état physique tel qu'elles s'imbibent d'eau et gonflent, augmentant plus ou moins considérablement de volume.

C'est en présence de sels minéraux en concentrations déterminées et à des pH appropriés qu'elles ont cette propriété. Elles constituent ainsi un hydrogel dans lequel chacune des micelles occupe un grand volume et manifeste une très forte attraction pour l'eau ⁽¹⁾. Les micelles forment dans ce cas une phase continue et l'eau constitue la phase discontinue. La dessiccation de la masse ne peut se faire que très lentement et la récupération d'eau est intense, même contre des gradients de pression considérable.

D'un autre côté, en l'absence de sels minéraux dans le sol et à certains pH, les micelles ne présentent pas les phénomènes d'imbibition. L'eau est la phase continue tandis que les micelles séparées forment la phase dispersée.

A. — **Changement de phases.**

Le passage de l'état d'hydrogel fertile — stabilisateur de la réserve d'eau et de sels minéraux — vers l'état d'hydrosol se produit dans la nature. Ce phénomène est réversible. Tout facteur capable de modifier la viscosité, les propriétés d'imbibition, de plasticité, de cohésion des colloïdes peut opérer les changements d'état dans un sens ou dans l'autre.

Le lessivage et l'élimination des sels minéraux produisent le changement de phases des colloïdes dont les micelles se désagrègent. Elles sont entraînées vers les

(1) Le gonflement des micelles colloïdales est variable selon la nature des cations fixés. Les conditions d'humidité du sol en dépendent donc également. (Sékara).

rivières ou bien aussi, dans certains cas, en profondeur. Le phénomène consiste en une élimination de colloïdes, une *décolloïdisation*.

B. — Élimination des hydrosols.

La « décolloïdisation », par passage de la phase hydrogel à la phase hydrosol, intéresse aussi bien les argiles que les humus. Les hydrosols d'acides siliciques, les hydrates de fer et d'alumine sont ainsi dispersés en particules extrêmement fines. Elles peuvent remplir les capillaires du sol, le rendant imperméable à l'air et à l'eau, si bien que l'on peut avoir un sol couvert d'eau pendant les saisons pluvieuses, mais où les racines des plantes ne peuvent trouver en profondeur assez d'eau pour une croissance maximum et où l'on aperçoit des manifestations d'asphyxie (Magistad, 1945) ⁽¹⁾. Elles peuvent également être entraînées vers la profondeur au moment de fortes pluies et se rassembler à un certain niveau où elles forment un horizon compact. Cet horizon n'apparaît pas, dans les alluvions du Nord-Annam et du Tonkin, par exemple, où les cours d'eau traversent en amont un grand massif calcaire, car le sol y est régulièrement enrichi par des ions Ca^{++} et Mg^{++} qui empêchent le passage de l'hydrogel floclé à l'hydrosol dispersé (E.-M. Castagnol, 1942) ⁽²⁾.

Pour les acides humiques, la désorganisation du gel colloïdal se produit aussi par une déshydratation des micelles lorsqu'elle est poussée au delà d'un certain seuil. Ils sont par conséquent très sensibles à la sécheresse.

De plus, il faut se rappeler que dans les régions équatoriales à grande forêt, la réserve d'humus est généralement faible; car, sous le couvert de la forêt, la protec-

(1) *Botanical Review*, avril 1945, n° 4, vol. II.

(2) *Le Sol, étude théorique et pratique*, Hanoi, 1942.

tion contre l'ensoleillement et la conservation de l'humidité favorisent beaucoup l'activité microbienne du sol et la destruction complète des débris végétaux.

S'il y a ruissellement, l'élimination de toutes ces particules dispersées d'hydrosols se fait par entraînement sur les pentes dénudées. Elle laisse les couches superficielles du terrain sans argile et sans humus. On ne trouve plus que grains de sable et cailloux.

La faculté de garder l'eau et de se réimbiber est progressivement atténuée; le sol se dessèche aussitôt après la pluie, les particules solides ne sont plus agglomérées. Dans certains cas, elles deviennent, sans plus, indépendantes les unes des autres et sont soulevées en poussières par le vent, au moment des périodes sèches (Chine, Sahara, Middle West américain). Dans d'autres cas, par suite du mouvement d'ascension de l'eau profonde, chargées de certaines substances salines, elles peuvent être cimentées (concrétions de carbonates alcalino-terreux ou concrétions calcaires).

Nous sommes donc en présence de la formation soit de sables désertiques, soit de croûtes (Chernozen) des régions steppiques. Ces formations sont dès lors attribuables à un phénomène de décolloïdisation dû aux conditions qui déterminent un changement de phase des colloïdes et au fait que ceux-ci peuvent être éliminés facilement.

C. — Substitution de colloïdes.

Sous les tropiques, des phénomènes supplémentaires interviennent.

La pellicule du sol, appauvrie en sels et en colloïdes, est dénudée plus ou moins; elle subit directement l'action de la haute température et de l'insolation. De plus, la disparition de la végétation et de la microflore du sol, qui entretiennent normalement une atmosphère riche en CO_2 , crée une alcalinisation progressive des couches superficielles et des couches profondes.

Cette alcalinisation est aussi favorisée par la température élevée qui diminue la solubilité du CO_2 .

Il en résulte que pendant la saison des pluies l'eau alcaline pénètre dans les couches profondes et attaque les roches qui, ainsi que M. Robert l'a très bien décrit dans *Congo physique*, 1942, subissent des processus d'altération hydrolytiques dans lesquels la silice se sépare des hydrates d'Alumine et de Fer. C'est le déplacement du Fer et de l'Alumine qui conditionne ici la différenciation des horizons du profil.

On constate, en outre, une augmentation des carbonates aux dépens des bicarbonates solubles (Fourmarier, 1944).

A présent, nous devons nous demander ce qui se passe au niveau de la roche mère (horizon C) qui est en voie d'altération, sous la pellicule de sol « décollé » ne contenant presque plus, ou plus d'alumino-silicates hydratés et de sesquioxides de Fer. Cette altération ne se produisait pas lorsque le sol superficiel comportait ses colloïdes divers, était couvert de végétaux et avait une réaction acide.

Comme maintenant on se trouve en milieu alcalin, la silice nouvellement libérée et se trouvant dispersée en *hydrosol*, s'élimine rapidement vers la profondeur ou autrement, au cours de la saison des pluies. Il n'entre pas dans nos intentions de préciser ici où les micelles dispersées sont entraînées. D'autre part, pendant la saison sèche, une évaporation intense dessèche la pellicule superficielle et provoque la montée de l'eau profonde. Celle-ci est chargée des hydrates ferrique et aluminique dont nous venons de parler; elle les amène vers le haut avec elle. Ces corps sont abandonnés à la surface. Ils se déposent souvent en des endroits distincts par suite de leur vitesse différente de déplacement.

Nous voudrions attirer spécialement l'attention sur le

fait que ces corps se présentent sous forme colloïdale : *hydrogel* alcalin, avec toutes les propriétés des colloïdes et comme tels fortement imbibables; ils remplacent les silicates et les humus disparus, dans le rôle de rétention de l'eau et des sels nécessaires à l'entretien d'une vie végétale.

A ce stade, le sol n'est pas stérilisé; il peut encore, et pour autant qu'il possède un minimum des éléments minéraux indispensables au maintien des hydrogels et que la dénudation ne soit pas continuée, porter une végétation naturelle stable et même certaines cultures. Il est de coloration rouge due à la prédominance de fer, à l'état de sesquioxyde. Plus la saison sèche sera longue et aride, plus l'action de remontée des éléments par capillarité aura d'importance et plus cet horizon sera voisin de la surface. Il atteint la surface dans beaucoup de terres rouges tropicales au Congo belge, au Brésil et à Java; elles existent en Indochine française, etc... On assimile généralement ces hydrogels colloïdaux à des latérites. A. Chevalier les appelle des latérites jeunes. Chez elles, il y a eu substitution de colloïdes et, dans une mesure variable, pauvreté de la teneur en sels minéraux solubles. Mais les colloïdes rouges qu'elles comportent ne présentent aucune des caractéristiques structurales de la latérite scoriacée ou concrétionnée. Elles sont la phase préparatoire à ce concrétionnement. On pourrait dire qu'elles sont *latéritigènes*. Elles sont menacées très directement de latéritisation si elles subissent une dénudation systématique sous le climat tropical comportant une saison sèche nettement marquée.

D. — Latéritisation.

Les colloïdes aluminiques et ferriques, amenés en surface par le jeu de l'évaporation, continuent à y parvenir de la profondeur où ils se forment par altération hydro-

lique de la roche en place ⁽¹⁾. La silice étant éliminée régulièrement, le rapport $\frac{\text{Si O}_2}{\text{R}^2 \text{O}_3}$ est toujours < 2 ⁽²⁾.

Les hydrates subissent des phénomènes d'altération dans leur structure, dès que la couverture végétale devient insuffisante.

Le lessivage progressif des sels minéraux en surface pourrait les faire passer de la phase hydrogel à la phase hydrosol et les entraîner avec le ruissellement, mais les conditions rencontrées superficiellement à ce stade d'évolution du terrain dénudé provoquent la *précipitation* et la *déshydratation* de ces colloïdes. Les causes semblent être la forte alcalinité, la chaleur, la sécheresse, etc... Il en résulte la formation d'une cuirasse latéritique (latérite scoriacée).

L'état colloïdal est irrévocablement détruit par cette déshydratation. Le précipité ou flocculat n'a plus aucune des propriétés des gels : imbibition, plasticité, élasticité, adsorption, etc. Il cimenter irrévocablement les particules solides du terrain en une croûte qui, lorsqu'elle s'étend sur de vastes espaces, a l'aspect typique de la carapace latéritique des *Bove*, décrits par Aubreville en A.O.F., ou encore des *Pembélés* de l'Uele. La végétation y est classiquement très réduite.

Ces concrétions constituent le stade final d'un phénomène qui a commencé par l'élimination progressive des colloïdes siliceux et par la précipitation des hydrates colloïdaux de fer et d'aluminium.

(1) Evidemment, pour autant que la roche-mère en contienne les éléments et aussi que la couche de terre en contact avec celle-ci permette une constante remontée d'eau par capillarité.

(2) Il conviendrait pourtant d'être fixé sur l'établissement de ce rapport. Celui-ci, en effet, peut être calculé, soit moléculairement, soit pondéralement, et il n'est pas indifférent que ce rapport soit exprimé de l'une ou de l'autre manière, car le quotient en acquiert une signification différente quant à l'état de dégradation d'un sol et d'élimination de la silice.

Il ne peut plus être ici question de coagulation de ces colloïdes sous forme de gel; il s'agit indiscutablement de la destruction définitive de toute propriété colloïdale.

En Belgique, nous connaissons un exemple semblable: la tourbe, qui, sous forme d'hydrogel dans la tourbière, absorbe 600 fois son poids d'eau, devient dure, friable et perd son pouvoir de réimbibition quand elle subit l'insolation directe et une dessiccation poussée au delà d'un certain point de déshydratation.

DISCUSSION.

Cet exposé nous amène à formuler l'hypothèse suivante :

La latéritisation est un phénomène superficiel de sol dénudé sous les tropiques. Elle est due à un processus d'altération interne du profil. Elle intéresse, en plusieurs phases, les colloïdes du sol et aboutit à la perte de toutes leurs propriétés colloïdales.

Le corollaire de ce point de vue est que la latéritisation est impossible sous la forêt, car celle-ci entretient une atmosphère riche en CO_2 ; elle renouvelle continuellement les humus; elle ne permet pas l'échauffement considérable du terrain qui favoriserait la destruction des colloïdes aluminique et ferrique par précipitation ⁽¹⁾; elle atténue les effets de la dessiccation due à la saison sèche et par sa présence réagit sur le climat local. Enfin, elle arrête le ruissellement et le lessivage.

Bref, elle ne réalise aucune des conditions physico-chimiques qui détruisent les propriétés colloïdales réversibles d'un sol, qui permettent l'élimination de la silice et qui provoquent irréversiblement le concrétionnement des hydrates aluminique et ferrique.

(1) La température du sol sous forêt est d'une constance remarquable. Les écarts à Bambesa, par exemple, en pleine saison sèche ne dépassent pas 4° C pour une moyenne voisine de 23° C (J. MOUREAU).

Comme le dit très bien A. Chevalier, le sol rouge perméable des terres équatoriales peut porter la forêt pendant des millions d'années; elle n'emprunte que peu de chose au sol et vit pour ainsi dire sur elle-même ⁽¹⁾.

Chevalier appelle ces terres rouges « latérites jeunes ou adultes », réservant l'utilisation des termes « latérite scoriacée » à l'état statique d'un concrétionnement bien défini, conforme à l'étymologie du mot *later*.

Ces terres rouges, fertiles, perméables, imbibées d'eau, comportent des colloïdes et ne peuvent être comparées à la cuirasse latéritique formée par suite de la dénudation du sol.

Nous sommes d'accord avec la plupart des auteurs qui précisent, comme Scaëtta l'a fait ⁽²⁾, « qu'une roche quelconque étant le point de départ, on aboutit rapidement en des temps historiques, et invariablement, à une seule et unique néo-roche : la *latérite sensu stricto (scoriacée)* ». Mais, nous ne pensons pas qu'une roche puisse être comparée à un sol forestier. Le sol forestier a acquis progressivement pendant de longues périodes les complexes d'origine biologique qui en font l'entité que nous avons décrite. Ainsi constitué, il reste équilibré avec sa végétation. Aussitôt que celle-ci disparaît, il perd ses complexes protecteurs et ce n'est qu'à ce moment qu'il se présente devant les phénomènes d'altération tropicale comme une roche, et permet de plus l'attaque du sous-sol géologique profond.

Dans tous les cas, nous estimons que le phénomène de formation de carapace latéritique ne se produit pas tant qu'il y a couverture forestière stable.

Cependant, il existe au Congo, sous la forêt primaire, des dalles rocheuses dont la texture est identique à celle

(1) *Revue générale de Botanique appliquée et d'Agriculture tropicale*, 1948, p. 62, Paris.

(2) SCAËTTA, voir CHEVALIER, *loc. cit.*, p. 61.

des cuirasses latéritiques des savanes et des brousses récentes.

Dans l'Uele, surtout dans les savanes du Nord, on trouve souvent plusieurs dalles latéritiques superposées, séparées les unes des autres par une roche friable d'origine sédimentaire, une sorte de limon plus ou moins riche en argile (collines tabulaires de Tukpwo — Communication de J. Moureau).

Ces cuirasses ont des épaisseurs variables, mais sont identiques quant à leur texture.

Aubreville vient de décrire longuement, en Guinée française (*Agronomie tropicale*, 1947), des carapaces ferrugineuses de même type, qui existent sous la forêt. A certains endroits, elles apparaissent en surface dans un vide plus ou moins étendu de la couverture forestière, soit en terrains plats, soit en terrains légèrement inclinés. Elles sont couvertes de maigres savanes; on les appelle *Bové*. Selon cet auteur, la *bovalisation* consiste en un phénomène d'érosion mettant à nu les carapaces existant plus ou moins profondément sous la surface.

Bovalisation ne signifie donc pas formation de latérite, mais mise à jour de latérite préexistante. L'auteur conclut qu'il s'agit de cuirasses fossiles.

Il pourrait en être de même au Congo.

Le fait que dans le Nord de l'Uele au moins on trouve des cuirasses superposées sous les savanes vient confirmer l'idée qu'il s'est produit, à plusieurs reprises, dans les âges préhistoriques des conditions favorables à la latéritisation et permet d'expliquer la présence de roches latéritiques fossiles sous le sol de la forêt primitive.

Au cours des périodes géologiques récentes, le climat des régions intertropicales a subi des variations parallèles à celles caractérisées dans les régions tempérées par l'alternance de phases glaciaires et de phases interglaciaires. Il en est résulté très probablement des alter-

nances de végétations forestières et de savanes. Des conditions ont ainsi été réalisées qui furent tantôt défavorables, tantôt favorables à la latéritisation.

Dans cette hypothèse, il faut admettre qu'après une période où la cuirasse latéritique a pu se former et a stérilisé le sol, il s'est produit des conditions permettant une reconstitution de sol arable.

En conclusion, sous le climat actuel des régions tropicales, la destruction de la forêt est le facteur principal qui amorce les transformations aboutissant à la désintégration des complexes colloïdaux du sol. Celui-ci peut ainsi devenir, selon les cas, poussière ou latérite. De plus, le défrichement lui aussi provoque, par l'agrandissement démesuré des surfaces dégradées, une aridité du climat telle que les sols restés encore fertiles souffrent d'une insuffisance de précipitations atmosphériques.

Notre tâche actuellement, spécialement dans les régions tropicales, devrait consister dans la protection du sol contre une stérilisation rapide et totale, bien plus que dans son utilisation complète à des fins agricoles ou industrielles.

22 mai 1948.

Des
conditions ont ainsi été réalisées qui furent tantôt déla-

versées, tantôt favorables à l'installation de l'Etat.

Par cette expédition, le fait est accompli que l'Etat

est en mesure de réaliser les conditions nécessaires

à la formation de l'Etat.

**J. Van Riel. — Aperçu sur la lutte antimalarienne
au Venezuela.**

Au cours de sa récente mission au Venezuela, M. E. Devroey a rencontré le D^r Arnaldo Gabaldon, chef de la Division de Malariologie. Ce paludologue, qui jouit d'une autorité internationale, a remis à notre collègue une intéressante documentation sur la lutte antimalarienne entreprise dans son pays. M. Devroey a bien voulu mettre ces documents à notre disposition et nous avons complété notre enquête à l'Institut de Médecine tropicale Prince Léopold d'Anvers, où parviennent de cette république sud-américaine assez bien de revues et de tirages à part. Cette note brève n'a d'autre but que d'attirer l'attention des hygiénistes du Congo sur les efforts vastes et méthodiques entrepris au Venezuela contre le fléau qui, dans notre Colonie aussi, forme véritablement le fond de toute la pathologie.

Le Venezuela, dont la surface ne comporte qu'un million de kilomètres carrés, soit environ la moitié du Congo, est, comme ce dernier, peu peuplé. Ses quatre millions d'habitants résident, en très grande majorité, dans la région côtière, basse et marécageuse. La pathologie y est essentiellement tropicale; à côté des maladies cosmopolites, on y rencontre, en effet, en abondance, le pian, la leishmaniose américaine, la lèpre, la bilharziose intestinale, la maladie de Chagas, le bérubéri, l'ulcère phagédénique, l'ankylostomiase, etc. Dans la plus grande partie du territoire vénézuélien, le paludisme est considéré comme la plus importante cause de mortalité. Avant que ne fût entreprise la lutte antimalarienne en grand, le coefficient probable de mortalité par malaria

était de 156 pour 100.000; le rapport entre la mortalité palustre et la mortalité totale oscillait entre 6,2 et 17,1 pour cent; dans certains Etats ce taux s'élevait à 20,2 et même 35,4 pour cent. On estimait très approximativement à 250.000 le nombre de cas de malaria par an.

C'est à la suite notamment d'une recommandation de la neuvième conférence sanitaire panaméricaine que fut fondée en 1936, sous la direction de M. Gabaldon, la Division de Malariologie, département dépendant de la direction de l'Hygiène Publique du Ministère de la Santé et de l'Assistance sociale. Signalons, en passant, que ce Ministère dispose de budgets considérables et concentre des organisations sanitaires très diverses, constituant un armement hygiénique complet; les diverses sections ont pour objet : la tuberculose, les maladies vénériennes, la fièvre jaune, l'ankylostomiase, les statistiques sanitaires, l'hygiène materno-infantile, etc. Les buts principaux du département malariologique sont l'étude de l'épidémiologie palustre au Venezuela et l'essai, dans les contingences locales, des divers procédés de prophylaxie. Son laboratoire central a été établi à Maracay, dans une région de plantations de café, où le paludisme sévit intensément.

La lutte antimalarienne a été basée sur des études étendues et minutieuses des conditions anophéliennes et humaines. En ce qui concerne le moustique, elle a vraiment été entreprise dans le sens de la « species-assainering » de Swellengrebel, en orientant les efforts en connaissance de cause sur la ou les espèces principales vectrices dans une zone déterminée. Au Venezuela, elle est rendue difficile par le nombre élevé, 29, d'espèces anophéliennes rencontrées. La distribution géographique de ces divers anophèles, leurs fluctuations saisonnières de fréquence et leurs particularités biologiques ont été étudiées avec soin. C'est ainsi, notamment, que leur répartition d'après l'altitude, la température et les pré-

cipitations atmosphériques a fait l'objet d'observations approfondies. Pour ne relever que la limite altimétrique : *Anopheles albimanus* atteint le niveau de 526 m. et *Anopheles darlingi* celui de 907 m.; c'est *Anopheles argy-tarsis* qui est capturé le plus haut, à 1.800 m. Heureusement, de plus en plus les recherches conduisent à ne plus imputer la transmission de la malaria qu'à un petit nombre d'espèces. Actuellement, dans la pratique, les travaux des ingénieurs sanitaires sont principalement dirigés sur *Anopheles albimanus* et *Anopheles darlingi*.

Du côté du réservoir humain, les oscillations de l'endémie sont assez particulières. Ainsi, dans certaines zones, l'incidence malarienne est élevée dans les premiers et les derniers mois, basse au milieu de l'année; dans d'autres, au contraire, le paludisme atteint son acmé en juin et ses points les plus bas au début et à la fin de l'année; troisième cas, enfin, dans certains secteurs, l'endémicité reste, toute l'année, égale à elle-même. Les fluctuations saisonnières s'accompagnent d'ailleurs de modifications dans l'espèce prédominante; dans une même région, par exemple, les courbes de fréquence de *Plasmodium falciparum* et de *Plasmodium malariae* seront inversées. Toutes ces données ont été acquises par de vastes prospections à l'aide des indices splénique, parasitaire et gamétocytaire. Pour donner une idée de l'importance de l'inventaire scientifique ainsi accompli, citons des chiffres relevés pendant la première année d'existence du service : examen de 68.000 lames de sang, capture de 21.000 anophèles adultes, classement de 200.000 larves.

Dans toutes ces études, il est fait un usage fréquent et judicieux des méthodes statistiques; comme aux États-Unis, les « vital statistics » sont en honneur au Venezuela; la Division malariologique et la Rockefeller Foundation travaillent d'ailleurs en étroite collaboration. Nous nous contenterons de citer deux indices « malariométriques ».

ques » préconisés par M. Gabaldon : le taux d'endémicité est, dans une localité donnée et au cours d'un cycle quinquennal, le rapport entre l'indice splénique le plus bas et l'indice splénique normal, pour lequel on adopte arbitrairement comme valeur 5 %; le taux d'épidémicité, c'est le rapport entre l'indice splénique le plus haut et le plus bas, au même endroit et pendant la même période.

