

**Rapport sur le Mémoire du Dr J. Schwetz, intitulé :
« Contribution à l'Étude endémiologique de la Malaria
dans la Forêt et dans la Savane du Congo oriental ».**

Dans différents travaux publiés ailleurs, le Dr Schwetz a relaté les conclusions de ses recherches sur la Malaria dans la Province Orientale du Congo belge, portant sur l'examen de 466 indigènes de l'agglomération de Stanleyville, 995 indigènes d'autres régions de la forêt équatoriale, 714 indigènes de la savane du Kivu et 300 pygmées.

La présente étude que nous présentons à l'Institut Royal Colonial complète les recherches précédentes par l'examen de 754 nouveaux indigènes de la forêt et 1,431 de la savane, ce qui porte le total des indigènes de la forêt à 2,701 et ceux de la savane à 2,445.

Le Dr Schwetz a pu établir ainsi une comparaison entre ce qui se passe dans deux régions différentes, tant au point de vue du climat que de l'altitude et de la vie sociale. Ce travail comparatif, qui porte sur 5,146 indigènes, présente donc un réel intérêt et un aspect nouveau de la question de la malaria chez les noirs.

Les conclusions du travail du Dr Schwetz sont les suivantes :

1° Ce n'est qu'au-dessus de 1,500 à 1,600 mètres que la malaria diminue, pour disparaître complètement à l'altitude de 2,000 mètres.

2° Il n'existe pas de différences notables entre l'infection malarienne des indigènes habitant la forêt équatoriale et celle des indigènes habitant la savane équatoriale.

3° Si l'on constate des différences de détail entre diverses agglomérations, même voisines, le tableau malarien ou l'épidémie malarienne est singulièrement le même dans toute l'Afrique Équatoriale, du moins dans le Congo équatorial et oriental.

Ce « tableau malarien » fait l'objet de tableaux récapitulatifs et pour chaque tableau un résumé indique les points intéressants à prendre en considération.

En résumé :

1° Les enfants commencent à s'infecter peu de temps après leur naissance; à l'âge de 6 mois presque tous les enfants sont impaludés. Cette infection quasi totale se maintient jusqu'à l'âge de 5 à 6 ans, puis diminue graduellement, tout en se maintenant très élevée jusqu'à 10 ans. Puis diminution jusqu'à 15 ans. Ensuite le nombre de parasités et des parasites devient relativement faible.

2° En ce qui concerne les espèces, c'est le *Pl. falciparum* qui apparaît le premier, ensuite *Pl. malariae* et *Pl. vivax*. Après l'âge de 6 mois, *Pl. malariae* devient très fréquent. Le nombre d'infections par *Pl. vivax* reste toujours très peu élevé. Après l'âge de 5 ans *Pl. vivax* disparaît. *Pl. malariae* se maintient jusqu'à 15 ans. Chez les adultes on ne trouve que *Pl. falciparum*.

3° Quant aux formes des trois espèces chez les enfants au-dessous de 5 ans, la proportion des parasites par des gamétocytes est très grande; puis elle diminue progressivement et tombe chez les adultes jusqu'à 10 et même 5 % du total des parasités.

Le D^r Schwetz donne en outre des renseignements morphologiques sur les parasites trouvés sur les moustiques de la région examinée, sur l'hypertrophie de la rate et sur l'anémie des indigènes des régions malariennes comparée à l'état général des populations non malariennes des hauts plateaux.

Nous concluons à l'utilité de publier ce travail dans les *Mémoires* de l'Institut. Il comporte 36 pages dactylographiées comprenant 14 tableaux. Il y est joint un croquis indiquant la distribution des villages examinés.

A.-J. RODHAIN.

G. TROLLI.

Rapports sur le Mémoire de M. H. Scaëtta, intitulé :
« Le Climat écologique de la dorsale Congo-Nil ».

Le mémoire présenté par M. H. Scaëtta, sous le titre : *Le Climat écologique de la dorsale Congo-Nil*, est, comme les précédents du même auteur, des plus méritant. Je partage donc pleinement les opinions émises par M. É. Marchal et demande comme lui l'impression de cette étude dans les *Mémoires in-4°* avec les figures, les cartes, les graphiques et l'intéressante bibliographie qui suit les principaux chapitres.

L'auteur a dans ce travail développé des considérations de grande portée pour la mise en œuvre d'une politique agricole, sur lesquelles nous aurions désiré revenir et montrer une fois de plus l'importance d'une étude de plus en plus serrée des facteurs climatiques, agissant sur un grand nombre des autres facteurs qui régissent la science agricole moderne, que nous cherchons à rendre plus rationnelle.

Mais cela nous aurait mené fort loin. Dans les quelques lignes que M. J. Jaumotte a bien voulu écrire et qui forment une excellente préface au mémoire, le Directeur de notre Institut royal météorologique de Belgique insiste déjà sur certains points; nous citerons entre autres le fait que le front équatorial, qui sépare l'atmosphère australe de l'atmosphère boréale, n'est pas immuable : il oscille annuellement autour d'une position moyenne et de cette oscillation résultent les saisons sèche et humide, phénomène dont le mécanisme est moins bien connu que celui du front polaire des régions tempérées, et il ajoute que l'existence des océans et des continents: relief, couverture végétale, agissant sur la dynamique des régions équ-

toriales, détruit la simplicité apparente de cette dynamique.

Nous avons tenu à mettre cette proposition en vedette, car bien que M. Scaëtta n'ait pas eu pour but d'étudier la zone équatoriale proprement dite, il y fait allusion. Aussi je voudrais, après avoir parcouru avec intérêt le travail, m'arrêter sur certaines de ses parties, soit pour demander qu'elles fassent l'objet de nouvelles recherches, si moyen, appliquées plus directement à l'agriculture et à la phytosociologie, soit pour faire remarquer que, prises à la lettre, certaines des appréciations, théoriquement peut-être très admissibles, pourraient mener à des conclusions trop catégoriques, pas totalement en accord, nous semble-t-il, avec ce que nous connaissons actuellement sur l'écologie de notre Colonie.

Mais des facteurs non directement climatiques interviennent et rendent les phénomènes de plus en plus complexes. Bien entendu, nous tenons compte du fait que les conclusions de M. H. Scaëtta sont encore préliminaires et qu'elles s'appliquent, nous le répétons, en particulier à la crête Congo-Nil, mais nous pensons qu'il faudra adapter plusieurs de ces conclusions à d'autres régions congolaises, en tenant naturellement compte des microclimats, dont il faudra poursuivre l'étude, en particulier celle de leurs variations dans le temps.

D'ailleurs, M. H. Scaëtta, dans son mémoire, et comme j'ai eu le plaisir de le lui entendre répéter dans la Conférence qu'il fit récemment à Paris, à l'Institut de Géographie, sous la présidence de M. le Prof^r de Martonne, a bien fait remarquer que ses recherches forment un début et qu'il reste beaucoup à faire pour expliquer tous les phénomènes écologiques; nous sommes très heureux de souligner une phrase de l'auteur, pour laquelle il mérite d'être félicité : « Hélas! nous ne sommes que les ouvriers, et combien éphémères, de la pyramide que l'Humanité bâtit pour tendre à la vérité scientifique, et nous estimons

que même dans le domaine de la science, l'avenir doit être servi avec courage ».

On cherche dans les temps actuels à minimiser ce qui a été fait antérieurement, souvent empiriquement, et les arguments que l'on a essayé de faire valoir contre le travail des prédécesseurs a été une fois de plus judicieusement relevé par M. Scaëtta; nous tenons à rappeler ces mots, car, sous une forme ou sous une autre, ils doivent être médités et présents à l'esprit de ceux qui chez nous sont chargés de veiller à la rénovation de l'agriculture coloniale. « On objectera facilement, écrit M. Scaëtta, que nos recherches auraient dû précéder l'arrivée des colons. Mais ceux qui savent le nombre d'années de travail qui sont nécessaires pour ces investigations, exigeant la mise en marche de toute une organisation particulière et l'étude systématique d'une documentation variée, comprennent qu'il était impossible d'éviter les erreurs, les pertes et les déceptions des premiers pionniers. »

Comme le répète très justement M. Scaëtta, une agriculture sainement organisée présuppose une connaissance parfaite d'au moins deux choses primordiales : station; espèce à cultiver.

Mais avant d'avoir établi scientifiquement ces deux bases, nous devons laisser se développer la culture, *plus ou moins empiriquement*, en redressant, au fur et à mesure de la marche en avant, les erreurs flagrantes de nos méthodes culturales.

C'est naturellement à l'étude de la première de ces deux bases que s'est attelé M. Scaëtta durant la mission qui lui a été confiée en Afrique. Quant à la seconde, son étude a à peine été entamée : nous ne sommes pour elle encore nulle part; nous aurons l'occasion d'y faire encore allusion, comme nous l'avons fait fréquemment déjà ailleurs; elle est d'une importance capitale. L'espèce à cultiver est bien mal définie encore pour toutes les plantes des cultures de notre Congo et les autres colonies, celles dont

nous cherchons à obtenir des plants de valeur, ne se trouvent en général pas à ce point de vue dans une situation de beaucoup supérieure.

Parmi les facteurs extérieurs agissant sur la station figurent naturellement radiation solaire, température, échauffement du sol, calmes équatoriaux, eau. Cette dernière grosse question, se répartissant pour l'eau atmosphérique en évaporation, condensation, précipitation, que d'aucuns considèrent comme de valeur secondaire, alors qu'elle a sur la nature du sol, sa température, sa vie une action considérable se répercutant sur le développement du végétal.

Nous ne pouvons entrer dans la discussion des chapitres consacrés à ces sujets; dans plusieurs d'entre eux cependant des assertions mériteraient d'être mises en relief et discutées.

Nous tenons à appuyer sur un point important se rapportant à la température (diurne et nocturne), que M. Scaëtta définit très judicieusement « le résultat de l'action réciproque des éléments du groupe des facteurs thermiques, n'exprimant qu'une valeur de relativité ».

Si nous insistons, c'est que nous est avis que c'est toujours dans des actions réciproques qu'il faudra rechercher l'explication de phénomènes aussi complexes que ceux de l'écologie.

Les tableaux de températures que M. Scaëtta a cherché à établir l'ont été par des lectures thermométriques faites à 1^m75 et 0^m50 au-dessus du sol; l'auteur a voulu essayer de fixer l'oscillation totale de la température, qui a pour l'agriculture pratique comme pour la biologie végétale une signification bien plus importante que les moyennes; ce sont ces oscillations qui seront surtout utiles à connaître quand on devra s'attacher à définir les périodes phénologiques, loin d'être identiques pour des espèces de culture plus ou moins semblable, pas même pour toutes les races d'une même espèce considérée dans le sens linnéen.

Il faudra ici intercaler la connaissance de l'espèce à cultiver et souvent de cette *petite espèce*, de celle que beaucoup de scientifiques considèrent avec mépris, de ce *Jordanon*, dans la plupart des cas la seule entité spécifique capable, dans des conditions appropriées, de se perpétuer sans perdre ses principaux caractères.

Mais à propos de la température, de cette oscillation totale, se pose la question : les températures prises à 1^m75 et à 0^m50 sont-elles suffisantes pour donner une idée précise de cette oscillation, nécessaire pour établir la viabilité et la rentabilité d'une culture? Ne faudrait-il pas dans ce calcul faire intervenir la température de la surface du sol, voire celle de la couche superficielle humifère?

M. Scaëtta fait naturellement dans le courant de son mémoire allusion à la différence entre les températures au-dessus du sol, sur le sol et dans le sol, généralement en décroissance de la hauteur vers le sol, de la profondeur vers la surface (cf. entre autres les données relatives à la station d'altitude de Tshibinda).

Mais les observations qu'il lui a été possible d'effectuer sont, il le reconnaît lui-même, encore trop peu nombreuses pour permettre l'émission de conclusions; elles sont cependant d'un grand intérêt, et de ce côté il faudra, estimons-nous, poursuivre les recherches, car le « climat du sol » agissant sur sa biologie, dépend de toute une série de facteurs dont la nature et l'action devront être étudiées simultanément en Afrique et dans les laboratoires d'Europe.

Cette étude devra naturellement être faite en rapport avec l'uniformité ou l'hétérogénéité du sol, avec la présence de l'eau dans le sol, la nature des eaux superficielles, tous facteurs dont il faudra rechercher l'action sur la germination des graines, sur la formation et la pénétration des racines principales et secondaires.

On peut espérer un prochain mémoire de M. Scaëtta sur certains de ces problèmes et il serait bien intéressant,

s'il les possède, qu'il puisse nous donner sur la pénétration des racines de certaines plantes, sur leur fixation, des indications même fragmentaires; elles seraient déjà une base pouvant guider les planteurs de certaines essences vivaces, et même annuelles, dans l'une ou l'autre région de la Colonie.

Nous ne voulons pas nous appesantir davantage sur l'eau, à laquelle d'ailleurs M. Scaëtta consacre plusieurs paragraphes et dont il est presque inutile de resouligner l'importance pour le végétal; mais il est une partie de cette hydrologie sur laquelle il a été peu insisté encore pour notre Congo : c'est la teneur en matières en suspension et leurs caractères et qualités pour les végétaux; ces matières sont souvent différentes de celles qui se trouvent en suspension dans les eaux provenant des nuages.

D'ailleurs, tant pour les eaux de surface que pour les eaux atmosphériques intervient le facteur vent, sur lequel nous voudrions nous arrêter un instant.

Il a naturellement été étudié par l'auteur; les vents d'origines variées ont fait l'objet de ses recherches, en particulier dans la montagne. Mais sans insister sur ces derniers, nous voudrions examiner les vents qui par leur force et leur direction doivent provoquer dans notre Colonie des transformations plus considérables, que beaucoup semblent vouloir admettre, surtout quand ils agissent avec régularité sur des territoires soumis déjà à l'action d'autres facteurs. Il s'agit de vents agissant sur la température, la modifiant souvent par augmentation, transportant au-dessus des territoires subéquatoriaux, et pour nous aussi équatoriaux, de l'eau et des poussières qui se produisent d'une façon incessante en Afrique Centrale, ayant pour l'auteur au moins trois sources principales :

- Volcans actifs;
- Terrains latéritiques dénudés;
- Incendies de brousse.

Les produits de ces derniers phénomènes sont soulevés par les courants de convection et répandus à grande distance par les vents supérieurs, se précipitant aux accalmies.

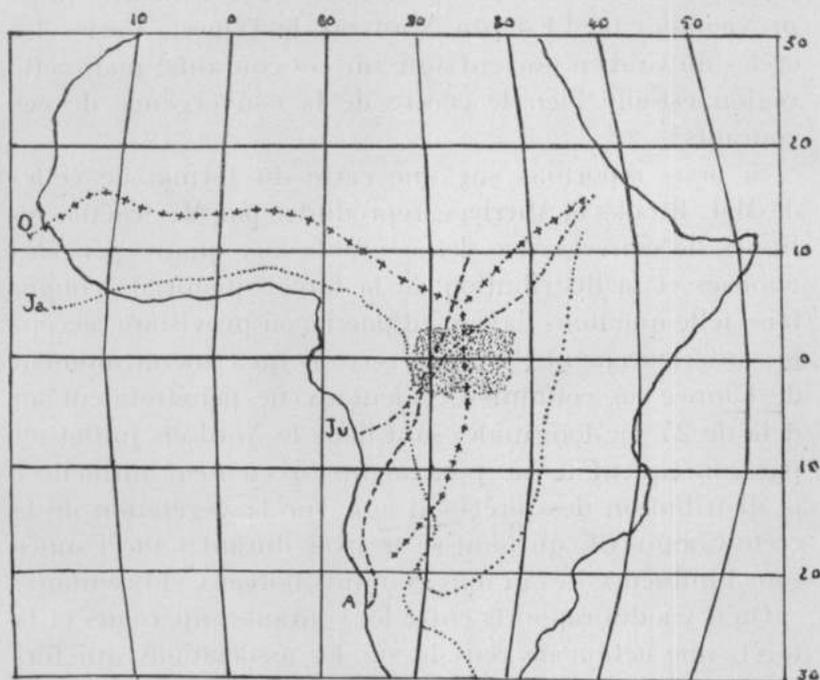
Ces vents ne pénètrent pas profondément dans les forêts compactes, dont ils suivent les lisières; les brousses et les prairies ne les arrêtent pas, du moins en montagne. De ces faits d'observation il y aurait lieu de tenir largement compte dans l'étude des questions forestières.

Mais l'étude de la direction et de l'intensité de ces vents supérieurs, en particulier de ceux qui, passant au-dessus de régions de nature différente, peuvent amener, avec des modifications de la température ambiante, des éléments organiques et inorganiques, est, d'après nous, d'une importance capitale, non seulement aux points de vue météorologique et climatique pur, mais surtout à celui de la phytologie.

Nous ne partageons pas totalement l'avis de M. Scaëtta, qui écrit : « Les conditions de relief, de circulation des courants aériens et d'instabilité de l'atmosphère peuvent influencer quantitativement le processus de radiation, créant des anomalies météorologiques locales ». Nous pensons que dans d'autres phénomènes ces courants aériens interviennent et nous nous demandons si des « anomalies météorologiques » dites locales ne pourraient pas constituer des modifications climatiques persistantes et de portée de plus en plus générale. Nous ne sommes pas partisan de la théorie de la permanence d'un climat; les microclimats, dont nous admettons la constitution sous l'action de facteurs variés, ayant pu se former au détriment du climat primitif, pourront se rencontrer, provoquer des modifications, d'où l'ensemble pourra être plus ou moins profondément transformé, si, bien entendu, les divers facteurs actifs continuent à agir dans le même sens; ce qui serait le cas, puisque les météorologistes admettent la persistance de certains de ces facteurs.

M. Scaëtta déclare d'ailleurs, et nous appuierons sa manière de voir, que l'énorme masse forestière a, par rapport à la dilatation verticale de l'air et aux courants qui en dérivent, une action analogue à celle de la surface d'un lac ou d'une expansion marécageuse. Action dans laquelle intervient le vent, mais qui a dû varier avec la surface forestière en régression.

M. Scaëtta, se préoccupant de la question vent, a tenu



Croquis des convergences des courants aériens au-dessus de l'Afrique tropicale (au centre la forêt équatoriale congolaise). En janvier = Ja; avril = A; juillet = Ju; octobre = O (d'après Brooks et Mirrless).

à exposer en détail les données publiées par MM. Brooks et Mirrless ⁽¹⁾ et reproduit les quatre cartes représentant, d'après les auteurs anglais, les mouvements de l'air

(1) C. E. P. BROOKS et S. T. A. MIRRLESS, A study of the atmospheric circulation over Tropical Africa. Meteorological Office. (*Geophysical Memoirs*, n. 55. London, 1932.)

au-dessus du centre de l'Afrique en janvier, avril, juillet et octobre, mouvements que les auteurs considèrent comme d'une grande constance, étant donc de ces facteurs dont l'action se continue dans un même sens.

La région montagneuse, objet particulier des recherches de M. Scaëtta, lui paraît être, et par cela même d'une importance primordiale, le *centre de convergence* de tous ces grands courants qui, en des saisons diverses, se dirigeraient vers la bande équatoriale du continent, qu'ils proviennent de l'Est, du Nord ou de l'Ouest. Certes les crêtes du Graben doivent agir sur ces courants; mais cette région est-elle bien le centre de la convergence de ces courants?

Si nous reportons sur une carte du format de celles de MM. Brooks et Mirrless, reproduites par M. Scaëtta, les lignes de convergence des courants aux quatre périodes choisies et la distribution de la forêt équatoriale congolaise telle que nous l'avons, d'une façon provisoire, acceptée antérieurement ⁽¹⁾, nous verrons qu'à aucun moment de l'année les courants occidentaux ne pénétreraient au delà de 25° de longitude, sauf dans le Nord en juillet, et par conséquent ils ne pourraient *directement* influencer la distribution des forêts, ni agir sur la végétation de la crête Congo-Nil, qui doit se trouver durant toute l'année sous l'influence des grands courants boréaux et orientaux.

Qu'il y a des rapports entre les courants supérieurs et la forêt, une action de ceux-là sur les associations qui forment la couverture végétale, nous en sommes persuadé; aussi admettons-nous avec plaisir la conclusion de M. Scaëtta, par laquelle il fait ressortir : « La connaissance analytique des divers éléments météorologiques, mise en rapport avec la forme du relief et avec les grandes formations végétales, permet de distinguer autour du Kivu *trois districts climatiques principaux* ».

(1) E. DE WILDEMAN, Remarques à propos de la Forêt équatoriale congolaise. (*Mém. Institut Royal Colonial Belge*, Sect. Sc. médic. et nat., t. II, pp. 48 et suiv., pl. I à III.)

Mais nous acceptons moins volontiers la suite de cette déclaration : « Ils sont dénommés d'après les grands courants aériens, qui en déterminent la physionomie particulière : un district occidental de l'alizé Sud-Est atlantique; un district oriental de l'alizé Sud-Est de l'océan Indien se prolongeant au Sud jusqu'aux limites septentrionales du district austral; un district septentrional du courant égyptien, dont l'influence pénètre à l'intérieur du fossé tectonique sur quelques degrés au Sud de l'Équateur », car, nous l'avons dit, les courants atlantiques ne semblent pas pénétrer jusqu'au Graben et la forêt équatoriale n'y arrive, actuellement, pas non plus, comme le montre d'ailleurs une des cartes annexées au travail de M. Scaëtta.

Quant à la conclusion : « La grande forêt équatoriale ne peut subsister au delà de la dorsale congolaise qu'en massifs d'une étendue limitée, à la faveur de conditions orographiques particulières », elle nous paraît exacte, mais aurait intérêt, pensons-nous, à être formulée un peu différemment, car telle elle semble devoir faire admettre qu'à l'Ouest du Graben la forêt recouvrirait d'une façon compacte tout le terrain, alors qu'il existe actuellement entre la limite orientale de la forêt centrale, très irrégulière et les contreforts occidentaux du Graben, une zone de brousse à laquelle d'ailleurs l'auteur fait lui-même allusion et dont il n'est pas encore possible de bien démêler l'origine.

Si M. Scaëtta admet une certaine instabilité biologique là où se rencontrent des forêts de discontinuité et qu'il considère, d'après nous avec raison, ces endroits comme favorables à l'interpénétration des flores et au mélange des types; s'il admet aussi que le climat de l'Afrique Centrale a subi des oscillations locales pendant des phases de l'activité volcanique, ce que nous ne contesterons pas, il croit pouvoir conclure que « dans ses grands traits généraux, ce climat n'a pas varié depuis la fin du Tertiaire ».

C'est là, pensons-nous, une conclusion trop radicale; si nous sommes très partisan de reporter à l'époque ter-

tiaire l'origine de types de nos associations végétales actuelles, nous ne croyons pas pouvoir souscrire à cette immuabilité des climats et des associations végétales.

Depuis le début du Tertiaire, des modifications profondes se sont produites à la surface du sol africain; elles ont eu, pour nous, leur répercussion sur le climat comme sur les associations biologiques, animales et végétales. Il y a eu régression pour beaucoup d'associations, développement et extension pour d'autres; la régression de la forêt et son développement centripète paraissent peu discutables, mais sont-elles causes ou effets de la modification du climat, parfois actuellement encore instable et ayant en tout cas varié dans certains de ses éléments, même dans la période historique moderne?

Il y a dans les considérations émises par M. Scaëtta un bon nombre de propositions que tous nous accepterons, mais un certain nombre d'autres formules, qui mériteraient d'être rediscutées, grâce à une documentation nouvelle.

Les phénomènes qui régissent la vie des végétaux pris individuellement, celle de leurs associations, comme leurs transformations morphologiques, sont plus complexes qu'on le suppose et sont en rapport non seulement avec les facteurs climatiques dont M. Scaëtta nous démontre l'importance, mais avec d'autres facteurs externes ou internes dont nous connaissons encore fort mal la nature et l'action.

Nous ne proposons, au texte et aux conclusions de M. Scaëtta, aucune modification; nous désirons au contraire les voir publier sans remaniement. Nous avons tenu à situer à leur propos quelques interrogations, car le travail mérite une discussion détaillée. La portée pratique de certaines conclusions pouvant être considérable, il convient de passer ces dernières au crible d'une critique scientifique profonde.

É. DE WILDEMAN.

Le très remarquable mémoire que j'ai l'honneur de présenter à la Section des Sciences naturelles et médicales de l'Institut Royal Colonial belge représente un nouvel et important résultat de la mission accomplie, de juin 1927 à août 1930, dans la région du Kivu, par M. H. Scaëtta, ingénieur agronome.

Le but général de la mission dont le Ministère des Colonies avait chargé M. Scaëtta était de réunir toutes les données et matériaux nécessaires à la caractérisation du milieu physico-biologique de la région envisagée, afin de permettre ultérieurement d'asseoir l'économie agricole de ces pays sur des bases scientifiques et rationnelles.

Ce travail considérable prit plus de trois années d'un labeur continu et parfois surhumain, au cours desquelles M. Scaëtta se révéla non seulement explorateur et alpiniste hardi et d'une exceptionnelle endurance, mais encore observateur sagace et biologiste averti.

La fructueuse activité déployée par M. Scaëtta dans la région du Kivu s'est notamment traduite par l'installation, au prix d'efforts dont on doit se rendre compte, de 28 postes météorologiques, répartis à des altitudes variant de 800 à 4.500 mètres.

Indépendamment de la très riche documentation météorologique fournie par les observations faites dans ces postes, les fruits de la mission sont représentés par d'innombrables observations sur le milieu physico-biologique, la récolte de nombreux matériaux d'herbier et d'une collection d'échantillons stratifiés d'un grand nombre de terres en vue d'études pédologiques.

De retour en Belgique, après un séjour dans les Colonies anglaises voisines de notre Kivu, M. Scaëtta se mit fiévreusement à l'étude et à la mise en œuvre des documents et matériaux recueillis au cours de sa mission.

C'était certes un travail de longue haleine et qui ne pouvait être mené à bonne fin qu'avec la collaboration de spécialistes.

Le Ministère des Colonies n'étant pas en mesure de fournir les concours nécessaires, M. Scaëtta obtint du Fonds National de la Recherche Scientifique qu'un Comité, composé de MM. A. Grégoire, alors directeur de la Station de Chimie et de Physique agricoles de Gembloux; de M. Jaumotte, directeur de l'Institut royal météorologique d'Uccle; de M. Schoep, professeur à l'Université de Gand, et de moi-même, lui prête son concours. L'intervention financière du Fonds National permit à ces spécialistes et à M. Scaëtta d'accomplir le programme de recherches prévu, qui est en cours d'achèvement. Qu'il me soit permis d'en remercier vivement le Conseil d'Administration et le Directeur de cette belle institution.

M. Scaëtta a déjà publié dans les recueils de notre Institut deux contributions à l'étude du Kivu, fruits partiels de sa mission.

La tranche actuelle de son œuvre est présentée sous le titre suivant : *Climat écologique de la dorsale Congo-Nil* et a essentiellement pour thème l'étude approfondie des facteurs climatiques et leur retentissement sur les conditions de la vie.

M. Jaumotte, directeur de l'Institut royal météorologique, a bien voulu coordonner le travail de plusieurs de ses collaborateurs dans le dépouillement, l'analyse et la traduction graphique des innombrables observations recueillies par M. Scaëtta.

Dans un document que j'ai sous les yeux et qui pourrait très utilement être inséré en matière de préface en tête du travail, M. Jaumotte apprécie très favorablement les résultats obtenus par la mission Scaëtta dans le domaine de la météorologie et de la climatologie.

Le mémoire présenté envisage successivement les questions suivantes :

La radiation solaire; l'insolation et la nébulosité; la température; les vents; l'évaporation; l'humidité atmosphérique; les condensations; les précipitations; les bioclimats régionaux.

Le mémoire de M. Scaëtta est remarquablement soigné. Il est richement illustré d'une carte, de schémas, diagrammes, tableaux et photographies.

Il constitue une œuvre réellement magistrale et représente une des contributions les plus remarquables qui aient été fournies jusqu'ici à l'étude scientifique de notre Colonie.

Je suis heureux d'en proposer l'insertion dans les *Mémoires in-4°* de notre Institut, avec les dessins et planches qui l'accompagnent.

É. MARCHAL.

M. Paul Fontainas. — Contribution à la description géologique de l'Afrique Centrale.

(Note présentée par M. M. ROBERT.)

La publication de l'important ouvrage du Prof^r Krenkel sur la géologie de l'Afrique ⁽¹⁾ se poursuit. La première partie du troisième volume de cet important document vient de sortir de presse. Il est consacré en ordre principal à l'étude du Bassin du Congo. Bien que ne suivant que de peu les remarquables synthèses de M. Fourmarier, ce travail était donc attendu avec intérêt. Il nous a paru intéressant de le résumer.

L'ouvrage du professeur allemand débute par une description de la STRUCTURE GÉOLOGIQUE GÉNÉRALE DU CENTRE-AFRIQUE, qui est ainsi présentée :

La cuvette congolaise, vaste dépression occupée par des couches sédimentaires, en grande partie subhorizontales, est entourée d'un bourrelet montagneux formé de roches cristallines, cristalloylliennes et métamorphiques fortement plissées.

La région côtière ouest-africaine, qui s'étend du Cap au golfe de Guinée, comprend des terrains sédimentaires marins, fossilifères, parfois ondulés et fissurés, d'âges crétacé, tertiaire et quaternaire, ainsi que des lambeaux de sédiments continentaux; ces terrains sont percés par des roches éruptives et volcaniques dont les venues les plus anciennes datent de l'époque néocrétacée (sénonien).

A l'Est de cette bande de terrains côtiers (qui se prolonge, vers le Nord, par la dépression de la Nigérie) s'élève une chaîne montagneuse qui, débutant au Cameroun, se prolonge au Gabon et continue par les monts Cristal; ceux-ci rejoignent, vers le Sud, le haut massif de Ben-

(1) *Geologie Afrikas*. Verlag von Gebrüder Borntraeger. Berlin, 1934.

guela. Cette chaîne montagneuse fait partie de la « branche occidentale du socle africain », unité structurale géologique importante; elle est constituée par diverses roches éruptives grenues, des roches cristallophylliennes archéennes et des roches métamorphiques infra-algonkiennes, dont les plissements, fort prononcés, ont une direction générale Nord-Ouest (plis érythréens). Ces terrains sont recouverts, en discordance de stratification, par des couches du système du Katanga, appartenant à l'algonkien supérieur et au primaire inférieur, couches qui épousent la direction générale des plis des terrains sous-jacents. Tout ce complexe : archéen, algonkien et infra-primaire, qui accuse une direction Nord-Ouest, le long des monts Cristal, s'infléchit peu à peu en avançant vers le Sud, pour prendre la direction Est-Ouest, en butant contre le massif granitique de Benguela.

En se transportant au bord Est du bassin congolais on rencontre la « branche orientale du socle africain », qui est le prolongement de la zone cristalline s'étendant depuis l'Afrique du Sud jusqu'au Soudan égyptien. Ce socle est surmonté de sédiments anciens, comme par exemple, dans le Sud, de couches du système de Funge et du Kibara, recouvertes elles-mêmes par des terrains du système du Katanga; ceux-ci supportent, à leur tour, les sédiments subhorizontaux du système du Congo. Malgré l'intervention de phénomènes géologiques multiples, qui ont eu pour effet de compliquer localement la tectonique, on peut dire que les plissements des terrains anciens de ces régions ont, en général, une direction Nord-Est (plis somaliens ou lualabiens de Cornet); cependant, dans le Katanga méridional les plis ont une forme en arc (plis lufiliens de Cornet). Les effondrements ayant produit la formation du « grand graben de l'Afrique Centrale » et des graben connexes de l'Upemba et du Moero-Luapula sont relativement récents, puisque contemporains des volcans encore en activité (Virunga). Les sources thermales et les

tremblements de terre, fréquents dans ces régions, sont en relation avec ces bouleversements.

Les branches occidentale et orientale du socle africain sont reliées entre elles, au Sud et au Nord du bassin, par des vousoirs, constitués également par des roches cristallines, et cet ensemble encercle le bassin du Congo. Dans des dépressions transversales du seuil Benguela-Upemba se sont déposés des terrains sédimentaires et c'est par l'intermédiaire de ces couloirs que se fait la jonction des terrains sud-africains avec les terrains congolais équivalents et notamment de ceux du système du Congo (Karoo sud-africain) entre les massifs de Benguela et de Mutombo-Mukulu et de ceux des systèmes du Katanga et du Congo, superposés, entre les massifs de Mutombo-Mukulu et de l'Upemba.

Au Nord du bassin congolais, la liaison entre les branches des socles africains occidental (massif du Cameroun) et oriental (massif du Soudan égyptien) se fait par l'intermédiaire du massif de l'Ubangi; ce dernier est flanqué à l'Ouest par l'aire granitique étendue de Yade et à l'Est par le massif de Dar-Challa-Daragumba. La direction probable des plissements dans ce seuil est du type érythéen (Nord-Ouest). Comme terrains on y rencontre du granite et des roches cristallophylliennes diverses, recouvertes localement (par exemple dans la région de l'Uele-Mbomu) par une formation plissée de quartzites-itabirites, riches en fer, dirigés Nord-Ouest, d'âge infra-algonkien. Sur ces terrains anciens reposent, en discordance, des roches sédimentaires non métamorphisées d'âges divers, par exemple la formation plissée Nord-Est de Fouroumbala correspondant aux assises supérieures du système du Katanga et la formation de Mouka-Ndele, comparable aux couches les plus récentes du système du Congo (Lubilash).

Dans l'intérieur de la cuvette congolaise, encerclée par des terrains cristallins et métamorphiques, sont déposés des sédiments plus ou moins plissés ou bien horizontaux, d'âges divers.

Les plus anciens de ces terrains appartiennent au système du Katanga. En partant de l'Ouest, leurs affleurements se marquent le long du rebord intérieur du bourrelet montagneux depuis le Gabon jusqu'à l'Angola septentrional et descendent vers l'intérieur de la cuvette. On rencontre des lambeaux de ces terrains jusque dans la vallée du Kwango, mais ils ne sont pas visibles plus à l'Est vers le Kasai. La raison de cette lacune est attribuable à l'existence du massif de Mutombo-Mukulu, vaste île qui émergeait de la mer supra-algonkienne de Nama et que les sédiments de cette mer n'ont pu qu'entourer. Les terrains du système du Katanga réapparaissent le long de la bordure Nord-Est de ce massif, dans les rivières Lubi et Bushimaie, puis sur le Lomami, en couches ondulées, dirigées Nord-Ouest, et ensuite sur le Lubudi. Dans le Katanga méridional, leurs plis en arc se confondent avec ceux des terrains métamorphiques sous-jacents, pour se terminer vers le Nord-Est en larges ondulations. Des terrains du même système se retrouvent aux environs de Stanleyville, dans un vaste synclinorium à axe dirigé Nord-Est; enfin, près du coude de l'Ubangi.

Les terrains sub-horizontaux du système du Congo (Manyema-Lukuga-Lualaba-Lubilash), superposés à ceux du système du Katanga, sont visibles sur de grandes étendues du bassin du Congo, mais, tandis que les couches inférieures de ce système ne se rencontrent que dans la région orientale du bassin, des étages du Lualaba et du Lubilash débordent sur une grande partie de la cuvette centrale. On y a trouvé des fossiles, qui ont permis de leur attribuer comme âge le trias supérieur à l'infra-jurassique. A ce système il convient d'ajouter les sables, consolidés parfois en grès friables, de la série de Bateke, probablement de formation éolienne, qui se rencontrent près du Stanley pool.

La forme générale du bassin du Congo est due à des mouvements orogéniques complexes ayant débuté avec

l'ère tertiaire; et dont résultèrent le soulèvement des parties périphériques et l'affaissement de la partie centrale du bassin. Des fractures récentes intéressent surtout les régions orientales de la Colonie.

Tel est le résumé de la description de la structure générale du Centre-Afrique donnée par Krenkel. On peut la rapprocher de celle qu'a donnée M. Robert tout récemment, à savoir que :

« Schématiquement on peut se représenter l'Afrique Centrale comme une avancée du bouclier soudanais et à laquelle, dans certaines zones tout au moins, seraient venues se souder des chaînes plissées anciennes, comme la chaîne des Kibaras, au Katanga. Elle se serait par la suite accrue de zones plissées kundelungiennes, comme celle de l'axe du Katanga méridional, d'une part, et du Bas-Congo, d'autre part.

» La zone intérieure du bassin congolais, déjà sans doute légèrement gondolée et déprimée localement par des actions épirogéniques liées aux plissements anciens de certaines zones de son pourtour, aurait vu cette dépression s'accroître en répercussion des plissements kundelunguiens, préparant ainsi la cuvette où se sont effectués, par la suite, les dépôts continentaux Lualaba-Lubilashiens. Elle serait ainsi une partie de l'ancien noyau primitif légèrement ennoyé par rapport à la région plus septentrionale soudanaise, qui, elle, s'est maintenue en aire de surélévation. »

ANGOLA — RHODÉSIE DU NORD — BASSIN DU CONGO

1. Aperçu morphologique.

La partie la plus élevée du pays correspond au massif de Benguela; elle comprend les hauts plateaux des districts de Mossamedes, de Benguela (Bihe et Bailunda), d'Amboin et de Lobito et atteint localement des altitudes de 2.600 mètres. De ces hauteurs, le pays s'abaisse lentement vers le bassin du Kasai et vers le Kalahari, tandis qu'il

descend vers l'Océan par degrés saccadés : des pentes abruptes conduisent à une plate-forme intermédiaire, assez accidentée; à celle-ci succède la région basse, côtière.

2. Stratigraphie et terrains.

Krenkel énumère les diverses roches sédimentaires et éruptives, que renferment les horizons géologiques de l'Angola.

a) *Archéen et infra-algonkien du socle africain occidental.* — Schistes cristallins : gneiss à biotite, à hornblende, à deux micas, micaschistes, quartzites micacés, quartzites, phyllites, marbre. Roches éruptives grenues, granite amphibolique, granite à riebeckite et aegyrine, charnickite, diorite, diorite quartzifère, gabbro-norite. Roches éruptives de la série alcaline : syénite à néphéline et à sodalite, akérite, shonkinite, sölvbergite, ouachitite, etc. Roches d'épanchement : diabase, dolérite, mélaphyre, basalte, dolérite à olivine. Roches volcaniques : limburgite, monchiquite, andésite, trachyte, basalte prismatique, basalte à néphéline, phonolite, néphéline, etc.

b) *Algonkien inférieur.* — Quartzophyllades de Bailunda et quartzites de Huambo.

c) *Algonkien supérieur.* — Grès, quartzites et schistes avec coulées de rhyolite d'Oendolongo, grauwackes et quartzites avec intercalations de tufs rhyolitiques et rhyolite de Lepi; conglomérats, caleschistes, calcaires purs et siliceux de la formation de Bembo (correspondant au système du Katanga); calcaires dolomitiques, grès, arkoses, schistes calcaires et argileux du système de Schella.

d) *Paléozoïque inférieur (système du Kundelungu).* — Grès micacés et feldspathiques et schistes argileux de Lui, grès et conglomérats divers de Lombe.

e) *Système du Congo (Karroo).* — Grès horizontaux tendres et durs, polymorphes, et schistes avec venues de dolé-

rite (formation du Lubilash) et conglomérats, peut-être glaciaires, de Pungo-Andongo, de la Lui et de Bihe (Karoo). Ces terrains, avec diabase et mélaphyre, se prolongent, vers le Sud, sur l'Afrique Occidentale ex-allemande et vers le rebord septentrional de la cuvette du Kalahari.

f) *Formation de Dondo*. — Brèches, conglomérats, grès et schistes, souvent bitumineux, d'âge triasique à crétacé, mais surtout du groupe mésozoïque inférieur. Grès bitumineux de Libongo, Lifune et Mussera; couches de Binga, près d'Ambriz; grès bitumineux de Quixinge; grès de Lengfie et Dombagrande; ce groupe de sédiments appartient au crétacé.

g) *Crétacé*. — Grès, marnes et calcaires riches en fossiles allant du crétacé inférieur (albien) au sénonien. Ces terrains constituent les plaines côtières et parfois la plate-forme intermédiaire.

h) *Tertiaire de la zone côtière*. — Sables, conglomérats, grès, marnes, calcaires fossilifères, souvent avec gypse, de Gabinca, Ambrizette, Loanda, Mossamedes, etc.

3. Structure géologique.

La tectonique de l'Angola méridional est liée assez étroitement à celle de la partie septentrionale de l'Afrique Occidentale ex-allemande, caractérisée par sa région côtière surbaissée et désertique, le Namib, par son massif élevé, cristallin, du Damara et son versant occidental vers le Kalahari.

Il faut distinguer, en plus, dans l'Angola, les éléments tectoniques ci-dessous, dont la structure et la constitution géologiques peuvent être ainsi résumées :

1. *Zone côtière et plate-forme intermédiaire*. — La basse zone littorale, recouverte par des terrains secondaires, surmontés localement de couches tertiaires et de dépôts quaternaires, reposant sur un socle de roches cristallines, présente des largeurs très variables. Étroite, par-

fois même inexistante dans le Sud, elle s'épanouit considérablement à l'embouchure du Cuanza, pour se rétrécir ensuite vers le Nord. Des coulées de roches volcaniques modernes se rencontrent fréquemment le long de cette bande de terrains. La plate-forme intermédiaire est constituée par des granites et des gneiss recouverts, parfois, par des dépôts sédimentaires, secondaires ou autres.

2. *Massif de Benguela.* — Un des éléments de ce massif, la « Serra da Chella », chaîne montagneuse qui longe l'escarpement dévalant vers les régions côtières et qui s'abaisse, au Sud, vers la vallée du Kunene inférieur, est constituée principalement de granites et de gneiss. Sur son versant oriental se trouvent des venues importantes de gabbro-norites. Au Nord, les roches granitiques de la Serra sont recouvertes par des lambeaux de terrains du système de Nama, qui se prolongent en contre-bas, vers le Sud. Le noyau du massif de Benguela, entre le Kunene et le Cuanza, est formé par des gneiss et des roches granitiques diverses, recouvertes, localement, par des couches de la série d'Oendolongo et de Lepi, d'âge algonkien supérieur, et de couches Bailundo et Huamba appartenant, elles, à l'infra-algonkien. Le versant Nord du même massif supporte des terrains de la formation de Lombe et de Lui (système Kundelungu), qui s'étendent sur de grands espaces entre le Cuanza et le Kwango.

3. *Monts Cristal.* — Cette chaîne débute à Senza do Itombe, sur le versant droit de la vallée du Cuanza, et atteint le Congo à Mussera, près de son embouchure. Elle est constituée par des granites, des schistes cristallins, des terrains métamorphiques et sédimentaires du système du Katanga, fortement plissés.

4. *Zone faïtière.* — Au Nord de la ligne de faite Congo-Kalahari-Zambèze, les pentes qui descendent vers la cuvette congolaise sont recouvertes principalement par des terrains du système du Congo (grès du Lubilash), mais les

vallées profondes entament le socle granitique, tout en rencontrant, parfois, des couches du Kundelungu (Kwango); des venues de dolérite se rencontrent sur la ligne de faite. Sur le versant Sud, vers le Kalahari et le Zambèze, la région est constituée également par des grès du Lubilash (couches du Zambèze) et, plus au Sud, par des dépôts du Kalahari. A proximité des sources du Zambèze, le socle ancien, cristallin, est recouvert localement par des couches du système de Stormberg et du Lubilash, avec épanchements de roches volcaniques.

4. Richesses minérales.

Minerais métalliques. — Fer (magnétite, limonite), manganèse (pyrolusite), or, plomb argentifère (galène), cuivre (chalcopryrite, chalcosine, malachite, chrysocolle), étain (cassitérite).

Combustibles minéraux. — Pétrole, asphalte, houille, lignite, tourbe.

Minéraux divers. — Diamant, graphite, mica, soufre, sel gemme, copal, guano.

RHODÉSIE DU NORD

Avant d'aborder l'exposé des idées de Krenkel au sujet de la Rhodésie du Nord, remarquons que la zone à minéralisation cuprifère de cette région constitue en réalité l'aile du Sud-Est du grand faisceau plissé en arc du Katanga méridional et que l'on y trouve le socle ancien qui a formé le bouclier méridional du géosynclinal katangien.

Cela rappelé, voyons les opinions du géologue allemand.

La Rhodésie du Nord fait partie des régions élevées centre-africaines, qui se relie géologiquement à l'Afrique du Sud. Le massif Nord-Rhodésien est séparé du massif Sud-Rhodésien par la dépression du Zambèze, comatée par des couches du Karroo, partiellement charbon-

neuses; cette région centrale, qui s'affaisse depuis l'époque permo-carbonifère, constitue, d'après l'auteur, un géo-synclinal continental. Vers le Nord, la Rhodésie bute contre la ligne de faite Zambèze-Congo et vers l'Est, elle pénètre dans la région bouleversée des graben.

1. Aperçu de la structure géologique.

Du tableau des formations géologiques de la Rhodésie du Nord et de leur âge ainsi que de l'esquisse géologique de la région cuprifère voisine de celle du Katanga, on peut retenir ce qui suit :

Les terrains stratoïdes les plus anciens (infra-algonkiens), plissés et fortement métamorphisés, forment le système des « schistes de base », subdivisés en étages de Lufubu et de Muva, séparés par une discordance. Ils sont surmontés, également en discordance, par les terrains du système de Broken-Hill. Toutes ces formations sont recoupées par des venues intrusives, très importantes, de « granites anciens », à facies souvent gneissique.

Vers le rebord du bassin du Congo apparaissent, déposés en discordance sur le socle ancien, des couches plissées de la formation de Bwana-Mkubwa et de la série subordonnée de Christmas, d'âge supra-algonkien. La direction, variable, des plis de cette formation est en forme d'arc (plis lufiliens). L'érosion ayant enlevé les selles des plis, n'a laissé subsister que les portions synclinales. Ces terrains renferment des intrusions de granites « moins anciens », auxquels on attribue l'origine des gisements cuprifères, localisés dans certaines couches de cette série. Les assises supérieures de ce système bien que d'âge infra-paléozoïque, sont rattachées à la formation du Kundelungu; elles reposent sur les couches de Bwana-Mkubwa en légère discordance de stratification, mais avec des plis présentant la même direction. Les formations de Bwana-Mkubwa, de Christmas et de Kundelungu composent, en Rhodésie, le système du Katanga.

Les terrains permo-triasiques du système de Karroo se rencontrent en abondance en Rhodésie du Nord; ils sont représentés par la série charbonneuse d'Ecça, au voisinage du Zambèze, et de la série de Stormberg, comprenant des sédiments et des roches volcaniques; le conglomérat glaciaire de Dwyka y est inconnu.

Enfin, on rencontre, en Rhodésie du Nord, des formations tertiaires et quaternaires de la série de Kalahari.

2. Stratigraphie et terrains.

a) *Infra-algonkien*. — Micaschistes, quartzites micacés, quartzites, chloritoschistes, amphibolites, gneiss à grenats, à andalousite, à cyanite, et granites gneissiques anciens de M'Kushi du système des schistes de base, très répandus en Rhodésie. Quartzites, grès, schistes argileux, phyllites, schistes graphiteux, calcaires dolomitiques minéralisés, conglomérats renfermant des intrusions de granites gneissiques et massifs « anciens », d'autres granites, plus récents et de diorite du système de Broken-Hill.

b) *Algonkien supérieur*. — Quartzites, grès feldspathiques et argileux, schistes micacés, calcaireux et cuprifères, dolomies, parfois conglomérats et arkoses, granites « plus récents » et pegmatites cuprifères, gabbro, diabase, anorthosite des formations de Bwana-Mkubwa et de Christmas.

c) *Paléozoïque inférieur*. — Conglomérat glaciaire, calcaires, schistes calcaireux et dolomitiques et schistes argileux de la formation de Kundelungu.

d) *Permo-triasique (système de Karroo)*. — Conglomérats, grès grossiers, schistes feuilletés et calcaires noduleux avec charbon et bois silicifiés de la série d'Ecça. Grès, schistes argileux et calcaires de la série de Stormberg.

e) *Tertiaire et Quaternaire*. — Sables de formation éolienne du système Kalahari.

3. Gisements miniers.

a) *Gîtes de zinc et de plomb de Broken-Hill.* — Dans des couches de dolomie appartenant au système de Broken-Hill sont déposés des amas irréguliers de minerais sulfurés de plomb (galène) et de zinc (blende), transformés, vers la périphérie des amas, en minerais oxydés, composés de silicate de zinc (hétéromorphite), avec carbonate de zinc et de plomb; dans les parties du gisement affleurant sous forme de kopjes on trouve, en plus, des phosphates et des vanadates. On attribue l'origine de ces gisements à des venues de roches granitiques « plus récentes ».

b) *Région minière cuprifère.* — Cette zone cuprifère couvre approximativement une superficie rectangulaire orientée Nord-Ouest, de 250 km. de longueur sur 60 à 70 km. de largeur, dont les sommets seraient : Kansanshi, Kipushi (Congo belge), Bwana-Mkubwa et Roan-Antelope. La minéralisation est localisée dans un certain nombre de couches plissées du système de Bwana-Mkubwa, notamment dans les parties de plis épargnées par l'érosion.

Les minerais de cuivre, accompagnés de quelques autres, qui se trouvent disséminés, en grains fins, dans des schistes, des grès et des quartzites, sont les suivants : chalcosine, chalcopyrite, malachite, azurite, chrysocolle, cuprite, cuivre natif, ténorite, cornétite, cobalt, wad, hématite, goéthite. Sous le niveau minéralisé se trouvent des filons de pegmatite renfermant des sulfures de cuivre.

On n'est pas d'accord sur la genèse de ces gisements; tout en attribuant leur origine première aux roches granitiques minéralisées sous-jacentes, les uns les considèrent comme des gîtes d'imprégnation, postérieurs au dépôt des couches qui les renferment, tandis que d'autres les croient d'origine sédimentaire contemporaine à la formation des couches.

BASSIN DU CONGO

L'exposé de la description géologique du bassin du Congo faite par Krenkel pourrait être mieux suivie si nous rappelons les divisions stratigraphiques adoptées actuellement.

Au socle archéen et infra-algonkien de Krenkel correspondent les formations cristallophylliennes et le système du Kibara.

Au système algonkien et infra-paléozoïque (système du Katanga) de l'auteur correspondent :

- | | | |
|--------------------------------------|---|--------------------------------------|
| le système schisto-dolomitique . . . | { | série inférieure; |
| | | série supérieure. |
| le système du Kundelungu | { | série inférieure; |
| | | série supérieure (série de Mwashya); |

Remarquons que la division du système du Katanga de Krenkel :

- | | | |
|-------------------------|------------------------------|-------------------|
| de Lubudi | système schisto-dolomitique; | |
| de Katete | } système du Kundelungu { | série inférieure; |
| de Kundelungu | | série supérieure; |
- peut être critiquée.

Le système du Lubudi est insuffisamment défini et ne peut pas être actuellement choisi comme type, ce qui n'est pas le cas pour le système schisto-dolomitique.

Quant au choix des systèmes de Katete et de Kundelungu de Krenkel pour désigner ce qui est la série inférieure et la série supérieure de Kundelungu, il ne peut plus être accepté avec le sens que lui donnait Jules Cornet.

Il est bien établi, actuellement, que la série inférieure et la série supérieure de Kundelungu sont toutes deux incorporées dans le faisceau plissé du Katanga méridional et passent par transition aux couches kundelungiennes

horizontales situées plus au Nord, tandis que dans l'idée de Jules Cornet, le Kundelungu horizontal se juxtaposait au système de Katete plissé. On retrouve ainsi dans le système de Katete de Cornet, même là où il est pris comme type, non seulement les couches de la série inférieure de Kundelungu, mais aussi celles de la série supérieure.

Ces notions, qui sont essentielles pour la géologie du Katanga tout au moins, paraissent avoir échappé à l'auteur. Il en ira de même, d'ailleurs, de certaines hypothèses tectoniques de spécialistes coloniaux belges.

Krenkel considère, comme on l'admettait autrefois, que les plissements lualabien et lufilien étaient contemporains et qu'ils formaient un rebroussement dans la zone de Ruwe.

Les idées actuelles sont tout autres. Comme l'a clairement exposé M. Robert, le plissement lualabien est d'âge kibarien et beaucoup plus ancien que le plissement lufilien, d'âge kundelungien.

En ce qui concerne la stratigraphie des terrains de la cuvette congolaise, remarquons que l'auteur ne tient pas compte de l'opinion actuelle des géologues congolais, en ne séparant pas nettement les calcaires silicifiés du mont Bunza du système du Lualaba-Lubilash. On sait que les travaux de Polinard et de Maufe ont conduit à la création d'un système *postrhétien* (continental) équivalent au système du Kalahari, dans lequel sont rangés les calcaires silicifiés du versant méridional du bassin congolais et les sables qui les accompagnent.

Tout cela exposé, reprenons le résumé des idées de Krenkel sur le bassin du Congo.