La Division malariologique ne s'est évidemment pas contentée d'études et d'enquêtes et, dès sa fondation, elle est passée au stade des réalisations en une campagne qui, avec les années, s'étayait sur la base de plus en plus solide et large des connaissances acquises. C'est, à notre sens, la véritable position de l'hygiéniste : ne pas attendre le résultat de recherches à longue échéance, mais aborder immédiatement les problèmes en prenant des mesures provisoires de bon sens, appuyées sur des données universellement admises; ultérieurement, s'orienter toujours davantage dans le sens de l'assainissement véritablement spécifique. Pour déployer son activité, la Division malariologique dispose de crédits considérables; son budget est passé de 1.909.500 bolivars (1) en 1938 à 8.143.420 bolivars pour l'exercice fiscal 1946-1947. Faut-il rappeler que l'exploitation du pétrole procure au Venezuela des revenus extrêmement importants? C'est en effet le second producteur du monde; mais cette Fédération d'Etats a le mérite de consacrer une partie considérable du revenu national à des fins médico-sociales. La Division de malariologie utilise les moyens financiers puissants dont elle dispose pour combiner toutes les formes de prophylaxie. Ici, comme dans tous les domaines de l'hygiène, une mesure n'a qu'exceptionnellement un rendement de 100 %; il faut donc toujours — nous le savons — attaquer en une offensive concentrique tous les

(1) Le bolivar vaut environ 13 fr 50 de notre monnaie.

chaînon épidémiologiques. Les paludologues vénézuéliens ne négligent aucune de nos ressources actuelles; leur campagne vise, chez l'homme, tous les stades de développement du parasite; chez le moustique, aussi bien la larve que l'adulte.

La distribution gratuite de quinine est généreuse dans des populations dont le standard de vie paraît, malgré les grands progrès réalisés, être encore relativement peu élevé. De plus, les synthétiques sont largement essayés et appliqués; des recherches nombreuses et fouillées, suivant un plan bien étudié, ont eu pour objet la paludrine, la chloroquine, le 6911, le 8137, etc.

Il serait trop long de décrire ici les diverses techniques antilarvaires mises en œuvre sur une grande échelle; dans les publications de la Division de nombreuses études illustrées de photographies révèlent la science consommée des ingénieurs sanitaires. Mais où le Venezuela se place véritablement en tête c'est dans l'ampleur donnée à la lutte contre l'anophèle adulte au moyen du D. D. T. Au printemps 1945, lors d'une conférence sanitaire panaméricaine à Washington, le Dr Gabaldon apprit les brillants résultats obtenus au moyen de l'insecticide synthétique dans les zones de guerre du Pacifique. Il revint enthousiasmé dans son pays et, en commençant par la zone de Maracay, il entreprit une vaste campagne anti-adultes. A l'heure actuelle, plus de 200.000 maisons ont été traitées. Le budget « D. D. T. » prévu pour l'année 1946-1947 s'élevait à 780.000 bolivars.

Bref, la lutte antimalarienne au Venezuela apparaît comme une attaque combinée des divers chaînon épidémiologiques. Elle est renforcée d'ailleurs par une législation importante, un enseignement spécialisé et de nombreuses publications. La législation antimalarienne très complète, basée sur la déclaration obligatoire, prévoit notamment le mosquito-proofing dans certaines zones, le paiement par l'employeur du traitement spécifique de

ses ouvriers, etc. D'autre part, un cours spécialisé de malariologie est donné depuis plusieurs années; il est dirigé par M. Gabaldon, assisté d'un nombreux « staff » médical et technique. Le syllabus des cours donnés du 2 octobre au 1^{er} décembre 1944 constitue un aperçu très complet de paludologie et comprend les chapitres habituels : protozoologie, entomologie, clinique, épidémiologie, hématologie, statistique, technique sanitaire, etc. Ces cours sont suivis par de nombreux médecins, ingénieurs, étudiants en médecine et inspecteurs sanitaires originaires non seulement du Venezuela, mais aussi de divers pays de l'Amérique du Sud et de l'Amérique du Nord. Il nous faut enfin dire quelques mots des publications consacrées uniquement ou partiellement à la malaria.

Depuis 1936, année de sa création, le Ministère de la Santé et de l'Assistance sociale publie un Bulletin largement illustré, qui en 1940 prend le nom de « Revue » et dans lequel le paludisme est au premier plan des préoccupations des éditeurs. Il en est de même de la revue d'éducation sanitaire, *S. A. S.*, qui est distribuée gratuitement dans un but de vulgarisation et de propagande. Les publications particulières de la Division malariologique comprennent d'abord la réimpression d'articles concernant le paludisme, parus dans la Revue et groupés en fascicules spéciaux. D'autre part, considérant la littérature scientifique d'expression espagnole relative au paludisme comme ne fournissant qu'une documentation insuffisante, la Division publie mensuellement un Bulletin intitulé « Coups de ciseaux ». On y trouve, à côté d'études fouillées sur des problèmes locaux, des résumés de tous les articles nouveaux consacrés au paludisme ainsi que des revues de telle ou telle question d'actualité; c'est ainsi que, dans un de ces numéros, nous avons trouvé condensées en une remarquable mise au point, les données les plus récentes sur les médicaments synthéti-

ques. Enfin de nombreux syllabus et vade-mecum traduisent l'activité de l'École de Malariologie; le manuel des techniques, destiné aux Inspecteurs, est un petit volume groupant les directives précises et détaillées suivant lesquelles travaillent ces collaborateurs de l'œuvre d'assainissement.

Le caractère dominant de toutes ces publications, c'est qu'elles ont uniquement pour objet la science appliquée; pas d'articles de science pure. D'ailleurs, la production scientifique de M. Gabaldon lui-même, parue surtout dans des revues nord-américaines, est de qualité, mais peu étendue : description du mâle de l'*Anopheles matogrossensis*, mise au point d'une technique de préparation des œufs d'anophèle, etc.; bref, quelques articles courts, mais dénotant une science étendue. Le Dr Gabaldon est avant tout un réalisateur et les activités du Service sont empreintes de la mentalité pragmatique de son chef. Parasitologie orientée vers l'hygiène, ainsi peut se définir la tendance de l'école vénézuélienne. Arnaldo Gabaldon est un homme jeune; il a 39 ans. « Nous sommes maintenant capables, dit-il dans un discours, de dominer le grand fléau de la nation. En toute probabilité, nous serons le premier pays tropical à vaincre la maladie ». Bien que de nombreux exemples empruntés au passé nous incitent à tempérer d'une très légère note de scepticisme cet espoir enthousiaste d'atteindre à l'éradication de cet hydre à mille têtes qu'est le paludisme tropical et rural, formons néanmoins des vœux pour le succès de la magnifique campagne qui a été entreprise au Venezuela et dont nous avons essayé de dégager objectivement les caractéristiques.

22 mai 1948.

Séance du 19 mars 1948.

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

Sont en outre présents : MM. K. Bollongier, J. Nauy, G. Moutier, membres titulaires; MM. G. Bonnier, R. Campier, G. Camus, E. Comhaire, I. de Marne, E. Devroy, P. Fanchweert, M. L'Herminier, P. Spodoc, membres associés.

SECTION DES SCIENCES TECHNIQUES

Absents et excusés : MM. L'Herminier, M. De Rover, P. Fanchweert, A. Gillon.

SECTIE VOOR TECHNISCHE WETENSCHAPPEN

Le problème de la traction sur voie ferrée au Congo belge. M. G. Gillon fait un exposé sur les nouveaux types de locomotives actionnées soit par moteurs Diesel électriques à suralimentation, soit par turbine à gaz. Le matériel du premier type est déjà en service à Madagascar et son emploi est envisagé pour le Congo belge. (Voir p. 578.)

La section décide que le concours pour 1950 comprendra une question rapportant à l'utilisation de l'énergie hydro-électrique au Congo belge, et une autre concernant la valorisation d'une ou plusieurs substances minérales non encore exploitées. MM. C. Camus et I. de Marne sont respectivement désignés pour rédiger le texte de ces questions.

ques. Enfin de nombreux syllabus et vade-mecum traduisent l'activité de l'École de Malariologie; le manuel des techniques, destiné aux Inspecteurs, est un petit volume groupant les directives précises et détaillées suivant lesquelles travaillent ses collaborateurs de l'œuvre d'assainissement.

Séance du 19 mars 1948.

Le caractère dominant de toutes ces publications, c'est que la séance est ouverte à 14 h 30, sous la présidence de M. G. Gillon, directeur.

Sont en outre présents : MM. K. Bollengier, J. Maury, G. Moulaert, membres titulaires; MM. G. Bousin, R. Cambier, C. Camus, E. Comhaire, I. de Magnée, E. Devroey, P. Lancsweert, M. Legraye, P. Sporcq, membres associés, ainsi que M. E. De Jonghe, secrétaire général.

Absents et excusés : MM. Anthoine, M. De Roover, P. Fontainas, A. Gilliard.

Le problème de la traction sur voie ferrée au Congo belge.

M. G. Gillon fait un exposé sur les nouveaux types de locomotives actionnées soit par moteurs Diesel électriques à suralimentation, soit par turbine à gaz. Le matériel du premier type est déjà en service à Madagascar et son emploi est envisagé pour le Congo belge. (Voir p. 576.)

Concours annuel de 1950.

La section décide que le concours pour 1950 comprendra une question se rapportant à l'utilisation de l'énergie hydro-électrique au Congo belge, et une autre concernant la valorisation d'une ou plusieurs substances minérales non encore exploitées.

MM. C. Camus et I. de Magnée sont respectivement désignés pour rédiger le texte de ces questions.

De heren C. Camus en I. de Magnée worden respectievelijk aangewezen als voorzitter en secretaris.

M. M. Legraye est désigné pour représenter l'Institut Royal Colonial Belge à la séance académique qui se tiendra le jeudi 22 mars 1948.

Zitting van 19 Maart 1948.

De zitting wordt geopend te 14 u 30, onder voorzitterschap van de heer G. Gillon, directeur.

Zijn insgelijks aanwezig : de heren K. Bollengier, J. Maury, G. Moulaert, titelvoerende leden; de heren G. Bousin, R. Cambier, C. Camus, E. Comhaire, I. de Magnée, E. Devroey, P. Lancsweert, M. Legraye, P. Sporcq, buitengewoon leden, alsook de heer E. De Jonghe, secretaris generaal.

Afwezig en verontschuldigd : de heren R. Anthoine, M. De Roover, P. Fontainas, A. Gilliard.

Het probleem van de tractie op de spoorwegen in Belgisch-Kongo.

De heer G. Gillon doet een verslag over de nieuwe typen van locomotieven voortgedreven hetzij bij middel van elektrische Diesel motoren met overvoeding, hetzij bij middel van een gasturbine. Het materiaal van het eerste type wordt reeds gebezigd op Madagascar en men is voornemens het te gebruiken in Belgisch-Kongo. (Zie blz. 576.)

Jaarlijkse wedstrijd voor 1950.

De sectie beslist dat de wedstrijd voor 1950 een vraag zal behelzen met betrekking op het gebruik van de hydro-electrische kracht in Belgisch-Kongo, en een ander betreffende de valorisatie van één of meer nog niet geëxploiteerde minerale stoffen.

Manifestation Marcel Dehalu.

M. M. *Legraye* est désigné pour représenter l'Institut Royal Colonial Belge à la séance académique qui se tiendra le jeudi 22 avril prochain à l'Université de Liège, en hommage à son ancien administrateur-inspecteur, notre confrère M. Dehalu.

Hommage d'ouvrages.

Le Secrétaire général dépose sur le bureau les ouvrages suivants :

Present-exemplaren.

De Secretaris-Generaal legt op het bureau de volgende werken neer :

1. *La Chronique des Mines coloniales*, n° 139, Bureau d'Études géologiques et minières coloniales, Paris, 15 janvier 1948.
2. GRAMAN, H., *A good Mechanic seldom Gets Hurt*, American Technical Society, Chicago, 1942.
3. HERSHEY, B., *Skyways of tomorrow*, Foreign Policy Association, n° 47, s.l., août 1944.
4. *The Flushing Meadow Improvement*, New York, juin-juillet 1947.
5. MAISTER, M., *Living in a World of Science*, Magnetism and Electricity, Energy and Power, New York, s.d.
6. LEE, W., *The Face of the Earth as Seen from the Air*, American Geographical Society, New York, 1922.
7. *Modern Mining and Milling Practice*, Engineering and Mining Journal, New York, s.d.

Les remerciements d'usage sont adressés aux donateurs.

Aan de schenkers worden de gebruikelijke dankbetuigingen toegezonden.

La séance est levée à 15 h 45.

De heren *C. Camus* en *I. de Magnée* worden respectievelijk aangeduid om de tekst van deze vragen op te stellen.

Manifestatie Marcel Dehalu.

De heer *M. Legraye* wordt aangeduid om het Koninklijk Belgisch Koloniaal Instituut te vertegenwoordigen op de academische zitting die op Donderdag 22 April a.s. in de Universiteit van Luik zal plaats hebben, als hulde aan haar gewezen beheerder-inspecteur, onze collega *M. Dehalu*.

De zitting wordt te 15 u 45 gegeven.

De heren C. Camus en A. de Nagère worden respectie-
velijk aangehouden om de tekst van deze vragen op te stel-

M. N. L'Institut Royal Colonial Belge à la séance
M. N. L'Institut Royal Colonial Belge à la séance

G. Gillon. — Traction à l'huile lourde.

Nous avons examiné, il y a quelque temps ⁽¹⁾, l'utili-
sation dans la Colonie de trains légers à huile lourde.

Il y a en cette matière certaines nouveautés, notamment
la suralimentation appliquée aux moteurs Diesel à pis-
tons et l'emploi, à titre d'essai, de la turbine à gaz pour
la traction des chemins de fer.

Moteur Diesel. Train Diesel électrique. — C'est tou-
jours le moteur Diesel à pistons multiples qui est utilisé,
mais on le perfectionne aujourd'hui par une compression
supplémentaire du mélange carburant. Quant à la trans-
mission de la puissance, c'est la transmission électrique
qui s'est généralisée. La transmission mécanique est à peu
près abandonnée, sauf pour les faibles puissances. La
transmission hydraulique, que nous avons décrite pré-
cédemment, ne s'est pas introduite davantage dans la
pratique pour les fortes puissances, malgré de nombreux
efforts de la part des partisans de ce système. L'appareil-
lage essayé avait les moteurs hydrauliques montés sur les
essieux; le fluide leur était amené par des tuyaux flexibles
assez longs. Des fuites aux hautes pressions, ou, pour de
fortes températures, la saponification de l'huile ainsi
qu'un rendement médiocre ont conduit à l'abandon du
système. Quelques succès cependant ont été obtenus pour
des locomotives de moins de 1.500 chevaux. Des perfec-
tionnements seraient encore nécessaires pour rendre pra-
tique ce système théoriquement ingénieux. Tout espoir
d'atteindre le but ne semble cependant pas abandonné.

(1) *Bulletin des séances de l'Institut Royal Colonial Belge*, 1935, p. 746.

Suralimentation d'un moteur Diesel (2 ou 4 temps). —

La figure 1 est relative à la suralimentation d'un moteur par le procédé Buchi. Le moteur, de construction normale, est pourvu de sa propre pompe à air de balayage 4. Ce sera, par exemple, un moteur de 500 CV, à 8 cylindres, 400 tours/min. A l'aide d'un turbo-compresseur on lui envoie de l'air sous pression (3 ou 4 atm), ce qui permettra au moteur de développer une plus grande puissance (700 CV au lieu de 500, par ex.). Pour produire

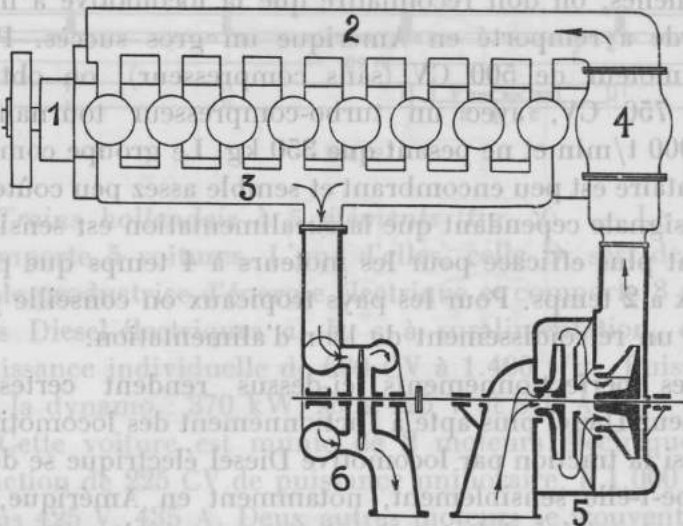


FIG. 1.

la pression, une turbine à gaz 6 est montée sur l'échappement du moteur. Elle actionne un compresseur 5 qui avec 4 fournit l'air de combustion, ce par la conduite d'amenée 2, la conduite 3 étant celle d'échappement.

On démontre que la suralimentation obtenue de la sorte conduit à un moindre prix de revient par unité de puissance et à une moindre consommation d'huile lourde. Cette suralimentation des moteurs à huile lourde a été fort développée pour l'aviation durant la guerre. Elle

entraîne une certaine complication, bien que le groupe moteur-compresseur, qui tourne à très grande vitesse, soit peu encombrant.

Le train hollandais décrit plus loin comporte ainsi 3 groupes Diesel à suralimentation de 660 CV chacun, tournant à 1.400 t/m. Sans suralimentation, ces moteurs ne fourniraient que 400 CV, à la même vitesse (1,6 fois).

Si l'on peut croire, d'une part, que des engins aussi puissants, tournant à vitesse élevée, sont quelque peu surmenés, on doit reconnaître que la locomotive à huile lourde a remporté en Amérique un gros succès. Pour un moteur de 500 CV (sans compresseur), on obtiendra 750 CV, avec un turbo-compresseur tournant à 10.000 t/min et ne pesant que 350 kg. Le groupe complémentaire est peu encombrant et semble assez peu coûteux. On signale cependant que la suralimentation est sensiblement plus efficace pour les moteurs à 4 temps que pour ceux à 2 temps. Pour les pays tropicaux on conseille parfois un refroidissement de l'air d'alimentation.

Les perfectionnements ci-dessus rendent certes le moteur Diesel plus apte à l'actionnement des locomotives. Aussi la traction par locomotive Diesel électrique se développe-t-elle sensiblement, notamment en Amérique, où elle est préférée à la traction à vapeur pour les extensions de trafic et pour les trains rapides (Est-Ouest). C'est depuis la cessation des hostilités que l'essor de la traction Diesel-électrique est devenu considérable aux États-Unis. En 1946, les locomotives à huile lourde ont constitué 90 % de toutes les locomotives construites là-bas ⁽²⁾. Durant cette année, pas une locomotive à vapeur n'a été construite aux États-Unis pour les besoins intérieurs. Il n'en

⁽²⁾ Rapport du Prof. E. Gillon sur un voyage effectué aux États-Unis en 1947.

est toutefois pas de même dans tous les pays, notamment en France, en Angleterre et chez nous.

Il y a lieu de distinguer en cette matière deux champs d'applications : les trains à grande vitesse et les lignes coloniales.

Trains à grande vitesse. — En Europe, les trains hollandais et les rames automotrices belges et françaises; en Amérique, les trains transcontinentaux appartiennent à la classe des trains à grande vitesse.

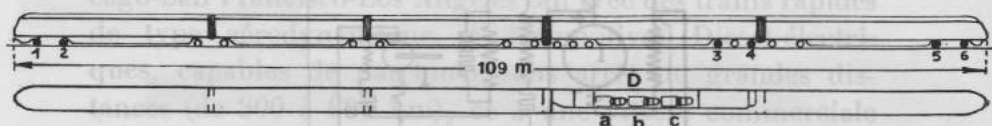


FIG. 2.

Trains hollandais à 5 éléments (fig. 2). — Le train comporte 5 voitures. L'une d'elles, celle D, sert de centrale productrice d'énergie électrique et comporte 3 groupes Diesel-électriques a, b, c à suralimentation, d'une puissance individuelle de 660 CV à 1.400 t/m. Puissance de la dynamo : 370 kW, sous 425 V et 870 A.

Cette voiture est munie de 2 moteurs électriques de traction de 225 CV de puissance unihoraire, à 1.000 t/m, sous 425 V, 435 A. Deux autres moteurs se trouvent sous la voiture de tête et 2 autres sous celle de queue (cercles pleins, fig. 2).

Les trois groupes générateurs sont indépendants, chacun d'eux alimentant deux moteurs de traction groupés en parallèle. La génératrice I alimente les moteurs 1 et 5, celle II, les moteurs 3 et 4 et celle III les moteurs 2 et 6. Cette indépendance des 3 groupes est précieuse au point de vue sécurité. Le fait d'avoir plusieurs points d'attaque, un à chaque bout et un au milieu du train, est favorable au roulement.

La vitesse maximum du train est 160 km/h (voie nor-

male de 1^m43). Pour les services auxiliaires, chaque groupe porte une dynamo I' de 25 kW qui travaille en parallèle avec une batterie d'accumulateurs. La figure 3 montre les connexions d'un des groupes générateurs et des 2 moteurs de traction qu'il alimente.

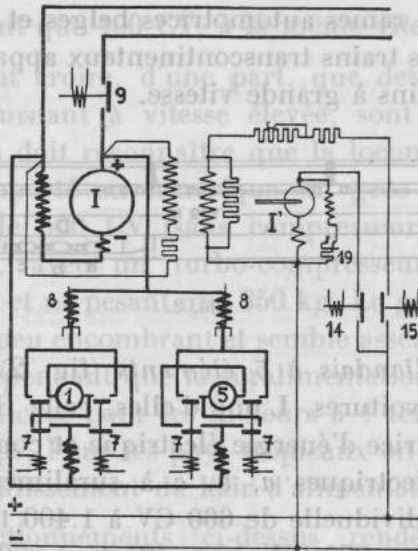


FIG. 3.

La locomotive porte 2 compresseurs d'air à moteur électrique, 2 groupes moteurs de ventilation et un groupe transformateur de tension. La rame est pourvue de la commande B.B.C. à rhéostat de champ à servo-moteur. On y voit également des résistances de réglage et des contacteurs (7, 9, 14, 15).

Trains américains. — De très nombreuses locomotives Diesel-électriques ont été construites en Amérique, à 2 essieux pour des poids allant jusqu'à 40 tonnes, mais généralement à 4 essieux et parfois à 6 pour des poids plus forts, ayant atteint jusqu'à 140 tonnes. Les groupes

moteurs-générateurs ont de 200 à 1.500 CV de puissance individuelle, de types assez variés, à 2 ou 4 temps, cylindres multiples en ligne ou en V, parfois à suralimentation. Ils sont tous à injection d'huile fluide. Les systèmes de refroidissement de l'eau et de l'huile sont généralement établis par ventilation forcée de radiateurs.