1. Stratigraphie et terrains.

a) *Socle archéen et infra-algonkien.* — Granites, granites gneissiques, micaschistes, amphiboloschistes, quartzites micacés et quartzites de la série cristallophyllienne

(couches de Boma, Matadi, Palabala, Kimeza, Duizi) et phyllades, quartzites, grès calcaireux, calcschistes et calcaires de la série métamorphique (couches de Bembizi et Nsekelolo) dans le Bas-Congo (monts Cristal). Granites à biotite et à hornblende, syénite, diorite, diabase, gabbro à olivine, monzonite quartzifère, granite gneissique, quartzite, quartzites ferrugineux, chloritoschistes, grès durs, etc. du massif de Mutombo-Mukulu et de différentes localités du Kasaï. Roches schistocristallines et granitiques diverses du Nord et du Nord-Est de la Colonie. Itabirites de l'Uele. Gneiss, micaschistes, quartzites avec intrusions de granite (système de Funge) et conglomérats, quartzites, phyllades, grès psammites et schistes argileux avec minerais de fer et intrusions de diabase, porphyrites et porphyre quartzitifère (système du Nzilo, Lufupa et Kabele de Cornet, réunis en système de Kibara de Robert), du massif de l'Upemba. Gneiss, divers micaschistes, quartzites du Bas-Katanga oriental, au Sud de la vallée de la Lukuga. Granite, quartzites, grès et porphyres de Sumbu, du plateau de Marungu (Tanganyka méridional). Gneiss, micaschistes, quartzites, phyllades, schistes argileux avec granites dans le Manyema. Gneiss, micaschistes, amphibolites, pyroxénites, quartzites feldspathiques, avec granites, diorites et gabbro (système de Ruzizi) et quartzites, arkoses, schistes parfois graphiteux, tourmalinifères, grenatifères, etc. et granite stannifère (système de l'Urundi) dans le Ruanda-Urundi. Grès, quartzites, schistes, phyllades, avec granites, porphyres et roches basiques (système Urundi-Karagwe) dans la région Sud-Ouest de l'Uganda. Gneiss, micaschistes, chloritoschistes, quartzites, micaschistes, etc. dans le Mayumbe français. Gneiss, quartzites, grès, arkoses, schistes et calcaires avec granites, monzonites, diorites, etc. du massif du Chaillu dans le Congo français.

b) *Supra-algonkien et infra-paléozoïque (système du Katanga)*. — Conglomérat (tillite), dolomies, calcaires,

calcschistes, schistes et grès (formation de Katete) et conglomérats, brèches, grès feldspathiques, psammites et schistes argileux (formation du Kundelungu) dans le Bas-Congo. Conglomérat, calcaires et dolomies (couches de Katete) et conglomérats, calcaires et grès (couches du Kundelungu) dans le Gabon, le Mayumbe français et l'Angola septentrional. Grès, calcschistes, calcaires purs, siliceux et à cherts, brèches calcaires et schistes argileux (formation de Katete) dans le bassin du Sankuru et du Lomami. Brèches, dolomies, schistes siliceux, roches siliceuses cellulaires, quartzites, roches talqueuses et schistes argileux (formation du Lubudi); grand conglomérat, calcaires, calcschistes et grès calcareux (formation de Katete); petit conglomérat, calcaires, calcschistes et grès (formation du Kundelungu) et, comme roches éruptives d'intrusion : granites, granites à hornblende, gabbros, dolérites, diabases et kimberlites (monts Kundelungu) dans le Katanga au Sud. Grès feldspathiques, psammites, phtanites, calcaires, cherts des couches de Lumpungu (système du Lubudi) dans l'Urundi. Schistes argileux, psammites, grès, conglomérats, calcaires siliceux de Malagarasi, rive orientale du Tanganyka. Conglomérats, grès feldspathiques, psammites, schistes argileux, calcschistes, calcaires purs, siliceux et à cherts (formations de Katete et du Kundelungu) dans le bassin de l'Aruwimi-Ituri.

c) *Permien à infra-jurassique (système du Congo)*. — Grès durs polymorphes inférieurs et grès tendres (système du Lubilash) du Stanley pool. Conglomérats, grès tendres, schistes argileux, calcaires et grès durs polymorphes (formation du Lubilash) dans le Kwango. Grès tendres, arkoses, schistes argileux, grès durs polymorphes et calcaires silicifiés du mont Bunza (formation du Lubilash) dans le Kasaï. Conglomérats, arkoses, grès tendres et durs polymorphes et schistes (formation du Lubilash) dans la Lulua, le Lubi, la Bushimaie, le Lubilash et le Lomami. Grès, schistes argileux, conglomérats, grès durs

polymorphes (formation du Lubilash) dans le Lofoi, le Haut-Lualaba, le Lovoi, le plateau de Sungu et le Katanga. Conglomérats, grès, schistes et couches de charbon (formation de la Lukuga), à Luena. Conglomérats, grès, schistes avec couches de charbon et bancs fossilifères à *glossopteris*, etc. (formation de la Lukuga), à la Lukuga. Conglomérat glaciaire (formation du Manyema) dans le Manyema du Sud et du Nord. Grès, schistes argileux, schistes bitumineux et calcaires (formation du Lualaba) près de Ponthierville. Conglomérats, schistes et calcaires pyritifères à Irumu. Grès, schistes argileux, schistes calcaireux et calcaires (formation du Lualaba) dans la vallée de l'Itimbiri. Grès, schistes et calcaires dans la région de l'Ubangi, grès tendres et sables éoliens (formation de Bateke) à Brazzaville.

d) *Crétacé*. — Grès friables, parfois bitumineux, schistes argileux, marnes du Bas-Congo, Niari, Ogowe, conglomérats et calcaires bitumineux (sénoniens) de la Pointe-Noire. Grès, schistes et marnes (turonien à sénoniens) du Gabon. Grès, schistes et marnes de la Guinée espagnole. Grès, schistes et calcaires (formation du Mungo) et grès siliceux et feldspathique, schistes charbonneux et bitumineux (formation de Mamfe) dans le Cameroun.

e) *Tertiaire*. — Grès et tufs calcaires de Zambi sur le Congo. Grès, schistes et calcaires éocènes de Landana et de Shiloango (Cabinda). Schistes argileux avec bitume (formation l'Ibando) de la Guinée espagnole. Schistes calcaireux éocènes (couches de Mungo) et tufs basaltiques (tertiaires ou quaternaires) du Cameroun.

2. Structure géologique régionale.

A. — KATANGA.

Au point de vue de la structure géologique, le Katanga peut être divisé en Katanga méridional, hauts pla-

teaux de l'Est, socle du Nord et région du graben de l'Upemba. Les terrains du Katanga appartiennent aux formations cristallophylliennes, à la série métamorphique, aux couches du système du Katanga et du système du Congo; il s'y mêle des roches éruptives.

a) *Katangides*. — Les plis lualabiens (Nord-Est) et les plis lufiliens en arc se rejoignent dans le rebroussement de Ruwe; l'âge de ces plissements est inconnu. Les plis lufiliens se prolongent vers le Sud, dans la Rhodésie. Les terrains constituants appartiennent à la série métamorphique et aux assises inférieures du système du Katanga.

b) *Plateau du Kundelungu*. — Les monts Kundelungu s'étendent entre le bassin de la Lufira et le graben du Moero-Luapula; ils sont constitués par les assises supérieures du système du Katanga, disposées en faibles ondulations à direction Nord-Ouest, qui prolongent, en les atténuant, les plis en arc, très prononcés, des Katangides. Ces terrains sont recoupés par des cheminées de kimberlite. La dépression de la Lufira est attribuée par les uns à l'érosion, par les autres aux fractures. Quant au graben Moero-Luapula, il est dû à des effondrements récents, comme en témoignent les sources salées et les tremblements de terre de cette contrée.

c) *Massif de l'Upemba*. — Ce massif, comprenant, entre autres, les monts Hakansson, Bia et Kibara, est le prolongement du socle nord-rhodésien. Des plis somaliens, très prononcés, affectent ces terrains anciens (séries de Funge et de Kibara); les lignes suivant lesquelles se sont produites les intrusions de roches éruptives, plus récentes que celles du socle (par exemple les granites stannifères, les diabases), ainsi que les alignements des sources thermales ont une orientation également somalienne (Nord-Est); la structure géologique est cependant compliquée par des plis et des cassures de direction érythréenne (Nord-Ouest) et autres.

d) *Graben de l'Upemba.* — Cette dépression dans le massif de l'Upemba, longue de 200 km. et large de 30 à 45 km., est due à des effondrements dont témoignent des paquets de sédiments, ayant recouvert jadis les hauteurs du massif et descendus aujourd'hui à des altitudes diverses. Ces effondrements sont récents, comme l'indiquent les sources thermales et les tremblements de terre, antérieurs cependant à la production du graben du Tanganyka. Ils datent probablement du Tertiaire supérieur.

e) *Richesses minérales du Katanga.* — A part les gîtes stannifères de Manono, de Kitolo et de Busanga, des alluvions aurifères de la Luama et des charbons de la Luena, qu'il cite à peine. Krenkel ne décrit que les importants gisements de cuivre et ceux du radium.

Gisements cuprifères. — La zone cuprifère, orientée Nord-Ouest, a une longueur de 300 km. sur une largeur moyenne de 60 km. Les gisements du Katanga et ceux de la Rhodésie du Nord sont localisés dans les mêmes couches appartenant au système du Lubudi, mais, tandis qu'en Rhodésie, l'érosion, plus profonde, n'a laissé subsister que les parties synclinales, ce sont les bords des versants anticlinaux qui affleurent au Katanga. Les plis, qui sont ici plus serrés, ont produit un morcellement prononcé des roches favorable à la minéralisation; de plus, l'abondance des calcaires et des dolomies a influencé la formation et la concentration des minerais oxydés aux dépens des sulfures plus profonds. Ces circonstances font que les gisements du Katanga sont plus importants et plus riches que ceux de la Rhodésie. Les principaux minerais sont les suivants : chalcopyrite, sulfures de la zone de cémentation, malachite, chrysocolle, planchéite, shattuckite, diopside, asbolane, sphérocobaltite, etc.; certains minerais sont auri- et argentifères; ils contiennent souvent du fer et du manganèse. Les principales mines sont : Kipushi, Étoile du Congo, Ruashi, Likasi, Luushia, Kambove. La question

de la genèse de ces gisements n'est pas résolue; leur origine première est attribuée aux roches éruptives granitiques sous-jacentes. Quant à la concentration des sulfures dans les couches minéralisées, Krenkel rappelle que les uns sont partisans de la formation syngénétique : sédimentation, tandis que d'autres la considèrent comme épigénétique : imprégnation, substitution, etc.

Gîte d'uranium-radium de Shinkolobwe. — Il se trouve dans les couches siliceuses et dolomitiques de la série cuprifère du système du Lubudi. Les principaux minerais sont : péchurane, kassolite, dewindtite, stassite, bequerelite, schoepite, curite, gummite, etc.; ils sont accompagnés de magnétite, oligiste, or, molybdénite, pyrite et arséno-pyrite. L'origine première de ces gisements serait la même que celle du cuivre.

B. — MASSIF DE MUTOMBO-MUKULU.

Ce massif élevé fait partie d'un voussoir anticlinal de direction somalienne, compliqué d'ondulations transversales d'orientation érythréenne, éléments tectoniques qui expliquent la disposition des terrains du système du Katanga, qui le flanquent, d'une part, au Nord-Est (région Lubi-Bushimaie-Lomami) et, d'autre part, au Sud-Est (région Lubudi); il est entouré de couches subhorizontales du système du Congo.

C. — RÉGION ORIENTALE DU BASSIN DU CONGO.

a) *Partie méridionale (au Sud de la Lukuga).* — Le massif ancien de l'Upembe se prolonge vers le Nord-Est jusqu'au lac Tanganyka par l'intermédiaire de la chaîne des monts Mugila; ceux-ci sont flanqués Sud-Est par des assises du système du Katanga, au Sud desquelles réapparaissent les terrains anciens du socle, s'étendant du Tanganyka au Moero et recouverts, partiellement, par des

nappes de porphyre quartzifère de Sumbu, plus anciens que les terrains du système du Katanga.

b) *Partie septentrionale.* — La dépression de la Lukuga correspond à une zone de fractures d'âge supra-paléozoïque; au Nord d'elle s'étend le socle ancien du Manyema, fortement plissé suivant la direction somalienne et recouvert, partiellement, par des couches subhorizontales du système du Congo, parmi lesquelles il convient de citer les formations du Manyema (conglomérat glaciaire) et celles de la Lukuga (charbonneuses), ces dernières déposées dans la région fracturée des environs d'Albertville.

c) *Tectonique du graben Tanganyka.* — Aux affaissements plus anciens de cette région sont venues se joindre des fractures radiales récentes, datant du Tertiaire supérieur et du Quaternaire. Les principales cassures présentent des directions respectives de Nord-Nord-Ouest, Ouest-Nord-Ouest et Sud-Ouest.

D. — BORD OCCIDENTAL DU BASSIN DU CONGO.

a) *Zone côtière.* — Sur le substratum ancien reposent des assises, parfois de sédiments marins et continentaux d'âges secondaire, tertiaire et quaternaire.

b) *Monts Cristal et chaîne du Mayumbe.* — La chaîne des monts Cristal atteint l'océan à Mayumba, puis s'infléchit et rejoint, à l'Est, le massif de Chaillu, dans le Gabon. Les terrains cristallophylliens et métamorphiques du socle sont fortement plissés suivant la direction érythréenne. Plus au Nord, dans le Mayumbe français, les couches de la série métamorphique Bembizi-Nsekelolo de la région des Cataractes font place à un système de phyllades et de quartzites, le système « quartzo-schisteux ».

c) *Congolides.* — Par cette expression Krenkel entend la série de terrains du système du Katanga, dont les plissements, très prononcés à l'Ouest, contre les monts Cristal,

vont en s'atténuant vers l'Est pour finir par de simples ondulations. Cette disposition se rencontre au Congo belge, tandis qu'au Congo français les mêmes terrains sont disposés en forme d'étroit synclinorium, l'aire synclinale du Niari et de la Nyanga, coincée entre les monts Mayumbe et le massif de Chaillu.

d) *Massif de Chaillu*. — Ce massif comprend un seuil granitique et gneissique fortement érodé sur lequel reposent : à l'Ouest et au Sud les terrains du système « quartzoschisteux » disposés ici en couches presque horizontales, au Nord les terrains plissés de la série de Franceville, à l'Est les sables de la formation de Bateke (système du Congo).

E. — BORD SEPTENTRIONAL DU BASSIN DU CONGO.

a) *Région du Cameroun*. — La tectonique de cette contrée est régie par deux systèmes de plissements et de cassures, l'une de direction somalienne, l'autre d'orientation érythréenne. La zone côtière, recouverte de sédiments secondaires et tertiaires légèrement plissés, très étroite au Sud, s'élargit considérablement vers le Nord. Ces couches sédimentaires sont percées par des intrusions volcaniques. A l'Est de la région volcanique s'étend le massif schisto-cristallin du Cameroun, dont le flanc méridional est recouvert par des couches de quartzites et de phyllades dirigés Nord-Nord-Ouest; on y rencontre de vastes affleurements de granite. Ces anciennes formations sont recouvertes, par places, par des lambeaux de grès non plissés d'âge inconnu.

b) *Région de l'Ubangi*. — Elle débute par le massif granitique de Yade, à l'Est duquel s'étend la vaste zone schisto-cristalline de l'Ubangi, divisée, par la rivière Koto, en deux tronçons, l'occidental et l'oriental.

Dans la partie occidentale, les roches anciennes du socle archéen : gneiss, chloritoschistes, etc., qui présentent

généralement une direction Nord-Ouest, sont surmontées par des couches fortement plissées, mais d'un métamorphisme atténué, de quartzites, phyllades, séricitoschistes et itabirites infra-algonkiens (série de l'Ubangi), roches qui sont bien développées au Nord et au Nord-Est du coude de l'Ubangi.

A l'Est de la rivière Koto, dans la zone orientale, de grandes étendues sont également occupées par les terrains archéens, qui se relie aux terrains semblables du Soudan égyptien, d'une part, et du Mbamu, d'autre part. Les quartzites et les phyllades sont plus rares; on en rencontre cependant, par exemple, à Zemio.

En discordance sur les terrains anciens du socle reposent par places, en couches plus ou moins plissées ou ondulées, les formations de Fouroumbala (système du Katanga), composées de conglomérats, arkoses, grès et schistes, connus au Congo belge, à Bosobolo et à Bwaka.

Enfin, des formations plus récentes (couches de Moukandele), assimilées au système du Congo et composées de grès horizontaux (de la formation du Lubilash), s'étendent vers le bassin du Tchad et celui du Fertit (Ouanda-Djale). Ces terrains du système du Congo recouvrent de grandes étendues au Congo belge, dans les bassins de l'Ubangi et du Congo.

F. — BORDURE NORD-EST DU BASSIN DU CONGO.

Le massif ancien du Manyema se prolonge vers le Nord-Est jusque dans le Haut-Ituri, où il se relie au massif de l'Uele et du Soudan. Il est flanqué à l'Est par les graben des lacs Kivu et Edouard, à l'Ouest par des sédiments du système du Congo. Il se rétrécit à la hauteur du premier parallèle Nord, par suite de la pénétration, dans sa masse, du synclinal Stanleyville-Avakubi, rempli de terrains du système du Katanga. Au Nord du synclinal cité, s'étend une zone granitique étendue, divisée en son milieu par

le synclinal du Népoko, de direction somalienne, à terrains de la série métamorphique.

a) *Partie méridionale (région de l'Ituri)*. — Comme terrains on rencontre des granites anciens et d'autres plus récents, des intrusions dioritiques et des gneiss; comme roches métamorphiques fortement plissées : des micaschistes, des phyllades et des quartzites souvent micacés et ferrugineux. Ces derniers terrains forment de petits massifs, tels ceux d'Asonga, Balambula-Andufu, Andudu, Efays et celui de Kilo, où viennent s'y joindre des intrusions de diorite et de diabase. Il faut signaler, également, la cuvette de terrains sédimentaires de la série d'Irumu, renfermant grès, schistes et calcaires, qui se rattachent probablement à la formation du Lualaba. Le graben lac Albert-Semliki est dû à des effondrements de l'époque quaternaire; la plaine de ce lac et la vallée de la Semliki renferment des dépôts pléistocènes.

b) *Partie septentrionale*. — Ce sont les régions de Bomokandi et de l'Uele, caractérisées, comme la région méridionale, par la prédominance des granites et de gneiss avec lambeaux de terrains métamorphiques, comme ceux de l'Aru, de Moto (ici avec diorite), de Dungu et de Rungu; les itabirites se rencontrent fréquemment. A Niangara se trouve une cuvette de terrains du système du Katanga, avec calcaires, dolomies et schistes divers, en relation probable avec le synclinorium Stanleyville-Avakubi.

G. — INTÉRIEUR DU BASSIN DU CONGO.

Les granites, les roches archéennes et métamorphiques forment le substratum de la cuvette du Congo. Relevé sur le pourtour du bassin, où il affleure, ce complexe rocheux est recouvert partout ailleurs par des terrains plus récents et ce n'est qu'exceptionnellement qu'il laisse apercevoir des pointements à travers les sédiments qui le recouvrent;

c'est le cas, notamment, pour le vaste massif de Mutombo-Mukulu et son versant souterrain Nord-Ouest, entamé par les cours d'eau à vallées profondes (Loange, Kasai, etc.), la vallée du Lualaba près de Ponthierville, celle de l'Ubangi près de son coude, celle de la Sanga, etc.

Ce soubassement ancien est recouvert par des terrains du système du Katanga, visibles sur le versant oriental des monts Cristal, dans le synclinorium Stanleyville-Avakubi, dans le Katanga méridional et oriental, sur le rebord Nord-Est du massif du Mutombo-Mukulu, etc. Ces terrains sont plissés sur le pourtour du bassin, mais leurs plis s'atténuent et ne marquent plus que des ondulations vers l'intérieur du bassin.

Les terrains du système du Katanga sont, à leur tour, recouverts par des couches subhorizontales ou faiblement inclinées du système du Congo. Ils recouvrent de grands espaces dans la partie intérieure du bassin, mais plongent sous les dépôts de la formation de Busira, qui recouvrent les parties basses de la cuvette. Les assises inférieures de ce système (formations du Manyema, de la Lukuga et du Lualaba) sont visibles surtout dans la partie orientale et septentrionale de la Colonie, tandis que ses assises supérieures (formation du Lubilash) s'étendent surtout dans le centre et vers le Sud-Est du bassin.

Enfin, une grande partie de la région la plus déprimée du bassin est occupée par les dépôts de la formation de Busira, d'âge récent, de la fin du Tertiaire et du Quaternaire, composée de dépôts fluviaux et fluvio-lacustres.

Déposés dans tout le territoire de la Colonie, ou bien localisés dans certaines régions seulement, on trouve des dépôts tels que l'éluvium, les alluvions anciennes (en terrasses) et récentes, les latérites, la limonite scoriacée, les grès durs polymorphes résultant de la silicification des grès tendres du Lubilash, etc.

Le tracé général du bourrelet qui entoure le bassin du Congo est dû à des mouvements orogéniques, qui se sont

exercés à des époques très reculées, mais le modelé de l'ensemble du bassin, comblé par des sédiments, a été modifié et rajeuni à plusieurs reprises sous l'influence de phénomènes géologiques divers, tels que fractures radiales, mouvement de soulèvement et d'abaissement, nouveau cycle d'érosion, etc., phénomènes qui se poursuivent encore de nos jours.

Le trait principal de la tectonique de la cuvette congolaise dans son ensemble est l'existence du vaste synclinorium dont l'axe est dirigé Est-Nord-Est et dont deux bords opposés émergent, respectivement, à l'entrée du fleuve dans la chaîne des monts Cristal et aux environs de Penge sur l'Ituri. Ce synclinorium est tapissé de terrains du système du Katanga, qui épousent sa forme et qui sont recouverts par des couches horizontales des systèmes du Congo et de Busira. Une dépression tectonique secondaire, dirigée Nord-Ouest, recoupe la première; elle débute dans le Haut-Lomami, suit la région du lac Léopold, la dépression de la Sanga et se perd dans le massif du Cameroun. La zone où les deux synclinaux se croisent correspond à la région la plus affaissée de la cuvette congolaise (lac Léopold, Tumba, etc.).

3. Richesses minérales du bassin du Congo.

a) *Congo belge.*

MINÉRAIS MÉTALLIQUES. — Fer très répandu, particulièrement au Katanga. Manganèse au Katanga. Aluminium (bauxite) dans l'Uele. Cuivre avec cobalt au Katanga. Plomb et zinc au Katanga. Étain aux monts Bia et dans le Ruanda-Urundi. Or à Kilo-Moto et un peu au Katanga. Platine à Ruwe. Radium au Katanga.

COMBUSTIBLES. — Charbon à la Lukuga et à la Luena. Schistes bitumineux à Ponthierville. Pétrole dans la région côtière (Shipanga et dans la plaine du lac Albert).

AUTRES MINÉRAUX UTILES. — Diamant au Kasai, aux monts Kundelungu, dans l'Ituri. Mica, monazite, zircon, saphir.

b) *Congo français.*

MOYEN-CONGO, GABON. — Cuivre et accessoirement argent, plomb, zinc, etc. au Niari (Minduli) et Djoue. Or et graphite au Mayumbe. Pétrole dans la zone côtière (Pointe-Noire, Libreville, etc.).

UBANGI ET SHARI. — Or dans le massif de Bambari, dans l'Ouanda-Djale et le Mbomu. Diamant à Bria, le massif de Challa, l'Ouanda-Djale.

c) *Cameroun.*

Fer abondant. Manganèse à Jubassi. Argent, plomb et zinc dans l'Adamaoua. Pyrite arsénicale dans le Rio del Rey et Bubandjida. Or dans Benue, Sanaga, Wuri. Mica, pétrole, charbon, inexploitable.

*
**

Tel qu'il est établi, le travail de M. Krenkel constitue un nouvel essai de synthèse géologique centre-africaine dont l'intérêt est évident, malgré l'incertitude qui caractérise les raccords à distance en l'absence d'arguments paléontologiques.

En outre, le grand mérite de ce travail est de permettre d'éviter, dorénavant, dans une large mesure, la recherche de documentations originales forcément éparses.

D'autre part, les notices historique et bibliographique qui terminent le travail sont également des plus utiles à consulter et méritent, elles aussi, une remarque toute spéciale ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Nous nous faisons un agréable devoir de signaler l'aimable concours que notre ami distingué M. Romain Kotska a bien voulu nous donner pour la présente interprétation des idées de M. Krenkel.

**MM. A.-J. Rodhain et R. Nyssen. — Essais thérapeutiques
avec l'« Efiri » dans la malaria humaine.**

Dans une communication antérieure, parue dans ce *Bulletin* (1), l'un de nous, en collaboration avec A. Dubois, a relaté les résultats obtenus par l'emploi de l'*Eferi* au cours de divers essais thérapeutiques effectués chez les canards infectés de *Plasmodium cathemerium*.

Les résultats négatifs enregistrés ne permettaient pas de conclusion formelle quant à l'action éventuelle du produit chez l'homme. Ils faisaient prévoir pourtant que l'influence des extraits de la liane *Efiri* sur les *Plasmodium humains* serait peu appréciable.

Dans le présent travail, nous exposons les résultats des essais thérapeutiques que nous avons pu instituer avec l'*Efiri* dans la malaria humaine.

L'ensemble de nos observations porte sur 11 malariens, dont deux indigènes congolais trouvés infectés lors de leur admission à la Clinique Léopold II, annexée à l'Institut de Médecine tropicale « Prince Léopold » à Anvers et 9 Européens inoculés expérimentalement dans un but thérapeutique dans le service de psychiatrie (directeur D^r Deckx) de l'Hôpital de Stuyvenberg.

Dans ces essais nous nous sommes servis d'un extrait total d'*Efiri*, qui nous a été fourni fort obligeamment par le département pharmaceutique de l'Union Chimique belge.

D'après les renseignements donnés par les chimistes, l'extrait fut obtenu en mélangeant les écorces broyées à un lait de chaux. Le résidu séché, extrait par le benzol, et ce dernier traité par un acide donnent finalement ce que les producteurs ont provisoirement nommé *Chlorhydrate*

(1) A. DUBOIS et J. RODHAIN, Essais thérapeutiques avec l'*Efiri* dans la malaria aviaire. (*Bulletin des séances de l'Institut Royal Colonial Belge*, vol. IV, 1933, p. 760.)

d'*Efirine*. Ce dernier constitue une poudre brune inodore, d'un goût acide et amer.

Ce produit fut administré en capsule de gélatine, au moment des repas, par doses de 0,5 gr. ou de 1 gr. à la fois.

I. — INFECTIONS NATURELLES DUES AU « PL. FALCIPARUM ».

PREMIER CAS. — *Mambula G.*, adulte. Entré à la clinique Léopold II, le 22 janvier 1934.

L'examen du sang, en goutte épaisse, montre de très rares schizontes annulaires que nous rattachons à *Pl. Falciparum*.

Le malade absorbe, le 22 au soir, 0.50 gr. d'*Efiri* et les jours suivants 1.50 gr. en trois doses, jusqu'au 26. Le 27 et le 28, il prend 2 gr. Le 29, nous retrouvons encore des schizontes de *Plasmodium* dans son sang.

Ainsi, 10,5 gr. d'extrait pris en six jours n'ont pas fait disparaître les parasites.

Le Bordet-Wasserman de Mambula s'étant montré fortement positif, le malade fut soumis à un traitement arsénical, qui amena la disparition rapide des *Plasmodium*.

SECOND CAS. — *Mukua*, adulte. Entré le 24 janvier 1934.

Examen du sang : schizontes nombreux annulaires de *Pl. Falciparum*.

Prend 0,50 gr. de chlorhydrate d'*Efiri* le 24 et le lendemain 1.50 gr. Le soir, à 20 heures, les *Plasmodium* persistaient nombreux dans le sang. L'observation ne put être continuée, le malade ayant dû se réembarquer pour l'Afrique.

De ces deux cas nous ne retiendrons que le premier.

Lorsqu'on réfléchit qu'il s'agit d'un indigène adulte, qui, grâce à sa résistance raciale et aux atteintes répétées des infections antérieures, devrait se débarrasser avec grande facilité de ses parasites malarieux, on est forcé de conclure à une action nulle de l'extrait d'*Efiri* sur les schizontes du *Plasmodium Falciparum*.

II. — INFECTIONS EXPÉRIMENTALES.

L'espèce parasitaire employée dans ces essais est une souche de *Pl. Vivax*, d'origine hollandaise, que l'un de

nous entretient depuis plusieurs années à la section de psychiatrie de l'Hôpital de Stuyvenberg à Anvers.

Pour les inoculations, nous avons employé la voie endoveineuse, méthode que nous avons adoptée depuis 1925 et qui permet de raccourcir la durée de l'incubation ⁽¹⁾. Les parasites peuvent quelquefois être décelés dans le sang examiné en goutte épaisse, quelques minutes après l'inoculation infectante.

La durée moyenne de l'incubation a été dans les cas en expérience de quatre jours. La plus longue fut de huit jours.

Pour éprouver l'action éventuelle de l'*Efiri* contre le *Pl. Vivax*, nous avons recherché d'abord si le produit possédait un pouvoir préventif. Lorsque, malgré les doses préventives du médicament, les accès fébriles se déclanchaient, nous avons continué l'administration de la drogue dans le but d'observer si la marche générale de l'infection s'en trouvait influencée.

Les malades ont reçu, au minimum, 1,50 gr. et au maximum 6 gr. de chlorhydrate d'*Efiri* avant l'inoculation du sang infectant; les jours suivant celle-ci, ils ont continué à absorber le remède à raison de 1 gr. au minimum et de 3,50 gr. au maximum par jour, et aussi longtemps que la tolérance au médicament le permettait.

A côté de 9 patients recevant ainsi l'*Efiri*, nous avons malarisé 3 sujets témoins, qui, eux, ont été soumis à l'action préventive du chlorhydrate de quinine. Ils ont reçu, avant l'injection de sang malarien, 0,50 gr. de chlorhydrate de quinine, et prenaient ensuite la même dose journalière durant dix-sept à vingt-six jours.

La relation détaillée de l'observation de nos 12 malarisés allongerait outre mesure ce travail; aussi avons-nous essayé de résumer en un seul tableau les résultats de nos essais.

(1) R. NYSSEN, L'inoculation de la malaria par voie endoveineuse. (*Journal de Neurologie et de Psychiatrie*, 1925.)

Tableau récapitulatif des observations de
et de 3 témoins malarisés sou-

	Désignation des malades.	Médicaments et doses administrés.			Quantité de sang parasité inoculé.	Durée de l'incubation.
		Avant l'inoculation.	Le jour même de l'inoculation.	Après l'inoculation.		
Malades traités à l'Efiri.	1. - M. ♀ 34 ans.	2 gr. Efiri pendant 3 jours.	4 gr.	3,50 gr. × 4 4,50 gr. × 4 2, - gr. × 3	3 c.c. E.V. (1)	2 jours.
	2. - A. ♀ 30 ans.	2 gr. la veille.	3,5 gr.	1,60 gr. × 5 3, - gr. × 1 4, - gr. × 1	3 c.c. E.V.	3 jours.
	3. - Z. ♀ 24 ans.	1,50 gr. × 2 (veille et avant-veille.)	1,50 gr.	1,50 gr. × 7 3, - gr. × 1 1, - gr. × 2 1, - gr. × 1	4 c.c. E.V.	4 jours.
	4. - V. ♀ 31 ans.	1,50 gr. × 1	1,50 gr.	1,50 gr. × 3 2,50 gr. × 1 3, - gr. × 7	1 c.c. E.V.	4 jours.
	5. - Fl. ♀ 54 ans.	1,50 gr.	1,50 gr.	1,50 gr. × 8	1 c.c. F.V.	3 jours.
	6. - F. ♀ 32 ans.	1,50 gr.	1,50 gr.	1,50 gr. × 7	2 c.c. E.V.	4 jours.
	7. - T ♀ 38 ans.	1,50 gr.	1,50 gr.	2,50 gr. × 2 3, - gr. × 5	3 c.c. E.V.	5 jours.
	8. - G. ♀ 36 ans.	1,50 gr.	1,50 gr.	2,50 gr. × 1 3, - gr. × 5	3 c.c. E.V.	2 jours.
	9. - L. M. ♀ 42 ans.	3 gr.	3 gr.	3, - gr. × 12 2, - gr. × 1	3 c.c. E.V.	8 jours.
Témoins.	10. - V.d.F. ♀ 33 ans.	0,50 gr. quin.	0,50 gr. quin.	0,50 gr. × 20	1 c.c. E.V.	Pas d'infection.
	11. - G. M. ♀ 38 ans.	0,50 gr. quin.	0,50 gr. quin.	0,50 gr. × 26	4 c.c. E.V.	Id.
	12. - B. ♀ 36 ans.	0,50 gr. quin.	0,50 gr. quin.	0,50 gr. × 17	3 c.c. S.C. (2)	Id.

(1) E.V. = Endo-veineux.

(2) S.C. = Sous-cutané.

**9 malarisés soumis à l'action de l'Efiri
mis à l'action de la quinine.**

Date d'apparition des parasites dans le sang.	Évolution de l'infection.	Observations.
24 heures après l'ino- culation.	Malaria type, coupée par la qui- nine.	Phénomènes d'intolérance vis-à-vis Efiri au moment animé d'un ac- cès fébrile.
12 heures après l'ino- culation.	Malaria type. Le lendemain de la prise de 4 gr. d'Efiri l'accès a été retardé.	Intolérance dès la première poussée fébrile. Nausées, vomissements.
10 heures après l'ino- culation.	Malaria type, coupée par la qui- nine.	Intolérance gastrique marquée pro- portionnelle à la dose d'Efiri prise.
4 jours après l'ino- culation.	Courbes un peu irrégulières mais ascensions thermiques élevées malgré Efiri.	Intolérance gastrique marquée, même en dehors des accès fé- briles.
24 heures après l'ino- culation.	Accès types.	Intolérance des accès fébriles.
3 jours après l'ino- culation.	Accès types.	État nauséux dès apparitions accès.
5 jours après l'ino- culation.	Accès types.	Intolérance gastrique dès appari- tions accès.
24 heures après l'ino- culation.	Accès types.	Intolérance gastrique dès appari- tions accès.
7 jours après l'ino- culation.	Accès types.	Intolérance gastrique cessant dès la suppression de l'Efiri.
Aucun parasite n'a apparu.	Aucune.	
Aucun parasite n'a apparu.	Aucune.	
Aucun parasite n'a apparu.	Aucune.	Action préventive absolue de 50 gr. de quinine par jour.

L'examen de ce tableau montre :

1° que l'absorption de doses d'*Efiri* variant de 1,50 gr. à 3 gr. la veille de l'injection malarisante, suivie de l'administration de doses allant de 1,50 à 4 gr. de l'extrait le jour même de l'inoculation, n'a pu empêcher la multiplication des parasites dans le sang;

2° que malgré la continuation de l'absorption de l'*Efiri*, les jours suivant l'inoculation, à la dose minimum de 1,50 gr. *pro die*, la durée de l'incubation n'a pas été retardée.

La durée moyenne de l'incubation obtenue dans les neuf cas qui ont reçu de l'extrait d'*Efiri* est même plus courte que celle que l'un de nous ⁽¹⁾ avait constatée sur un bien plus grand nombre de malades auxquels aucune médication n'avait été appliquée;

3° que l'*Efiri*, même aux doses limites tolérées par l'estomac, n'a pas d'action sensible sur l'allure clinique des infections malariennes expérimentales dues au *Pl. Vivax*. Ni la hauteur, ni la fréquence des poussées fébriles n'ont été influencées d'une manière manifeste;

4° que presque tous les sujets ont montré de l'intolérance au médicament. Cette intolérance se manifeste quelquefois déjà à la dose de 1,50 gr. par jour, sous forme de nausées, vomissements, diarrhée, ou de gastralgie, et parfois par des picotements dans les yeux.

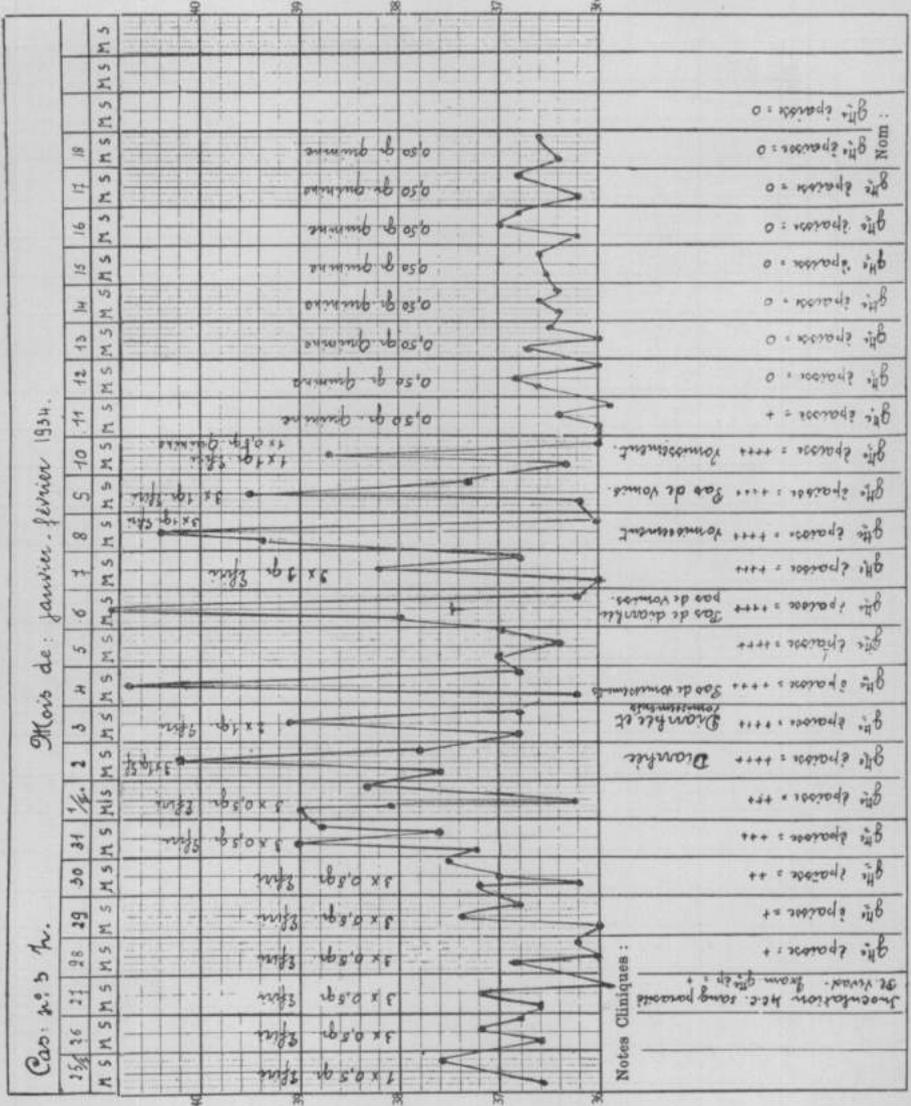
Sans doute, il est assez commun d'observer, au cours des accès fébriles malariens, des signes de souffrance gastrique, surtout au cours des premières poussées fébriles, et nous les constatons chez nos malades dans environ 50 % des cas. Mais chez nos malarisés soumis à la médication par l'*Efiri*, leur apparition a été générale et le fait qu'ils ont cessé dès la suppression du traitement nous prouve qu'ils étaient bien occasionnés en premier lieu par l'extrait de la liane;

5° que l'administration de 0,50 gr. de quinine la veille de l'injection malarisante, suivie de la prise journalière

(1) R. NYSSSEN, *loc. cit.*

Le graphique I concerne un témoin soumis à l'action dite prophylactique de 0,50 gr. de quinine par jour. Le

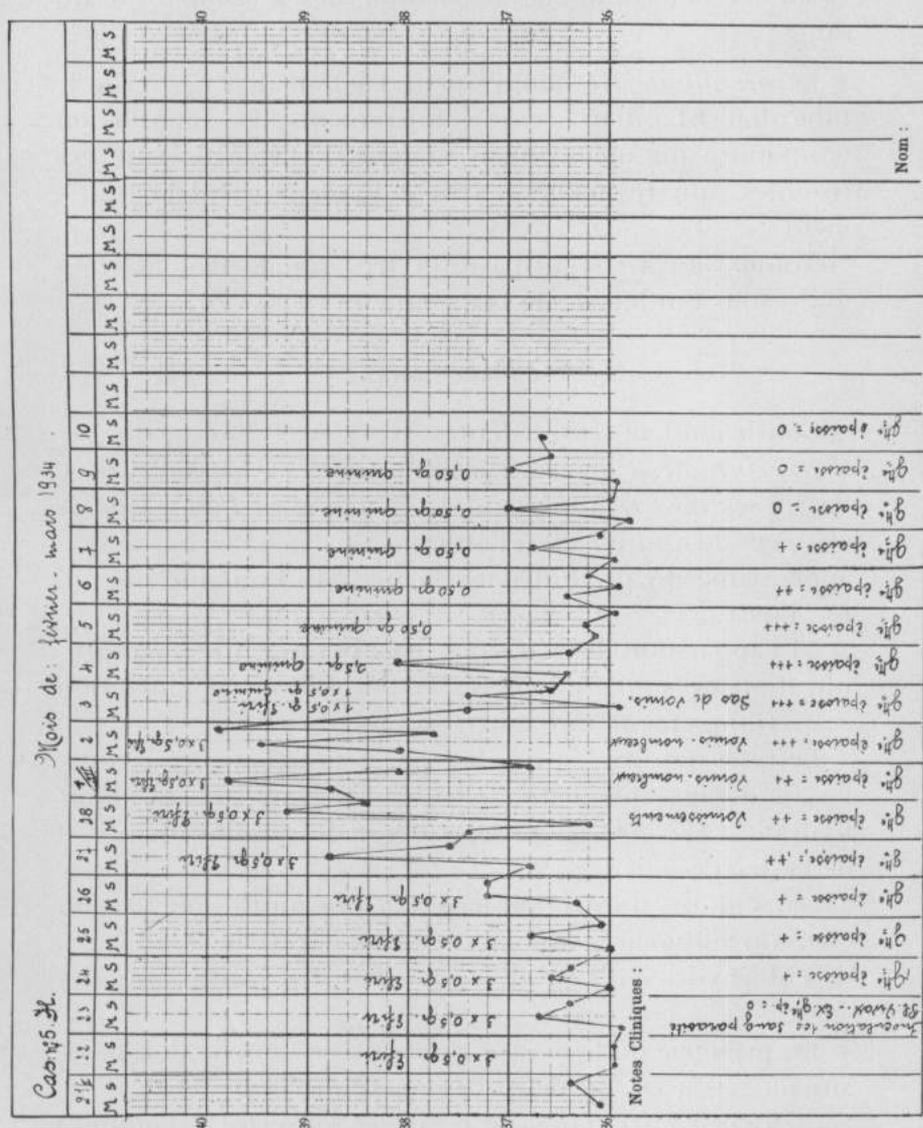
GRAFIQUE II.



sang examiné journellement, en goutte épaisse, durant toute la durée de l'expérience, n'a jamais présenté de parasites.

Le graphique II montre un exemple de l'inefficacité prophylactique et thérapeutique de l'*Efiri* pris à dose jour-

GRAPHIQUE III.



nière de 1,50 gr. Les parasites malarieux ont apparu dans le sang vingt-quatre heures après l'inoculation, augmentant progressivement en nombre, malgré l'*Efiri*, durant

trois jours; le premier accès fébrile s'est déclaré le 4^e jour. La quinine substituée à l'*Efiri* a rapidement jugulé la fièvre et déterminé la disparition des *Plasmodium* du sang.

Le *graphique III* fait ressortir l'action de l'*Efiri* sur le tube digestif : diarrhée et vomissements. La suppression temporaire du médicament amène la disparition de ces troubles, qui réapparaissent dès qu'on reprend le traitement.

Notons encore la disparition très rapide des *Plasmodium* sous l'influence de la quinine.

CONCLUSIONS.

Confirmant nos précédentes expériences sur le *Pl. Cathémérium* des canaris, il ne nous a pas été possible, avec des doses d'*Efiri* atteignant trois à quatre fois les doses efficaces de quinine chez l'homme, de constater une action appréciable du produit dans la malaria humaine due au *Pl. Vivax*.

Ni l'apparition des parasites dans le sang, ni leur multiplication ne sont influencées et l'évolution de l'infection suit cliniquement son cours normal.

Le tube digestif, sensibilisé par l'infection malarienne, réagit désagréablement aux doses de 1,50 gr. de chlorhydrate d'*Efirine*, par des nausées, des vomissements et de la diarrhée.

Dans un cas d'infection naturelle due au *Pl. Falciparum* chez un indigène congolais, l'administration de 10,5 gr. de chlorhydrate d'*Efirine* n'a pas fait disparaître les parasites.

En présence de l'absence complète de toute action parasiticide vis-à-vis de deux *Plasmodium* humains de l'extrait total d'*Efiri*, nous ne pouvons souscrire à l'opinion de ceux qui, sans contrôle scientifique suffisant, ont affirmé l'influence de l'*Efiri* sur les infections malarieuses.

R. P. Hyac. Vanderyst. — Nouvelles observations préhistoriques dans le Congo occidental.

A la séance du 16 mai 1931, nous avons eu l'honneur de présenter à l'Institut Royal Colonial Belge une étude concernant nos recherches préhistoriques dans l'ancienne province Congo-Kasaï. Cette étude a été publiée dans le *Bulletin des séances*, II, 1931, 2, sous le titre de *Station préhistorique du Lazaret Saint-Jean Berchmans-les-Kisantu*.

Durant les années 1932-1933, nous avons repris ces études d'une façon systématique, notamment dans le Cercle préhistorique dont la station précitée constitue en quelque sorte le centre. Nous y avons récolté un grand nombre d'instruments lithiques qui ont été transmis au Musée de Tervueren, au nom de l'Institut, parce que celui-ci a bien voulu nous accorder un subside pour continuer nos études géo-agronomiques. Cet envoi était accompagné de la présente notice, avec prière à M. le D^r Schouteden, directeur du Musée, de bien vouloir la présenter en mon nom, à une prochaine réunion de la deuxième Section de l'Institut Royal Colonial Belge.

Nous divisons cette étude en plusieurs parties :

PREMIÈRE PARTIE. — *Considérations générales. — Localisation du Cercle préhistorique du Lazaret Saint-Jean Berchmans-les-Kisantu. — Nos études et récoltes préhistoriques en 1932-1933.*

DEUXIÈME PARTIE. — *Les principaux caractères négatifs et positifs du Cercle préhistorique du Lazaret Saint-Jean Berchmans.*

TROISIÈME PARTIE. — *Division et usages des pierres taillées du Cercle préhistorique du Lazaret Saint-Jean Berchmans.*

PREMIÈRE PARTIE

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. — LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DU CERCLE PRÉHISTORIQUE DU LAZARET SAINT-JEAN BERCHMANS. — NOMBRE DE NOS RÉCOLTES PRÉHISTORIQUES EN 1932-1933.

La matière de cette première partie est, à première vue, assez disparate, mais elle constitue, en quelque sorte, une introduction générale permettant de se rendre mieux compte du reste de notre travail. Nous la divisons en trois chapitres :

CHAPITRE PREMIER

Considérations préliminaires.

§ 1. ÉTAT DE LA QUESTION. — Avant d'entrer en matière, nous exposerons en quelques lignes dans quel but nous avons entrepris ces nouvelles recherches qui se sont poursuivies durant un long temps ⁽¹⁾.

Rappelons que dans le Bas-Congo, surtout dans la région géologique schisto-calcaireuse, les stations préhistoriques sont, par endroits, très nombreuses. Il en est ainsi notamment à Kisantu et dans une grande partie de la vallée de l'Inkisi, surtout en amont du pont du chemin de fer, jusqu'à Lemfu et au delà. D'autre part, nous avons repéré de nombreuses stations préhistoriques dans le Kasai, le Kwilu, etc., notamment à Wombali, à Kikwit, à Kandale, etc. Toutes ces nombreuses stations appartiennent-elles à la même *civilisation préhistorique* ? Les primitifs des bords de l'Inkisi sont-ils de la même race que les primitifs du Bas et du Haut-Kasai ? N'existe-t-il dans le Congo occidental, dans l'Afrique Équatoriale Française, l'Angola que la seule *Tumba Kultur* décrite par le savant professeur Menghien ?

Nous avons émis naguère des réserves à ce sujet.

(1) Elles se continuent durant l'année 1934.

Dans un travail précédent ⁽¹⁾ nous nous exprimions comme suit :

L'hétérogénéité de l'industrie préhistorique à Kisantu et dans d'autres stations, localisées dans d'autres systèmes géologiques, est souvent frappante. Nous nous demandons si elle ne plaide pas en faveur d'une double civilisation (primitive) contemporaine ou successive dans un même endroit, ou plutôt dans l'ensemble du territoire attribué à la *Tumba Kultur* par M. Menghien.

Aujourd'hui encore, nous avons des doutes concernant l'identité des populations préhistoriques du *Cercle du Lazaret* et des populations qui ont vécu à Wombali, Bاندundu, Kikwit, Kandale et dans le Haut-Kasaï. Sans doute toutes ces stations préhistoriques se trouvent en plein dans le territoire attribué par M. Menghien à la *Tumba Kultur*, mais cependant, le matériel récolté par nous dans le Cercle du Lazaret diffère parfois à un haut degré de celui des autres stations du Congo occidental.

§ 2. BUT DE NOS NOUVELLES RECHERCHES. — Elles n'ont pas eu pour objectif de récolter empiriquement et comme au hasard de nouvelles collections de pierres taillées, plus ou moins remarquables, afin de compléter nos collections précédentes. Non, nous avons tenu à explorer d'une façon systématique et scientifique, une partie limitée du territoire adjugé par M. Menghien à la *Tumba Kultur* : les environs de la Mission de Kisantu ou, plus exactement, les stations préhistoriques localisées dans le Cercle d'environ 2 lieues de diamètre, ayant pour centre l'ancien Lazaret Saint-Jean Berchmans.

Ces nouvelles études sont d'autant plus justifiées que M. Menghien, lorsqu'il a publié ses intéressants articles dans la revue *Antropos*, n'avait nulle connaissance de nos découvertes préhistoriques dans le Congo occidental, tout particulièrement dans la vallée de l'Inkisi : à Kisantu, à

(1) Revue *Congo*, juillet 1933.

Maydi, à Lemfu et plus en amont dans le système géologique schisto-calcaire.

Les différences dans les matériels lithiques récoltés par nous : à Kisantu dans le système géologique précité; à Banza-Boma, à Kipako, etc. dans le système schisto-gréseux; à Wombali, à Kilemfu, etc., dans le système du Lubilash, sont-elles seulement attribuables aux matières premières qui se trouvaient à la disposition des populations primitives? Il appartient aux spécialistes en préhistoire de trancher cette question.

Nous avons visé principalement à faire connaître, d'une façon objective, la civilisation préhistorique des environs de la Mission de Kisantu, afin que les spécialistes puissent décider, en pleine connaissance de cause, si cette civilisation est ou n'est pas identique à la *Tumba Kultur*, et, éventuellement, de pouvoir, autant que possible, déterminer ses affinités et origines immédiate et médiate; bref, avec la préoccupation de contribuer, dans le champ de nos recherches, à la solution des grands problèmes anthropologiques en Afrique. Nous avons voulu apporter une modeste pierre à l'édifice préhistorique en construction dans les milieux scientifiques en Europe.

Nous avons donc récolté un grand nombre d'objets lithiques pouvant être utiles aux spécialistes en préhistoire qui travaillent dans les instituts scientifiques. L'étude comparative de nos collections avec d'autres collections récoltées au Congo, en Angola et en Afrique Équatoriale française pourra seule résoudre les questions qui se posent à ce sujet.

CHAPITRE DEUXIÈME

Le Cercle préhistorique du Lazaret Saint-Jean Berchmans ⁽¹⁾.

Cet *ancien* Lazaret se trouvait localisé à environ vingt minutes de marche de la Mission de Kisantu, sur un point

(1) Ce Lazaret pour trypanosés, pianiques, syphilitiques, dysentériques, etc., a été organisé en 1907 et a été dirigé par nous jusqu'en 1913.

assez culminant, dominant tout le pays du côté de Thysville. Cet emplacement avantageux pour un établissement sanitaire est occupé, depuis quelques années, par la Fondation médicale de l'Université de Louvain au Congo (*Fomulac*).

§ 1. NOS RECHERCHES PRÉHISTORIQUES RÉCENTES montrent que la station du Lazaret précitée occupe une position centrale par rapport à une quinzaine de stations plus ou moins importantes, notamment de la station de la ferme de Kisantu, sur la rive droite de l'Inkisi, la station de Gongolo sur la rive gauche de cette rivière, etc.