La transmission de puissance est électrique, à 4 ou 6 moteurs, tous sur la locomotive en général.

Les grandes lignes transcontinentales New-York-Chicago-San Francisco-Los Angeles ont créé des trains rapides de type aérodynamique, à locomotives Diesel-électriques, capables de parcourir sans arrêt de grandes distances (de 300 à 600 km), ce à une vitesse commerciale de 120 à 160 km à l'heure. Les trajets effectués durent encore une cinquantaine d'heures. Ces trains comportent une dizaine de voitures de types variés (wagon-lits, restaurant, bar, cinéma, salon de musique, cars d'observation, fumoir, salle de lecture).

D'autres types de locomotives sont prévus pour la remorque de trains de marchandises.

Nous n'examinerons pas ici les locomotives Diesel-électriques de manœuvre (600 à 1.000 CV), qui sont fréquemment utilisées en Amérique pour les grandes gares, mais seront peut-être moins indiquées en matière coloniale, où elles peuvent cependant être utiles.

A titre d'exemple, nous donnons ci-après quelques indications concernant trois types de locomotives puissantes :

se compose de 3 unités de 3.000 CV, chacune d'elles com-

a) *Locomotive pour trains ultra-rapides (voyageurs)* (Northern-Pacific-Railway). — Elle comporte 3 unités équipées chacune avec un moteur à 16 cylindres en V, cycle à 2 temps, à injection d'huile. Puissance 1.500 CV à 800 t/m. Chaque unité peut fonctionner séparément; elle porte une génératrice de courant continu qui alimente

4 moteurs électriques disposés dans les deux trucks. On utilise le freinage rhéostatique.

Dimensions :

Longueur entre buttoirs, 3 unités (fig. 4)	46 m
Largeur	3,20 m
Hauteur	4,60 m
Poids total : 3 unités : 312 tonnes (12 essieux).	
Effort de traction maximum : 78 tonnes.	



FIG. 4.

b) *Locomotive pour trains de marchandises* (lourds convois, 3.000 à 4.000 tonnes). — Elle comporte 2 unités à moteurs Diesel identiques à ceux ci-dessus. Chaque unité est directement accouplée à une génératrice de courant continu et de courant alternatif. Le courant continu est envoyé dans les moteurs de traction, au nombre de 4 par unité.

Longueur	31 m
Poids total	214 tonnes
Efforts de traction maximum	52 tonnes

Une locomotive très puissante a été mise récemment en service sur le Seaboard Air Line Railway (U.S.A.). Elle se compose de 2 unités de 3.000 CV, chacune d'elles comportant 2 moteurs Diesel de 1.500 CV à 625 t/m, type à 4 temps, avec suralimentation Buchi. Les 2 groupes moteur-dynamo alimentent 8 moteurs électriques de 600 CV ⁽³⁾.

⁽³⁾ *Electrical Engineering*, mai 1947.

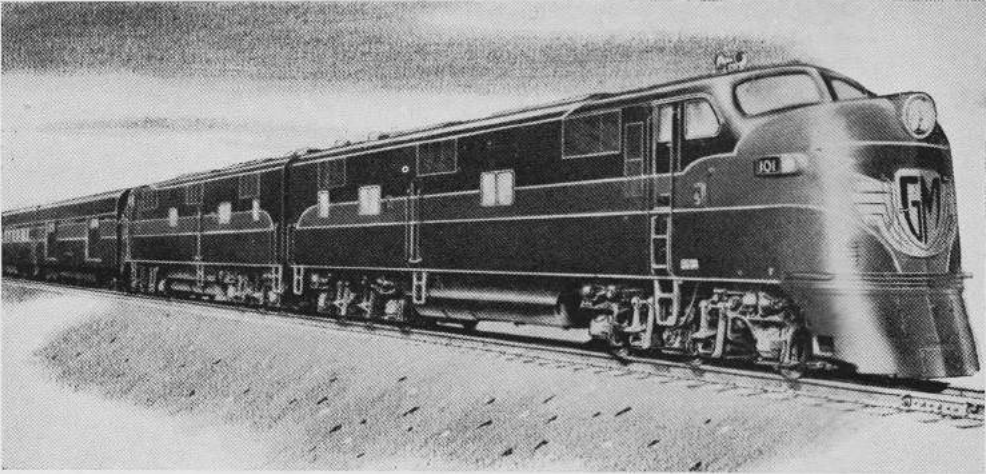


FIG. 5.

La figure 5 montre une vue de ces locomotives Diesel-électriques de grande puissance.

Pour les transcontinentaux, le courant alternatif à basse tension est employé pour tous les services accessoires du train. Des types semblables de locomotives puissantes se sont fort répandus outre-Atlantique.

La General Motors a créé, dans ses usines, une division Diesel-électrique spéciale pour la fabrication de ces locomotives.

France. — A la libération, la Société Nationale des Chemins de fer Français (S.N.C.F.) a commandé 100 locomotives Diesel-électriques de manœuvre. Ces machines peuvent rester en service pendant dix jours sans rentrer au dépôt. En 1939, le service des manœuvres absorbait 10 % du charbon consommé par la S.N.C.F.

Celle-ci a mis en service en 1937 deux locomotives Diesel-électriques de 4.000 CV sur la ligne Paris-Lyon. A la suite des résultats obtenus, la S.N.C.F. songe à acquérir 20 unités nouvelles semblables.

Sur les lignes Paris-Lille et Paris-Le Havre on projette, pour des trains ultra-rapides, l'emploi de locomotives Diesel-électriques de 2.000 CV. Mais de nombreuses locomotives à vapeur, dont beaucoup perfectionnées, sont cependant en construction en France.

Coût comparé de la traction à vapeur et de la traction Diesel-électrique. — La comparaison des deux systèmes de traction est en ce moment des plus délicate, ce par suite de l'instabilité des prix et des modifications continues des types de machines utilisées.

En Amérique, en juin 1947, le charbon avait doublé de prix; l'huile lourde avait augmenté de 50 % seulement.

On admettait à cette époque pour une étude comparée une consommation de :

Charbon : 1,5 kg/CVh à 225 fr./T, soit 0,34 fr./CVh.

Huile lourde : 0,28 litre/CVh à fr. 0,77 le litre, soit 0,215 fr./CVh.

Mais depuis le charbon a augmenté beaucoup plus que l'huile lourde (0,42 pour 0,22 par CVh).

Les deux prix ne semblent pas encore stabilisés et toute comparaison reste donc précaire. Le prix de l'huile lourde est actuellement (début 1947) fr. 0,6 le litre dans le Sud et dans l'Ouest des États-Unis, ce par suite de la proximité des régions pétrolifères.

Prix de revient des locomotives :

a) Locomotives à vapeur (type 6.000 CV) : 2.100 fr./CV.

b) Locomotives Diesel-électriques (type 1.000 à 2.000 CV) : 4.500 francs par cheval de puissance *au rail*, soit 27.000.000 de francs pour 6.000 CV au rail.

Ces locomotives Diesel-électriques sont chères; elles devraient être utilisées au maximum (900 km par 24 heures, par exemple).

Frais d'entretien et de réparation. — On peut compter :
pour la vapeur : 8 à 11 francs par kilomètre parcouru, ce d'après la puissance;

pour le Diesel-électrique : 8,4 fr./km pour 4.500 CV.

On prendra pour les frais de remplacement 2 francs par kilomètre parcouru pour la vapeur et la moitié de ce chiffre pour le Diesel-électrique.

Transmission du couple du moteur électrique à l'essieu.

— Le moteur est généralement suspendu par le nez. Certaines locomotives Diesel-électriques de la G.E.C° ont été

équipées de 4 moteurs de 500 CV à suspension par le nez. C'est la puissance la plus forte, admissible seulement pour les locomotives à voie normale (1^{re} 43). Dans certains cas il est fait usage de moteurs suspendus au bogie de façon tout à fait élastique par deux nez sur ressorts, avec commande par des engrenages élastiques ou par des roues résilientes. L'ancien dispositif à ressorts et arbre creux (genre Bruxelles-Anvers) a été pratiquement abandonné aux États-Unis.

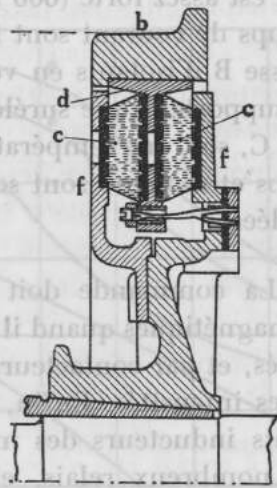


FIG. 6.

L'élasticité est obtenue actuellement par interposition de caoutchouc. La roue résiliente comporte, par exemple (fig. 6), le bandage *b* et un disque annulaire *d*, d'une part, deux flasques *f* assemblées et fixées sur l'essieu, d'autre part, et 2 plaques de caoutchouc *c* de forme annulaire entreposées entre les deux parties. Des boulons assurent le serrage de l'ensemble. Les déformations permises par ces plaques résilientes sont de 2 à 3 mm sous charge statique.

Construction du matériel Diesel-électrique. — La réalisation d'une locomotive Diesel-électrique comporte un certain nombre d'appareils de construction délicate.

En premier lieu la dynamo et les moteurs de traction qui se logent difficilement sur la largeur disponible, vu la puissance élevée dont il s'agit. En second lieu, le service très rude auquel ces appareils sont soumis exige une construction des plus soignée.

L'isolement des génératrices doit être spécialement renforcé, car la tension est assez forte (600 à 700 volts) et les surtensions ou à-coups de courant sont fréquents et durs. On utilise ici la classe B d'isolants en verre, asbeste, silicons et mica, qui supportent une surélévation de température de 120 à 130° C, soit une température maximum de 180° C. Ces dynamos et moteurs sont souvent à carcasses en tôles d'acier soudées.

Contacteurs. — La commande doit se faire par des contacteurs électromagnétiques quand il s'agit de courants relativement modérés, et par contacteurs électro-pneumatiques pour les fortes intensités. Enfin, les résistances de shuntage des circuits inducteurs des moteurs, ainsi que des inverseurs, de nombreux relais, etc. imposent une construction complexe et délicate.

La locomotive doit en outre prévoir l'alimentation des services auxiliaires du train : éclairage, conditionnement d'air, cuisine du wagon-restaurant, eau chaude et eau froide pour les wagons-lits, qui exigeront pour la locomotive des appareils supplémentaires (groupe auxiliaire, chaudière spéciale).

Progrès récents. — Les véhicules à moteurs Diesel doivent être prévus très largement et seront, pour les locomotives puissantes, du type à 4 temps avec suralimentation par turbo-soufflante.

La vitesse de rotation est souvent poussée davantage, jusqu'à 1.000 tours. On a ainsi un poids moindre, mais c'est aux dépens de la longévité du groupe. Parfois on rencontre l'emploi de paliers à rouleaux pour le Diesel et pour les essieux. Pour les grandes puissances on adopte la génératrice à deux induits montés sur le même arbre.

Le ou les groupes électriques se disposent actuellement toujours dans la caisse même de la locomotive. L'emploi de 2 groupes est évidemment à préférer dès qu'il s'agit

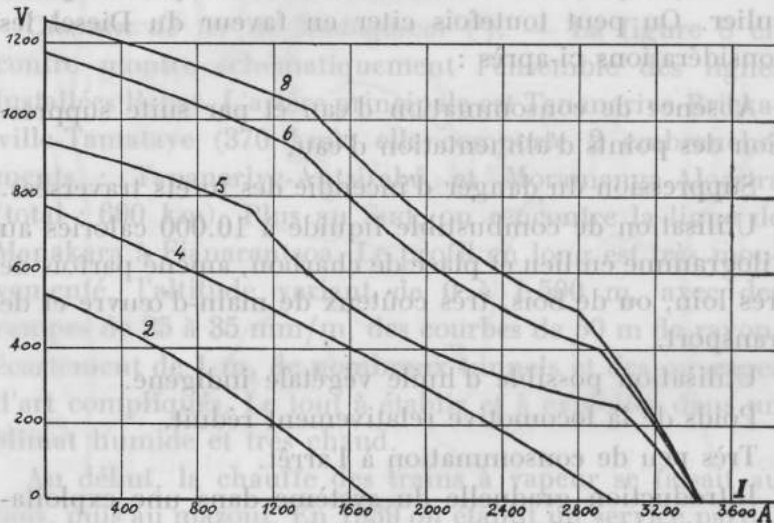


FIG. 7.

d'une locomotive dépassant 1.000CV, tant au point de vue constructif que pour la sécurité d'exploitation. Le réglage de la tension est parfois effectué à l'aide d'un régulateur à action rapide agissant sur le rhéostat d'excitation shunt de la génératrice. Parfois cependant un régulateur unique assure la marche satisfaisante de plusieurs génératrices en parallèle sur les locomotives ayant plusieurs groupes Diesel (Chemins de fer Néerlandais). Ce réglage doit chercher à maintenir constants le couple moteur et la vitesse,

donc la puissance. Ceci est parfois obtenu par l'intermédiaire d'un servo-moteur agissant sur le rhéostat de champ, ou par l'emploi d'une excitatrice spéciale avec enroulement différentiel sur une partie de ses pôles inducteurs (Westinghouse). On cherche à réaliser la caractéristique volts-ampères suivant la figure 7, qui donne les courbes obtenues pour divers crans du contrôleur.

Avantages du Diesel-électrique vis-à-vis de la vapeur.

— Leur importance est à établir dans chaque cas particulier. On peut toutefois citer en faveur du Diesel les considérations ci-après :

Absence de consommation d'eau et par suite suppression des points d'alimentation d'eau.

Suppression du danger d'incendie des forêts traversées.

Utilisation de combustible liquide à 10.000 calories au kilogramme en lieu et place de charbon, amené parfois de très loin, ou de bois, très coûteux de main-d'œuvre et de transport.

Utilisation possible d'huile végétale indigène.

Poids de la locomotive relativement réduit.

Très peu de consommation à l'arrêt.

Introduction graduelle du système dans une exploitation existante, développement facile.

Disons enfin que la locomotive Diesel-électrique a le démarrage doux et progressif de la locomotive électrique, ainsi que sa manipulation facile et rapide.

Comme inconvénients, nous citerons le bruit et les vibrations qu'occasionnent les moteurs puissants à cylindres multiples, ainsi que l'entretien relativement élevé, surtout après un certain nombre d'années de service; enfin un prix d'acquisition fort élevé et une certaine complication, surtout pour les trains à 2 ou 3 unités à commande en « multiple unit ».

Dans ce qui précède nous avons examiné les réalisations actuelles dans des pays continentaux et aux États-Unis.

Pour appliquer ces dispositifs aux pays coloniaux il faut évidemment faire un choix judicieux des éléments du système, en tenant compte des conditions particulières de ces pays à caractère généralement tropical. A titre d'exemple, nous décrirons une installation assez récente (1944) réalisée à Madagascar.

Chemin de fer de Madagascar (4). — La figure 8 ci-contre montre schématiquement l'ensemble des lignes installées là-bas. L'artère principale est Tananarive-Brickaville-Tamatave (370 km); elle comporte 2 embranchements : Tananarive-Antsirabé et Moramanga-Aloastra (total : 690 km). Plus au Sud, on rencontre la ligne de Manakara à Fianarantsoa. Le profil en long est très mouvementé, l'altitude variant de 0 à 1.500 m, avec des rampes de 25 à 35 mm/m, des courbes de 50 m de rayon, écartement de 1 m, de nombreux tunnels et des ouvrages d'art compliqués. Le tout à établir et à exploiter dans un climat humide et très chaud.

Au début, la chauffe des trains à vapeur se faisait au bois, puis au mazout. En 1939 on établit un service partiel avec michelines et auto-rails. Vers 1942 on mit en service une première locomotive Diesel-électrique. On avait songé un moment à électrifier ce chemin de fer, comme l'avaient été certaines lignes au Maroc. Les chutes d'eau sont abondantes dans la région et plusieurs centrales y sont déjà aménagées. Mais l'étude de ce projet ayant établi que le trafic sur lequel on pouvait compter était insuffisant pour rémunérer le capital considérable qu'exigeait l'électrification, celle-ci fut remise à plus tard.

(4) *Revue d'Electricité et de Mécanique*, octobre 1946.



FIG. 8.

Locomotive Diesel-électrique. Caractéristiques. — La locomotive est à six essieux, d'une longueur totale de 12^m24. Puissance au banc, en France : 735 CV à 830 t/m.

Puissance disponible pour la traction	580 CV
Effort maximum (démarrage)	12 tonnes
Poids total	61,5 tonnes

La figure 9 en montre la disposition en plan. Elle porte un seul moteur Diesel à 4 temps M, à suralimentation, 6 cylindres. La turbo-soufflante S, actionnée par les gaz d'échappement, permet de rétablir la puissance de 735 CV

à 800 m d'altitude (hauteur moyenne). Sur l'arbre du moteur se trouvent deux génératrices :

celle de traction, d'une puissance de 412 kW, et

celle des services auxiliaires, de 46,5 kW, sous 155 V.

La génératrice principale G (fig. 10) porte 3 enroulements d'excitation ; celui shunt sh, celui anticompound A et celui séparé S.

R sont des relais à maxima d'intensité, In des inverseurs.

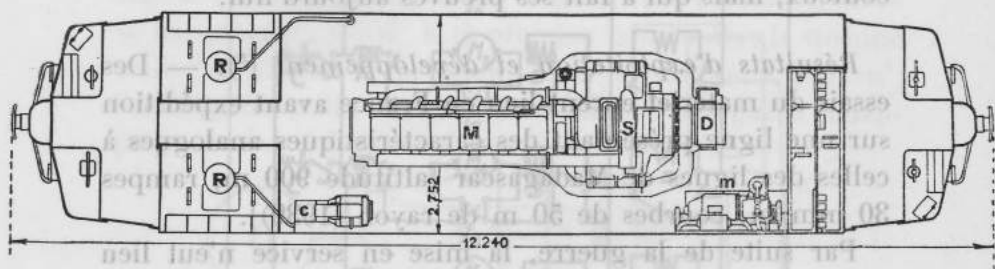


FIG. 9.

L'arbre porte en outre une excitatrice séparée pour les moteurs. La puissance absorbée par la transmission électrique est limitée automatiquement à 625 CV. Le refroidissement de l'eau et de l'huile se fait par des radiateurs R à ventilation forcée (fig. 9).

Les six moteurs de traction, à suspension par le nez, sont munis de deux enroulements dont un S du type série ordinaire et l'autre séparé, s, ce dernier alimenté par l'excitatrice. Les six enroulements s sont connectés en série.

La machine comporte en outre un ensemble de 9 moteurs auxiliaires, dont 2 pour les ventilateurs des radiateurs (eau et huile),

3 pour la ventilation des moteurs de traction,

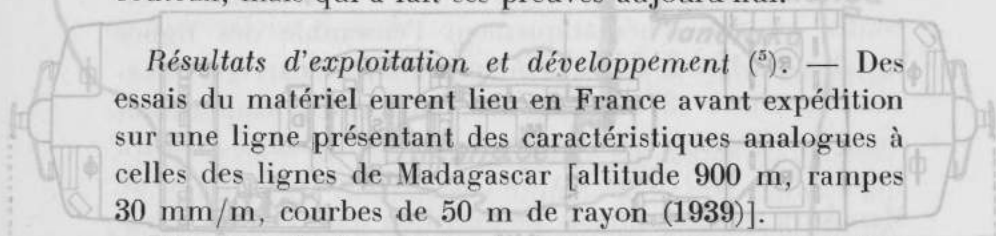
4 pour l'actionnement des diverses pompes.

La locomotive comporte en outre une batterie d'accus au cadmium-nickel de 140 Ah - 90 éléments, des contacteurs *c* et régulateurs divers et deux postes de conduite, ainsi qu'un frein à vide et un frein à air.

La commande peut se faire à chaque extrémité de la locomotive.

C'est un groupe moteur-compresseur pour la production d'air comprimé.

La figure 10 montre l'ensemble légèrement simplifié des connexions. C'est sans doute un engin compliqué et coûteux, mais qui a fait ses preuves aujourd'hui.



Résultats d'exploitation et développement (5). — Des essais du matériel eurent lieu en France avant expédition sur une ligne présentant des caractéristiques analogues à celles des lignes de Madagascar [altitude 900 m, rampes 30 mm/m, courbes de 50 m de rayon (1939)].

Par suite de la guerre, la mise en service n'eut lieu qu'en 1943-1944, les deux dernières locomotives n'ayant été fournies à l'exploitation qu'en 1946.

Voici les résultats obtenus pour le parcours d'Anivorant à Tananarive (montée); distance : 255 km :

Charge remorquée	217 tonnes
Durée du trajet (arrêts non compris)	8 h 38 m
Vitesse sur rampe de 25 mm	16 km/h
Vitesse moyenne	29,4 km/h
Consommation de gazoil	760 kg
Consommation par tonne/km remorquée	13,7 gr

Un seul train, sous la conduite de 3 agents, remorque 260 tonnes de Tananarive à Tamatave. Avec la vapeur il fallait 5 locomotives et 10 agents de conduite. Il faut tenir compte, en outre, de la suppression de centaines de travailleurs des exploitations forestières quand la chauffe se

(5) *Revue d'Electricité et de Mécanique* (Alsthom), octobre 1946.

faisait au bois. Les premières locomotives effectuèrent chacune 61.000 km avant révision, remorquant 10.000.000 de tonnes/km chacune pour une consommation de 125 tonnes de gasoil.

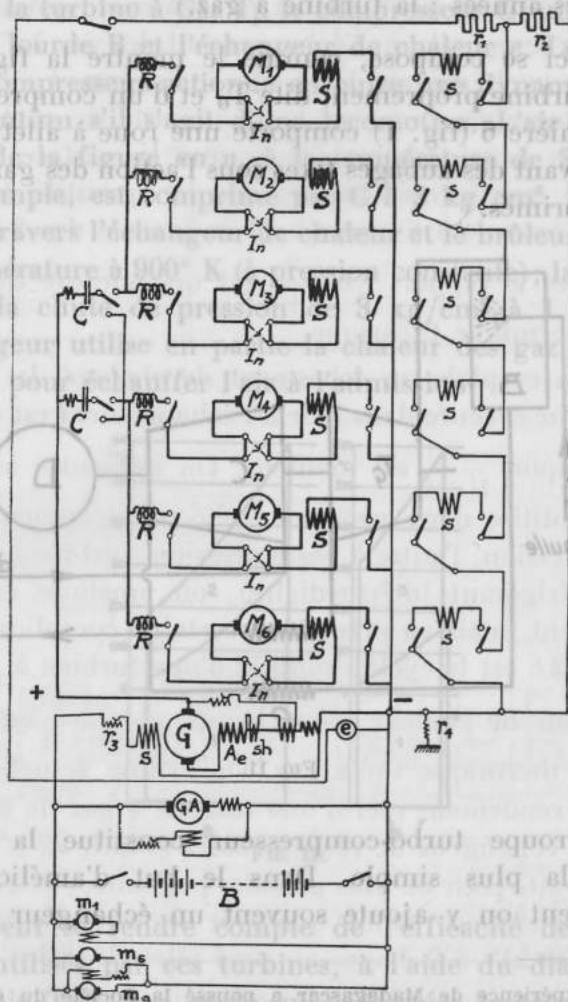


FIG. 10.