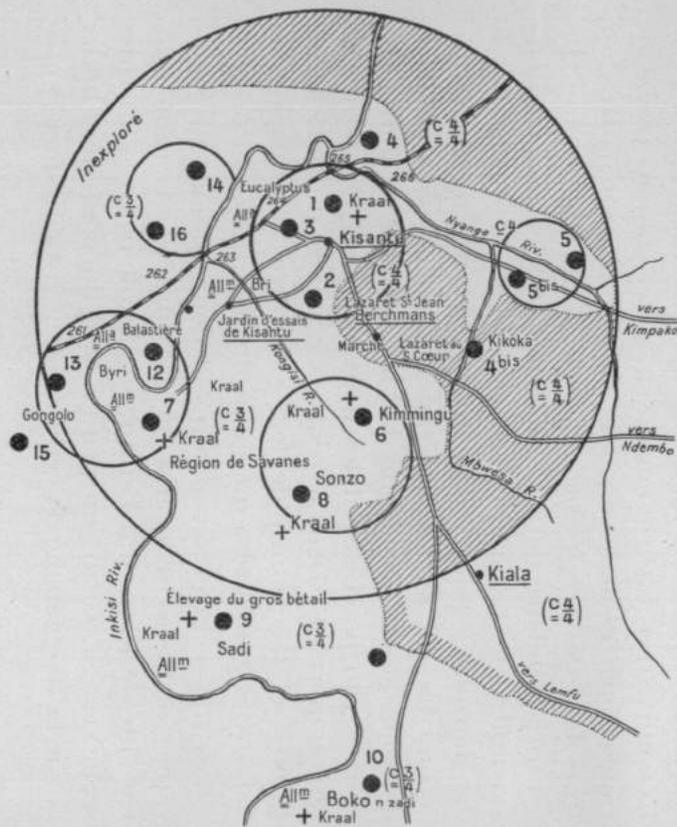
Toutes ces stations, localisées dans un rayon d'environ 5 kilomètres, ont été explorées à maintes reprises, et nous donnons ici un compte rendu abrégé des résultats déjà obtenus en 1932-1933 ⁽¹⁾.

§ 2. PLAN SCHÉMATIQUE DU CERCLE PRÉHISTORIQUE DU LAZARET SAINT-JEAN BERCHMANS. — Les stations préhistoriques repérées dans ce cercle sont groupées par deux ou trois dans des *cercles secondaires* au nombre de cinq. Le centre secondaire de Kisantu comprend les *trois* stations suivantes : la station du Kraal-ferme de Kisantu, la station de Manzonze et la station du Lazaret précité; le centre secondaire du Byri comprend également trois stations, dont une sur la rive droite de l'Inkisi, les deux autres sur la rive gauche. Ce sont les deux centres secondaires les plus importants. Dans le centre secondaire du Byri, entre l'Inkisi et le chemin de fer, se trouve la remarquable balastière dont il sera question plus loin.

Les sous-centres secondaires et deux stations préhistoriques se trouvent localisés à proximité de la route carrossable de Kisantu à Lemfu, sur les deux rives du ruisseau Nyanga, enfin, un peu en aval du pont sur l'Inkisi et sur la rive gauche de cette rivière ⁽²⁾. Ce dernier centre

(1) Nos recherches se continuent actuellement, en 1934.

(2) En aval du pont de l'Inkisi, on entre bientôt dans le système géologique schisto-gréseux, où les stations préhistoriques sont rares.



- $C = \frac{3}{4}$ Terrain schisto-calcaireux avec intercalation de nkani ou grande oolithe de Kisanfu;
- $\frac{C}{2} = \frac{4}{4}$ Terrain calcaro-schisteux décalcifié; sols sablonneux.
- All^m Alluvion moderne.
- All^a Alluvion ancienne.
-  Limite approximative du terrain sablonneux déluvial (C).
- + Kraals.
- Stations préhistoriques.
-  Chemin de fer.
-  Routes.

FIG. 1. — Carte schématique du cercle préhistorique du Lazaret Saint-Jean Berchmans-lez-Kisantu.

secondaire se trouve, pour ainsi dire, en face de la Mission de Kisantu, dans un pays presque inhabité; il est occupé par la savane et la steppe herbeuse. L'exploration de ce cercle secondaire a été sommaire, à cause de la difficulté d'accès. Le cercle secondaire de la Nyanga comprend deux stations assez rapprochées séparées par cette rivière. On pourra peut-être y rattacher deux stations assez éloignées de ce premier groupe : l'une située dans la vallée du ruisseau Bwesa, l'autre au confluent de la Nyanga avec l'Inkisi.

Les stations de Sadi et de Boko-sur-Inkisi se trouvent en dehors du Cercle préhistorique précité; elles appartiennent au Cercle préhistorique de Mayidi.

Les stations préhistoriques ont été numérotées au fur et à mesure de leur exploitation :

Dans le cercle du Kisantu : n^{os} 1, 2 et 3.

Dans le cercle du Byri : n^{os} 7, 12 et 13.

Dans le cercle de la Nyanya : n^{os} 5, 5^{bis} et 4, 4^{bis}.

Dans le cercle de Kimuingu : n^{os} 6 et 8.

Dans le cercle en aval du pont : n^{os} 14 et 16.

En dehors du cercle : n^{os} 15, 9 et 10.

§ 3. EXTENSION DU CERCLE PRÉHISTORIQUE DU LAZARET SAINT-JEAN BERCHMANS. — Sur le croquis ci-contre, cette extension est indiquée d'une façon empirique, en ce sens que son diamètre a été fixé en fonction du terrain qu'il nous était pratiquement possible d'explorer à de multiples reprises durant nos excursions géo-agronomiques, dans les environs de la Mission de Kisantu.

Ce cercle présente cependant un caractère spécial : à notre connaissance, il est, toutes choses égales, le plus riche en stations préhistoriques; les *microlithes* et les *mésolithes* y sont les plus abondants; la matière première employée pour la fabrication du matériel lithique est surtout constituée par du silex ou de la phtanite; la population préhistorique y a été, à première vue, la plus dense...

Le Cercle préhistorique du Lazaret n'est pas isolé. Il se continue en amont de l'Inkisi, vers le Sud, par d'autres cercles entre Kisantu et Lemfu, notamment par les cercles de Mayidi, de Boma, de Lemfu, etc., qui n'ont pas encore été explorés systématiquement.

Il est probable que vers l'Ouest, entre l'Inkisi et Thysville, il existe un bon nombre de stations préhistoriques encore inconnues. D'après nos observations, Thysville semble être un centre important. Les centres de Tumba et, de la vallée de la Mpioka ne nous sont guère connus. Leur richesse en pierres taillées a la réputation d'être remarquable. (Cf. MENGHIEN.) C'est dans la région géo-agronomique schisto-calcaireuse que les stations préhistoriques ont été, semble-t-il, les plus nombreuses et les plus importantes.

Il ressort de nos observations que les populations primitives de la civilisation de Tumba savaient bien choisir leurs emplacements pour se procurer, avec le minimum de travail, le maximum de bien-être compatible avec leur état social encore rudimentaire.

CHAPITRE TROISIÈME

Nos récoltes préhistoriques dans le Cercle du Lazaret.

Les récoltes dont il est ici question se sont poursuivies à des époques irrégulières, depuis le mois de janvier 1932 jusqu'à la fin de l'année 1933, donc à peu près durant deux ans.

Le pays englobé dans le Cercle préhistorique du Lazaret a été exploré, à plusieurs reprises, pour nous documenter, non seulement du point de vue préhistorique, mais encore des points de vue géologique et géo-botanique. Des milliers d'échantillons d'herbier ont été transmis régulièrement au Musée de Tervueren.

§ 1. ÉPOQUES LES PLUS FAVORABLES POUR L'ÉTUDE SUR PLACE DES STATIONS PRÉHISTORIQUES. — Nos récoltes d'instruments préhistoriques ont été faites surtout durant la saison des pluies et au commencement de la saison sèche. Grâce aux précipitations atmosphériques et, éventuellement, au ruissellement et à l'érosion, la récolte des microlithes et mésolithes est alors la plus facile et la plus fructueuse, parce que les instruments lithiques sont mis à nu et lavés. Ils se trouvent ainsi en évidence. Par contre, l'étude topographique des stations préhistoriques est la plus commode durant la saison sèche, après l'incendie des herbes et au commencement de la saison des pluies, lorsque les graminées n'ont pas encore pris un grand développement en hauteur.

§ 2. LES ENDROITS LES PLUS FAVORABLES POUR LA RECHERCHE DES PIERRES TAILLÉES A KISANTU méritent une mention spéciale. Les instruments préhistoriques erratiques s'y trouvent pour ainsi dire partout, même dans la zone sablonneuse, où il n'existe pas de station préhistorique proprement dite. Il va sans dire que pour les personnes qui ne s'intéressent pas spécialement à la préhistoire, ces instruments, surtout les microlithes et les mésolithes, n'attirent pas ou guère leur attention.

Une personne non prévenue et non entraînée à la recherche des pierres taillées peut se promener au hasard, dans le Cercle du Lazaret, durant des heures, sans en rencontrer le moindre spécimen. Par contre, il y a des endroits privilégiés, nous allions écrire des gîtes, où elles sont relativement nombreuses. Dans les endroits les plus favorables, il n'est pas rare d'en récolter en une matinée cinquante et plus.

D'une façon générale, les pierres taillées qu'on observe à Kisantu se trouvent à la surface du sol; sur les pentes, surtout là où le « limon de Kisantu » a été enlevé par l'éro-

sion de façon à mettre le *cailloutis-base* de ce limon à nu. C'est un fait. Nous en cherchons une explication pleinement satisfaisante. Nous y reviendrons ailleurs.

§ 3. IL NE PEUT ÊTRE QUESTION DE RECHERCHER DES PIERRES TAILLÉES DANS LE SOUS-SOL GÉOLOGIQUE EN PLACE, A KISANTU. — Ce sous-sol appartient aux niveaux (C $\frac{3}{4}$) et (C $\frac{4}{4}$) du système schisto-calcaireux, dont l'origine remonte à la période primaire, c'est-à-dire à des milliers d'années géologiques avant l'apparition de l'homme sur notre globe.

Ces pierres préhistoriques ne se trouvent donc que dans des terrains d'alluvion et de colluvion et dans des terrains d'éluvion remaniés sous l'action des eaux courantes ou des eaux de ruissellement, des éboulements, de glissements de terrains...

Pratiquement, il n'existe pas de pierres taillées dans les sols sablonneux qui occupent les parties Nord et Ouest et une partie centrale du Cercle préhistorique du Lazaret Saint-Jean Berchmans.

Ainsi à l'emplacement même de ce Lazaret, là où se trouve actuellement installée la Fondation médicale de l'Université de Louvain au Congo (*Fomulac*), il n'y en a pas, sauf quelques pierres erratiques.

La station préhistorique proprement dite du Lazaret est localisée sur la pente Sud de la vallée de l'Inkisi.

§ 4. LES ENDROITS OÙ, EN RÈGLE GÉNÉRALE, IL N'EXISTE PAS DE PIERRES TAILLÉES. — Il n'existe pas de stations préhistoriques dans les parties culminantes du Cercle du Lazaret. Pourquoi ? Parce que c'est là que le sol superficiel est constitué par un terrain d'éluvion provenant de la décomposition des couches (C $\frac{4}{4}$) de nature calcaro-siliceuse.

Par décalcification, ces roches donnent naissance à une éluvion sablonneuse pauvre en matières fertilisantes. Cependant elle se couvre d'une steppe herbeuse relative-

ment dense et haute où il n'est guère possible d'habiter sans se livrer à des sarclages pour débrousser le sol. Un tel travail n'entraîne certainement pas dans les habitudes des populations préhistoriques. D'autre part, le « limon de Kisantu », en palier et même en pente, se couvre de savanes où les grands *Andropogons*, atteignant 2 à 3 mètres et plus de hauteur, sont dominants. Ces formations agrostologiques ne sont pas habitables par des populations qui ne s'adonnent pas à la culture du sol. La présence d'une station préhistorique est incompatible avec cet état de choses. Elles se trouvent surtout localisées sur les terrains d'éluvion dérivant de l'altération des couches schisto-calcareuses (C $\frac{3}{4}$) où se développe une steppe spéciale très ouverte à *Aristida De Wildemani*, qui n'acquiert guère qu'un mètre de hauteur. On peut s'y déplacer aisément durant toute l'année, et le regard s'y étend à toute distance, de façon à éviter toute surprise de la part d'un ennemi : homme ou animaux.

§ 5. LE MATÉRIEL LITHIQUE RÉCOLTÉ EN 1932-1933 DANS LE CERCLE PRÉHISTORIQUE DU LAZARET. — Les instruments lithiques — il n'y en a pas d'autres — sont très nombreux et très variés. Nous y avons trouvé des instruments taillés d'une façon artistique, que nous désignons sous le nom d'*instruments de luxe* et des instruments, en bien plus grand nombre, que l'on peut considérer comme des instruments d'un emploi courant et éventuellement d'exportation au loin. Nous n'avons pas négligé de récolter les instruments brisés, ébréchés, et les débris de taille pouvant servir à plusieurs usages.

Les pierres provenant des diverses stations ont été conservées à part, au fur et à mesure de leur récolte, en paquets en papier fort, tous de même dimension. Les récoltes faites dans la station du Lazaret sont les plus importantes; elles sont réparties en 22 paquets renfermant

ensemble 498 pierres taillées. Les détails des récoltes se trouvent condensés dans le tableau suivant :

NOM DES STATIONS PRÉHISTORIQUES.	Nombre de paquets.	Nombre d'objets.
Kisantu (Kraal)	18	443
Lazaret Saint-Jean Berchmans	22	498
Manzonze	14	345
Nzonzo	8	213
Nyanga	16	289
Kikonka	2	39
Byri	10	238
Kimuingu	11	354
Chemin de Kipako	10	257
Grande balastière (rive gauche).	15	449
En face de Kisantu (rive gauche)	5	110
Chemin d'autos vers Sanga (r. gauche)	8	175
Chemin de Thysville (rive gauche).	3	39
Gongolo (rive gauche)	16	319

Donc, en somme, plus de 4,000 échantillons, non compris les objets déjà récoltés en 1934.

DEUXIÈME PARTIE

LES PRINCIPAUX CARACTÈRES NÉGATIFS ET POSITIFS DES STATIONS PRÉHISTORIQUES PRÉCITÉES.

Les stations préhistoriques du Congo belge appartiennent à l'une ou à l'autre des trois périodes suivantes : *paléolithique*, *mésolithique* ou *néolithique*. Comment pouvons-nous diagnostiquer avec une grande probabilité, sinon d'une façon certaine, à quelle période appartiennent les stations préhistoriques du Cercle du Lazaret Saint-Jean Berchmans ?

Lorsqu'elles auront fait l'objet d'études suffisamment complètes, le diagnostic pourra se baser sur des caractères *positifs* et sur des caractères *négatifs*. Nous nous occupe-

rons de ces derniers dans le premier chapitre. Ils sont loin d'avoir la même valeur démonstrative : il y a des caractères négatifs *essentiels* et des caractères négatifs *accessoires*.

CHAPITRE PREMIER

Les caractères négatifs accessoires.

Parmi ceux-ci, il y en a qui manquent accidentellement dans certaines stations, à cause de circonstances de milieu : conditions climatiques, absence de telle ou telle matière première pour la taille, etc. Ainsi, par exemple, un des caractères négatifs dominants dans le Cercle du Lazaret est l'absence, jusqu'à présent complète, de n'importe quel instrument préhistorique en matière organique.

Grâce à nos explorations méthodiques à Kisantu, nous pouvons affirmer que cette absence est absolue. Au surplus, aucun objet préhistorique d'origine animale ou végétale n'est signalé par M. Menghien dans la *Tumba Kultur*. Ces instruments ont existé, sans le moindre doute, dans toutes les stations préhistoriques; ils ont disparu, par destruction plus ou moins rapide ou par altération lente et progressive, sous l'action de diverses causes physico-chimiques ou biologiques. Quoi qu'il en soit, dans le Cercle préhistorique du Lazaret, malgré nos recherches systématiques, nous n'avons récolté que des instruments lithiques.

Dans le climat tropical, chaud et humide, du Congo occidental, aucune substance organique ne peut résister aux nombreuses causes de destruction, durant de longues périodes d'années, lorsqu'elle se trouve à la surface du sol ou dans le sol à de faibles profondeurs, où elle est exposée à des alternatives de sécheresse et d'humidité.

L'absence d'instruments en silex, en roches cristallines, en roches éruptives, dans le plus grand nombre des stations préhistoriques de la *civilisation de Tumba*, s'expli-

que par l'absence de telles matières premières. *A priori*, on ne peut en conclure qu'elles font partie de civilisations différentes.

Il en est de même de l'absence de grottes, de cavernes, d'abris sous roche, de huttes en partie creusées dans le sol. Nulle construction en matériaux durables, aucune ruine préhistorique n'existe dans les environs de Kisantu : ni tombeaux, ni tumulus, ni dolmens, ni menhirs, etc. D'autre part, l'absence de peintures murales, de gravures sur roche, de pierres colorées artificiellement, d'instruments intentionnellement perforés est complète. Tout ce qui était en bois, en écorce, en os, en corne, en ivoire, etc. a disparu sans laisser de traces. Aucun squelette d'homme

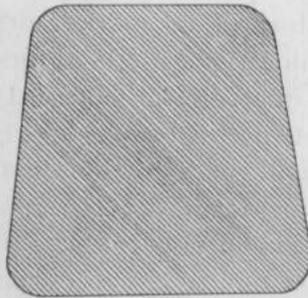


FIG. 2. — Section longitudinale en grandeur naturelle; la longueur est de 9 centimètres (grandeur naturelle).

primitif, aucune accumulation de restes de cuisine n'a été signalée.

Rien ne permet de supposer que les primitifs de Kisantu ont exercé l'agriculture ou l'élevage du bétail. Il n'y existe pas de moulins pour broyer les céréales. Dans le Cercle préhistorique précité, il n'y a aucun amoncellement de terre, de cailloux, de roches qui puisse être attribué aux populations préhistoriques ⁽¹⁾.

(1) Les monceaux de *scories de forge*, caractérisant les emplacements de hauts fourneaux, sont attribués généralement aux négrières; les accumulations de roches latéroïdes sont parfois d'origine alluviale, mais, en règle générale, elles se sont formées sur place.

D'autres caractères négatifs présentent une plus grande importance. C'est ainsi qu'il n'existe pas à Kisantu de pierres polies.

Nous ne possédons qu'un seul échantillon brisé dans le sens de la longueur qui *paraît* devoir être classé dans cette catégorie de pierres taillées. La matière première est du *silex* ou *phtanite* de couleur noirâtre. L'examen avec une bonne loupe montre qu'il s'agit d'une roche oolithique. La provenance de cette pierre n'est pas exactement déterminée, mais elle appartient, sans doute, au Cercle préhistorique du Lazaret ⁽¹⁾.

De tout ce qui précède, on peut conclure que la *civilisation de Kisantu* n'appartient pas à la période néolithique, mais, vraisemblablement, à la période mésolithique ou, peut-être, à la partie la plus récente de la période paléolithique.

CHAPITRE DEUXIÈME

Les principaux caractères positifs des stations du Cercle préhistorique précité.

Les stations préhistoriques mentionnées par M. Menghien sont au nombre de 32; elles sont réparties dans le Bas et le Moyen-Congo belge, le Congo français et l'Angola.

Un bon nombre de ces stations, environ une dizaine, ne sont connues que par un ou deux instruments préhistoriques : c'est notamment le cas pour les stations suivantes : *Boma, Matadi, Kenge, Bafu, Gongo, Banza-Kama, Kendolo, Kinsambi*. Rien ne permet d'affirmer que ce sont de vraies stations ou ateliers de taille. Dans le Cercle préhistorique dont il est ici question, des instruments *isolés* se trouvent presque partout. Ce sont des outils perdus par des préhistoriques pratiquant la cueillette, la chasse. On

(1) D'après MENGHIEN (*op. cit.*, p. 534), « Das Schleifen des Steines war bekannt, wurde aber wenig geübt. Das polieren war unbekannt ».

peut les désigner sous le nom de pierres préhistoriques *erratiques*.

Les stations repérées dans le Cercle du Lazaret sont des *ateliers de taille* où les pierres taillées et les débris de taille sont plus ou moins nombreux.

§ 1. LES PRINCIPALES STATIONS PRÉHISTORIQUES. — Les stations citées par M. Menghien où les découvertes de pierres taillées ont été nombreuses sont au nombre de 7 : *Songololo*, *Kimpese Tumba*, *Gongo* (Fluss), *Banza-Kunda*, *Mafiela*, *Manyanga-Nord*, *Kimbanza*.

La station de *Songolo* est remarquable par sa localisation dans un terrain marécageux traversé par la Lufu et par la présence de plusieurs instruments *aiguisés* de quartz et de grès.

A *Kimpese*, M. l'ingénieur Goffin signale de *vastes champs de pierres taillées*.

A *Tumba*, le capitaine Haas a récolté 665 instruments; M. l'ingénieur Gariadzo, *plusieurs centaines d'instruments* en quartz et quartzite, 250 pointes de flèches de diverses formes.

A *Gongo* (fleuve), de nombreux instruments ont été récoltés par M. Goffin.

A *Banza-Kunda*, M. Cornet a rassemblé de nombreux échantillons.

A *Mafiela*, de nombreux échantillons en grès polymorphe du Lubilash ont été récoltés par M. Demeux.

A *Manyanga-Nord*, M. Dupont a récolté de nombreux spécimens.

Enfin dans l'Afrique Équatoriale Française, à *Kimbanza*, M. Reynault a rassemblé de nombreux spécimens dont quelques-uns en silex.

Très peu de stations ont donc été explorées d'une façon systématique, et il n'est, en général, guère fait mention ni de pierres taillées en *silex* ni de *microlithes*.

A Kimbanza, des *débris de poterie* ont été récoltés par MM. Reynault et Wadon, et il en a été de même à Banya, deux localités de l'Afrique Équatoriale Française.

Pour l'ensemble de l'Angola M. Menghien cite la seule station de *Mossamedes*, localisée au bord de l'océan.

Il est à remarquer qu'aucune des stations mentionnées par M. Menghien ne se trouve localisée dans le Vicariat de Kisantu; celles de Kunzulu et de Kwamouth, appartiennent au Vicariat du Kwango.

§ 2. FORMES, USAGES. — A Kisantu, les instruments en forme de lame de couteau sont extrêmement abondants, et il y en a de toutes les formes et dimensions. Ils serviraient sans doute à des usages multiples, même les plus délicats; nous ne pouvons guère nous en faire une bonne idée. Il est évident que les primitifs devaient fabriquer à leur usage de nombreux instruments en bois, en corne, en ivoire. Cette abondance d'instruments à couper à Kisantu contraste avec la rareté de tels objets dans les stations pré-historiques étudiées par M. Menghien. En effet, celui-ci s'exprime comme suit en parlant de ces stations en général : *Klingeartige Typen fehlen so gut wie vollständig*, et plus loin, *Eigenliche Schneidegeräte (Klingen) fehlen aber* ⁽¹⁾. Ce caractère particulier de la civilisation de Kisantu est certainement dû, au moins en grande partie, à la présence d'une extraordinaire variété de *silex*, parmi lesquels il y en a de qualité tout à fait supérieure.

D'autre part, les armes macrolithiques en forme de hache sont loin d'occuper à Kisantu une place dominante. Les formes les plus communes sont les instruments à couper, à perforer, à gratter, et l'on peut en conclure avec une grande vraisemblance que les matériaux organiques y étaient largement mis à contribution pour divers usages. Souvent les haches, à Kisantu, sont taillées avec plus de

(1) Dr MENGHIEN, *op. cit.*, 1925, mai-août, pp. 525 et 531.

soin et avec plus de goût que celles reproduites dans le travail précité de M. Menghien (pp. 526-533), provenant de Kunzulu, non loin de Kwamouth.

§ 3. LES POINTES DE SAGAIES ET LES POINTES DE FLÈCHES. — Nous les distinguons en instruments de luxe et en instruments ordinaires pour l'usage courant. Ceux-ci sont aussi communs que ceux-là sont rares. De nombreux microlithes semblent avoir été en usage comme pointes de flèches devant être intoxiquées.

§ 4. LES INSTRUMENTS A CALIBRER. — Ces instruments sont tellement nombreux à Kisantu qu'ils ne peuvent passer inaperçus. Ils sont en forme de V; ils ne pouvaient guère servir qu'à calibrer des pointes de flèches, des aiguilles, etc. en bois, en os, en corne.

Ces instruments de formes très variées ne sont pas signalés par M. Menghien, et nous ne nous rappelons pas en avoir observé en dehors de la vallée de l'Inkisi.

§ 5. CONCLUSIONS. — Les caractères positifs sont en partie sous la dépendance du matériel lithique existant. Celui-ci est loin d'être complètement connu. Nul ne peut se rendre exactement compte du nombre d'instruments préhistoriques encore cachés dans le sol. Il n'est pas à présumer qu'il y a là d'autres types que ceux qui se trouvent à la surface. Étant donnée l'importance de cette question, nous avons récolté tout ce qui à première vue peut présenter un certain intérêt pour l'étude scientifique de cette civilisation préhistorique.

Peu de stations préhistoriques importantes de la *Tumba Kultur* sont connues, d'après le travail méritant de M. Menghien. Exceptionnelles sont celles qui paraissent avoir été explorées d'une façon systématique dans un but scientifique. Les 32 stations dont parle M. Menghien sont loin d'avoir la même importance. La plupart ne sont connues que par un petit nombre de pierres taillées plus ou

moins volumineuses qui tombent à première vue sous l'observation de récolteurs d'occasion pas ou peu entraînés pour la recherche méthodique de microlithes et de mésolithes. D'après les travaux publiés à ce sujet, les récoltes ont surtout porté sur les coup-de-poing, les grands grattoirs, les pointes de flèches et de sagaies de luxe, qui, par la finesse de leur taille et par les retouches, se font reconnaître au premier venu comme étant de nature préhistorique.

TROISIÈME PARTIE

DIVISION ET USAGES DES PIERRES TAILLÉES DU CERCLE DU LAZARET SAINT-JEAN BERCHMANS.

Les pierres taillées, considérées indépendamment de leur provenance et de leur usage, de la nature de leur matière première, peuvent être réparties en plusieurs catégories, suivant leur dimension dans le sens de leur grand axe.

CHAPITRE PREMIER

La division des pierres taillées d'après leurs dimensions.

La grande majorité des pierres préhistoriques peuvent être divisées en quatre catégories : les *microlithes*, les *mésolithes*, les *macrolithes* et les *géantolithes*.

Cette division peut rendre des services : elle sert au moins à fixer les idées et à prévenir des redites.

Les microlithes. — Ce terme est déjà en usage dans la littérature préhistorique, mais il est encore trop souvent un terme vague dont le sens doit être précisé d'une façon objective. Nous classons dans cette catégorie les pierres taillées qui ne dépassent pas 30 millimètres dans le sens de leur plus grande longueur. A Kisantu, elles sont nom-

breuses et intéressantes. Il y en a de 10 millimètres. Un grand entraînement et une attention soutenue sont nécessaires pour les dépister, et c'est peut-être en partie pour ces motifs que ces matériaux préhistoriques ne sont guère signalés dans certaines stations de la *Tumba Kultur*.

D'autre part, ce n'est que lorsqu'on commence à explorer des stations préhistoriques d'une façon systématique, que l'attention est attirée sur ce matériel qui passe facilement inaperçu. A Kisanu, on les reconnaît souvent à première vue, parce qu'ils sont en *silex* ou en *phtanite* qui se nettoient bien sous l'action de l'eau de pluie ou de ruissellement. Ils tombent ainsi souvent d'emblée sous le regard : la pluie, non seulement les met à nu, mais aussi les lave.

Si les microlithes sont si nombreux à Kisanu, il nous faut cependant l'attribuer avant tout, répétons-le, à l'existence de matières premières très dures, d'une taille relativement facile : la grande variété de silex diversement coloriés dont plusieurs sont de toute première qualité pour la taille. Ils se prêtent bien à la fabrication de ces petits instruments d'un usage souvent énigmatique; le quartz et le grès, qui s'ébrèchent facilement, sont moins utilisés dans ce but. Au surplus, beaucoup de ces microlithes sont à classer parmi les débris de taille.

Les mésolithes. — Nous leur attribuons des dimensions variant de 3 à 6 centimètres dans le sens de leur longueur. Ces pierres sont, en règle générale, les plus nombreuses dans le Cercle préhistorique du Lazaret. Les instruments de cette catégorie ont les destinations les plus diverses et, d'autre part, leur nature minéralogique est des plus variées : silex, quartz, grès, quartzite.

Les macrolithes. — Leurs dimensions varient de 6 à 12 centimètres. Ils sont, semble-t-il, les plus nombreux dans les collections de haches récoltées au Congo. La plus grande partie sont en grès, surtout en grès polymor-

phe du Lubilash. Il n'existe pas ou guère des macrolithes en quartz à Kisantu. Il n'en est pas ainsi dans la région géoagronomique cristalline.

Les géantolithes. — Ils dépassent 12 centimètres de longueur et ils atteignent exceptionnellement 20 centimètres et plus. La plus grande hache taillée a été récoltée par nous, à Kandale (Haut-Kwilu); elle atteignait un peu plus de 30 centimètres. De telles pierres sont absolument exceptionnelles dans le Congo occidental. Nous n'en avons récolté aucune dans le Cercle du Lazaret.

CHAPITRE DEUXIEME

Les principaux usages présumés des instruments préhistoriques.

Les usages des instruments préhistoriques sont non seulement en fonction de leurs dimensions, mais encore de leur degré de dureté, etc. Il y a des instruments à racler, à couper, à perforer qui appartiennent aux microlithes, aux mésolithes et même parfois aux macrolithes. Nous parlons ici de leurs usages en tenant compte de leurs dimensions.

Du point de vue de leurs usages, il n'y a pas lieu de faire une distinction entre les instruments préhistoriques taillés avec art et finement retouchés, qu'on peut considérer comme des instruments de luxe dont l'usage était réservé aux chefs, d'une part, et, d'autre part, les instruments taillés d'une façon sommaire et de formes non standardisées très variées qui sont d'un usage courant. Ceux-ci sont incomparablement plus nombreux dans le Cercle du Lazaret, et les personnes non initiées ne parviennent souvent pas à les reconnaître comme ayant subi une taille intentionnelle ⁽¹⁾.

(1) Les personnes qui prétendent ne pas reconnaître les instruments préhistoriques de luxe sont évidemment rares, et ces cas ne s'expliquent guère que par des préjugés concernant l'ancienneté de l'homme à la surface du globe.

§ 1. USAGES GÉNÉRAUX DES PIERRES TAILLÉES D'APRÈS LEURS DIMENSIONS. — *Les microlithes.* — Ils ne pouvaient, en règle générale, avoir que des emplois délicats, à cause même de leur fragilité. La plupart de ces usages sont et nous resteront sans doute inconnus. Plusieurs servaient à couper et à perforer. Il est probable que certains étaient employés à l'instar d'instruments pour petite chirurgie : ouvrir des abcès, ponctionner une tumeur, pratiquer la circoncision là où elle était en usage, à tatouer, à couper les cheveux, les ongles, à pratiquer la saignée, etc. N'oublions pas que certaines populations préhistoriques pratiquaient la trépanation.

Les mêmes pointes de flèches étaient peut-être employées après intoxication dans le latex de certaines plantes, ou dans la boue, de façon à rendre les plus minimes plaies extrêmement dangereuses.

D'autres suppositions peuvent être faites en se basant sur ce qui s'est passé chez des populations préhistoriques d'Europe ou d'Amérique.

Les mésolithes. — Ces pierres avaient sans doute les emplois les plus variés : couper, scier, gratter, calibrer. C'est dans cette catégorie qu'il convient de classer certains projectiles de jet, soit à la main, soit à la fronde ⁽¹⁾, et de nombreuses pointes de flèches et de sagaies. Les coup-de-poing et les haches en miniature ne manquent pas à Kisantu.

Les macrolithes. — Ils ont les emplois les moins nombreux. Les armes d'attaque et de défense y sont surtout représentées par des coup-de-poing, des pics, etc.

§ 2. EMPLOI DE CERTAINES PIERRES PRÉHISTORIQUES INDÉPENDAMMENT DE LEURS DIMENSIONS. — Les instruments lithiques sont employés à certains usages indépendam-

(1) Ce sont généralement des masses en silex de forme arrondie avec multiples angles saillants. Dans certaines stations ils sont assez nombreux; ailleurs ils sont rares.

ment de leurs dimensions. Il en est ainsi des grattoirs, des pointes de flèches et de sagaies, des perforateurs, des instruments à couper.

a) *Les grattoirs.* — Il y en a de toutes les formes, les uns classiques, les autres non standardisés et variant comme aux hasards de la taille et de la nature de la matière première, des usages spéciaux auxquels ils sont destinés. Rien ne nous renseigne directement concernant ces usages, sauf pour les grattoirs en V, qui manifestement servaient à calibrer des instruments en bois, en os, en corne, etc. Les grattoirs ordinaires servaient sans doute à écorcer des manches d'outils, des arcs, des branches pour pièges à ressort; à façonner des perforateurs en bois pour trouser les peaux afin de les coudre ensemble avec des cordes ou lanières en peau d'animaux tués à la chasse. L'imagination aidant, il n'est pas difficile d'énumérer d'autres usages probables des grattoirs. Il en est de même des *racloirs*, qui servaient surtout à nettoyer les peaux.

b) *Les pointes de flèches et de sagaies.* — Ces instruments lithiques diffèrent les uns des autres surtout par leurs dimensions. Les pointes microlithiques étaient surtout employées, semble-t-il, comme pointes de flèches empoisonnées. Les pointes de sagaies finement taillées sont très rares. Nous en avons trouvé naguère une remarquable à la station de Sonzo. Il en est de même des armes qu'on pourrait désigner sous le nom de poignard.

c) *Les perforateurs.* — Il y en a de toutes les dimensions, parce que les matières à perforer varient de nature, d'épaisseur, de dureté, etc. Les peaux des grands mammifères : éléphants, hippopotames, etc. exigeaient des perforateurs solides et trapus; les peaux de gazelles, d'antilopes, etc. sont transperçables par des instruments de moindre résistance; les peaux de singes, de serpents pouvaient être trouées par les perforateurs délicats. Les instru-

ments à ponctionner les abcès, à tatouer, se rencontrent surtout parmi les microlithes.

d) *Les instruments à couper.* — Ils sont de formes et de grandeurs les plus variées. Ils devaient surtout servir, semble-t-il, à couper des matières organiques les plus tendres, à graver, à sculpter le bois, à confectionner des arcs, des flèches, des sagaies. Tous ces instruments en bois n'existent-ils plus à Kisantu? Comme les instruments en os et en ivoire ils n'ont pu résister à l'action destructive du temps.

e) *Les haches.* — C'étaient sans doute avant tout des instruments de combat.

Séance du 16 juin 1934.

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

Sont présents : MM. Bruynoghe, Buttgenbach, Delhayé, De Wildeman, Droogmans, Fourmarier, Marchal, Robert, Rodhain, membres titulaires; MM. Delevoy, Henry, Leynen, Passau, Polinard, Robyns, Trolli et Van den Branden, membres associés.

Excusé : M. Shaler.

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

Décès de M. H. Lecomte.

M. le *Président* annonce le décès de M. H. *Lecomte*, professeur honoraire au Musée d'Histoire naturelle de Paris, membre associé de l'Institut Royal Colonial Belge, survenu à Paris le 12 juin 1934. Une lettre de condoléances sera envoyée à la famille.

Commission de l' « Atlas général du Congo belge ».

M. le *Secrétaire général* donne lecture des conclusions de la Commission chargée d'étudier la possibilité de publier un Atlas général du Congo Belge. Après un échange de vues, auquel prennent part MM. le *Président*, *Fourmarier* et *Buttgenbach*, la Section se rallie à ces propositions (voir p. 358).

Communication de M. É. De Wildeman.

M. De Wildeman lit une note : *A propos des résultats scientifiques du voyage aux Indes néerlandaises de*

LL. AA. RR. le Prince et la Princesse Léopold de Belgique. Il analyse l'importante introduction écrite par M. Van Straelen pour cette publication copieusement illustrée et met en relief un certain nombre de faits que révèle l'étude biologique des îles formant le domaine des Indes néerlandaises (voir p. 471).

La date de la prochaine séance est fixée au 28 juillet prochain.

La séance est levée à 15 h. 45.

M. É. De Wildeman. — A propos des résultats scientifiques du Voyage aux Indes néerlandaises de LL. AA. RR. le Prince et la Princesse Léopold de Belgique.

Le voyage aux Indes néerlandaises effectué de 1928 à 1929 par LL. AA. RR. le Prince et la Princesse Léopold de Belgique, accompagnés par M. V. Van Straelen, directeur du Musée royal d'Histoire naturelle de Bruxelles, a permis la réunion de collections importantes, dont l'étude a été l'origine d'une série de mémoires scientifiques. Ceux-ci formeront plusieurs volumes dont la publication se prolongera pendant plusieurs années encore.

Nous ne désirons pas nous appesantir ici sur l'importance et la portée de ces mémoires, ni, par suite, du voyage lui-même; très spécialisés, ils sont l'œuvre de scientifiques belges et étrangers de premier plan.

M. Van Straelen a écrit pour cette publication une importante introduction, passant en revue rapidement les principaux faits de la biologie des îles formant le vaste domaine des Indes néerlandaises; c'est sur certains d'entre ces faits que nous voudrions pouvoir nous arrêter ⁽¹⁾.

Dans cet exposé, copieusement illustré, l'auteur a en effet émis des opinions constituant de véritables thèses dont l'importance est mondiale et qui dans l'intérêt du développement social et économique de notre Colonie africaine mériteraient d'être prises plus largement en considération.

Il n'est pas possible d'insister sur bien des faits impor-

⁽¹⁾ *Résultats scientifiques du Voyage aux Indes néerlandaises de LL. AA. RR. le Prince et la Princesse Léopold de Belgique.* (MÉM. MUS. ROY. HIST. NAT. BELGIQUE, vol. I : *Introduction* par V. VAN STRAELEN, Bruxelles, 1933.)

tants se rapportant à l'ethnographie, de revenir ici sur les races variées, issues de mélanges, qui peuplent ces régions; nous voudrions cependant rappeler des opinions émises par l'auteur à propos des Balinais, dont la race semble l'emporter sur les autres par sa robustesse et les belles proportions des parties du corps. Cette robustesse ne serait pas due à une alimentation plus abondante que celle des Javanais, car il semble que qualité et quantité des aliments ne sont pas plus importantes qu'ailleurs, et M. Van Straelen émet l'avis que des Européens seraient plutôt tentés de considérer la ration, faible en albuminoïdes, comme l'image de la disette. Il pense que les lourdes charges de tous les travaux manuels, dans lesquels entre largement la culture, entretiennent la vigueur des représentants de ce peuple sans nuire au développement de leur corps et amènent un psychisme dont les dominantes sont aménité et joie.

Il y a là une indication qu'il serait intéressant de soumettre à une étude plus approfondie; il faudrait d'ailleurs rechercher si les matières végétales, surtout utilisées dans l'alimentation, ne sont pas, grâce à la fertilité du sol, plus riches en éléments et en vitamines.

Mais si le mélange de races a donné parfois des individus supérieurs, il est des cas nombreux où les associations humaines actuelles sont, malgré la présence ancienne du blanc, restées encore très comparables, en beaucoup de leurs manifestations, à celles de nos indigènes congolais.

Les illustrations, œuvres de notre Roi, nous montrent une fois de plus, et magistralement, que les indigènes indo-néerlandais et nos Congolais se meuvent dans des milieux très semblables. Si les animaux et les végétaux ne sont pas spécifiquement identiques dans les deux milieux, l'aspect de l'association, le genre d'associations sont très comparables, et les résultats de la présence de l'homme dit « civilisé » sont dans les deux cas les mêmes.

Pour éviter de tomber dans des erreurs, de refaire les

écoles longues et coûteuses par lesquelles ont passé les Indes, il est tout naturel que nous ayons intérêt à étudier ces îles de l'Extrême-Orient et à essayer de tirer parti des résultats obtenus là-bas pour mettre en valeur, rationnellement, notre Colonie.

Nous voudrions nous étendre sur cette remarque fondamentale faite par M. Van Straelen : « La lutte entre les différents éléments de la biosphère est très vive sous les tropiques, malgré les conditions physiques si favorables, la chaleur et l'humidité. Comme dans les régions où la vie est moins intense, l'homme modifie parfois profondément certains milieux et les effets de son action, quand il la suspend, persistent longtemps. C'est dans la flore qu'ils se montrent le plus facilement. La faune influe également sur la flore par ses éléments de grande taille, notamment par les troupeaux de ruminants, de cervidés et aussi d'éléphants, là où ils existent. Ils jouent un rôle dans la formation des galeries forestières; d'autre part, ils entretiennent l'existence de vastes clairières. Cette action se prolonge par celle des animaux domestiques. Les buffles et les bœufs lâchés en vaine pâture à Java et à Sumatra; les chevaux à Soembawa mangent et piétinent les jeunes plantes, mais aussi défoncent le sol et l'exposent au ravinement. »

Nous avons été très heureux de reprendre ces idées de M. Van Straelen, car nous sommes nous-même revenu à diverses reprises sur ces questions et avons à leur propos rencontré de nombreux contradicteurs. Nous avons fait, comme M. Van Straelen, le procès de la culture par déboisement, par transformations de forêts en plantations dont le rendement était précaire et l'est devenu bien davantage.

Les photographies qui vous sont présentées montrent la similitude totale entre les procédés utilisés aux Indes et au Congo et entre leurs résultats ⁽¹⁾, et que régulièrement

(1) Cf. E. DE WILDEMAN, *Mission forestière et agricole du comte I. de Briey*. (MIN. DES COLONIES, Bruxelles, 1920.)

nous avons tenu à faire défiler sur l'écran devant les yeux de futurs administrateurs coloniaux.

Certes, il est, sur le vu de photographies isolées, difficile de juger dans leur totalité des destructions, car on ne connaît souvent pas les stades originels; mais nous avons pu voir dans la documentation de Sociétés agricoles hollando-belges les photographies successives d'un même terrain depuis la forêt vierge jusqu'à la plantation jardinée.

M. Van Straelen insiste sur les résultats de ces transformations, et nous corroborons ici avec très grand plaisir sa conclusion, considérant les plantations, en particulier celles d'*Hevea* et d'*Elaeis*, à Java et Sumatra, comme des déserts biologiques. Cette constatation, qui navre le naturaliste, ne peut laisser l'économiste insensible, et nous voyons à son tour M. Van Straelen insister sur le fait que les effets de la destruction forestière inconsiderée ⁽¹⁾, contre laquelle nous nous sommes si souvent insurgé, « persistent longtemps ». Nous pensons qu'il faudrait dire « toujours ». M. Van Straelen le reconnaît, au moins partiellement lui-même, car il cite pour Sumatra, qu'après l'incendie, « une végétation secondaire y grandit..., mais jamais on ne retrouve la richesse de jadis ».

Si, nous l'avons rappelé bien souvent, une végétation forestière peut, après destruction, se reconstituer, elle ne sera pas la même que celle de la forêt primitive et il y aura toujours dans les domaines zoologique et botanique des types irrémédiablement perdus qui, s'ils avaient pu être étudiés, comme l'ont fait remarquer des protecteurs de la Nature, tel il y a des années déjà le Prof^r H. Lecomte, auraient pu être de valeur non seulement pour la science, mais pour l'économie générale.

Pour M. Van Straelen, il faut épinglez la chose, l'homme opère de grandes transformations dans les milieux biologiques et fait reculer la forêt. Il en arrive

(1) É. DE WILDEMAN, *Restriction des cultures, Extension des cultures.* (BULL. INST. ROY. COL. BELGE, V, 1934, p. 171.)

aussi à se demander si la faible productivité du sol n'est pas secondaire pour Java et si elle n'est pas une conséquence de la destruction rapide de l'humus par insolation et dessiccation. Nous avons plusieurs fois insisté sur ce point et sans hésiter nous concluions avec la plupart des biologistes que dans de telles conditions, l'humus ne peut être conservé pas plus en Afrique centrale qu'à Java et Sumatra. Nous irions même plus loin que M. Van Straelen, en déclarant qu'un terrain déforesté ne peut, sans de nouvelles interventions, garantir une culture rémunératrice; il ne présente aucun avantage permanent sur les autres terrains.

Cependant, M. Van Straelen admet que pour Java certains effets de la déforestation, en particulier une diminution d'eau dans l'atmosphère, seraient contre-balancés par la présence des sawahs ou rizières irriguées, étagées sur les flancs des collines dont la végétation forestière a été enlevée il y a longtemps déjà. Nous pouvons admettre que les sawahs, par évaporation de la nappe aquifère, contre-balancent dans une certaine mesure l'évaporation de la forêt, mais nous estimons qu'il y a loin d'une analogie complète entre le fonctionnement de l'association forestière et celle de la rizière. Que ces dernières puissent aussi, partiellement, retenir les eaux, empêcher donc le ruissellement si néfaste pour le sol, nous sommes d'accord, mais nous pensons que la forêt, même plus réduite en surface que la rizière, remplit bien mieux ces buts.

Si, dans une certaine mesure, et M. Robert le faisait ressortir tout récemment encore ⁽¹⁾, sous les tropiques l'évaporation qui se produit à la surface des nappes aquifères libres : lacs, rivières peu profondes, marais, peut être sensiblement égale à la hauteur d'eau apportée par les précipitations, il n'en reste pas moins vrai qu'un terrain mis à nu favorise dans certains cas la pénétration de l'eau qui

(1) M. ROBERT, *L'Afrique centrale*. (Paris, 1934, pp. 173-174.)

disparaît dans la profondeur, et dans d'autres cas, par suite de la disposition très voisine de la surface de la nappe aquifère phréatique, l'évaporation superficielle est augmentée. Il y aura donc toujours, par suite d'une destruction forestière interne, une modification profonde dans l'équilibre primitif.

Est-il en outre bien certain que dans la rizière l'humus soit conservé? Il l'est pour nous en tous cas dans une proportion bien moindre que dans la forêt.

Il faudrait d'ailleurs vérifier si par des études météorologiques on n'a pas pu établir pour Java, que des variations climatiques ont résulté de cette extension si considérable de la culture du riz d'eau, et n'ont par suite pas exercé une influence considérable sur la réussite d'autres cultures, à laquelle M. Van Straelen a été amené naturellement à faire allusion.

Mais si M. Van Straelen considère la forêt comme une association ayant une tendance naturelle à s'étendre, il dénonce, nous l'avons vu, la régression de la forêt et la transformation de la nature originelle en général : plantes et animaux sous l'influence de l'homme, indigène primitif privé des ressources de la technique moderne et agissant de plus en plus profondément sur la nature, à mesure qu'il lui est fourni un outillage plus perfectionné, et cela naturellement directement en rapport avec la densité de la population.

Des naturalistes de renom avaient, il y a des années, observé cette régression, mais leurs avertissements furent négligés et il fallut attendre la fin du siècle dernier et surtout le début de ce siècle pour voir remettre ces faits en lumière ⁽¹⁾. Tout récemment encore notre collègue et ami le Prof^r Aug. Chevalier faisait ressortir, dans son étude sur la vie et l'œuvre de Michel Adanson ⁽²⁾, que

(1) Cf. E. DE WILDEMAN, *Mission du comte J. de Briey et A propos de la forêt équatoriale congolaise*. (C. R. SOC. DE BIOL., Paris, n° 91, 1934.)

(2) AUG. CHEVALIER, *Michel Adanson, voyageur, naturaliste et philosophe*. (Paris, 1934, p. 38.)

celui-ci signalait en 1753, au Sénégal, des forêts épaisses là où de nos jours ne se rencontrent plus que de petites parcelles forestières éparpillées; qu'il rencontrait dans la région de Podor des éléphants depuis longtemps disparus et chassait, à l'embouchure du Sénégal, le lamantin, dont la présence n'est plus signalée.

Cette disparition de la couverture forestière que l'on a essayé parfois de nier pour la région centre-africaine, vient encore d'être rappelée par l'Union agricole des régions du Kivu (Unaki), constatant le recul de la forêt dans la région de Costermansville : tout le bois nécessaire étant acheté à l'indigène, qui se contente de couper les jeunes arbres, détruisant ainsi la forêt sur de grandes surfaces, mais empêchant même sa reconstitution (1).

Est-ce à dire qu'une certaine intervention de l'homme ne puisse être utile, même nécessaire parfois pour conserver les forêts en région tropicale, qu'il faille en toutes circonstances laisser la Nature à elle-même? Jamais nous ne le soutiendrons; nous croyons fermement au contraire, comme l'a un jour déclaré Capus, à une réunion de l'Académie des Sciences coloniales à Paris, que laissée à elle-même la grande forêt tropicale mourrait de sa propre pléthore. Mais il convient de surveiller toute intervention dans le développement de cette nature jamais stabilisée!

Récemment encore, M. G. Delevoy, résumant le résultat d'expériences faites par la Station expérimentale forestière des Indes néerlandaises (2), nous a rappelé que dans la forêt spontanée fermée, la régénération est déficiente, tant comme nombre de sujets que comme croissance. Mais il faut aussi dire, comme contre-partie, que dans les grandes clairières de plus de 10 ares, le développement exubérant des plantes adventices entrave la croissance des

(1) Cf. *Agriculture et Elevage au Congo*. (Bruxelles, juin 1934, n° 6, p. 87.)

(2) G. DELEVOY, *Recherches sur la régénération des forêts de montagne de Préanger (Java)*. (BULL. SOC. CENTR. FOREST. DE BELGIQUE, Bruxelles, 1934, nos 3-4, p. 194.)

recrus, qui disparaissent sans que de nouvelles plantules puissent prendre pied, à l'exception de quelques essences d'ombre.

Il y a là un fait qu'il ne faudra pas négliger.

Si donc, en général, l'homme imprévoyant détruit la fertilité de terres favorables à son occupation, la nature parfois constitue de nouvelles terres au détriment des mers et des eaux intérieures. C'est ce qui passe, par exemple, dans la mangrove, sur laquelle l'attention de M. Van Straelen a été attirée. « Là, écrit-il, où les courants ne sont pas trop forts, ces mangroves gagnent sur la mer, parce qu'elles retiennent les particules terrigènes qui s'embarrassent entre les racines. Une végétation venue de l'intérieur s'installe sur le sol, parmi les racines des palétuviers. Des espèces arborescentes se développent, auxquelles les arbres de la mangrove devront céder la place. » Cette discipline est totalement comparable à celle qui a pu être faite par les naturalistes ayant visité la mangrove du Bas-Congo.

M. Van Straelen va encore plus loin quand il dit : « Une ceinture de mangroves suffisamment large et continue oppose donc une barrière infranchissable à la dissémination des êtres vivants. Elle est une cause d'isolement biologique, car les organismes amenés d'autres régions, par flottaison notamment, ne peuvent traverser les mangroves. Celles-ci présentent des conditions auxquelles bien peu d'animaux peuvent s'adapter. Il y a une série de faits qui mériteraient une soigneuse analyse de la part des biogéographes ». Nous appuierons ce dernier avis et le signalerons particulièrement à nos biologistes travaillant au Congo.

Nous croyons cependant que certains organismes, nous parlons de végétaux, amenés par flottaison, arrivent à se fixer dans la mangrove et à s'adapter à un milieu saumâtre qui, au fur et à mesure du développement des palétuviers par l'exhaussement du sol, perd sa salure.

C'est par un même procédé que dans l'Afrique Centrale, grâce à des barres végétales, au lacis formé par les racines de palmiers *Raphia* et *Elacis*, d'arbres à système racinaire développé, émergent dans les marais, dans les zones largement inondées, des îlots couverts de végétation, dont l'étendue augmente et y amène la transformation du thalweg des rivières.

Souvent nous avons attiré, sur ces formations, l'attention des biogéographes, mais elles ne paraissent plus guère avoir intéressé les botanistes depuis les quelques observations de Schweinfurth.

La question de l'eau, liée fortement à la présence de la forêt, doit fixer l'attention à un autre point de vue encore, dans celui de sa qualité d'eau courante, d'eau d'irrigation. Depuis des années, les Hollandais ont étudié les substances en suspension dans ces eaux; ils ont pu montrer que celles-ci varient en quantité et en qualité suivant la région et qu'en général elles sont plus abondantes là où les pays traversés sont privés de forêts. Comme le dit M. Van Straelen, l'intensité du ruissellement dans les régions tropicales fait que les cours d'eau transportent plus de sédiments que dans les régions tempérées et qu'ils peuvent les déposer dans les plaines, colmatant les sols et empêchant ceux-ci, privés d'air, de porter des cultures vigoureuses.

L'exemple qui nous a été donné par les Indes néerlandaises lors de la création de son service de l'hydraulique devrait être suivi pour le Congo, où, jusqu'à ce jour, des études dans cette direction n'ont pu être entamées et où cependant bien des régions ont à souffrir des inondations et de dépôts rendant la navigation difficile et créant des marécages nuisibles à l'hygiène du pays.