L'entretien est modéré; le service d'entretien utilise 3 agents de maîtrise européens et 28 agents de conduite,

dont 25 indigènes. Remarquons cependant qu'il s'agit encore de l'entretien à un début d'exploitation. Les résultats de cette exploitation semblent encourageants⁽⁶⁾, mais un nouveau moteur est entré dans la pratique dans ces dernières années : la turbine à gaz.

Celle-ci se compose, comme le montre la figure 11, d'une turbine proprement dite T_g et d'un compresseur C. La première 6 (fig. 1) comporte une roue à ailettes tournant devant des aubages fixes sous l'action des gaz chauds et comprimés.

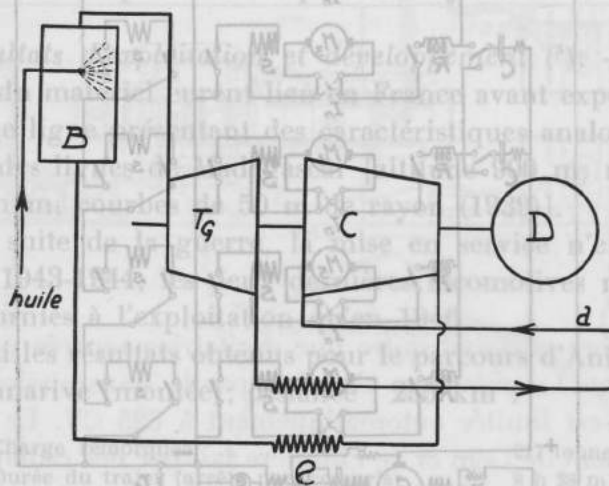


FIG. 11.

Ce groupe turbo-compresseur constitue la turbine à gaz la plus simple. Dans le but d'améliorer son rendement on y ajoute souvent un échangeur de cha-

(6) L'expérience de Madagascar a poussé la Société du Chemin de fer Franco-Ethiopien à adopter la locomotive Diesel-électrique pour la ligne de Djibouti à Addis-Abeba.

Ligne de 800 km de longueur, écartement 1 m, en pays montagneux (très chaud, 60° C).

Puissance des locomotives : 600 CV (48 tonnes).

Vitesse maximum : 60 km/h.

leur *e*. Celui-ci peut se composer d'une série de tubes traversés par les gaz du compresseur et chauffés extérieurement par les gaz d'échappement de la turbine. L'ensemble est ainsi celui représenté par la figure 11, qui montre la turbine à Gaz *T*, le compresseur *C*, un brûleur à huile lourde *B* et l'échangeur de chaleur *e*. Le groupe turbo-compresseur actionne en outre une dynamo à courant continu s'il s'agit d'une locomotive. L'air aspiré à droite de la figure en *a*, à la température de 300° abs, par exemple, est comprimé par *C* à 3 kg/cm^2 . Son passage à travers l'échangeur de chaleur et le brûleur *B* élève sa température à 900° K (à pression constante); la turbine utilise la chute de pression de 3 kg/cm^2 à 1 kg/cm^2 ; l'échangeur utilise en partie la chaleur des gaz d'échappement pour échauffer l'air à l'admission.

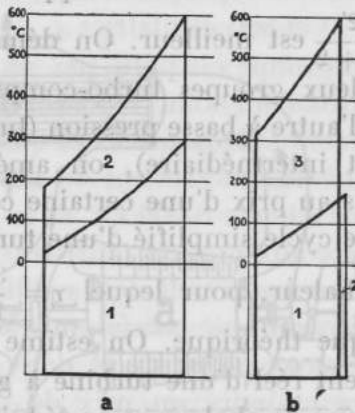


FIG. 12.

On peut se rendre compte de l'efficacité des divers cycles utilisés par ces turbines, à l'aide du diagramme d'entropie *T/S*, qui porte en ordonnées la température absolue du gaz et en abscisses l'entropie.

Sans échangeur, ce diagramme est la figure 12 *a*. Au point de rencontre de la verticale à gauche avec la courbe inférieure l'air est aspiré à la température

ambiante. Comprimé, il voit sa température s'élever, sans apport de chaleur, donc à entropie constante. La chaudière lui fournit alors de la chaleur (température et entropie augmentent), d'où la courbe supérieure. Puis vient la détente (sans apport de chaleur), qui utilise la chute de température; l'échappement des gaz à l'air libre ferme le cycle suivant la courbe inférieure. La surface 1 de ce diagramme représente la quantité de chaleur perdue dans l'atmosphère, tandis que la surface 2 est la quantité transformée en travail. La quantité totale de chaleur fournie à l'appareil est la somme des 2 surfaces 1 et 2, et le rapport $\eta = \frac{2}{1+2}$ est une mesure du rendement thermique théorique.

Si l'on emploie un échangeur de chaleur, la quantité de chaleur évacuée dans l'air à l'échappement est moindre et le rapport $\frac{2'}{1'+2}$ est meilleur. On démontre aussi que si l'on utilise deux groupes turbo-compresseurs, l'un à haute pression, l'autre à basse pression (turbine à 2 étages avec réfrigérant intermédiaire), on améliore encore le rendement, mais au prix d'une certaine complication. La figure 12 b est le cycle simplifié d'une turbine à gaz avec échangeur de chaleur, pour lequel $\eta = \frac{3-2}{1+3}$ est le rendement thermique théorique. On estime actuellement à 18 % le rendement réel d'une turbine à gaz de 2.000 CV avec un échangeur de chaleur assez réduit; 22 % peuvent être atteints pour de plus grandes puissances et un échangeur plus efficace, tandis que pour des turbines puissantes de 15.000 kW à 2 étages on peut atteindre 27 %.

On sait que le rendement du moteur Diesel à pistons est d'environ 35 %.

La figure 13 représente le cycle d'une turbine à gaz à 2 étages avec $\eta = \frac{2}{1+1'+2}$. Ces divers cycles ont été uti-

lisés; l'expérience en établira le rendement réel, les plus compliqués étant sans doute intéressants quand il s'agira de très grandes puissances, 20.000 kW, par exemple.

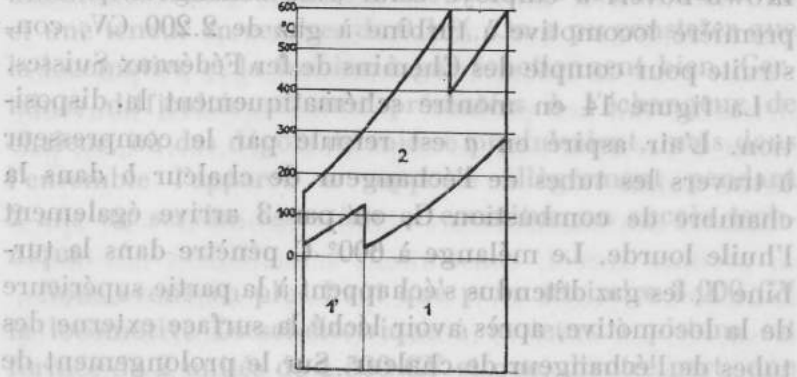


FIG. 13.

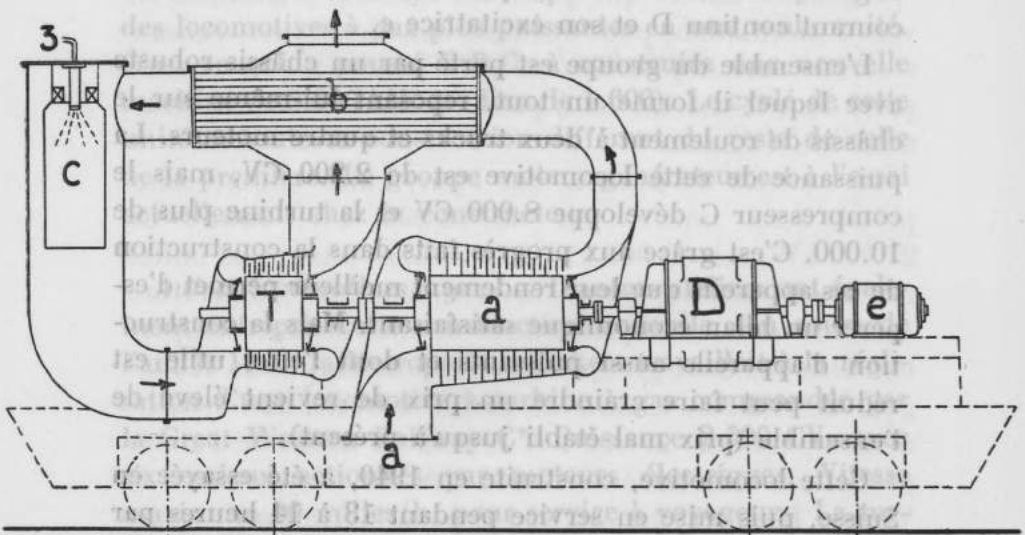


FIG. 14.

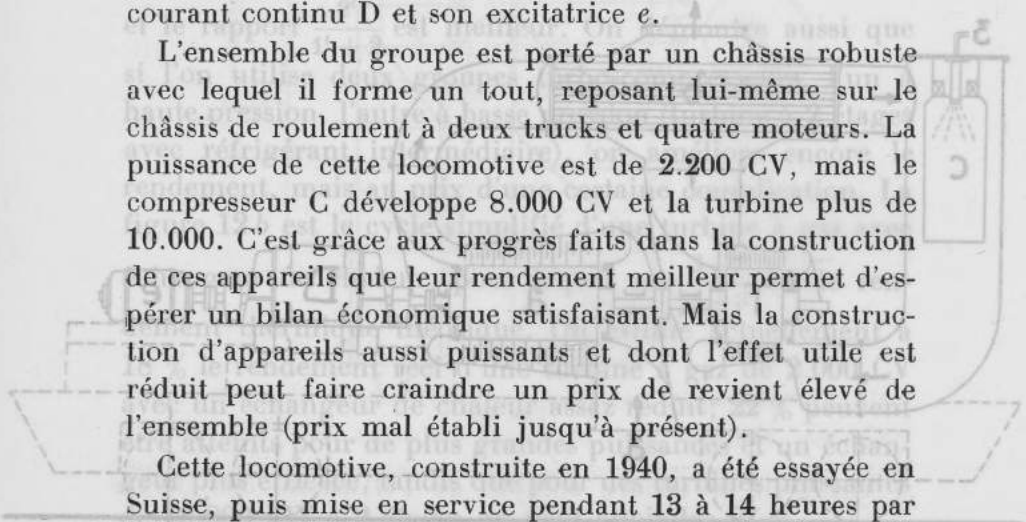
La température de l'air aspiré a une influence sur le rendement. En pays tropical il faudra réduire à la fois le rendement et la puissance utile d'environ 10 %.

Les cycles, indiqués plus haut, ont été utilisés pour des turbines à gaz fixes actionnant un alternateur et également pour des locomotives et des bateaux. En Europe, Brown-Boveri a employé celui avec échangeur pour la première locomotive à turbine à gaz de 2.200 CV, construite pour compte des Chemins de fer Fédéraux Suisses.

La figure 14 en montre schématiquement la disposition. L'air aspiré en *a* est refoulé par le compresseur à travers les tubes de l'échangeur de chaleur *b* dans la chambre de combustion *C*, où par *3* arrive également l'huile lourde. Le mélange à 600° C pénètre dans la turbine *T*; les gaz détendus s'échappent à la partie supérieure de la locomotive, après avoir léché la surface externe des tubes de l'échangeur de chaleur. Sur le prolongement de l'arbre de la turbine se trouvent le compresseur et l'engrenage réducteur de vitesse qui actionne une dynamo à courant continu *D* et son excitatrice *e*.

L'ensemble du groupe est porté par un châssis robuste avec lequel il forme un tout, reposant lui-même sur le châssis de roulement à deux trucks et quatre moteurs. La puissance de cette locomotive est de 2.200 CV, mais le compresseur *C* développe 8.000 CV et la turbine plus de 10.000. C'est grâce aux progrès faits dans la construction de ces appareils que leur rendement meilleur permet d'espérer un bilan économique satisfaisant. Mais la construction d'appareils aussi puissants et dont l'effet utile est réduit peut faire craindre un prix de revient élevé de l'ensemble (prix mal établi jusqu'à présent).

Cette locomotive, construite en 1940, a été essayée en Suisse, puis mise en service pendant 13 à 14 heures par jour sur la ligne Bâle-Chaumont. Elle y couvrait chaque jour une distance de 530 km, en remorquant des trains de 600 à 720 tonnes et en développant une puissance comprise entre 1.600 et 2.200 CV. Sa vitesse maximum atteint 110 km/h; elle devait gravir une rampe de 6 % longue de 20 km, à la vitesse de 50 km/h, et avait par-



couru au début de 1947 plus de 120.000 km. La consommation en huile lourde est d'environ 4.500 kg par jour, soit 8 à 9 kg/train ou 14 à 15 g par tonne brute et par kilomètre. L'huile utilisée a une viscosité de 325 E à 20° C et une teneur en cendres de 0,1 %. On a pu constater que la locomotive et la turbine à gaz fonctionnent bien. Certaines difficultés se sont présentées à l'échangeur de chaleur, où des dépôts de suie se produisaient, mais dans l'ensemble l'appareil a supporté allègrement pendant 2 ans un service assez dur et constitue un succès technique.

Nous avons vu plus haut que pour atteindre 3.000 CV la locomotive Diesel-électrique à moteurs à pistons est formée de 2 unités de 1.500 CV et que, d'autre part, une augmentation de la puissance de la turbine favorise son rendement; il est donc naturel que l'on cherche à produire des locomotives à gaz plus puissantes en une seule unité. C'est ce qui a poussé B.B.C. à construire une nouvelle machine de 3.000 kW (au lieu de 1.600). Le cycle de cette unité et toute sa construction diffèrent du reste de celle de la première. Le groupe moteur-générateur est à l'essai actuellement chez le constructeur.

Autres locomotives à gaz. — D'autres ateliers ont également entrepris cette construction nouvelle. Au cours de l'année 1946, la Metropolitan Vickers travaillait à la réalisation d'une locomotive à turbine à gaz commandée par la Great Western Railway C°. Puissance 2.500 CV, avec six essieux actionnés par moteurs électriques. Vitesse maximum 90 milles/h, pour service à voyageurs. La turbine est à cycle ouvert et comprend un compresseur axial, une chambre de combustion annulaire, une turbine à gaz actionnant le compresseur, un échangeur de chaleur tubulaire et une turbine actionnant la génératrice de courant continu par l'intermédiaire d'engrenages.

Westinghouse, en Amérique, construit également une

turbine de 2.000 CV pour locomotive (type aviation-compresseur axial).

La General Electric C° étudie une turbine de 4.500 CV pour locomotive. Enfin Allis Chalmers a en commande une turbine de 4.400 CV pour locomotive.

Sans doute la locomotive à turbine à gaz n'a pas complètement fait ses preuves. C'est un appareil nouveau, encore à l'essai et dont la disposition définitive n'est pas encore établie.

Mais si des constructeurs comme Brown-Boveri, après un premier succès, construisent actuellement une unité de 3.000 kW (4.000 CV), c'est qu'ils y voient des chances de succès. En outre le nombre d'autres constructeurs de locomotives à turbine à gaz est une indication dans le même sens.

Signalons encore que plusieurs turbines à gaz sont en voie d'installation, pour des centrales électriques, comme réserves ou compléments de puissance, et que, d'autre part, dans la marine on a passé également à des réalisations intéressantes.

La centrale de Beznau, sur l'Aar, entre autres, comprend deux unités, une de 13.000 kW, l'autre de 27.000 kW, soit 40.000 kW de puissance totale. Ces unités ne fonctionneront qu'en hiver, quand la température ambiante sera en moyenne de 5° ou moins. Elles comportent chacune deux groupes turbo-alternateurs et un échangeur de chaleur. L'unité de 13.000 kW est en fonctionnement, celle de 27.000 kW le sera au début de l'année prochaine. Une unité de 15.000 kW est commandée à la Vickers Electrical en Angleterre pour la Trafford Station de la Stretford Supply C°.

On voit donc qu'il y a dans ce secteur une très grande activité et qu'il est intéressant de surveiller de près le développement ultérieur de cet engin nouveau : la turbine à gaz.

Séance du 30 avril 1948

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

Sont en outre présents : MM. M. Delain, J. Manry, G. Moutser, F. Olsen, M. Van de Putte, membres du Bureau ; MM. R. Cambier, F. Chéris, F. de Magnée, R. Devroey, A. Gilliard, M. Legrave, F. Roger, P. Spoor, R. Vandenberghe, M. Van der Veken, D. E. van Nieuwenhuysse, R. Godey, P. Ruysschaert, C. Camus.

Absents et excusés : MM. K. Bollengier, C. Camus, R. Gommare, ainsi que M. F. De Jonghe, secrétaire général.

Séance du 30 avril 1948

Zitting van 30 April 1948

De la détermination de la teneur en étain des graviers
 ou des minerais minéralisés, les travaux
 effectués pendant la période du 15 au 25 avril 1948.

M. W. Spoor donne lecture de la note qu'il a rédigée sur cette question (Voir p. 607).

Sur l'activité éruptive volcanique du Kivu

M. L. de Magnée expose les diverses phases de l'éruption volcanique qui a débuté au Nord du lac Kivu le 1^{er} avril 1948 et qui a connue naissance à deux nouveaux cratères. Les cratères en sont situés respectivement à 10 et 15 km au S-O du Nyamagira, dont la dernière éruption date de 1888-1889 (Voir p. 624).

M. L. de Magnée fournit quelques renseignements complémentaires en réponse à des questions posées par MM. G. Moutser, A. Gilliard, R. Devroey, M. Legrave et R. Cambier.

Séance du 30 avril 1948.

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

Sont en outre présents : MM. M. Dehalu, J. Maury, G. Moulaert, F. Olsen, M. Van de Putte, membres titulaires; MM. R. Cambier, F. Clerin, I. de Magnée, E. Devroey, A. Gilliard, M. Legraye, E. Roger, P. Sporcq, R. Vanderlinden, membres associés.

Absents et excusés : MM. K. Bollengier, C. Camus, E. Comhaire, ainsi que M. E. De Jonghe, secrétaire général.

**De la détermination de la teneur en étain des graviers
ou des minerais stannifères.**

M. P. Sporcq donne lecture de la note qu'il a rédigée sur cette question. (Voir p. 607.)

Sur l'actuelle éruption volcanique du Kivu.

M. I. de Magnée expose les diverses phases de l'éruption volcanique qui a débuté au Nord du lac Kivu le 1^{er} avril 1948 et qui a donné naissance à deux nouveaux volcans. Les cratères en sont situés respectivement à 10 et 15 km au S.-O. du Nyamlagira, dont la dernière éruption date de 1938-1939. (Voir p. 624.)

M. I. de Magnée fournit quelques renseignements complémentaires en réponse à des questions posées par MM. G. Moulaert, A. Gilliard, E. Devroey, M. Legraye et R. Cambier.

Zitting van 30 April 1948.

De zitting wordt geopend te 14 u 30, onder voorzitterschap van de heer *G. Gillon*, directeur.

Zijn insgelijks aanwezig : de heren *M. Dehalu*, *J. Maury*, *G. Moulart*, *F. Olsen*, *M. Van de Putte*, titelvoerende leden; de heren *R. Cambier*, *F. Clerin*, *I. de Magnée*, *E. Devroey*, *A. Gilliard*, *M. Legraye*, *E. Roger*, *P. Sporcq*, *R. Vanderlinden*, buitengewoon leden.

Afwezig en verontschuldigd : de heren *K. Bollengier*, *C. Camus*, *E. Comhaire*, alsook de heer *E. De Jonghe*, secretaris-generaal.

**Over het bepalen van het tingehalte van grint
of tinhoudende ertsen.**

De heer *P. Sporcq* geeft lezing van een nota die hij opgesteld heeft aangaande deze kwestie. (Zie blz. 607.)

Over de actuele vulkanische uitbarsting in Kivu.

De heer *I. de Magnée* brengt verslag uit over de verschillende fasen van de vulkanische uitbarsting die op 1 April 1948 ten Noorde van het Kivumeer losbrak en die het ontstaan gaf aan twee nieuwe vulkanen.

De kraters zijn respectievelijk gelegen op 10 en 15 km ten Z.-W. van de Nyamlagira waarvan de laatste uitbarsting in 1938-1939 plaats greep. (Zie blz. 624.)

De heer *I. de Magnée* geeft enkele aanvullingsinlichtingen op vragen gesteld door de heren *F. Moulart*, *A. Gilliard*, *E. Devroey*, *M. Legraye* en *R. Cambier*.

Concours annuel de 1950.

La section arrête les textes suivants des questions du concours pour 1950 :

1. *On demande une contribution à l'étude de la richesse de la Colonie en force hydro-électrique économique utilisable, et sur l'influence qu'aurait la disposition de courant à bon marché sur le développement des moyens de communication, de l'industrie et de l'agriculture et sur l'économie de main-d'œuvre indigène qui en résulterait.*

2. *On demande une étude sur une ou plusieurs substances minérales du sous-sol congolais ne faisant pas actuellement l'objet d'une exploitation active, mais pouvant présenter un intérêt économique.*

Manifestation Marcel Dehalu.

M. M. Dehalu remercie l'Institut Royal Colonial Belge de s'être fait représenter à la séance académique tenue en son honneur le jeudi 22 avril dernier à l'Université de Liège.

Congrès international d'Ingénieurs pour le développement des Pays d'Outre-Mer.

Le *Secrétaire des séances* annonce l'organisation à Paris, en mai 1949, par la Société Française des Ingénieurs Coloniaux, d'un Congrès international des Ingénieurs s'intéressant à l'évolution des pays d'outre-mer.

Tous renseignements peuvent être obtenus au siège, 11, rue Tronchet, Paris (8^e).

Hommage d'ouvrages.

Present-exemplaren.

Le *Secrétaire général* dépose sur le bureau les ouvrages suivants :

De *Secretaris-Generaal* legt op het bureau de volgende werken neer :

1. *Technisch Wetenschappelijk Tijdschrift*, n^{rs} 2-3, Orgaan van de Vlaamse Ingenieursvereniging, Antwerpen, Februari 1948.

Jaarlijkse wedstrijd voor 1950.

Volgende teksten worden voor de prijsvragen 1950 vastgesteld :

1. Men vraagt een bijdrage aan de studie van de rijkdom in de economisch-buikbaar hydro-electrische kracht van de Kolonie, en op de invloed die de beschikking van goedkope stroom zou uitoefenen op de uitbreiding van de verkeerswegen, de nijverheid, de landbouw en op de economie in arbeid verricht door de inboorlingen er door teweeg gebracht.

2. Men vraagt een studie over één of meer minerale stoffen van de kongolese ondergrond die tegenwoordig geen voorwerp zijn van actieve exploitatie, doch een economische interest zouden kunnen bieden.

Manifestatie Marcel Dehalu.

De heer *M. Dehalu* bedankt het Koninklijk Belgisch Koloniaal Instituut voor zijn vertegenwoordiging aan de academische zitting, te zijner ere, in de Universiteit te Luik op Donderdag 22 April j.l. gehouden.

Internationaal Ingenieurscongres voor de uitbreiding van de Overzeese Landen.

De *Secretaris van de zittingen* meldt de organisatie door de Franse Koloniale Ingenieursvereniging, in Mei 1949 te Parijs, van een Internationaal Ingenieurscongres die in de evolutie van de overzeese landen belang stellen.

Alle inlichtingen zijn te verkrijgen aan de zetel : 11, rue Tronchet, Parijs (8°).

De zitting wordt te 15 u 30 geheven.

2. *Publications de l'Association des Ingénieurs de la Faculté polytechnique de Mons A.I.Ms.*, 4^e fascicule, Mons, 1947.
3. THAM, P., *Photogrammetric Orientation Data and Determination of their Accuracy*, Transactions of the Royal Institute of Technology, n° 14, Stockholm, 1947.
4. *L'Écho des Mines et de la Métallurgie*, n°s 3393 et 3394, Revue des Industries minières et métallurgiques, Paris, février et mars 1948.
5. *La Chronique des Mines coloniales*, n° 140, Bureau d'Études géologiques et minières coloniales, Paris, 15 février 1948.

Les remerciements d'usage Aan de schenkers worden
sont adressés aux donateurs. de gebruikelijke dankbetui-
gingen toegezonden.

La séance est levée à 15 h 30

M. M. Dehala, directeur de l'Institut Royal Colonial Belge
Mantelstukken
en aanst. aqumihaca acaas al à tentésépér taf de
de Da paer. V. Dehala bedankt het Koninklijk Belgisch
Koloniaal Instituut voor zijn vertegenwoordiging aan de
academische zitting te zijner ere in de Universiteit te
Luik op Donderdag 22 April 1948.

International Institute of Engineers for Colonization
van de Overzeesche Landen
en mai 1948
De Secretaris van de zittingen heeft de organisatie voor
de Franse Koloniale Ingenieursvereniging in Mei 1948
te Parijs van een Internationaal Ingenieurscongres die
in de evolutie van de overzeesche landen belang stellen. II
Alle bijdragen zijn te verkrijgen aan de zitting:
II, rue Tronchet, Parijs (8^e).
De zitting wordt te 15 u 30 gegeven.

1. *Technisch Wetenschappelijk Tijdschrift*, n° 2-3, Orgaan
van de Vlaamse Ingenieursvereniging, Antwerpen, Februari
1948.

**P. Sporcq. — De la détermination de la teneur en étain
des graviers ou des minerais stannifères.**

L'étain se rencontre en général dans la nature sous forme de bioxyde (SnO_2), qui est certainement sa combinaison la plus stable.

Au point de vue chimique pur, l'étain est un tétravalent; c'est donc un élément présentant dans ses combinaisons une grande similitude avec le carbone, le silicium, le titane, le zirconium, etc. Une des caractéristiques de ce groupe est l'indifférence de leur bioxyde. Bien qu'ayant une fonction acide, zircone excepté, on les trouve souvent à l'état libre dans la nature, montrant ainsi leur stabilité et leur manque de réactivité avec les corps susceptibles de s'y combiner.

L'étain est un emphotère, c'est-à-dire qu'il donne naissance aussi bien à des combinaisons acides qu'à des combinaisons basiques.

Une des propriétés sur lesquelles les chimistes s'appuient le plus pour son dosage est la facilité de réduction de ses oxydes.

Nous aurons l'occasion de revenir sur cette question dans la suite.

Il est nécessaire, avant d'exposer à fond le sujet, que nous situions le problème dans le domaine économique.

Dans la série des métaux employés usuellement par l'industrie, l'étain est un métal cher.

Voici, à ce sujet, les prix pratiqués dernièrement à la Bourse de New-York :

Le prix du fer est de fr. 1,50 le kg;

Le prix du cuivre est de 22 cents la lb, soit fr. 19,80 le kg;

Le prix de l'étain est de \$ 1,6 le kg, soit \pm 80 francs.

La combinaison principale sous laquelle on rencontre l'étain dans la nature est le bioxyde, lequel contient 78 % d'étain.

La valeur du bioxyde pur est donc comprise entre 55 et 60 francs le kg.

La cassitérite se rencontre dans ses gisements sous forme de sables, de grains ou de pépites.

Les principaux gisements exploités sont du type alluvionnaire ou éluvionnaire.

Au Congo belge, en dehors de la cassitérite, on ne rencontre que très peu d'autres combinaisons stannifères.

On a cependant signalé des stanno-tantalates de fer et de terre rare. Ceux-ci sont en général considérés comme des curiosités minéralogiques et ne présentent pas un intérêt économique pertinent.

Dans certains gisements, on a également rencontré de la stannine, sulfure double de fer et d'étain (FeSnS_3).

Ce minéral, qui forme la principale espèce sous laquelle on rencontre l'étain en Bolivie, n'a pas été signalé au Congo en gisements pouvant donner lieu à une exploitation (à ma connaissance tout au moins). Les gisements d'étain les plus exploités au Congo belge sont les gîtes secondaires, c'est-à-dire les alluvions; ils sont en général traités par les moyens ordinaires, c'est-à-dire par des sluices, des tables et des jigs.

Comme pour l'or, le principal instrument servant à la recherche de l'étain, ainsi qu'à la fixation de la teneur des placers, est le pan, avec tous ses inconvénients.

J'ai eu l'occasion à cette place de vous entretenir de la précision du pannage, et il est évident que les erreurs inhérentes à cette méthode sont encore plus grandes pour la cassitérite, dont la densité moyenne est 7, que pour l'or, dont la densité moyenne est 18.

Une alluvion stannifère peut être exploitable avec une

teneur de l'ordre de 1 kg/m^3 , alors que pour l'or cette teneur est de l'ordre du gramme; ceci signifie que les teneurs considérées sont mille fois plus fortes pour la cassitérite que pour l'or; ceci est évident à priori, puisque le rapport des valeurs est de l'ordre de 1 à 1.000. D'autre part, la cassitérite est un corps cristallin; au cours des remaniements du gravier, elle ne se laminera donc pas comme l'or; au contraire, elle se pulvérisera. La conséquence est qu'en général, dans les alluvions stannifères, la quantité des fines valeurs métalliques est faible, parce que les fines qui ont pu se former ont été entraînées par le courant d'eau.

Malgré la facilité et la précision relatives que donne la détermination au pan de la teneur d'un gravier, on a souvent demandé au chimiste de déterminer la teneur exacte d'un gravier en métal y contenu.

En chimie, on dose généralement l'étain sous forme métallique.

Cet étain est obtenu par l'électrolyse d'une solution dans laquelle tout le métal contenu dans la prise de départ a été entièrement dissous. A ce sujet, je vous signalerai, en passant, qu'en raison de l'inertie de la cassitérite, il est bon de retraiter plusieurs fois les résidus insolubles provenant d'une première attaque, afin d'être absolument certain que tout l'étain a été mis en solution.

Les manipulations ayant trait à la détermination de la teneur en étain d'un concentré font l'objet de normes très précises entre les vendeurs et les acheteurs de minerai et présentent un intérêt moindre pour l'exploitant congolais que la recherche de bonnes méthodes pour la détermination exacte (la plus exacte possible) de l'étain contenu dans le minerai en place.

Je me réserve, si la question peut vous intéresser, de vous exposer dans une autre communication mon point de vue sur celle-ci.

Il résulte de la valeur de la cassitérite, que des teneurs de 500 g/m³ ou 250 g/T sont à examiner. Ce qui signifie qu'en dehors de toute considération d'échantillonnage, si le chimiste part d'une prise initiale de 1 g, il aura à peser : 0,250 mg de bioxyde d'étain, ou 0,200 mg d'étain métallique.

Étant données toutes les possibilités de souillures, les influences des cendres du filtre, la sensibilité des balances, si l'on travaille par gravimétrie sans passer par l'électrolyse, la quantité d'étain qu'on pèsera sous forme de bioxyde risque d'être appréciée avec une très grande erreur.

Si l'on travaille par électrolyse, le rapport entre le poids de la cathode et le poids du métal y déposé est très faible (une cathode d'électrolyse pèse de 25 à 60 g); avec une balance sensible au 10^e de mg, peser \pm 0,2 mg d'étain déposé avec une exactitude suffisante est pratiquement impossible.

Il en résulte que le dosage exact de l'étain se heurte à deux grandes difficultés :

1. Si l'on doit s'adresser à la voie humide, la prise de départ doit être modeste, afin de pouvoir être manipulée facilement; elle sera donc de 1 à 5 g maximum.

2. D'autre part, étant donné le faible rapport en volume qu'occupe la cassitérite par rapport aux stériles, une prise de petite quantité pourra être entachée d'une très grande erreur.

Exemple : Supposons un gravier contenant 500 g de cassitérite à la tonne, soit 1 kg/m³ (teneur que nous qualifierons de forte).

1 T de gravier quartzeux a un volume absolu de l'ordre de 400 litres.

500 g de cassitérite ont un volume absolu de

$$\frac{500 \text{ m}^3}{7} = 71 \text{ cm}^3.$$

Le rapport des volumes est donc

$$\frac{400.000}{71} = 5.600,$$

c'est-à-dire que si la prise est constituée de grains de même grosseur, il y aura 5.599 grains de stériles pour un grain de cassitérite.

Le calcul des probabilités indique que dans ces conditions il faudra prélever au moins 100.000 grains pour avoir une erreur probable de $\pm 5\%$. (Il est bien entendu que l'erreur probable considérée ici n'est qu'une erreur inhérente à la prise elle-même et absolument indépendante des erreurs de manipulations.)

Ceci implique donc que la prise de 1 g doit être réduite à une finesse telle que chaque grain occupe un volume de $\frac{1}{2500} \text{ mm}^3$, ce qui correspond à un diamètre moyen de 0,09 mm, soit une finesse en maille standard comprise entre 150 et 200 mailles.

Nous voyons donc que :

- 1° l'hétérogénéité du minerai,
 - 2° la faible quantité d'étain y contenue
- nous sollicitent à travailler avec des prises massives certainement de l'ordre de 50 g et plus pour une teneur initiale en cassitérite de 1 kg/m³ ou 500 g/T.

D'autre part, la difficulté des manipulations et d'attaque convenable ainsi que la quantité importante d'impuretés qu'il faudra éliminer militent en faveur de la faible prise.

Les chimistes se sont donc trouvés en face d'un dilemme. Imitant ce qui a été fait pour les métaux précieux, ils se sont orientés vers la voie sèche.

Le principe de la voie sèche, tout au moins pour les métaux précieux, est de scorifier les impuretés et de rassembler dans un culot métallique le métal que l'on veut prendre en considération.

Malheureusement, si la cassitérite est, comme nous l'avons expliqué, un corps inerte devant les réactifs, l'étain, à l'opposé des métaux précieux, réagit très facilement, d'où impossibilité d'employer le système d'emplombage.

Les difficultés ont cependant été surmontées et il m'a semblé intéressant de vous exposer les différentes méthodes réalisées par les chimistes pour arriver, par une série de manipulations relativement faciles, à obtenir un dosage correct.

Je vais me permettre de vous exposer très succinctement cette question. Il est bien entendu que les méthodes qui vont être décrites n'ont pas la prétention d'être absolument exactes, mais nous estimons qu'une méthode permettant de donner avec certitude la teneur en étain à 2 ou 3 % près dans des graviers qui contiennent ± 1 kg au m^3 , soit donc que l'erreur d'approximation sera de l'ordre de 20 à 30 g au m^3 , répond parfaitement aux desiderata de l'exploitant.

Nous poserons d'abord en principe que pour toute la partie plus grande que 2 mm, la détermination se fera au moyen du pan. Le pannage permet de mettre en œuvre ± 10 kg de gravier, et donc si celui-ci a été criblé à 10 mm, le grain moyen de cassitérite sera de ± 5 mm de diamètre (puisque nous considérons que la tranche passant 10 mm refus 2 mm) et aura donc comme poids moyen $\pm 0,4$ g, c'est-à-dire qu'un grain moyen influencera la teneur de ± 40 g/ m^3 ou de 0,4 g sur 10 kg.

Pour les refus de 100 mm nous conseillons de laver au moins 4 pans, car le grain de 10 mm de diamètre supposé sphérique pèsera plus de 3 g; donc sur 10 kg, il influen-

cera la teneur de ± 300 g/m³. La teneur en cassitérite grosse s'obtiendra beaucoup plus exactement par le traitement au sluice de quelques m³ provenant soit de plusieurs trous, soit d'une tranchée de contrôle. Le traitement au sluice pourra être répété plusieurs fois par reprise des tailings, afin d'être certain que toute la cassitérite y contenue aura été retenue par la table.

D'autre part, l'analyse criblométrique du gravier donnera également des indications précieuses.

Il est évident, à priori, que si un gravier ne contient pas de fines stériles, il pourra difficilement contenir de fines valeurs métalliques; en effet, celles-ci se sont déposées avec elles et si le courant a emporté les fines stériles, il a également emporté les fines valeurs métalliques équitantes avec celles-ci.

Pour s'en rendre compte, il suffit de faire les courbes granulométriques des graviers et des valeurs y contenues.

On constate que ces courbes sont en général parallèles, la courbe des valeurs métalliques étant décalée par rapport à la courbe des stériles vers les fines.

Cette parenthèse était nécessaire pour bien situer le problème, c'est-à-dire qu'en général on ne fera appel aux moyens chimiques que pour la détermination des teneurs en cassitérite, dans les catégories criblométriques situées au-dessous de 2 mm et pour autant que cette partie soit importante.

Pour les gîtes primaires, le problème sera le même. Le matériel minéralisé sera broyé et l'on déterminera la quantité de valeurs métalliques dans les refus de 2 mm, soit par jig ou par tout autre appareil de concentration. Pour la teneur des fines, on devra s'adresser aux méthodes chimiques. (Je dois cependant dire que le superpanneur, le classeur Remina, dont je vous ai déjà parlé à propos de l'or, sont susceptibles de donner des indications précieuses

sur les quantités de cassitérite fine contenues dans les graviers.)

Il résulte de ce qui vient d'être exposé que, considérant toujours le même gravier type, ayant une teneur de $\pm 1 \text{ kg/m}^3$ ou 500 g/T , la cassitérite ayant 2 mm de diamètre sera le plus gros grain à considérer pour la détermination de la teneur par les méthodes que nous allons vous définir.

Le grain de 2 mm de diamètre pèsera donc

$$\frac{8 \times 6}{2} = \pm 24 \text{ mgr,}$$

en admettant que la cassitérite a une densité de 7; il en résultera qu'une prise de 10 g sera influencée d'une teneur de $\pm 2 \text{ kg}$ par T. Ceci nous conduit, si l'on ne veut pas broyer, à prendre en considération une prise de 1 kg, afin que la prise ne soit influencée que de $\pm 10 \text{ g/T}$ par la présence d'un grain de cassitérite en trop ou en trop peu.

Si l'on porphyrise à $\pm 100 \text{ m}$, soit 0,15 mm de diamètre, le plus gros grain de cassitérite pèsera $0,15^3 \times 7,5 = 0,01 \text{ mg}$.

Un broyage préalable à ± 60 mailles sera donc en général suffisant pour que la prise représentative puisse être réduite à 2 ou 3 g, à condition, bien entendu, que celle-ci ait été parfaitement homogénéisée et qu'elle ait été réduite en tenant compte des prescriptions généralement admises pour l'échantillonnage.

L'étain, comme il a été dit, peut être dosé par électrolyse, mais étant donné que la quantité d'étain à peser devra être de l'ordre de 2 dg pour que les erreurs de balance et de pesée puissent être considérées comme sans influence sur la valeur de la détermination, ceci implique donc une prise de $\pm 200 \text{ g}$ qui sera difficilement manipulable en laboratoire.

Au contraire, dans les méthodes titrimétriques, on travaille ordinairement avec des burettes graduées à $\pm 1/10$ de cm^3 . Lorsque la solution est titrée (± 2 mg d'étain pour 1 cm^3 de solution) on pourra donc apprécier $\pm 0,2$ mg d'étain.

Nous voyons donc que pour apprécier l'étain à ± 1 à 2 % près, nous ne devons mettre en œuvre qu'une prise en contenant ± 2 cg, et pour la teneur initiale de départ moyenne que nous avons considérée, soit 500 g par T, nous devons donc mettre en œuvre ± 40 g de minerai. Ce poids peut se manipuler au laboratoire, surtout si l'on s'adresse à des méthodes d'attaque procédant de la voie sèche. Suivant ce qui a été dit en parlant de la combinaison principale de l'étain, il est inutile d'essayer d'attaquer celle-ci par la voie humide, surtout dans des minerais ayant une teneur de $0,05$ %.

Même si l'attaque proprement dite réussissait, elle conduirait à l'obtention d'une solution stannifère contenant une quantité beaucoup trop importante de corps tels que : fer, alumine, titane, etc. La présence de ces impuretés rend très pénibles les manipulations qui fixent la teneur en étain.

Toutes les méthodes chimiques recommandables pour déterminer l'étain sont basées sur les propriétés chimiques de ce corps simple.

L'étain a 2 ions : un ion stanneux bivalent et un ion stannique tétravalent.

En solution, dans les conditions ordinaires d'un laboratoire, soit au contact de l'air atmosphérique, toutes les solutions stanneuses tendent à devenir stanniques.

Les solutions stanneuses mises au contact d'une solution contenant un composé *iqum* d'un autre métal, et notamment du fer, le transforment quantitativement en composé *osum*.

Par conséquent, une solution stanneuse ramènera les

iodates en iodures, et les anciens dosages de l'étain étaient basés sur des méthodes procédant de l'iodimétrie.

Mais celle-ci est compliquée, parce que les iodates réagissent avec pratiquement tous les corps réducteurs; on est donc obligé, pour appliquer correctement cette méthode, d'obtenir une solution stannifère pure exempte d'autres ions réactionnels; on retombe alors dans les complications que j'ai expliquées au commencement de cette communication.

D'un autre côté, les méthodes par gravimétrie consistant à peser une combinaison définie de l'étain, et la combinaison la plus généralement prise en considération comme étant la plus stable étant le bioxyde, sont entachées d'erreurs, résultant surtout de la facilité avec laquelle les sels d'étain tendent à s'hydrolyser. Au cours des manipulations, une grande partie des sels d'étain se transformera en composés colloïdaux qui resteront avec les insolubles.

Par exemple, le chlorure stanneux n'est en solution stable dans l'eau qu'à condition d'y maintenir un pH correspondant à une solution chlorhydrique à 5 ou 6 % d'acide chlorhydrique. Au-dessous de ce pH, il se transforme facilement en oxychlorure insoluble et colloïdal qui est retenu sur le filtre et cause ainsi des pertes importantes.

A titre purement documentaire, je vais vous donner la description du dosage gravimétrique de l'étain.

La méthode comporte :

1° Une réduction du minerai chauffé au-dessus de 700° dans un courant d'hydrogène, autant que possible naissant;

2° Traitement de ce minerai réduit par un acide fort, en général l'acide chlorhydrique, en prenant soin de ne pas dépasser comme température d'attaque $\pm 110^\circ$.

Filtration de la solution et éventuellement remise à la réduction de l'insoluble et répétition des opérations.

Traitement de la solution ainsi obtenue par l'hydrogène sulfuré en solution nettement acide, mais sans excès.

Cette précipitation à l'hydrogène sulfuré fait déjà l'objet de beaucoup de discussions.

Certains préconisent le passage d'un courant rapide d'hydrogène sulfuré dans la solution bouillante; d'autres préconisent la saturation lente du liquide; d'autres encore conseillent l'emploi de flacons à pression. Ces divers subterfuges ont surtout pour but d'obtenir un précipité bien aggloméré et se filtrant facilement, le sulfure d'étain ayant une tendance à former des oxysulfures colloïdaux qui rendent les filtrations très pénibles et très longues; de plus, ces précipités colloïdaux ont une tendance à retenir par adsorption des corps fixes qui se retrouveront dans la pesée finale.

Le sulfure d'étain, débarrassé du fer, de l'alumine, des alcalino-terreux et des alcalins, est mis en solution dans du sulfhydrate alcalin, sulfure de sodium ou d'ammonium polysulfuré. Il est ainsi séparé du groupe du cuivre et la solution après filtration ne contient plus que de l'étain, de l'antimoine et de l'arsenic.

L'étain est alors précipité à l'état de bioxyde. Pour cela il est nécessaire de faire subir à la solution un traitement approprié avec de l'acide nitrique et du nitrate ammoniac; l'étain précipitera sous forme d'acide métastannique en laissant en solution l'antimoine et l'arsenic.

Après repos, le précipité stannifère est séparé de sa solution par filtration sur creuset de Goch taré; celui-ci est ensuite séché, calciné et l'étain pesé sous forme de bioxyde.

Dans la méthode telle que décrite, il faut tenir compte des risques d'entraîner des pertes en étain par manque de lavage des filtres, lavages qui doivent toujours être

exécutés avec un liquide dissolvant l'étain, car l'eau distillée pure l'hydrolyse et le précipitera sous forme d'oxysulfure.

La calcination du précipité au creuset de Goch devra être exécutée avec beaucoup de précautions, car si la flamme est réductrice et si la solution dans laquelle on a précipité l'étain contenait des chlorures, l'étain distillerait très facilement sous forme d'oxychlorure volatil aux environs de 200°.