Si M. Van Straelen, comme tous les naturalistes, regrette donc la considérable extension des cultures au détriment des associations primitives, irrémédiablement perdues, il a aussi fort bien fait voir l'argument apporté par tous ceux

qui cherchent, avec certaine raison, par l'extension de la culture, une augmentation de la production de matières végétales et par suite espèrent augmenter la valeur économique du pays, comme sa richesse. Il nous dit : « Cependant l'homme introduit des éléments nouveaux, mais ses apports restent toujours inférieurs à ses destructions ».

Nous serons naturellement tout à fait d'accord; on ne peut nier l'importance de l'introduction de certaines cultures, même sa nécessité; nous savons fort bien que dans les pays neufs exploités par la cueillette, les plantes utiles ne sont pas réunies sur un même emplacement et que pour être rémunératrices, les cultures comme les élevages doivent occuper, densément, des espaces relativement restreints.

Mais à propos de ces introductions, nous voudrions une fois encore rappeler les judicieuses remarques formulées naguère dans un de ses discours par un Gouverneur de Madagascar; il déclara que les fonctionnaires de son administration, avec un zèle très louable, avaient parcouru un grand nombre de colonies à la recherche de plantes utiles, mais avaient très souvent oublié de regarder celles qui les entouraient dans la Grande Ile.

C'est par cette tendance, de plus en plus générale, à vouloir cultiver partout les mêmes choses que l'on est arrivé pour certains produits à une surproduction et à l'avilissement des prix.

Fréquemment, avec des confrères, nous avons essayé de mettre en garde les organisateurs de grandes cultures tropicales, leur signalant qu'il fallait rechercher la place de chaque chose, afin de mettre toute chose à sa place. Cet axiome est à envisager non seulement au point de vue de la croissance des plantes, mais aussi, et peut-être surtout au point de vue économique.

Parlant de la transformation des forêts en plantations de caféiers, due à l'initiative des indigènes, ayant copié les Européens et parfois, non sans raison, encouragés

par eux, M. Van Straelen dit que des caféiers, qu'il suppose être des *Coffea arabica*, — ce qu'il faudrait vérifier, — peuvent atteindre 10 mètres de hauteur quand ils sont abandonnés ou subspontanés.

Un développement comparable se rencontre chez divers caféiers dans notre Congo. C'est un caractère d'ailleurs normal; il dépend de la biologie des caféiers, à laquelle on ne songe pas toujours et dont il faudrait à nos agronomes congolais conseiller l'étude plus approfondie. Le caféier est, on ne devrait pas l'oublier, une plante normalement à tronc unique, à croissance terminale; les rameaux latéraux ont une croissance restreinte et avec l'âge disparaissent, laissant à nu la base du tronc. Quand la plante est fortement entourée de végétation, ce qui est le cas dans les stations abandonnées, elle doit se développer en hauteur. C'est pour éviter cette croissance en hauteur que les planteurs cultivent en pleine lumière et sont même fréquemment forcés de faire de la taille pour favoriser la productivité des rameaux latéraux, seuls fructifères.

Sans nous appesantir sur cette question si importante de la biologie des caféiers, que la Mission de Leurs Altesses Royales n'avait pas prise pour un de ses objectifs, ni sur un grand nombre de végétaux indigènes ou cultivés, nous voudrions cependant insister sur certains d'entre eux, car ils ont permis à M. Van Straelen de faire des remarques intéressantes à discuter.

C'est le cas, par exemple, pour le muscadier (*Myristica*), dont M. Van Straelen a pu étudier deux types : celui cultivé, généralement dioïque, et celui surgissant dans certaines cultures, qui est monoïque. Ce phénomène a déjà été signalé et mériterait d'être suivi de près. Dans son étude mémorable sur la noix de muscade, le Prof^r O. Warburg avait déjà fait remarquer en 1897 ⁽¹⁾ que l'histoire

(1) O. WARBURG, *Die Muskatnuss*. (Leipzig, 1897, pp. 281, 296.)

de cette plante faisait ressortir les opinions fantaisistes émises à son sujet. Il admet que dans la généralité les muscadiers sont dioïques, mais qu'il existe aussi des muscadiers monoïques, et que certains arbres mâles lors des premières floraisons sont devenus femelles après un certain nombre d'années.

Il faut faire remarquer que parmi les appréciations fantaisistes, le Prof^r Warburg considère celle d'Adanson, qui déclare les fleurs hermaphrodites, présentant fréquemment l'un des deux genres d'organes avortés. Cette appréciation nous semble cependant intéressante à retenir, car nous ne serions nullement étonné de voir, dans les cultures, apparaître un muscadier hermaphrodite qui pourrait être l'ancêtre des formes actuellement en culture.

Se trouvant en présence de nombreux bananiers à fruits comestibles, M. Van Straelen a été amené à songer à l'origine de ces plantes, largement cultivées dans toutes les régions tropicales et subtropicales. Il rappelle que des bananiers, qui sont connus très anciennement dans les Nord, mais il ne peut être inféré de cette présence que les bananiers qui sont connus très anciennement dans les Indes néerlandaises, — figurés déjà sur les bas-reliefs du Boeroeboedoer, — sont originaires de l'Amérique. Il signale aussi que dans l'Arfak (Nouvelle-Guinée), il a rencontré, et même photographié, des bananiers sauvages, dont les feuilles mesurent 4 à 5 mètres de longueur, mais sans nous dire si les régimes renferment des fruits comestibles sans graines ou avec des graines isolées ou des fruits non comestibles à graines nombreuses.

Il est, pour nous, probable que la patrie des bananiers n'est pas localisée en Asie continentale, dans l'archipel Indo-Malaisien, comme le supposait le D^r Stuhlmann, ou en Amérique, comme pourrait le faire suggérer la paléontologie. Nous estimons que le bananier a été répandu à une période géologique donnée et qu'il s'est constitué des

bananiers à faux-fruits au détriment des plantes à graines dans divers pays. Ce serait le cas pour le Congo, où nous voyons, en outre, comme l'ont fait ressortir des observations de feu le comte J. de Briey, les bananiers à fruits comestibles perdre la capacité de produire des fleurs mâles, devenues d'ailleurs totalement inutiles ⁽¹⁾.

Nous voudrions également rappeler la présence du *Lantana Camara*, cette Verbénacée de l'Amérique du Sud, introduite à Java en 1870, et qui a étendu sa dispersion également en Afrique. Cette plante serait, aux dires des agronomes et forestiers de Java, une nuisance pour beaucoup de cultures; sa biologie mériterait, en Afrique comme en Asie, d'être étudiée de près. Il semble avéré qu'elle est pour quelque chose dans le retard du développement de certaines essences forestières.

Nous ne pouvons, à regret, nous arrêter sur toutes les données intéressantes de cette importante publication de M. Van Straelen, mais nous ne pouvons la passer sous silence, car elle fournit une documentation qu'il n'est pas permis d'ignorer.

La riche documentation photographique est, nous sommes heureux d'y insister, l'œuvre de nos Souverains; elle démontre la valeur des résultats de la Mission; plusieurs d'entre ces clichés se rapportent d'ailleurs à des objets à peine étudiés.

Une des conclusions que l'on peut tirer des remarques auxquelles l'examen de certaines des thèses de M. Van Straelen nous a amené est que l'étude de toute forêt tropicale demande à être largement poursuivie; cette conclusion n'est pas nouvelle; nous l'avons produite à plus d'une reprise, ayant même suggéré l'intérêt qu'elle aurait à être faite avec une collaboration internationale.

Nous avons été heureux de voir, lors de la XXI^e Session

(1) Cf. E. DE WILDEMAN, *Mission forestière et agricole du comte J. de Briey et La régression des fleurs mâles chez les Bananiers africains*. (C. R. SOC. DE BIOL., Paris, t. LXXXIII, 1920, p. 1002.)

de l'Institut international de Statistique, qui s'est tenue à Mexico (1), M. Valentino Dore insister sur une forme de collaboration forestière en disant : « Une stricte collaboration dans ce domaine (statistiques) entre l'Institut international de Statistique et l'Institut international d'Agriculture — grâce à la constitution d'une Commission mixte, par exemple, — serait, à mon avis, très souhaitable ».

Il faut aussi conclure des thèses rappelées, comme de l'ensemble des résultats déjà acquis du voyage de Leurs Altesses Royales, que dans l'intérêt de la Science, comme dans celui de l'avenir des pays tropicaux, il sera nécessaire de multiplier les réserves, de protéger *intégralement* la Nature, de faire des efforts comme ceux tentés en ce moment en Indo-Chine (2), pour faire rentrer dans le Domaine privé de l'État des forêts, des territoires concédés pour des buts spéciaux que seuls peuvent poursuivre, grâce à leur pérennité, des Services d'État.

L'Institut colonial national se doit de promouvoir de telles conclusions d'importance pour notre Congo; elles occupaient la pensée de notre Grand Roi Albert et celle de Son Successeur, tous deux protecteurs enthousiastes de la Nature, dans tous ses éléments.

(1) VALENTINO DORE, *La statistique forestière internationale et ses problèmes*. (XXI^e SESSION DE L'INSTITUT INTERNATIONAL DE STATISTIQUE, A MEXICO, La Haye, 1933.)

(2) Cf. M. MANGIN et AUG. CHEVALIER, *Les forêts indochinoises et leur mise en valeur*, in AUG. CHEVALIER, *REV. DE BOT. APPLIQUÉE*. (Paris, XIV^e an., n^o 152, avril 1934, p. 259.)

Séance du 28 juillet 1934.

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

Sont présents : MM. Buttgenbach, Delhayé, De Wildeman, Droogmans, Fourmarier, Marchal, Robert, membres titulaires; MM. Burgeon, Delevoy, Passau, Polinard, Robyns, Van den Branden et Wattiez, membres associés.

Excusés : MM. Rodhain et Shaler.

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

Présentation d'ouvrages.

Sont déposés sur le bureau :

Trois fascicules des ANNALES DU MUSÉE DU CONGO BELGE : G. F. de Witte. *Batraciens récoltés au Congo belge*, par MM. SCHOUTEDEN et DE WITTE, janvier 1934.

Les Eriosema de la Flore congolaise, par MM. STANER et DE CRAENE, mars 1934.

Catalogues raisonnés de la Flore entomologique du Congo belge. Pseudonévroptères odonates, par M. SCHOUTEDEN, juin 1934.

MÉMOIRES DE L'INSTITUT GÉOLOGIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE LOUVAIN, tome IX; fasc. 4 : *Description d'un insecte fossile des couches de la Lukuga (Kivu)*, par M. PRUVOST et fasc. 6 : *Étude pétrographique de l'édifice volcanique du Khusi et du Biega (Kivu)*, par M. SOROTCHINSKY.

Les principaux produits végétaux des colonies portugaises, par M. DE MELO GERALDES, Lisbonne, 1933.

— Remerciements.

Présentation de Mémoires.

M. Marchal présente une étude de M. WILBAUX : *Quelques considérations sur la valeur économique de Craccamia (Tephrosia) Vogelii Hock et d'un certain nombre d'espèces voisines*. MM. De Wildeman et Wattiez sont désignés comme rapporteurs.

M. Passau présente une étude de M. BOUTAKOFF : *Une revision stratigraphique du Karroo du Congo belge*. MM. Fourmarier et Passau feront rapport sur ce travail.

M. De Wildeman présente un travail de M. LONAY : *Contribution à l'étude des plantes du Congo belge, utilisées dans la médecine indigène*. MM. De Wildeman et Wattiez sont désignés comme rapporteurs.

Communication de M. H. Schouteden.

M. le Président montre deux échantillons recueillis par M. Boutakoff dans la vallée de la Ruzizi en face de Luvungi, à 1.200 mètres d'altitude. Ces échantillons portent des empreintes de coquilles typiques du Tanganyka, ce qui montre que ce lac a eu autrefois une étendue beaucoup plus grande qu'aujourd'hui (voir p. 487). M. Delhaye constate que cette découverte confirme sa thèse.

Commission de l'« Atlas général du Congo belge ».

La Section désigne les membres qui feront partie des Commissions spéciales pour l'élaboration de l'Atlas général du Congo Belge. Sont désignés pour :

La Commission des Sciences minérales : MM. Buttgenbach, Fourmarier, Robert, Delhaye.

La Commission de l'Hypsométrie, Hydrographie et Morphologie : MM. Buttgenbach, Fourmarier, Robert, Delhaye, Passau, Polinard.

La Commission de la Météorologie et de la Climatologie : MM. Buttgenbach, De Wildeman, Fourmarier, Robert, Delevoy, Pynaert.

La Commission de la Biogéographie : MM. Schouteden, De Wildeman, Marchal, Delevoy, Robyns, Burgeon.

La Commission de l'Hygiène : MM. Rodhain, Bruynoghe, Gérard, Trolli, Moulaert, Van den Branden.

La Commission de l'Économie politique : MM. Claesens, Marchal, Polinard.

La séance est levée à 16 heures.

**M. H. Schouteden. — Les Mollusques subfossiles
de la Basse-Ruzizi.**

Dans une note publiée l'an dernier ⁽¹⁾, M. Boutakoff a signalé la découverte, non loin de Luvungi, dans la vallée de la Ruzizi (Kivu), de dépôts lacustres très anciens, « riches en gastéropodes ». Il conclut de cette découverte qu'elle prouve définitivement que le lac Tanganyka primitif noyait jadis tout le fossé Tanganyka-Basse Ruzizi.

Le seul fait de la découverte de ces fossiles ne permettait toutefois pas d'affirmer aussi positivement cette conclusion, me paraît-il. Il importait, avant tout, de s'assurer de l'identité des Mollusques recueillis, ou tout au moins de leurs affinités, soit avec la faune du Tanganyka, soit avec celle du Kivu. La faune malacologique du lac Tanganyka est, en effet, très caractéristique et présente une foule d'éléments qui lui sont propres : la faune du lac Kivu, d'autre part, présente des Mollusques également caractéristiques, tout en étant bien moins riche que celle du Tanganyka. Or, dans une note publiée l'an dernier dans ce *Bulletin* ⁽²⁾, j'ai montré que la faune des Mollusques subfossiles de la région du lac Kivu est très importante et s'identifie nettement avec la faune actuelle de ce même lac. S'il s'avérait que les Gastéropodes trouvés par M. Boutakoff près de Luvungi appartenaient à ces mêmes formes, il fallait nécessairement en conclure que ces gisements indiquaient une liaison lacustre avec le lac Kivu plutôt qu'avec le Tanganyka.

(1) N. BOUTAKOFF, Une nouvelle considération confirmant l'écoulement primitif du lac Kivu vers le Nord. (*Bull. Soc. belge Géol.*, XLIII, pp. 50-56, 1933.)

(2) H. SCHOUTEDEN, Les Mollusques aquatiques vivants et subfossiles de la région du lac Kivu. (*Bull. Inst. roy. Col. belge*, IV, pp. 519-527, 1933.)

M. Boutakoff a récemment eu l'obligeance de me remettre les échantillons recueillis par lui, ce dont je le remercie très vivement. Je suis heureux de pouvoir dire, dès aujourd'hui, que l'examen rapide de ces documents montre de façon indubitable qu'il s'agit de Mollusques typiques pour le lac Tanganyka. La conclusion tirée par l'éminent géologue de sa découverte est donc confirmée.

Dans cette note préliminaire, je dirai simplement que l'une des coquilles les plus caractéristiques récoltées par M. Boutakoff est précisément la coquille que connaissent bien tous ceux qui ont visité le Tanganyka : c'est-à-dire la coquille du *Neothauma tanganyicense* E. A. Smith, Mollusque caractéristique et très abondant dans les eaux du lac actuel, mais que l'on retrouve également, en bien des endroits, à l'intérieur des terres à des distances sérieuses de la rive actuelle : indice de la baisse des eaux du lac. A côté de *Neothauma tanganyicense*, j'ai reconnu des empreintes qui sont certainement celles d'*Edgaria*, autre type de Mollusque caractéristique pour le Tanganyka. Et d'autres formes encore pourront être identifiées dans les fragments qui m'ont été remis. Il semble que tous appartiennent à des Gastéropodes et qu'aucune valve de Pélécy-pode ne se retrouve dans les échantillons recueillis.

Dès 1923, MM. Delhayé et Salée, dans une note présentée à l'Académie des Sciences de Paris ⁽¹⁾, signalaient des dépôts lacustres montrant l'ancienne extension du lac Tanganyka jusqu'au niveau de Luvungi. Les conclusions auxquelles ils étaient arrivés par l'étude géologique du terrain sont donc confirmées par la précieuse découverte de fossiles que nous devons à M. Boutakoff. Celle-ci démontre de façon indubitable la nature tanganycienne de ces dépôts lacustres.

(1) F. DELHAYE et A. SALÉE, Le Graben Central-Africain entre le lac Tanganika et le lac Albert-Edouard. (*C. R. Ac. Sc.*, CLXXVI, p. 1905, 1923.)

Section des Sciences techniques.

Séance du 27 avril 1934.

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

Sont présents : MM. Allard, Bollengier, Deguent, Dehalu, le baron Liebrechts, Maury, Moulaert, Olsen, membres titulaires; MM. Beelaerts et Braillard, membres associés.

Excusés : MM. Cito, Leemans, Philippon et van de Putte.

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

Communication de M. J. Beelaerts.

M. *Beelaerts* entretient la Section des extractions diamantifères et notamment des installations et lavage aux mines. Cette étude fait suite à celle qui fut présentée à la séance du 2 mars 1934.

M. *Beelaerts* expose en détail les différentes méthodes d'exploitation et les installations de lavage utilisées dans les mines diamantifères au Congo belge et en Angola. Il décrit ensuite les engins et les moyens en usage aux mines pour l'enlèvement et le transport des morts-terrains et des graviers diamantifères, ainsi que les diverses machines qui sont employées pour produire la force motrice nécessaire pour actionner les installations mécaniques.

Cette étude paraîtra dans les *Mémoires* de l'Institut en même temps que celle présentée à la séance du 2 mars dernier.

Concours annuel de 1936.

Sur proposition de MM. *Maury* et *Moulaert*, la Section met au concours les deux questions suivantes :

1. *On demande une étude sur les caractéristiques à donner aux profils en long et en travers des routes dans les régions congolaises et sur les divers systèmes de revêtement et de protection, tant pour les routes de grande communication que pour celles d'intérêt local.*

2. *On demande une étude sur l'utilisation dans la Colonie des huiles locales (de palme, d'arachide, de sésame, etc.), notamment comme lubrifiants et carburants, dans les moteurs fixes et mobiles : conditionnement de ces huiles, traitement, étude d'usines de petite et moyenne importance pour produire les huiles réalisant les conditions nécessaires.*

Observations magnétiques au Katanga.

M. *Dehalu* demande que l'Institut intervienne auprès du Fonds National de la Recherche Scientifique, en vue d'obtenir le subside de 50,000 francs qui est nécessaire pour continuer pendant un an les recherches sur le magnétisme terrestre à Elisabethville. La Section prie M. *Dehalu* de formuler un vœu en ce sens à la prochaine séance.

Divers.

M. *Maury* donne quelques renseignements au sujet des travaux d'études préliminaires au barrage du Nil et quelques informations au sujet du 30° méridien.

La séance est levée à 16 h. 30.

Séance du 25 mai 1934.

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

Sont présents : MM. Allard, Bollengier, Deguent, Gevaert, Gillon, le baron Liebrechts, van de Putte, membres titulaires; MM. Bette et De Backer, membres associés.

Excusés : MM. Braillard, De Roover, Moulaert, Olsen, Philippson et Roger.

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

Communication de M. R. Bette.

M. *Bette* fait l'exposé des caractéristiques hydrologiques de la M'Poza, ainsi que du conditionnement de la puissance à fournir par les chutes de cette rivière. La puissance nécessaire a, en effet, été fixée par un programme précis, imposé par la Compagnie du Chemin de fer du Congo.

Il a été exposé spécialement les essais techniques faits aux laboratoires de l'Université de Bruxelles sur modèle réduit, pour déterminer le profil le plus économique du barrage, étant donnée l'épaisseur considérable de la lame d'eau qui devait être déversée en temps de crue; ces études ont permis également de déterminer l'importance des dépressions causées par celle-ci sur l'arête versante.

L'ensemble du dispositif de l'usine est décrit avec de nombreux croquis à l'appui; il en est de même en ce qui concerne les installations de transport de l'énergie dans la région de Matadi (voir p. 492).

M. Bette répond ensuite à quelques questions posées par MM. le *Président* et *Gillon*.

Comité secret.

Les membres titulaires examinent une proposition de désignation d'un nouveau membre associé.

La séance est levée à 16 h. 15.

**M. R. Bette. — La Centrale hydro-électrique de la M'Poza
(Bas Congo).**

I. — HYDROGRAPHIE DE LA RÉGION

La M'Poza est le dernier affluent gauche important du Congo avant son embouchure dans l'Atlantique. Elle prend sa source dans la Colonie portugaise de l'Angola et se jette dans le Congo quelque peu en amont de Matadi, après un parcours d'environ 160 km. de longueur de direction générale Sud-Nord.

La M'Poza quitte la plateau de l'Angola en traversant les monts Cristal en une série de rapides et tombe ainsi d'environ 70 m. entre la frontière belgo-portugaise et son confluent avec le Congo. La partie de son cours située en territoire congolais est en majeure partie formée par des gorges relativement resserrées, à végétation pauvre et fonds rocheux.

II. — HISTORIQUE

Les premières études de l'utilisation de l'énergie de la M'Poza datent de 1910-1911, époque à laquelle la Mission d'Étude des Forces Hydrauliques du Bas-Congo en fit déterminer les hauteurs de chute et les débits disponibles ainsi que la puissance d'étiage estimée à 3.500 CV.

En 1924-1925, la Commission pour l'Électrification du Chemin de fer du Congo fit établir par l'ingénieur de Kalbermatten un projet d'aménagement comportant une centrale de 9.200 kW. sous 25 m. de chute.

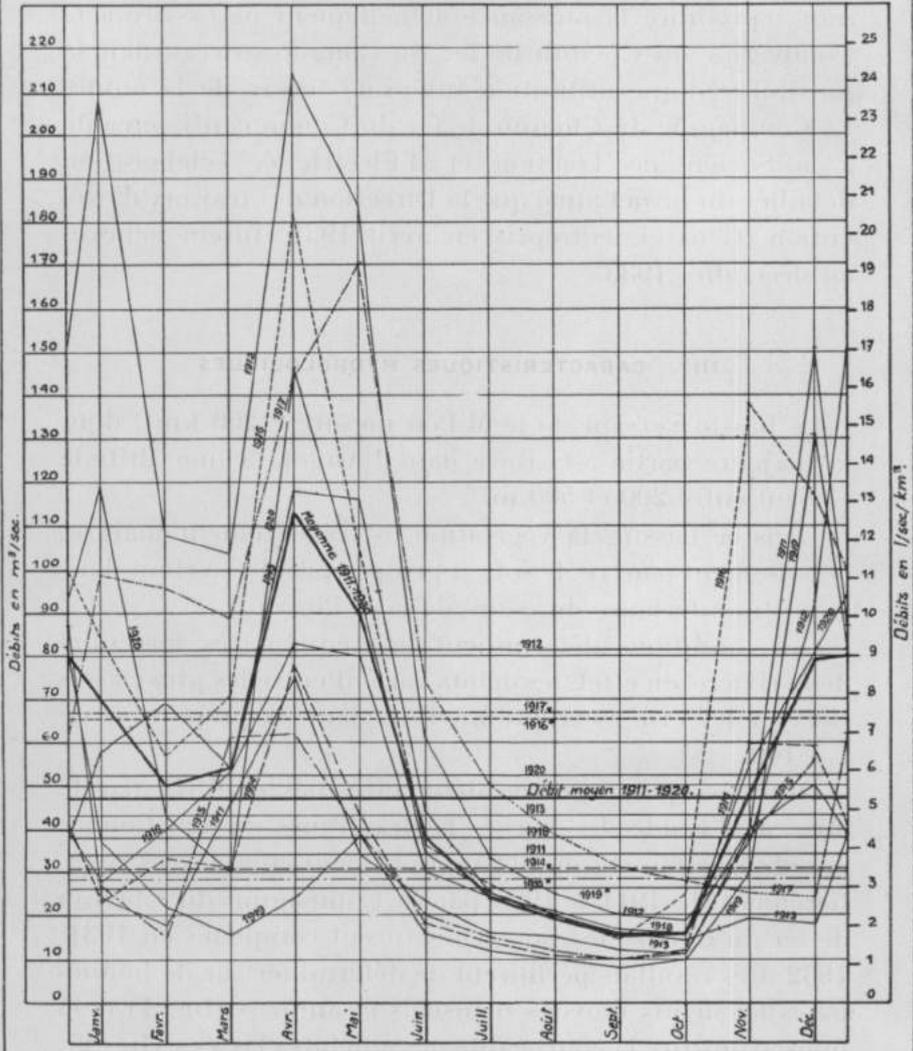
En vue de l'équipement électrique du port et des ateliers de Matadi, la Compagnie du Chemin de fer du Congo chargea, en janvier 1931, la Société de Traction et d'Élec-

DIAGRAMME DES DÉBITS MOYENS MENSUELS DE LA M'POZO

à la station de jaugeage située à 10 m en aval de l'ancien pont CFC.

ANNÉES 1911 À 1920.

Superficie du bassin versant : 8.800 km².



Débit moyen 1911-1920 : 46.5 m³/sec. ou 5.3 l/sec. par km².

FIG. 1

tricité de l'étude comparative d'un aménagement partiel de la M'Pozo et d'une centrale thermique à Matadi. Cette dernière Société fit étudier la question sur place par son ingénieur en chef, M. Villars, et l'on s'arrêta à un aménagement partiel de la chute disponible qui, tout en suffisant à produire la puissance actuellement nécessaire à la Compagnie du Chemin de fer du Congo, sauvegardait la possibilité d'une utilisation intégrale future de la chute. La Compagnie du Chemin de fer du Congo confia ensuite à la Société de Traction et d'Électricité, l'élaboration détaillée du projet ainsi que la Direction des travaux d'exécution. Ceux-ci, entrepris en avril 1931, furent achevés en décembre 1933.

III. — CARACTÉRISTIQUES HYDROLOGIQUES

Le bassin versant de la M'Poo mesure 8.200 km², dont la majeure partie est située dans l'Angola à une altitude variant entre 200 et 500 m.

Dans ce bassin, la végétation est relativement maigre, le boisement pauvre; le sol est peu perméable, surtout dans la partie inférieure du cours de la M'Pozo.

Ces conditions déterminent un régime très torrentiel de la rivière; en effet, les débits varient entre les plus basses eaux et les crues exceptionnelles, dans la proportion de 1 à 140.

Outre les jaugeages de débit effectués en 1911 par la Mission d'Étude des Forces Hydrauliques du Bas-Congo, des observations limnimétriques avaient été relevées régulièrement de 1911 à 1920 par la Compagnie du Chemin de fer du Congo; les jaugeages furent complétés en 1931-1932. Ces résultats permirent de déterminer sur de bonnes bases les débits moyens mensuels et annuels (fig. 1) d'où nous avons tiré la courbe dite des « débits classés » (fig. 2).