D'autre part, j'ai eu la curiosité d'analyser des précipités de bioxyde d'étain (ces bioxydes avaient été obtenus par des chimistes en stage, se mettant au courant des méthodes d'analyse).

J'ai trouvé comme composition de ces précipités $\pm 95\%$ de bioxyde d'étain.

Je me hâte d'ajouter que cette erreur de $\pm 5\%$ en excès compense plus ou moins la tendance que l'on a de perdre de l'étain au cours des manipulations que comporte l'analyse, telle qu'elle vient d'être décrite.

Il résulte de tout ceci que la méthode gravimétrique est délicate; ses manipulations sont longues et par conséquent son P.R. est élevé. Presque tous les exploitants, surtout ceux qui traitent l'étain par alluvions, contrôlent leurs exploitations au moyen du pan, trouvant que, malgré ses défauts, il leur donne des résultats comparables, c'est-à-dire qu'un tailing de table ne laissant plus apparaître de cassitérite au pan peut être considéré comme épuisé, et ce parce que même s'il garde encore de la cassitérite, celle-ci est vraisemblablement très fine et la table d'alluvions, si l'on y traitait une deuxième fois le gravier épuisé, ne pourrait plus capter de matière métallique avec un pourcentage rémunérateur.

Ceux qui exploitent des éluvions, matériel qui n'a pas encore subi un classement aussi poussé que l'alluvion, rencontrent dans leurs gisements de la cassitérite beau-

coup plus fine, et, par conséquent, le dosage de la cassitérite par un moyen plus exact que le pan se pose pour eux avec beaucoup d'acuité.

En conséquence de l'exposé qui vient d'être fait, la première erreur à éliminer est l'erreur de prise.

Elle ne peut être réduite qu'en augmentant la quantité mise en œuvre, mais alors les méthodes d'attaque par voie humide ne peuvent plus être prises en considération, comme nous l'avons dit. Par conséquent, il faut s'adresser à la voie sèche.

Toutes les méthodes chimiques pratiques transforment d'abord la cassitérite en étain métallique; celui-ci est beaucoup plus attaquant par les réactifs ordinaires de laboratoire, et notamment par l'acide chlorhydrique.

Voici d'abord la description d'une méthode donnée par Berenger :

L'analyse est basée sur la réduction à l'état d'étain métallique de l'oxyde d'étain par l'action des vapeurs de zinc à la température de 950°. La réduction est facilitée par l'addition d'oxyde de zinc et de carbonate de soude.

La cassitérite doit être finement porphyrisée.

La plupart des concentrés peuvent être directement réduits, mais lorsque la présence de pyrite est suspectée, il est préférable de procéder en premier lieu à un lavage par l'acide.

L'échantillon est mélangé avec 2 g d'oxyde de zinc, 5 g de zinc en poudre et 0,2 g de carbonate de soude anhydre, puis placé dans un creuset de porcelaine. Le creuset est ensuite couvert avec un disque en mica et chauffé dans un four pendant 15 minutes.

Laisser refroidir, détacher le disque en mica; placer ce dernier dans un petit vase, verser le contenu du creuset dans un flacon de 250 cc, placer le creuset dans le vase avec le disque en mica, ajouter 20 cc Hcl, chauffer jusqu'à ce que le zinc soit dissous.

Verser cette solution dans le flacon, laver le vase avec quelques centimètres cubes de Hcl et verser cette eau de lavage dans

le flacon gradué de 250 cc. Fermer le flacon avec un bouchon pourvu d'un tube d'échappement, faire bouillir doucement pendant 5 minutes, ajouter un peu d'aluminium métallique (4 g), ajouter ensuite 40 cc d'Hcl. Faire bouillir jusqu'à ce que l'aluminium soit complètement dissous, ajouter 50 cc d'eau distillée bouillie et un petit morceau de marbre ou de carbonate de soude.

Laisser refroidir et titrer avec la solution d'iode décrite ci-dessous en présence d'amidon.

La solution d'iode employée sera de 100 cc = 0,5 g Sn pour

La solution d'iode employée sera de 100 cc = 0,5 g Sn pour 3 g KIO_3 avec 30 g de KI et 2 g de NaOH dilué dans un litre d'eau.

Le titrage par l'iode, surtout aux colonies, est peu recommandable, la solution changeant facilement de titre par suite de l'altérabilité des réactifs.

On peut évidemment, lorsqu'on travaille en série, introduire un témoin par dix analyses, par exemple, c'est-à-dire faire subir à une solution contenant un poids exactement connu d'étain les mêmes manipulations et corriger le titre de la liqueur iodique à chaque série, en prenant en considération la teneur du témoin introduit dans la série.

On peut aussi remplacer la solution d'iode par une solution d'alun ferrique et employer le sulfocyanure d'ammonium comme indicateur. Pour les minerais qui contiendraient du titane, on peut éliminer ce corps en filtrant la solution sur laine de verre, avant que l'attaque de l'aluminium soit terminée.

Dans ces conditions, le titane reste dans la solution, tandis que l'étain est déjà sous forme métallique; l'aluminium et son éponge d'étain y adhérant sont ensuite complètement attaqués par l'acide chlorhydrique et le dosage continué comme décrit.

Étant donné que la liqueur titrée est sensible à 0,2 mg par cm^3 et que l'on part d'une prise de ± 10 g, on peut apprécier par cette méthode une teneur de ± 20 g/T.

Dans le même ordre d'idées, voici la description d'une méthode permettant de doser l'étain dans un matériel très hétérogène avec des moyens relativement réduits : 500 g de gravier à examiner sont placés dans un creuset de terre (on peut employer le creuset du type A. 12 servant à la fusion plombeuse pour or). Après avoir été bien mélangé avec 25 ou 50 g de charbon gras, préalablement pulvérisé à 100 m, le creuset est ensuite placé dans un foyer quelconque et porté à $\pm 1.000^{\circ}$. Le creuset est fermé au moyen d'un scorificateur. Cette opération peut se faire au feu de forge ordinaire; la température est maintenue ± 1 heure, afin qu'elle pénètre jusqu'au cœur du creuset.

On laisse ensuite refroidir le creuset toujours obturé, puis le contenu est versé dans une capsule de ± 2 l et traité par l'acide chlorhydrique dilué à 50 %. Lorsque l'effervescence est calmée, on s'assure que la solution est nettement acide, et si elle ne l'est pas, on ajoutera encore de l'acide chlorhydrique de manière à avoir une acidité finale correspondant à environ 5 % en acide libre.

On agite et laisse reposer. On prélève une partie aliquote de la solution claire surnageante et on la traite par l'aluminium, comme dans la méthode précédente.

S'il y a du titane, tungstène, etc., on filtrera sur laine de verre avant que tout l'aluminium soit attaqué, puis on retraitera l'éponge d'étain et le reliquat d'aluminium par l'acide chlorhydrique, comme dit précédemment.

On terminera par un titrage à l'alun ferrique.

Ici, il n'y a aucune filtration sur papier, ni aucun réactif compliqué.

Nous avons essayé cette méthode sur des minerais artificiels ayant des teneurs variant de 500 à 100 g/T. Les teneurs révélées ont été de l'ordre de 90 à 95 % de l'étain réel pour des graviers passant 2 mm et broyés ensuite à ± 30 mailles.

Nous avons également constaté que la présence d'argile dans le gravier favorise la réduction de l'étain. L'argile libère en effet ses dernières eaux de constitution vers 800 à 900°. Cette vapeur réagit sur l'excès de carbone de la charge et forme de l'hydrogène naissant, réducteur de choix pour la cassitérite.

La prise massive que cette méthode permet élimine pratiquement les erreurs dues à l'hétérogénéité du minéral.

On peut mettre en œuvre 500 g et plus de matières, à la condition que le gravier original ne contienne pas trop d'oxyde de fer ou d'alumine, ce qui est en général le cas des graviers stannifères. Deux litres de solution chlorhydrique sont amplement suffisants pour mettre tout l'étain en solution. Dans le cas où l'attaque serait jugée incomplète, il sera toujours loisible de retraiter le résidu de la première attaque et de voir si la quantité d'étain qu'il contient encore est importante.

Le prélèvement de 500 cm³ hors des deux litres de solution correspond à 125 g de matière initiale.

D'autre part, la solution ferrique permet d'apprécier avec certitude $\pm 0,2$ mg d'étain, soit donc 0,125 mg ou 1,6 mg au kg, soit 2 g de cassitérite à la tonne.

La méthode ne requiert aucun matériel spécial, ni appareillage compliqué et les creusets peuvent pratiquement servir indéfiniment.

L'alun ferrique ammoniacal a l'avantage sur les iodures et les iodates de se conserver indéfiniment et la solution titrée garde également parfaitement son titre.

Je me permets, pour terminer, d'espérer que j'ai intéressé les exploitants de graviers stannifères, et je leur dis :

Les méthodes assez frustes que je viens de vous exposer

sont évidemment susceptibles d'être modifiées suivant les impuretés que peuvent contenir les graviers ou les filons exploités.

Il appartiendra à chacun de mettre au point les modifications à y apporter.

Mais je crois avoir rendu service en indiquant la voie à suivre. Puissent les quelques idées que je viens d'exposer aider à augmenter le rendement des exploitations stannifères et, par conséquent, notre patrimoine colonial.

30 avril 1948.

(1) Ces notes constituent un résumé des observations réalisées au cours du mois de mars 1948 par M. H. Tardif, ingénieur géologue au Service géologique de l'Ontario. Elles ont été soumises au Service géologique de l'Ontario par M. Tardif pendant son séjour à la Station de la Société de Géologie.

**I. de Magnée. — La nouvelle éruption volcanique
au Nord du lac Kivu.**

Le nouveau paroxysme d'activité volcanique s'est manifesté le 1^{er} mars 1948, à une heure qui n'a pu être précisée. La veille, à 9 heures du matin, un tremblement de terre a été très nettement perçu sur le rivage septentrional du lac Kivu.

Une violente éruption a éclaté en un point situé à l'altitude +1.800 m par environ 1°32' de latitude Sud et 29°10' de longitude Est. Ce point se trouve à environ 10 km à l'W.-S.-W. du grand volcan Nyiragongo et à la même distance au Nord de la colline triangulée Bulengo, située au bord du lac Kivu.

L'éruption a été d'emblée caractérisée par de violentes projections gazeuses et liquides, accompagnées de fortes explosions et de grondements. Cette phase strombolienne s'est poursuivie pendant une huitaine de jours. Les projections de lave pâteuse ont formé rapidement un cône de près de 80 m de hauteur. Il domine la plaine de laves anciennes qui monte en pente douce des rives du lac jusqu'au pied des grands volcans Nyiragongo et Nyamlagira.

Les scories incandescentes étaient projetées à plusieurs centaines de mètres de hauteur et ont haché la végétation jusqu'à plusieurs kilomètres de distance de l'événement. Le phénomène était accompagné d'émissions de flammes rouges montant à près de 200 m de hauteur.

(1) Ces notes constituent un résumé des observations réalisées au cours du mois de mars 1948 par M. H. Tazieff, ingénieur-géologue au Service Géologique de Costermansville. Le texte *in extenso* des rapports préliminaires de M. Tazieff paraîtra dans le *Bulletin de la Société belge de Géologie*.

Simultanément débordait, du côté occidental du cratère, un flot de lave liquide (t° environ 1.100° , mesurée au pyromètre optique). Cette émission de lave a pu être observée jusqu'au 13 mars.

La coulée de lave basaltique s'est dirigée vers le S.-S.-W. Elle a parcouru une distance de 7 km durant les six premiers jours. Le 8 mars, peu avant midi, elle coupa au km 192 la route Costermansville-Goma. Elle dépassa d'un kilomètre cette route et s'arrêta le 9 mars, à environ 2 km du lac Kivu. La coulée a avancé de 9 km en 9 jours, sur une pente moyenne de 2 à 2,5 %.

Le cône du nouveau volcan a, en projection horizontale, la forme d'une ellipse à grand axe dirigé E.-N.-E. Dans le prolongement de cet axe existent du côté Est et à courte distance une série de petits cônes surbaissés.

Ceux-ci jalonnent nettement une fissure dirigée E.-N.-E. Cette fissure a émis une courte nappe basaltique s'épanchant en direction Nord.

Les manifestations gazeuses se sont traduites par l'émission de fumées brun violacé à odeur sulfureuse, chargées de poussières volcaniques. Des dépôts de soufre se sont formés autour des événements, ainsi que des dépôts de sels chlorurés. Ces caractères fumerolliens rappellent ceux de l'éruption de 1938 (Nyamlagira).

A partir du 11 mars, l'activité explosive a baissé de plus en plus, avec des sursauts sporadiques. Vers la mi-avril, l'ascension du nouveau volcan est devenue possible et a été réalisée par M. Tazieff. A ce moment, de la lave très fluide bouillonnait encore violemment au fond du cratère et était projetée en nappes contre les parois. Mais les projections ne dépassaient plus qu'occasionnellement les bords du cratère.

L'éruption a eu lieu à l'endroit dénommé Kituro-Nyefunsi. M. Tazieff propose de donner ce nom au nouveau volcan. Celui-ci est de même nature que les nom-

breux petits volcans basaltiques qui émaillent le fond du graben au Nord du lac Kivu.

À environ 4 km 500 W.-S.-W. du Kituro-Nyefunsi s'est manifesté un second centre d'activité volcanique. Il avait passé inaperçu tout d'abord. M. Tazieff a remarqué son existence le 10 mars, à son arrivée sur les lieux.

En avion, on pouvait voir à cet endroit deux petits « spatter-cones » et plusieurs fissures parallèles d'où s'écoulait, sans projections, de la lave incandescente.

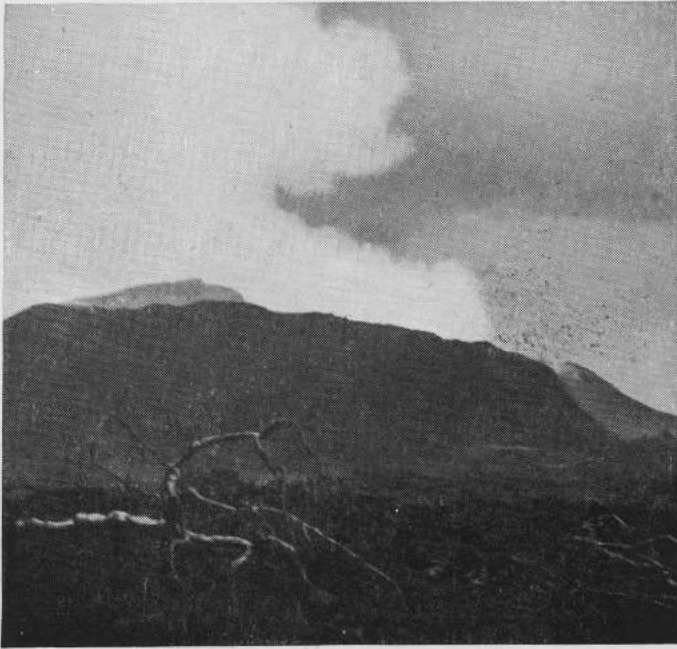
Jusqu'au 11 mars, cette deuxième coulée avait peu progressé. Mais le 12 mars elle se mit à avancer rapidement vers le S.-W., soit en direction de la baie de Sake. Le front de la coulée progressait à travers une jungle très dense, à une vitesse dépassant par moments 20 m par minute.

Dans la nuit du 12 au 13 mars, vers 2 heures a.m., cette coulée coupait au km 185 la route Costermansville-Ngoma, après un parcours de 5 km accompli en 11 heures.

Le 15 mars, à 7 heures, la lave arrivait au lac Kivu, dans la baie de Sake, à peu près à l'extrémité Est de la coulée de 1938. Entretemps la coulée s'était fortement étendue en largeur.

L'arrivée de cette coulée dans les eaux du lac Kivu provoqua la naissance d'une puissante colonne de vapeur qui s'éleva à plusieurs centaines de mètres de hauteur. Cette colonne de vapeur n'a persisté que ce jour-là, 15 mars. Quoique la lave continue à se déverser dans le lac, on n'observe plus, depuis, que des dégagements de vapeur relativement réduits.

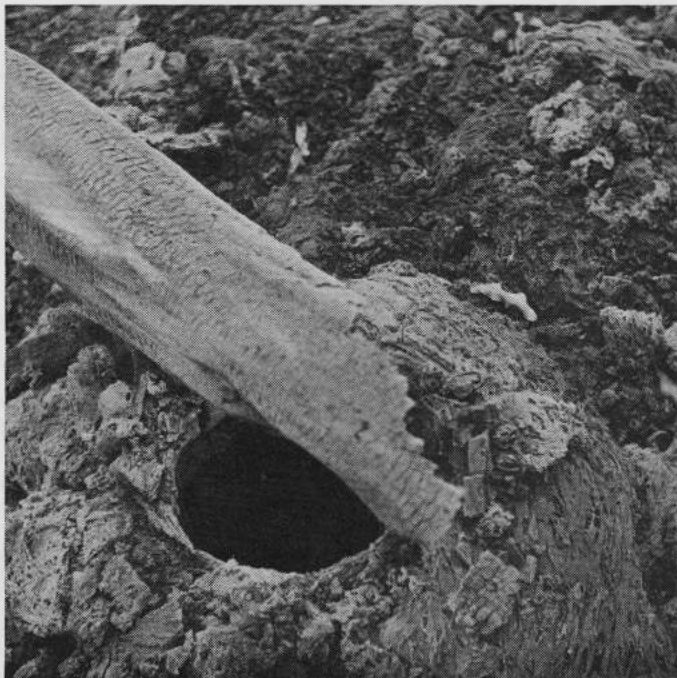
La coulée de lave se poursuit sous eau; ceci est mis en évidence par le bouillonnement de la surface du lac dans le prolongement de l'axe de la coulée, bouillonnement dû au dégagement des gaz; l'odeur sulfureuse caractéristique de l'éruption est ici rendue plus forte encore par le barbotage dans l'eau.



Aspect du nouveau volcan Kituro-Nyefunsi en pleine activité. On distingue au-dessus du cratère (côté droit) des projections de lave pâteuse. Au premier plan, lave et scories fraîches et restes incomplètement brûlés de la jungle.



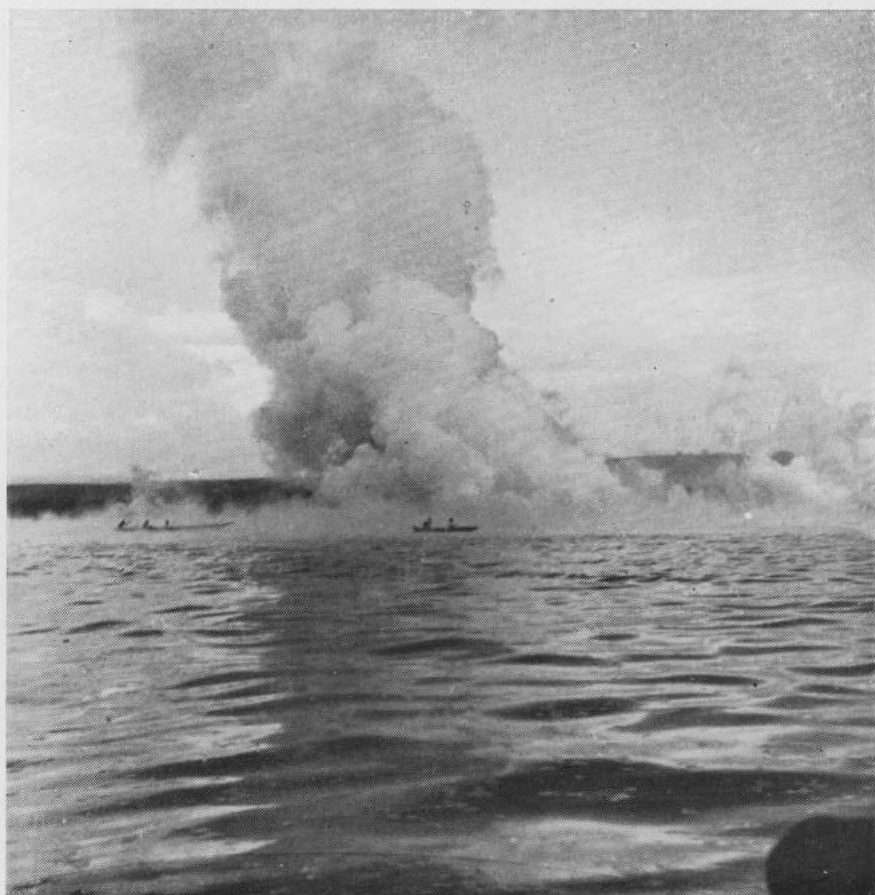
Aspect nocturne de la gerbe de flammes rouges qui couronne le cratère Kituro-Nyefunsi.



Arbre pris dans le flot de lave.
La combustion de la base du tronc laisse un trou cylindrique.



Blocs de lave consolidée au front d'une coulée.



Colonne de vapeur provoquée par le déversement de la lave
dans le lac Kivu.

Un survol permet de voir très clairement, par transparence, la prolongation sous-lacustre de la coulée de lave. La température de l'eau de la baie augmente évidemment, et l'on n'y peut tenir la main à partir de 30 m environ de la lave.

Le second centre éruptif a été dénommé Muhuboli par M. Tazieff. Il se trouve au pied et immédiatement à l'Est du mont Shove, petit volcan éteint. Le Muhuboli ne présente pas de cône proprement dit. Son appareil comprend deux petits cônes de scories (15 à 25 m de hauteur), tous deux fendus par le milieu et couverts de dépôts de soufre. Ils n'ont pas été observés en activité. Les événements d'émission de lave, au nombre de quatre, se trouvent plus au Nord. Trois sont alignés sur la même fissure, dirigée N.-E./S.-W. Un seul d'entre eux est entouré par un petit cône de scories haut de 5 à 6 m.

Les laves issues des quatre orifices ont commencé par remplir la cuvette topographique située entre le Shove et le Rumoka. Le 12 mars, elles ont débordé de cette cuvette et effectué la rapide poussée vers la baie de Sake. Le 6 avril, l'émission tranquille de lave se poursuivait et formait, à la surface de la couche de lave déjà refroidie, deux fleuves de couleur rouge orangé, larges de 20 à 40 m, coulant à une vitesse de plus de 10 km à l'heure. Cependant, ils n'étaient visibles que jusqu'à 500 m environ en aval des événements. Plus loin, la lave incandescente s'enfonçait sous des amoncellements de blocs basaltiques.

Le 30 avril 1948.

Un survol permet de voir très clairement, par transparence, la prolongation sous-lacustre de la coulée de lave. La température de l'eau de la baie augmente évidemment et l'on peut partir de 30 m environ de la lave.

Séance du 28 mai 1948.

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

Sont en outre présents : MM. E. Allard, J. Beelaerts, J. Maury, membres titulaires; MM. R. Cambier, I. de Magnée, E. Devroey, P. Lancsweert, M. Legraye, P. Sporcq, membres associés; ainsi que M. E. De Jonghe, secrétaire général.

Absents et excusés : MM. R. Anthoine, E. Comhaire, K. Bollengier, S. De Backer, M. De Roover, P. Fontainas, A. Gilliard, G. Moulaert et F. Olsen.

La formation des chercheurs coloniaux.

M. M. Legraye expose le problème de la formation des chercheurs coloniaux. Il analyse à cet effet le statut élaboré par l'Office de la Recherche Scientifique de la France d'Outre-Mer, en vue du recrutement et de la formation de fonctionnaires-chercheurs.

La mesure des débits des grands cours d'eau congolais.

M. E. Devroey donne lecture de la note qu'il a rédigée sous le titre précité. (Voir p. 632.)

Concours annuels. — Carburants coloniaux.

Un manuscrit a été régulièrement reçu en réponse à la cinquième question posée pour le concours annuel de 1948.

Le mémoire a pour titre « Distillation *in situ* de schistes bitumineux de Stanleyville »; l'auteur en est M. Ghyoot.

MM. E. De Backer, G. Gillon et M. Legraye sont désignés comme rapporteurs.

Zitting van 28 Mei 1948.

De zitting wordt geopend te 14 u. 30 onder voorzitterschap van de heer *G. Gillon*, directeur.

Zijn insgelijks aanwezig : de heren *E. Allard*, *J. Bee-laerts*, *J. Maury*, titelvoerende leden; de heren *R. Cambier*, *I. de Magnée*, *E. Devroey*, *P. Lancsweert*, *M. Legraye*, *P. Sporcq*, buitengewoon leden; alsook de heer *E. De Jonghe*, secretaris generaal.

Afwezig en verontschuldigd : de heren *R. Anthoine*, *E. Comhaire*, *K. Bollengier*, *S. De Backer*, *M. De Roover*, *P. Fontainas*, *A. Gilliard*, *G. Moolaert* en *F. Olsen*.

De vorming van koloniale onderzoekers.

De heer *M. Legraye* brengt een verslag uit over de vorming van koloniale onderzoekers. Daartoe ontleedt hij het Statuut uitgewerkt door de « *Office de la Recherche Scientifique de la France d'Outre-Mer* » met het oog op de recruterij en de vorming van ambtenaars-onderzoekers.

De meting van de afloop van de grote Congolese waterlopen.

De heer *E. Devroey* geeft lezing van de nota die hij onder bovengenoemde titel opgesteld heeft. (Zie blz. 632.)

Jaarlijkse wedstrijd. — Koloniale brandstoffen.

Als antwoord op de 5° vraag gesteld voor de jaarlijkse wedstrijd voor 1948, werd één handschrift regelmatig ontvangen.

De verhandeling heeft als titel « *Distillation in situ* de

Mission hydrographique aux Etats-Unis.

La section émet un avis favorable à l'octroi d'un subside à M. E. Devroey pour l'accomplissement d'une mission d'information hydrographique aux Etats-Unis.

Hommage d'ouvrages.

Present-exemplaren.

Le Secrétaire général dépose sur le bureau les ouvrages suivants :
De Secretaris-Generaal legt op het bureau de volgende werken neer :

1. *Surface Water Supply of the United States* 1945, Part 1, North Atlantic Slope Basins, Geological Survey Water-Supply Paper 1031, Washington, 1947.
2. *Surface Water Supply of the United States* 1945, Part. 2, South Atlantic Slope and Eastern Gulf of Mexico Basins, Geological Survey Water-Supply Paper 1032, Washington, 1947.
3. *Surface Water Supply of the United States* 1945, Part. 4, St. Lawrence River Basin, Geological Survey Water-Supply Paper 1034, Washington, 1947.
4. *Surface Water Supply of the United States* 1945, Part. 6, Missouri River Basin, Geological Survey Water-Supply Paper 1036, Washington, 1947.
5. BRANDS, M., *Flood Runoff in the Willamette Valley, Oreg.*, Geological Survey Water-Supply Paper 968 A, Washington, 1947.
6. LANGBEIN, B., *Topographic Characteristics of Drainage Basins*, Geological Survey Water-Supply Paper 968-C, Washington, 1947.
7. FOLLANSBEE, R. - SAWYER, L., *Floods in Colorado*, Geological Survey Water-Supply Paper 997, Washington, 1948.
8. *Technisch-Wetenschappelijk Tijdschrift*, n° 4, Orgaan van de Vlaamse Ingenieurs-Vereniging, Antwerpen, April 1948.

Les remerciements d'usage sont adressés aux donateurs.
Aan de schenkers worden de gebruikelijke dankbetuigingen toegezonden.

La séance est levée à 15 h. 30.

schistes bitumineux de Stanleyville » en is geschreven door de heer Ghyoot.

De heren *E. De Backer*, *G. Gillon* en *M. Legraye* worden als verslaggevers aangeduid.

Hydrografische opdracht in de Verenigde Staten.

De sectie brengt een gunstig advies uit aan de heer *E. Devroey* een subsidie toe te kennen voor de volbrenging van een hydrografische informatie-opdracht in de Verenigde Staten.

De zitting wordt te 15 u. 30 geheven.

E.-J. Devroey. — Mesures de débits des grands cours d'eau congolais.

« ... Puisque le travail sera long, le commencer tout de suite... »

Maréchal LYAUTEY.

Au cours de la séance mensuelle du 27 janvier 1948 de la section des Sciences techniques de l'Institut Royal Colonial Belge, le soussigné a eu l'occasion de dresser l'inventaire des connaissances acquises en ce qui concerne le régime du fleuve Congo et de ses affluents.

Depuis lors, de nombreuses mesures hydrométriques relevées sur les cours d'eau congolais en ces seize dernières années et parfois pour une période beaucoup plus longue ont encore été publiées par les soins de notre Institut, sous forme d'un mémoire comprenant 160 pages de tableaux et de données numériques généralement inédites (9) (1). C'est dire que nos connaissances en ce domaine sont loin d'être négligeables. Nous croyons même pouvoir ajouter qu'à ce point de vue, comme en beaucoup d'autres, notre Congo tient une place honorable parmi les territoires du Centre africain.

Cependant, des lacunes existent et elles sont importantes, car beaucoup d'observations ont dû être interrompues pendant le dernier conflit mondial, le personnel ayant été affecté par priorité à l'effort de guerre. Malheureusement, depuis la cessation des hostilités, le Gouvernement général de la Colonie a été harcelé par quantité d'autres préoccupations réclamant des solutions immédiates, ce qui a eu pour conséquence de laisser au second

(1) Les chiffres entre parenthèses renvoient à la bibliographie, p. 649.

plan les études se rapportant à l'hydraulique fluviale. L'importance et l'urgence de ces études n'échappent toutefois pas aux autorités responsables et nous savons qu'elles s'attachent, avec l'appui des milieux universitaires et la collaboration de l'initiative privée, à mettre sur pied un service à caractère scientifique, chargé spécialement de réunir toutes les données hydrographiques nécessaires à la mise en valeur, au profit des diverses disciplines, du formidable potentiel hydraulique du Congo belge, et d'étudier plus spécialement l'application de ces données à l'amélioration et à l'extension de la navigation fluviale.

L'une des tâches essentielles de cet organisme consiste à centraliser, coordonner, tenir à jour, compléter et diffuser les observations hydrographiques se rapportant au régime du fleuve Congo et de ses affluents. Parmi ces observations, les mesures hydrométriques sont fondamentales; elles concernent les hauteurs d'eau, les pentes et les débits.

Comme contribution au programme d'action envisagé, nous examinerons, dans ce qui suit, les méthodes à mettre en œuvre pour la détermination des gros débits qui caractérisent les grands cours d'eau de la cuvette congolaise.

*
**

Le débit, qui est la quantité d'eau passant par une section mouillée d'un cours d'eau pendant l'unité de temps, s'exprime généralement en mètres cubes par seconde. On peut le déterminer par jaugeage direct, car il suffit de mesurer la superficie de la section mouillée et de multiplier par la vitesse moyenne des filets liquides qui traversent la dite section.

Les gros débits peuvent encore s'évaluer par des méthodes indirectes, au moyen de formules exprimant la vitesse de l'eau en fonction de la pente et de la rugosité du lit de la rivière.

Enfin, on peut estimer ces débits à partir des facteurs qui régissent leur alimentation : superficie, morphologie, géologie et couverture du bassin versant, ainsi que l'abondance des précipitations et l'intensité de l'évaporation.

Pour pouvoir dégager des moyennes et des écarts précis, les statisticiens estiment qu'il faut disposer d'observations régulières et continues pendant trente ans au moins (18).

L'emplacement d'une section de jaugeage doit être arrêté après examen rigoureux de toutes les conditions nécessaires au succès des opérations : accessibilité et facilité d'installation des appareils; sécurité des opérateurs; absence d'érosion ou de dépôts ou, en d'autres termes, stabilité du profil en travers et du profil en long, tant en amont qu'en aval de l'endroit choisi, ce qui assurera la permanence de la relation entre les niveaux et les débits; régularité des biefs amont et aval; nécessité de soustraire la section à l'influence d'obstacles, prises d'eau ou confluent, susceptibles de provoquer des modifications de la pente superficielle.

La section doit être aussi régulière et symétrique que possible et il faut éviter les rives à très faibles déclivités et les zones d'inondation en période de crue, qui amènent des discontinuités dans la variation du rayon hydraulique.

Quand la section de jaugeage ne coïncide pas avec un ouvrage d'art, il est désirable de la matérialiser par un câble tendu de rive à rive, chaque fois que celles-ci ne sont pas trop distantes.

Ce câble permet de connaître directement la largeur du plan d'eau et de repérer avec précision les verticales où se mesureront les profondeurs et les vitesses.

En Amérique, on utilise des câbles de ce genre jusqu'à des portées de 500 m, pour suspendre des nacelles portant les instruments de mesure et les opérateurs. De tels équi-

pements exigent, sur les rives, des pylônes élevés, pouvant atteindre une trentaine de mètres de hauteur; ils sont évidemment très coûteux (24). Ajoutons que les oscillations du câble porteur prolongent assez sensiblement la durée des opérations.

Au Congo, les observations se font de préférence par canot, et le câble transversal présente alors l'avantage de pouvoir immobiliser le canot en une verticale nettement déterminée.

Dès que la largeur du cours d'eau oblige de renoncer au câble, la section de jaugeage doit être repérée à rives par des alignements matérialisés par des amers. Dans ce cas, la largeur s'obtient par triangulation, et les emplacements des verticales sont déterminés au sextant, si possible le long d'une bissectrice concrétisée par un alignement à terre flanqué de deux signaux fixes établis symétriquement par rapport au dit alignement.

Le levé du *profil en travers* au droit de la section de jaugeage implique la mesure des *profondeurs*. Celles-ci peuvent s'obtenir isolément par sondages directs à la perche ou à la ligne de sonde lestée, suivant que les hauteurs d'eau sont plus ou moins grandes. Dans le même ordre d'idées, les lignes de sonde sont manœuvrées soit à la main, soit par des treuils munis de tambours avec compte-tours.

Il convient de tenir compte de la dérive; il existe des tables de correction en fonction de l'inclinaison de la ligne de sonde (6, p. 45).

Plus les coups de sonde seront rapprochés, mieux on se rendra compte des irrégularités du profil.

Les profondeurs peuvent aussi se relever de façon continue sur toute la largeur de la section par des appareils enregistreurs dont il existe de nombreux types : profilographes à manomètres (26, p. 106), enregistreurs Marty au plomb-patin, et écho-sondeurs par ultra-sons

(*Engineering News Record*, 24 juillet 1947, pp. 90-91; *Génie Civil*, 23 juillet 1938, pp. 90-91).

Les mouillages sont enregistrés à moins de 10 cm près, jusqu'à des profondeurs de 10 m, et avec une précision de 1 % au delà. Certains modèles d'écho-sondeurs révèlent en outre la nature des fonds.

Si le canot se déplace à une vitesse uniforme, l'enregistrement donne directement le profil à l'échelle.

Pour la mesure des *vitesses de courant* des cours d'eau congolais, nous ne retiendrons que la méthode par flotteurs et celle par moulinets.

Les *flotteurs* peuvent être superficiels ou immergés.

Dans le cas du « bâton lesté », on recommande de l'enfoncer aux neuf dixièmes de la profondeur moyenne. Quant aux *moulinets*, on en trouve de modèles très variés, soit avec hélices à axe horizontal (type Ott) ou avec godets tournant autour d'un axe vertical (type Gurley). Le nombre de révolutions est donné par sonnerie ou écouteur, ou enregistré par chronographe, et les vitesses de courant s'en déduisent par des tables ou des abaques dressés lors de l'étalonnage des appareils. Les moulinets sont immergés au moyen de tiges dont ils sont solidaires, ou suspendus à des câbles lestés. Ces supports sont gradués, pour donner directement les profondeurs. Dans les forts courants, les lests ou plombs-poisson peuvent peser jusqu'à 250 kg (6, p. 202).

Grâce à une expérience déjà longue, à la qualité des matériaux utilisés et au souci de perfection des fabricants, on construit actuellement des appareils hydrométriques robustes, d'une grande sensibilité, peu encombrants et néanmoins très précis. Les contacts électriques sont généralement enfermés dans un dispositif blindé. Cependant, les avis restent partagés quant aux avantages respectifs des divers types de moulinets. Le *Water-Supply Service*

du *Geological Survey* de Washington, qui possède sur ce sujet des enseignements précieux, préconise toutefois les moulinets à axe vertical, et ce notamment pour leur sensibilité plus grande aux faibles courants et leur plus faible vitesse de rotation.

Inutile de dire que les moulinets sont, malgré tout, des appareils délicats et qu'ils doivent être maniés et entretenus avec le plus grand soin. Leur démontage ne doit être confié qu'à un personnel averti, afin que le remontage ne modifie pas les conditions de frottement de l'instrument. Ajoutons que certains moulinets n'enregistrent pas seulement la vitesse, mais aussi la direction des courants (Idrac).

Les *mesures de vitesses*, dans les jaugeages, ayant pour but de déterminer la vitesse moyenne dans la section, le choix des points d'observation est important.

A priori, plus on multipliera les endroits où l'on installera le moulinet, mieux cela vaudra, mais de la répartition judicieuse des points d'observation dépendra aussi, pour une grande part, le résultat de l'opération.

Suivant le degré de précision que l'on devra obtenir, on peut recourir à diverses méthodes.

On effectue les mesures sur des *verticales* de la section et leur nombre dépend de la régularité à la fois du profil et du courant.

Le choix des verticales et la distance entre chacune d'elles doivent être tels que la vitesse moyenne sur chaque verticale ne s'écarte pas trop des vitesses moyennes sur les verticales voisines.

Il est désirable qu'entre deux verticales ne s'écoule pas plus de 10 ni même 5 % du débit total. On arrive ainsi à prévoir une vingtaine de verticales par profil.

Lorsque le moulinet se trouve immobilisé en un point déterminé, il faut attendre que le régime de rotation de

l'hélice soit atteint avant de compter le nombre de révolutions. Ce nombre s'établit sur une durée de 40 à 70 secondes, et davantage pour des vitesses de courant très faibles (moins de 40 cm par seconde). Les temps s'apprécient à la demi-seconde.

Lorsque le courant n'est pas uniforme à un même endroit d'une verticale, la vitesse du courant peut varier assez bien dans le temps. Il en résulte des pulsations dont la période d'oscillation va de quelques secondes à plusieurs minutes. Ces variations sont éliminées en prolongeant la durée des observations.

Pour les premiers jaugeages effectués en une section, on doit s'attacher à déterminer avec tout le soin désirable la vitesse moyenne au droit de chaque verticale. A cet effet, on opère de bas en haut, afin de connaître, pour commencer, la profondeur. On procédera à une mesure aussi près que possible du fond, puis, de proche en proche, en des points au moins à un diamètre d'hélice du précédent, de façon que les vitesses successives ne diffèrent pas trop entre elles et que l'on ait au moins 6 mesures dès que la profondeur dépasse 6 m.

De toute façon, des mesures doivent être prises respectivement aux huit, six et deux dixièmes de la profondeur, à partir de la surface.

La dernière mesure sur chaque verticale se prend aussi près que possible de la surface, mais de façon, bien entendu, que l'axe du moulinet soit immergé d'au moins un rayon d'hélice.

Pour mesurer la vitesse près du fond et afin de se prémunir contre les chocs, l'appareil est ordinairement muni d'un patin de protection avec, éventuellement, un contact électrique pour signaler que le fond est atteint.

On détermine pour chaque verticale la vitesse moyenne en traçant en abscisses les *courbes des vitesses* en fonction des parties proportionnelles de profondeur; en ordonnées,

toutes les verticales sont rapportées à une même hauteur fictive, afin d'établir des comparaisons et de pouvoir déterminer des rapports entre la vitesse moyenne sur une verticale et la vitesse superficielle ou la vitesse maximum en cette verticale. Les courbes de vitesses en fonction de la profondeur affectent la forme d'une parabole dont l'axe horizontal correspond à la vitesse maximum. Cette dernière se présente généralement dans le tiers supérieur de la verticale.

Connaissant les vitesses moyennes pour les diverses verticales, le calcul du débit se ramène à la détermination d'un volume imaginaire que l'on peut exprimer sous la forme

$$Q = \Sigma hlv_m$$

(profondeur, largeur et vitesse moyenne de chaque panneau), ou encore

$$Q = \Sigma \frac{d_{12}}{3} \left(h_1 v_1 + h_2 v_2 + \sqrt{h_1 v_1 h_2 v_2} \right)$$

(distance entre verticales, profondeur et vitesse moyenne en chaque verticale).

Cette sommation peut se faire numériquement ou graphiquement (méthode de Harlacher). On se sert avantageusement de planimètres.

Les calculs sont grandement facilités par une inscription rationnelle, sur des formules *ad hoc*, des résultats de mesure au moment de l'observation des vitesses. (Voir annexe I.)

L'étude des courbes de vitesses en fonction des profondeurs, pour un grand nombre de rivières, a permis de tirer certaines conclusions qui ont donné lieu à des méthodes de jaugeage expéditives.

On sait, par exemple, que le rapport entre la vitesse moyenne V_m d'une section mouillée et la vitesse superficielle maximum $V_{s \max}$ est $\pm 0,84$.

De même, sur une verticale, la vitesse moyenne V_m se situe entre 82 et 92 centièmes de la vitesse superficielle V_s (1, p. 211). Le rapport augmente avec la profondeur et diminue avec la rugosité. On admet également la relation $V_m = 0,5 (V_2 + V_8)$, où V_2 et V_8 sont respectivement les vitesses aux 2/10 et aux 8/10 de la profondeur, à partir de la surface.

De même, on a remarqué que V_m diffère très peu de V_6 , cette dernière vitesse étant prise aux 6/10 de la profondeur à partir de la surface.

Les méthodes de jaugeage expéditives suivantes sont en usage :

- 1° Une vitesse par section, à savoir la vitesse superficielle maximum;
- 2° Une vitesse par verticale, aux 6/10 de la profondeur, à partir de la surface;
- 3° Deux vitesses par verticale, respectivement aux 2/10 et aux 8/10 de la profondeur, à partir de la surface.

Au sujet de ces méthodes, les Américains ont fait les constatations suivantes :

- a) La première méthode laisse une grande marge d'incertitude;
- b) Le deuxième méthode donne généralement un résultat par excès;
- c) La troisième méthode donne un résultat par défaut.

Cela étant, ils préconisent une quatrième méthode : trois vitesses par verticale, respectivement aux 2/10, 6/10 et 8/10, dont la moyenne arithmétique se rapproche davantage de la vitesse moyenne réelle (6, p. 41).

Bien entendu, toutes ces méthodes expéditives ne se recommandent que comme pis aller.

Il faut d'ailleurs reconnaître que la majeure partie du temps et de l'argent dépensés pour les jaugeages par moulinets résulte des travaux préparatoires (embarcations, sondages, ...) et que, dès lors, sauf cas exceptionnel, il vaut la peine de mesurer les vitesses suivant toutes les règles, plutôt que de se contenter d'un, deux ou trois points par verticale.

On a imaginé également des *méthodes dites intégratrices*, permettant d'obtenir directement la vitesse moyenne sur une verticale ou même dans toute une section. Dans ce cas, le moulinet se déplace avec une vitesse constante qui ne doit pas dépasser le quart des vitesses de courant. S'il s'agit de connaître la vitesse moyenne sur une verticale, on fait descendre le moulinet, avec une vitesse uniforme, le long d'une tige, puis on le remonte avec la même vitesse depuis le fond jusqu'à la surface. Le nombre total de révolutions étant enregistré par un compte-tours, il suffit de diviser ce total par la durée de l'opération pour avoir le nombre de tours d'hélice correspondant à la vitesse moyenne cherchée.

Le moulinet intégrateur Wilcke a été conçu pour faciliter ces opérations (26^{bis}, pp. 7-12).

Lorsqu'on veut avoir la vitesse moyenne dans un profil, on divise celui-ci en un certain nombre de verticales et l'on déplace comme suit le moulinet d'un mouvement uniforme :

- a) De haut en bas de la première verticale;
- b) Du bas de celle-ci diagonalement vers le haut de la deuxième verticale;
- c) De haut en bas de la deuxième verticale, et ainsi de suite d'une rive à l'autre, de façon à avoir balayé l'ensemble de la section. Arrivé à la seconde rive, on recom-

mence l'opération en sens inverse, jusqu'à revenir au point de départ. Le nombre total de révolutions divisé par la durée de l'opération permet de déterminer la vitesse moyenne dans le profil (26, pp. 100 et 109).

Les méthodes intégratrices exigent un surcroît de précautions de la part de l'opérateur, qui, souvent, doit se faire assister par des aides. De plus, ces méthodes laissent échapper des observations intéressantes sur les vitesses en certains points déterminés. C'est pourquoi ces méthodes ne sont à préconiser au Congo belge qu'à titre expérimental et comparatif.

Pour gagner du temps, on a réalisé, d'autre part, des dispositifs groupant plusieurs moulinets, soit verticalement, soit horizontalement. Les révolutions sont enregistrées par un chronographe à styles multiples. Ces batteries de moulinets sont en usage dans des cas particuliers et notamment dans les laboratoires et les usines hydro-électriques (canaux d'aménée).

Enfin, on installe parfois des moulinets enregistreurs à demeure en certains points particuliers d'une section, si l'on veut suivre les débits d'une façon continue (6, p. 42). On a constaté, en effet, pour certaines rivières, que si la vitesse en un point d'une section transversale varie, les vitesses en tous les autres points varient à peu près proportionnellement (25). Il sera intéressant de voir jusqu'à quel point cette loi se vérifie pour les cours d'eau congolais.

Nous avons vu que les vitesses sur une même verticale peuvent se représenter par une courbe à allure parabolique. L'examen des courbes de vitesse sur une verticale, prises en divers endroits, donne lieu à des comparaisons intéressantes pour la détermination des rapports entre la vitesse moyenne sur la verticale et la vitesse aux diverses profondeurs caractéristiques (surface, 0,2, 0,6, 0,8).

Dans le même ordre d'idées, il est intéressant de tracer les *courbes d'égaies vitesses dans un profil*.

Ces courbes sont parfois appelées *isovels* (1) ou *isotaques* (3).

*
**

Nous arrivons ainsi aux méthodes indirectes d'estimation des débits. Nous envisagerons tout d'abord les formules donnant le *débit en fonction de la pente superficielle et de la rugosité des parois*.

On sait que, dans un canal découvert à écoulement uniforme (vitesse moyenne constante d'une section à l'autre), la vitesse moyenne du bief considéré est donnée par diverses formules (28). Une des formules les plus simples est celle de Chézy :

$$V = C\sqrt{Ri},$$

où

V représente la vitesse en m/sec.;

R représente le rayon hydraulique en m;

i représente la pente superficielle (qui est aussi la pente de fond en régime uniforme), et

C représente un coefficient dépendant principalement de la rugosité des parois et du rayon hydraulique.

En multipliant cette vitesse moyenne par la superficie S, en mètres carrés, de la section de jaugeage, on obtient le débit en mètres cubes par seconde.

Rappelons qu'il faut recourir à d'autres formules en cas d'écoulement non uniforme (vitesses moyennes variables ou différences sensibles entre sections mouillées successives).

La pente superficielle *i* s'obtient par des lectures d'échelles placées de part et d'autre de la section de jaugeage. Pour que la pente puisse s'apprécier avec précision,

il faut donc que ces échelles soient aussi distantes que possible, — au minimum 300 m, — tout en sauvegardant l'uniformité d'écoulement dans le bief limité par les dites échelles.

En vue de la détermination de la section mouillée *S* et du rayon hydraulique *R*, il s'indique de mesurer, dans le bief considéré, suffisamment de sections pour obtenir des moyennes représentatives.

La valeur du coefficient *C* de la formule de Chézy résulte de l'expérience (voir tableau).

Pente cm/km	Nature fond	<i>C</i>	<i>n</i>
60-8	Gravier 4-8 cm	44	0,031
60-8	Gravier < 4 cm	47	0,028
60-25	Gravier ou sable.	50	0,026
25-12	Sable et boue.	52	
12-8	Sable et boue.	60	0,023

(D'après PARDÉ, p. 56.)

Une autre formule, devenue classique dans les pays anglo-saxons et dont l'usage a été facilité par des tables très étendues (15 et 27), est celle de Manning :

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2} \text{ en mesures métriques,}$$

ou

$$V = \frac{1,486}{n} R^{2/3} i^{1/2} \text{ en mesures anglaises.}$$

Le coefficient de rugosité *n* est déterminé par la pratique. Il est en général plus stable que le coefficient *C* de la forme de Chézy.

Pour des cours d'eau naturels, sa valeur va de 0,025 à 0,050 et 0,150, suivant que le lit est totalement dépourvu de végétation avec parois lisses en terre, qu'il contient quelques herbes avec parois rocheuses, ou qu'il est fortement envahi par les herbes (voir tableau).

Les divers coefficients C , n , etc. intervenant dans les formules de débits sont liés par des relations qui ont été traduites en abaques (21).

Des mesures systématiques devraient être entreprises au Congo pour déterminer les coefficients C , n , etc. A cet effet, lors des jaugeages par moulinets, la pente superficielle devrait être observée chaque fois qu'il est possible. On réaliserait ainsi non seulement le but essentiel de l'opération, qui est de déterminer le débit, mais on accumulerait du même coup une documentation du plus haut intérêt pour la vérification et l'amélioration des formules d'écoulement en général.

Les formules de débits que nous venons d'examiner servent surtout pour suppléer aux jaugeages directs lors des gros débits de crues, en utilisant les traces laissées sur les rives ou les repères permettant de situer avec précision le tracé de l'axe hydraulique correspondant aux niveaux extrêmes.

Il faut toutefois que le lit et les berges ne soient sujets ni à érosion ni à dépôts et que les traces de la crue soient assez nombreuses pour définir avec exactitude la crête des hautes eaux.

Rappelons également que l'écoulement doit être assez uniforme, c'est-à-dire que la pente superficielle ne peut subir de variations sensibles.

Pour certains cours d'eau, le niveau des crues monte parfois si brusquement qu'il est impossible de procéder à des jaugeages complets pendant ces pointes. De plus, les mesures de courants sont alors souvent rendues difficiles par la violence du flot ou la dérive des corps flottants.

Lorsque les conditions précédentes au sujet de l'écoulement uniforme sont remplies, la formule de Manning fournit des résultats d'autant plus acceptables, pour les

débites de crue, que le coefficient de rugosité n aura pu être déterminé avec plus de précision lors des jaugeages du cours d'eau, effectués antérieurement, à des niveaux normaux.

Un autre moyen d'évaluer les débits de crue consiste à extrapoler les courbes de jaugeage que l'on a pu tracer pour représenter les débits en fonction des hauteurs d'eau. Pour cette extrapolation, il convient toutefois de s'entourer de beaucoup de précautions (6, pp. 98-109; 23, p. 81).

Enfin, lorsque le coefficient de rugosité n n'est pas connu par des jaugeages préalables à des niveaux normaux, ou que le lit de la rivière a subi des modifications profondes au cours de la crue, on peut encore estimer le débit de pointe, connaissant les laisses des hautes eaux et les sections transversales en trois points du cours d'eau. Dans ce cas, le coefficient de rugosité n et la valeur du paramètre i dans la formule de Manning sont calculés par approximations successives (7).

Au moyen de limnigraphes, le niveau des plus hautes eaux se trouve automatiquement inscrit sur un diagramme. Ce niveau n'est pas toujours connu avec précision lorsqu'il s'agit d'échelles à lectures directes. C'est pourquoi l'on a imaginé des modèles de limnimètres qui enregistrent par un dispositif très simple le niveau extrême, soit par des dépôts de poussières, soit par un flotteur freiné à la descente (10 et 5).

De même qu'il intéresse de connaître le débit maximum d'un cours d'eau, correspondant aux plus fortes crues, il est possible de se faire une idée du niveau que devrait atteindre l'étiage pour que la rivière cesse de couler, c'est-à-dire pour que son débit s'annule. Il suffit pour cela d'extrapoler la courbe des débits vers le bas, jusqu'à son intersection avec l'axe des ordonnées. La lecture correspondante à l'échelle locale constitue ce que les Anglo-

Saxons appellent le « point zéro ». Rappelons qu'au Congo le zéro des échelles limnimétriques correspond, théoriquement, aux plus basses eaux connues (surface de référence).

Revenons maintenant aux courbes de tarage en une section, dites encore courbes limnimétriques des débits, ou courbes des débits en fonction des hauteurs d'eau.

On sait qu'à mouvement uniforme, la représentation des débits (ordinairement en abscisses) en fonction des hauteurs d'eau (ordinairement en ordonnées) donne lieu à une courbe d'allure parabolique. Le tracé de cette courbe figurative et l'établissement de son équation s'effectuent soit analytiquement (méthode des moindres carrés), soit au jugé et par approximations successives des paramètres.

Pour des tronçons à sections peu variables, la courbe des débits tourne sa concavité vers l'axe des ordonnées

Par contre, des resserrements à l'amont ou de brusques épanouissements à l'aval, qui accroissent la pente superficielle en crue, modifient la courbure; la courbe peut alors être une droite (exemple : Kimana, sur le Kasai), ou présenter sa concavité vers l'axe des abscisses (exemple : Lukuga) (voir 8, p. 104, et 9, p. 31).

Plusieurs formes d'équations ont été proposées pour la relation entre les débits et les niveaux. Les deux suivantes ont le mérite de la simplicité :

$$Q = K_1(H - L)^{3/2}$$

et

$$Q = K_2h^{5/3}$$

les symboles ayant la signification suivante :

- Q, débit en mètres cubes par seconde;
- K_1 et K_2 , constantes;
- H, niveau de référence de l'échelle locale, en mètres;
- L, lecture à la dite échelle, en mètres, et
- h, profondeur moyenne, en mètres.

La seconde équation dérive de la formule de Manning; elle ne s'applique qu'aux sections de grande largeur relative par rapport à la profondeur (2, p. 13).

Les points figuratifs des débits en fonction des hauteurs ne se groupent harmonieusement le long d'une courbe unique et régulière que lorsque l'écoulement est uniforme, à savoir lorsque la pente superficielle reste constante (relation univoque entre la hauteur et le débit).

Quand, au contraire, la pente se modifie sous des influences permanentes (variations de la section) ou temporaires (végétation, affouillements, dépôts, apports, confluent, ondes de crue ou de décrue), la corrélation entre débit et hauteur est beaucoup moins serrée et la dispersion des points figuratifs des débits en fonction des niveaux est d'autant plus grande que la pente superficielle ou le régime est plus variable.

Il en est de même, bien entendu, en cas d'oscillations artificielles infligées à la ligne d'eau pour des causes non naturelles (fonctionnement d'usines hydro-électriques ou autres besoins).

Le débit est alors fonction à la fois de la hauteur d'eau et de la pente superficielle, et la courbe figurative n'est plus unique. Il en est ainsi notamment pendant les crues et les décrues rapides : la courbe figurative présente une boucle fermée allongée, puisque, pour une rivière non soumise à des perturbations d'aval, à une même lecture d'échelle, le débit est plus fort lors de la crue que lors de la décrue (13).

L'inverse peut se produire dans le cas d'un affluent sous l'influence d'aval d'une crue rapide du cours d'eau dans lequel il se jette : un contre-courant peut même prendre naissance dans l'affluent, avec cette conséquence que son débit s'en trouve diminué pendant la crue du cours d'eau d'aval (vitesse moindre) par rapport au débit, au même niveau, lorsque le cours d'eau d'aval, en décrue,

aura accéléré la vitesse dans l'affluent. La courbe de débit, dans la section considérée de l'affluent, se dédoublera, cette fois encore, en une boucle allongée (6, p. 166).

Ce cas s'observe notamment à Lediba, dans le Kasai inférieur, dont le régime est décalé d'environ 4 mois par rapport à celui du fleuve Congo, à Tshumbiri, un peu en amont du confluent (Kwamouth) (8, p. 130).

En cas de régime non uniforme, quand le débit est fonction à la fois du niveau et de la pente, la représentation graphique du phénomène donne lieu à des diagrammes complexes (familles de courbes), généralement obtenus par des lectures simultanées à deux échelles (6, pp. 137 et suivantes).

Une solution analytique au calcul du débit en fonction des hauteurs d'eau aux deux extrémités d'un tronçon de rivière se trouve dans l'ouvrage de B. A. Bakhmeteff (2, p. 164).

Nous ne mentionnerons que pour mémoire la dernière méthode que nous avons citée pour l'estimation indirecte des débits, à savoir celle basée sur les *caractéristiques du bassin versant* et l'*intensité des précipitations pluviales*. Il s'agit, en réalité, de faire usage des modules relatifs ou des coefficients d'écoulement sur les surfaces réceptrices.

Ainsi que nous l'avons déjà signalé (8, p. 112), nous sommes très pauvres en renseignements de ce genre pour les bassins de l'Afrique centrale, mais de grands espoirs sont permis à la suite des belles études parues en ces dernières années sur la climatologie et plus particulièrement sur la pluviométrie au Congo.

On ne pourrait d'ailleurs, par cette méthode, qu'obtenir des ordres de grandeur des débits annuels et, peut-être, mensuels.

PROCÈS-VERBAL DE JAUGEAGE.

Le 19...

Cours d'eau
 Section km à Équation $v = a + bn$ $\left\{ \begin{array}{l} a = \\ b = \end{array} \right.$
 Moulinet n° Aides
 Opérateur
 Lectures échelle locale. $\left\{ \begin{array}{l} \text{Début} \text{ à } \text{ h.} \\ \text{Fin} \text{ à } \text{ h.} \end{array} \right.$
 Altitude zéro id.
 Lectures échelles auxiliaires : $\left\{ \begin{array}{l} \text{à } \text{ m amont : } \text{ à } \text{ h.} \\ \text{à } \text{ m aval : } \text{ à } \text{ h.} \end{array} \right.$

N° de la verticale	Distance de la rive (1)	Heure	Lecture échelle locale m	Profondeur de la verticale h	Enfoncement axe moulinet m (2)	Nombre de révolutions n	Temps T secondes	$\frac{n}{T}$	Vitesse cm/sec.	Observations	
1				0,2 h =							
				0,6 h =							
				0,8 h =							
2				0,2 h =							
3				0,6 h =							
				0,8 h =							
				0,2 h =							
				0,6 h =							
4				0,8 h =							
5											
6...											

Résultats calculés le par

Largeur m Pente superficielle sur m : cm/km
 Profondeur maximum m Vitesse superficielle maximum cm/sec.
 Section mouillée m² Vitesse moyenne cm/sec.
 Rayon moyen m Débit Q : m³/sec.

(1) Indiquer rive gauche ou rive droite.
 (2) Mesurer notamment en 0,2 h, 0,6 h et 0,8 h.

Pour terminer, nous signalerons l'intérêt des *courbes de débits classés* et des *courbes de fréquence de débit* qui s'en déduisent et nous dirons quelques mots des moyennes d'*abondance*, qui offrent une signification particulière pour l'utilisation des forces hydro-électriques.

Lorsque, connaissant les courbes de débits en fonction des hauteurs d'eau, on veut établir les diagrammes de débits en se servant des diagrammes de niveau (courbes limnimétriques), il faut se garder de confondre le débit moyen pour une période avec celui correspondant, sur la courbe de débit, au niveau moyen observé pendant cette période.

De telles évaluations ne sont exactes que lorsque les débits sont des fonctions rectilignes des niveaux. L'erreur devient très sensible dès que les courbes de débits en fonction des niveaux s'écartent de la ligne droite.

Pour faciliter la transformation des diagrammes de hauteurs d'eau en diagrammes de débits, il existe des procédés graphiques à base de nomogrammes (14).

Les services hydrographiques américains utilisent, d'autre part, dans ce but, des machines intégratrices opérant directement la transformation graphique (24).

Bruxelles, le 28 mai 1948.

BIBLIOGRAPHIE.

1. ADDISON, HERB., Hydraulic Measurements, 2^e éd., Chapman et Hall, Londres, 1946.
2. BAKHMETEFF, B. A., Hydraulics of open channels, Mc Graw-Hill Cy, Londres, 1932.
3. BUREAU HYDROMÉTRIQUE FÉDÉRAL, Le développement de l'Hydrométrie en Suisse, Rösch et Schatzmann, Berne, 1909.
- 3^{bis}. CENTRAL BOARD OF IRRIGATION, Accuracy of different methods of taking discharges, dans *Annual Report Central Board of Irrigation*, Simla, 1946, pp. 89-95.
4. CHATLEY, HERB., River flow problems, dans *Engineering*, Londres, 1938, pp. 61-62, 165-166, 223-224, 241-242.
5. COLLET, M. H., Crest-stagemeter for measuring static head flood, dans *Civil Engineering*, New-York, juillet 1942, p. 356.
6. CORBETT, D. M., and others, Stream-gaging procedure (*Water-Supply Paper*, n° 888, Geological Survey, Washington, 1945).
- 6^{bis}. COUTAGNE, A., Etude générale des débits et des facteurs qui les conditionnent, dans *La Houille Blanche*, Paris, mai-juin 1948, pp. 228-245.
7. DAVISON, A. H., Computation of flood flows by slope-area method, dans *Civil Engineering*, juillet 1941, pp. 426-428.
- 7^{bis}. DEBSKI, KAZIMIENZ, Empirical formulas for the computation of large floods in rivers and larger streams, dans *Hydr. Met. Serv. Bull.*, Polish Hydr. Metr. Inst., Varsovie, vol. I, pp. 53-79, 1947.
8. DEVROEY, E., Le bassin hydrographique congolais (*Mém. de l'Inst. Roy. Col. Belge*, Bruxelles, 1941).
9. — Observations hydrographiques du bassin congolais (1932-1947) (*Ibidem*, Bruxelles, 1948).
10. FERGUSSON, G. E., Gage to measure crest stages of streams, dans *Civil Engineering*, New-York, octobre 1942, pp. 570-571.
11. HOYT, J. C., Development of the science of river measurement hydrology, dans *Ibidem*, New-York, mars 1942, pp. 324-326.
12. IMBERECHTS, HERM., Les méthodes statistiques appliquées à l'hydrologie fluviale, Goemaere, Bruxelles, 1944.
13. IONIDES, M. G., River stage discharge curves, dans *Engineering*, Londres, 12 octobre 1934, p. 396.
14. JOHNSON, P. B., A nomograph for integration of stream-flow records, dans *Civil Engineering*, New-York, octobre 1943, pp. 494-495.
15. KING, H. W., Handbook of hydraulics, Mc Graw Hill Cy, New-York, 1939.
16. LAMOEN, J., Travaux hydrographiques et hydrométriques, cours professé à l'U.L.B. (autographié), Bruxelles, 1947.

17. LAURENT, J., La mesure des débits hydrauliques, dans *Revue générale de l'Hydraulique*, Paris, juillet-août 1943, pp. 157-167.
18. LÉO, Mesure et estimation des débits, dans *Annuaire hydrologique de la France pour 1944*, Paris, pp. 35-44.
19. MC CAUGHAN, Kutter's n in Trinity River floodway, dans *Civil Engineering*, New-York, octobre 1939, pp. 605-608.
20. OTT, A., Procédés et Instruments utilisés en hydrométrie, Kempten-Allgau, 1928.
21. OVERSHINER, W. H., Nomographic relationship of hydraulic friction factors, dans *Engineering News Record*, New-York, 15 avril 1937, p. 565.
22. PADUART, A., La mesure des vitesses en hydraulique, dans *Annales des Travaux publics de Belgique*, Bruxelles, 1943, pp. 37-70 et 181-208.
23. PARDE, M., Cours de Potamologie de l'École des Ingénieurs hydrauliciens (autographie), Grenoble, 1943.
24. PAULSEN, C. G., Geological Survey studies surface waters, dans *Civil Engineering*, avril 1938, pp. 247-250.
25. PETTIS, C. R., The work of the U. S. Lake Survey, dans *Ibidem*, janvier 1938, pp. 23-25.
26. SCHAFFERNAK, FR., Hydrographie, Jul. Springer, Vienne, 1935.
- 26^{bis}. UHLDEN, O., Fortschritte in der Hydrometrie, dans *Kulturtechnische Abhandlungen*, Verl. Walt. Krieg, Berlin, 1940.
27. WAR DEPARTMENT, CORPS OF ENGINEERS, Hydraulic tables, U. S. Gov. Print. Off., Washington, D.C., 1944.
28. WOODS, F. W., Open flow hydraulics, dans *Engineering*, Londres, 1938, pp. 30-32 et 83-86.

Section des Sciences naturelles et médicales.
Sectie voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen.

	Pages. — Bladz.
Séance du 20 mars 1948	496
Zitting van 20 Maart 1948... ..	497
Décès de M. Lacroix	496
Overlijden van de heer Lacroix	497
Communication de M. W. Robyns. — Mededeling van de heer W. Robyns : Publications sur la flore congolaise	496-497
Concours annuel de 1950	496
Jaarlijkse wedstrijd voor 1950	497
Hommage d'ouvrages. — Present-exemplaren	498
 Séance du 17 avril 1948	 508
Zitting van 17 April 1948	509
Notice nécrologique de M. Lacroix	508
Necrologische nota van de heer Lacroix..	509
Communication de M. M. Sluys. — Mededeling van de heer M. Sluys : La géologie de l'Ituri, les grottes de l'Edaye et leurs environs	513
Concours annuel de 1950	508
Jaarlijkse wedstrijd voor 1950	511
Hommage d'ouvrages. — Present-exemplaren	510
 Séance du 22 mai 1948	 530
Zitting van 22 Mei 1948	531
Présentation d'un travail du R. P. Lamal par M. R. Mouchet. — Voorlegging van een werk van E. P. Lamal door de heer R. Mouchet : Démographie des Basuku	530-531
Communication de M. R. Bouillenne. — Mededeling van de heer R. Bouillenne : Problèmes pédologiques-botaniques au Congo belge	542
Communication de M. J. Van Riel. — Mededeling van de heer J. Van Riel : La lutte antimalarienne au Venezuela	564
Hommage d'ouvrages. — Present-exemplaren	532

Section des Sciences techniques.
Sectie voor Technische Wetenschappen.

Séance du 19 mars 1948	572
Zitting van 19 Maart 1948	573
Communication de M. G. Gillon. — Mededeling van de heer G. Gillon : Le problème de la traction sur la voie ferrée au Congo belge	576

	Pages. — Bladz.
Concours annuel de 1950	572
Jaarlijkse wedstrijd voor 1950	573
Manifestation Marcel Dehalu	574
Manifestatie Marcel Dehalu	575
Hommage d'ouvrages. — Present-exemplaren	574
Séance du 30 avril 1948	602
Zitting van 30 April 1948	603
Communication de M. P. Sporcq. — Mededeling van de heer P. Sporcq : De la détermination de la teneur en étain des graviers ou des minerais stannifères	607
Communication de M. I. de Magnée. — Mededeling van de heer I. de Magnée : Sur l'actuelle éruption volcanique du Kivu ...	624
Concours annuel de 1950	604
Jaarlijkse wedstrijd voor 1950	605
Manifestation Marcel Dehalu	604
Manifestatie Marcel Dehalu	605
Congrès international d'Ingénieurs pour le développement des Pays d'Outre-Mer	604
Internationaal Ingenieurscongres voor de uitbreiding van de Overzeese Landen	605
Hommage d'ouvrages. — Present-exemplaren	604
Séance du 28 mai 1948	628
Zitting van 28 Mei 1948	629
Communication de M. M. Légraye. — Mededeling van de heer M. Légraye : La formation des chercheurs coloniaux ...	628-629
Communication de M. E. Devroey. — Mededeling van de heer E. Devroey : La mesure des débits des grands cours d'eau congolais	632
Concours annuel de 1948	628
Jaarlijkse wedstrijd voor 1948	629
Mission de recherche scientifique sur l'hydrographie. — Zending van wetenschappelijk opzoeking over de hydrografie ...	630-631
Hommage d'ouvrages. — Present-exemplaren	630