Pour la période de 1911 à 1920, le débit moyen fut de 46,5 m³/sec., correspondant à 5,3 l./sec. par km²; il attei-

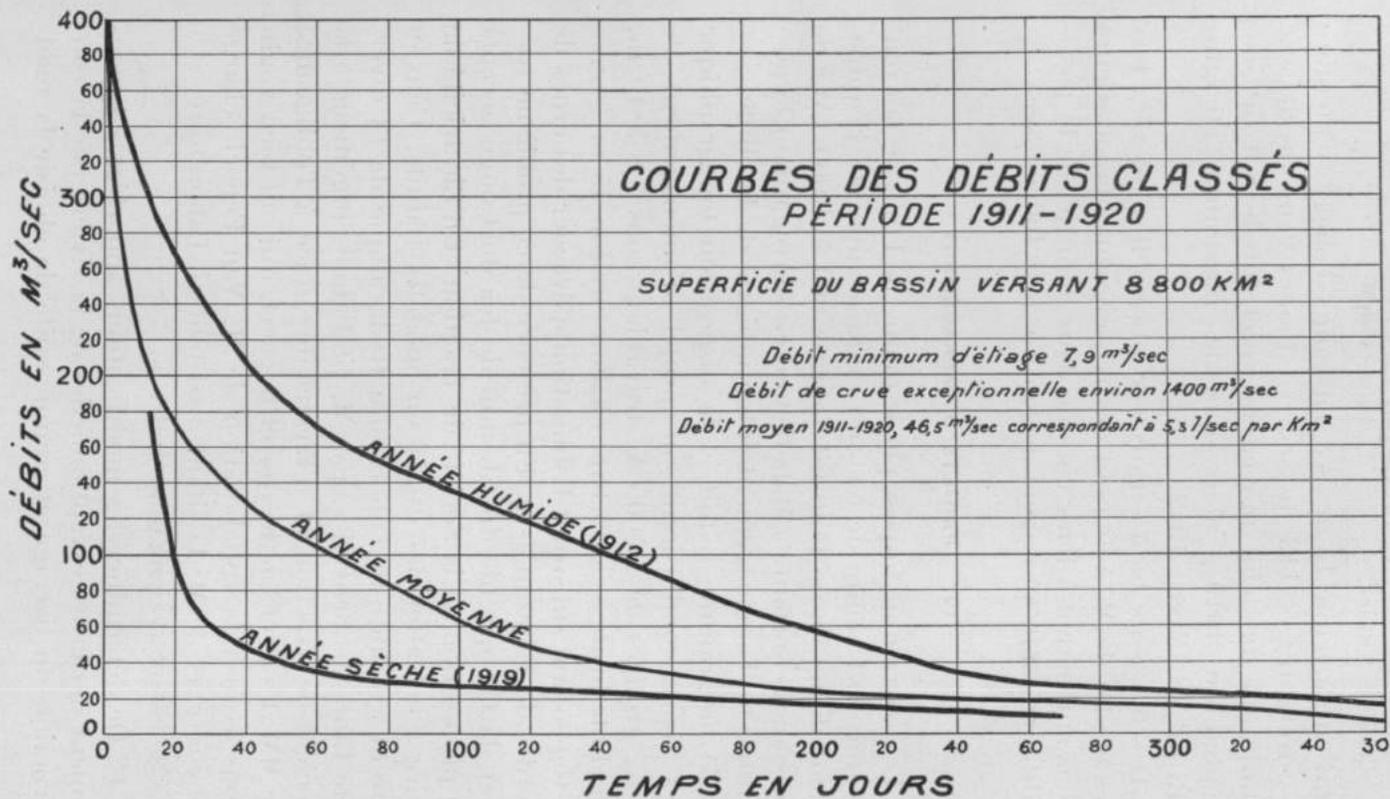


FIG. 2.

gnit en moyenne $15 \text{ m}^3/\text{sec.}$ en temps d'étiage (septembre à novembre) et $113 \text{ m}^3/\text{sec.}$ en hautes eaux (avril). Le minimum du débit moyen mensuel fut de $8,9 \text{ m}^3/\text{sec.}$ (septembre 1919), alors que le maximum atteignit $213 \text{ m}^3/\text{sec.}$ (avril 1912).

Des traces de hautes eaux exceptionnelles relevées lors des études de M. Villars et des renseignements antérieurs nous amenèrent à tenir compte dans le projet de la possibilité de débits passagers de l'ordre de $1.400 \text{ m}^3/\text{sec.}$

IV. — PROJETS D'AMÉNAGEMENT

Le programme imposé par le maître de l'œuvre, la Compagnie du Chemin de fer du Congo, comportait l'équipement d'une chute pouvant fournir 800 à 1.000 kW. de puissance constante à Matadi, tout en sauvegardant la possibilité de l'aménagement futur intégral de la chute.

Ce programme réduit et la disposition topographique des lieux conduisirent au projet d'aménagement de deux groupes de 1.500 CV. travaillant sous 7,8 à 10 m. de chute brute et absorbant chacun environ $15 \text{ m}^3/\text{sec.}$

Cependant subsistait l'obligation d'évacuer des crues de l'ordre de $1.400 \text{ m}^3/\text{sec.}$ En présence de ce problème spécial, la Compagnie du Chemin de fer du Congo accepta la proposition de la Société de Traction et d'Électricité de faire à cet effet des essais sur modèles réduits. Ceux-ci furent exécutés au Laboratoire Hydraulique de l'Université Libre de Bruxelles, par M. G. Pahud, ingénieur à la Société de Traction et d'Électricité, grâce à l'obligeance de MM. les Prof^{rs} de Keyser et Bogaert, qui ont bien voulu nous assurer la collaboration de M. Van Eepoel, chargé de cours, et de M. Levitant, assistant au Laboratoire.

Ces essais avaient pour but :

1° De déterminer les modifications apportées à l'écoulement des crues exceptionnelles de la rivière par la construction du barrage et comme suite de choisir la meil-

leure disposition du barrage lui-même, des ouvrages de prise d'eau et d'évacuation;

2° De déterminer les sollicitations du barrage-déversoir lors de l'évacuation de ces crues exceptionnelles.

Plusieurs solutions pouvaient être envisagées pour l'écoulement des crues exceptionnelles. Celle d'un barrage mobile était à rejeter, vu les conditions d'exploitation qui, en Afrique, doivent être aussi simples que possible; elle eût, d'autre part, conduit à de grosses dépenses d'installation et d'entretien. Restait l'évacuation par déversement par dessus le barrage, solution pour laquelle deux projets comparatifs furent établis :

1° Un barrage-déversoir implanté obliquement par rapport à la rivière, suivi d'un canal de prise à ciel ouvert muni d'un déversoir latéral (fig. 3). Ce dispositif conduisait à une longueur de crête déversante de 204 m. et réduisait ainsi la hauteur de la lame déversante.

2° Un ouvrage de retenue implanté normalement au cours de la rivière, à 100 m. en aval de l'emplacement prévu pour le barrage oblique, suivi d'une prise d'eau en tunnel (fig. 4). La longueur du déversoir n'était que de 64 m., mais la lame déversante en temps de grosses crues était importante (4 m. 30 pour $1.400 \text{ m}^3/\text{sec.}$).

Les conditions d'écoulement dans ces deux hypothèses furent étudiées sur une maquette en plâtre imperméabilisé, reproduisant à l'échelle de 1/100 la topographie du lit majeur de la rivière sur une longueur totale de 320 m. à l'amont et à l'aval des ouvrages projetés (fig. 5).

Les résultats de ces essais permirent de choisir, en toute connaissance des conditions d'écoulement futures, le second projet, plus rationnel dans l'utilisation de la chute en périodes de hautes eaux ainsi que plus économique et d'une construction plus rapide que le premier, parce que de longueur réduite et présentant des fondations en rivière moins onéreuses. Chose importante, ils amenèrent en

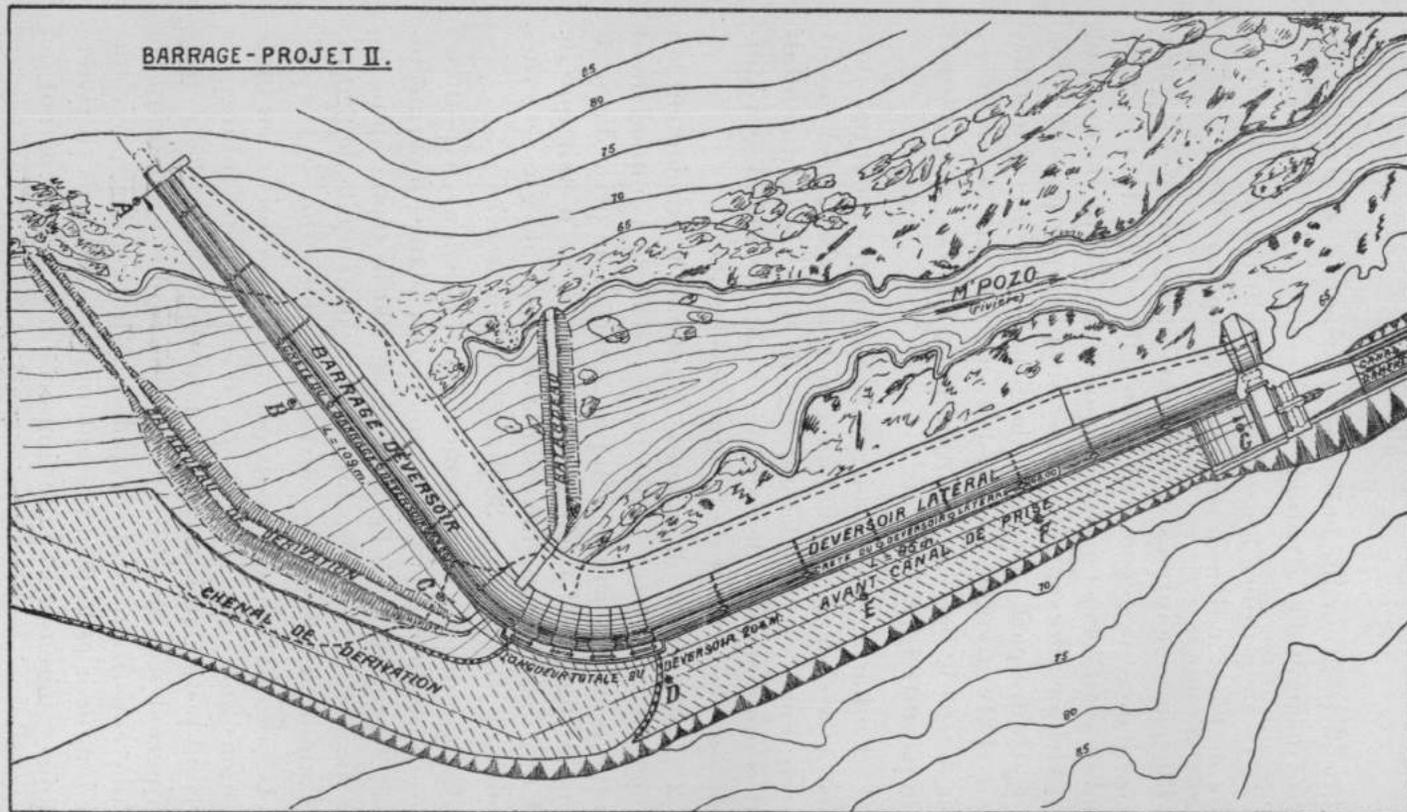


FIG. 3.

plus à prévoir le dégagement du lit majeur de la rivière à l'aval immédiat du barrage, en vue d'obtenir un écoulement diminuant le fort remous constaté au pied du barrage et qui paraissait devoir conduire à un renforcement onéreux des fondations de l'ouvrage.

Les essais de sollicitation du barrage lors du déversement d'une lame de hauteur exceptionnelle devaient per-

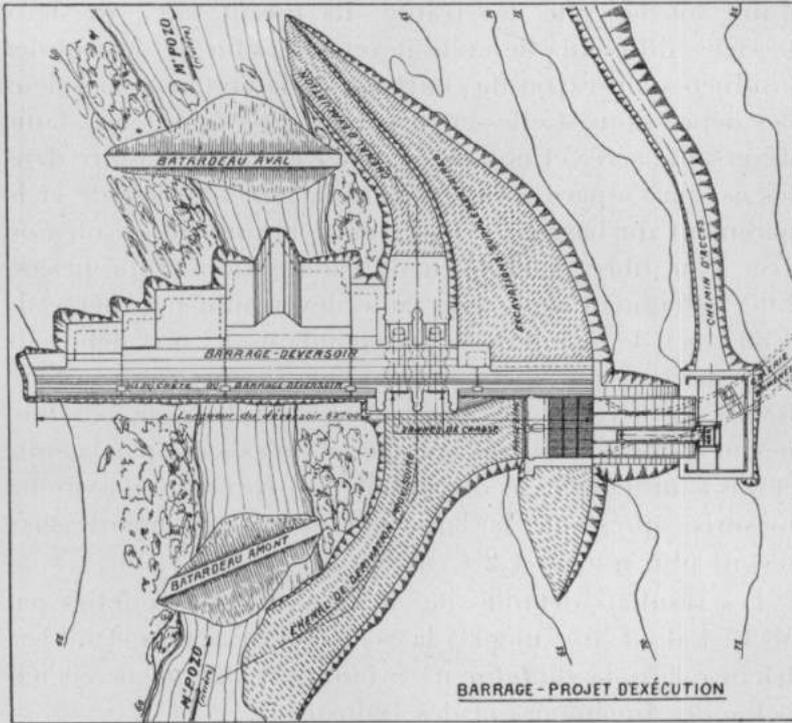


FIG. 4.

mettre de choisir un profil économique de l'ouvrage, offrant cependant toutes les garanties désirées.

Il était intéressant pour cela de déterminer l'importance des dépressions qui se produisent à la partie supérieure du parement aval d'un barrage déversant, dépressions dont l'existence a été signalée par M. L. Escande dans un

article publié par la *Revue générale d'Électricité* du 24 août 1929.

Les essais de sollicitation furent effectués sur des modèles du barrage, exécutés en plâtre à l'échelle de 1/40, placés dans un chenal d'écoulement en glace, construit spécialement à cet effet (fig. 6). Ils permirent de déterminer expérimentalement les pressions sur toute la surface du barrage ainsi que les dépressions pouvant se produire sur la crête déversante. Ils furent faits sur deux modèles différents de crête déversante afin de déterminer l'influence du rayon de courbure de la crête sur la valeur des dépressions. Celles-ci furent mesurées pour une lame déversante aérée et non aérée (fig. 7 et 8), c'est-à-dire dans les cas où l'espace compris entre la lame déversante et le parement du barrage est mis en communication ou non avec l'air libre, au moyen de canalisations appropriées. Elles atteignent pour une lame déversante non aérée de 4,30 m. de hauteur (correspondant à un débit de 22,6 m³/sec. par mètre courant de crête, soit un débit total considéré de 1.400 m³/sec.) la valeur de 5,5 tonnes m² pour le profil de la crête tel qu'exécuté par la suite et 6,9 T/m² pour le second profil. La dépression maximum mesurée après que la lame eut été partiellement aérée n'était plus que de 1,2 t./m² au lieu de 5,5 t./m².

Les résultats détaillés de ces essais ont été publiés par M. G. Pahud, ingénieur à la Société de Traction et d'Électricité, dans le *Bulletin* n° 8 (année 1932) de la Société belge des Ingénieurs et des Industriels.

On adopta pour l'exécution du barrage un profil trapézoïdal de section relativement réduite, dont le calcul fut établi sur la base des pressions et dépressions déterminées expérimentalement dans le cas de la lame déversante non aérée. L'aération de la lame eût demandé l'aménagement dans la partie supérieure du barrage d'une galerie de section importante et de nombreuses conduites débouchant dans la zone de dépression. Cette solution,

**DIAGRAMME DES PRESSIONS ET DÉPRESSIONS
LE LONG DE LA CRÊTE ET DES PAREMENTS DU BARRAGE**

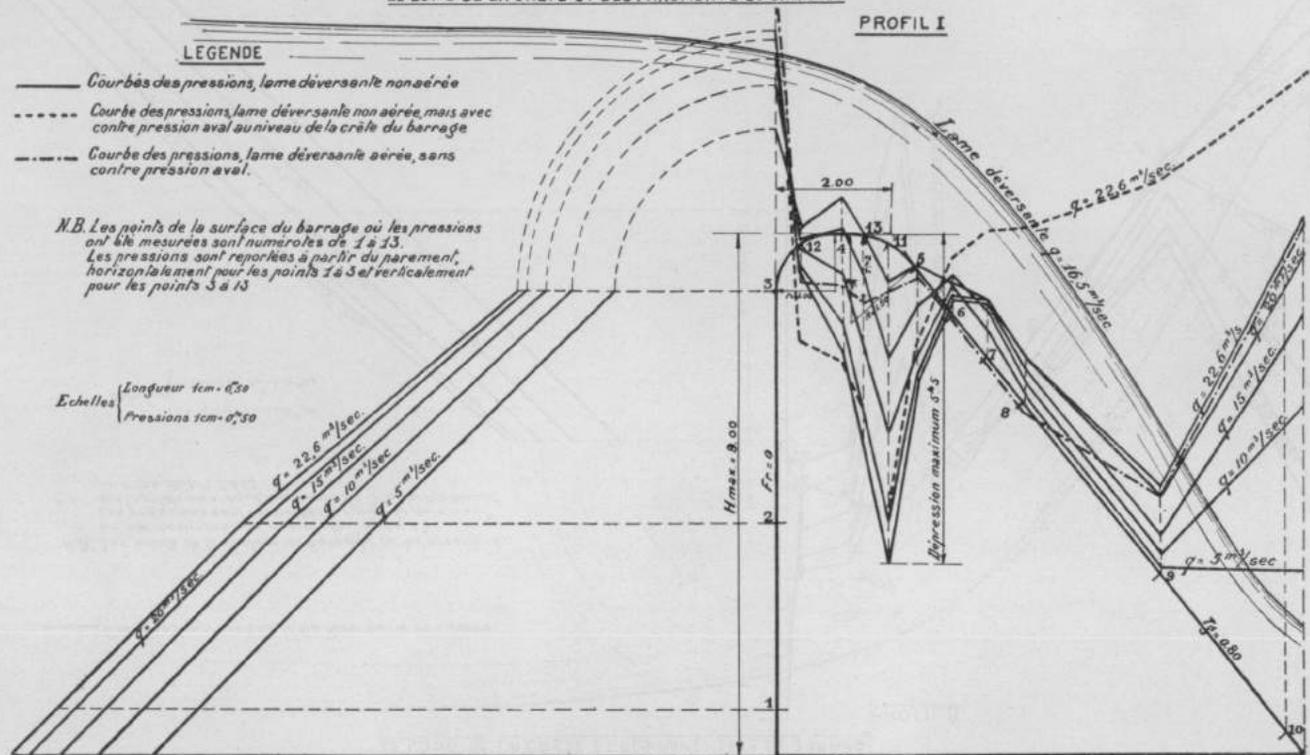


FIG. 7.

**DIAGRAMME DES PRESSIONS ET DEPRESSIONS
LE LONG DE LA CRÊTE ET DES PAREMENTS DU BARRAGE**

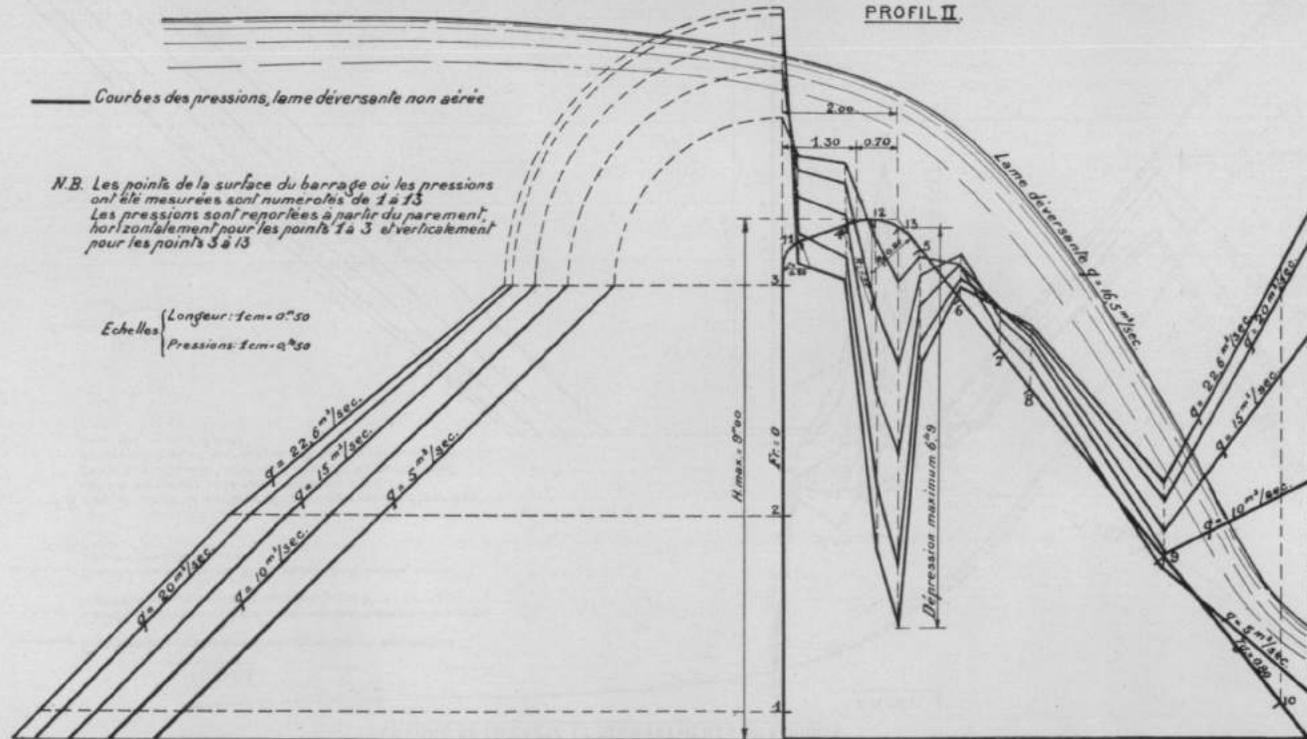


FIG. 8.

tout en déforçant la crête de l'ouvrage, eût été coûteuse d'exécution comme aussi d'entretien, car l'obstruction des conduites par l'eau de la rivière, très boueuse en temps de crues, était à craindre.

D'autre part, le profil de barrage adopté, dont la crête fut légèrement armée dans la zone de dépression, permit de réaliser une économie importante sur le cube de l'ouvrage par rapport à un déversoir trapu de la section usuelle, c'est-à-dire dont le parement aval est tracé tel qu'il épouse la face inférieure de la lame.

V. — CHUTES, DÉBITS, PUISSANCE ET PRODUCTION

Le débit d'étiage de la rivière pouvant exceptionnellement tomber à $8,9 \text{ m}^3/\text{sec.}$, il eût fallu disposer d'une chute utile de 15 m. pour produire en tous temps les 1.000 kW. demandés par le programme d'aménagement. Or la chute créée par les rapides s'étendant entre l'emplacement du barrage et celui de la centrale ne mesure que 4 m. environ. Le barrage aurait donc dû relever le plan d'eau de 11 m.

Cependant, le débit de la rivière ne tombant au-dessous de $15 \text{ m}^3/\text{sec.}$ que pendant 55 jours d'une année moyenne journalière (pointe de 1.000 kW. pendant trois heures), l'installation fut prévue pour une chute brute d'environ 10 m., permettant l'obtention pendant 310 jours de la puissance normale demandée de 1.000 kW. aux bornes des alternateurs.

La chute brute de 10 m. est réduite à 7,8 m. en période de crues exceptionnelles, lorsque le niveau à la centrale remonte de 6,50 m. au-dessus de la cote d'étiage et que le plan d'eau s'établit au barrage à 4,30 m. au-dessus de la retenue normale d'étiage (fig. 9 profil longitudinal et fig. 10 plan de situation).

La centrale est équipée de deux groupes de 1.000 kW., un seul des deux fonctionnant en exploitation normale, l'autre étant de réserve. Les deux groupes ne devront

tourner simultanément qu'exceptionnellement lorsqu'il faudra produire 1.000 kW. pendant la période très courte (35 jours par année moyenne) où la chute brute tombe au-dessous de 9 m.

Les puissances disponibles de l'installation réalisée sont ainsi, dans l'hypothèse d'une année moyenne basée sur les débits observés de 1911 à 1920 :

- de 2.000 kW. pendant 4 mois,
- de 1.000 kW. pendant 310 jours,
- de 840 kW. pendant 340 jours,
- de 685 kW. pendant 365 jours.

VI. — DESCRIPTION DES OUVRAGES

A. — Barrage.

Le barrage est du type gravité à profil trapézoïdal; il est exécuté en béton, la crête est légèrement armée. Le parement aval forme avec le parement amont, qui est vertical, un angle dont la tangente est 0,80. La longueur totale de l'ouvrage est de 68 m.; sa plus grande hauteur sur fondation atteint 9 m.; il est complètement fondé sur rocher et est muni de parafoilles amont et aval et d'un radier de réception (fig. 11).

Il fonctionne en déversoir sur 64,15 m. de longueur de crête; la lame déversante atteint 4,30 m. d'épaisseur, lors du passage de la crue max. de 1.400 m³/sec. Deux pertuis de vidange munis de conduits métalliques de 1,20 m. de diamètre le traversent à proximité de la prise d'eau. Utilisés avant tout pour la dérivation de la rivière pendant l'achèvement du barrage, ces pertuis sont obturés par deux vannes à glissières. La manœuvre de ces dernières ne devant pas être effectuée lorsque le barrage déverse, elles sont commandées par des treuils à main logés en carters étanches noyés dans la crête. Ce dispositif de levage, très économique et fonctionnant parfaitement, a

permis de supprimer toute infrastructure au-dessus de la crête du barrage.

Les deux pertuis sont prolongés en amont et en aval par des avant-becs dans lesquels sont ménagées des rainures pour batardeaux de fortune.

Excavation : en majeure partie en rocher	2.350 m ³
Béton	2.750 m ³

B. — *Chenal de dérivation et de vidange.*

Un chenal excavé en pleine roche, en amont et en aval des pertuis de vidange, fut utilisé pour la dérivation de la rivière pendant la construction du barrage.

Excavation en rocher	2.550 m ³
--------------------------------	----------------------

C. — *Prise d'eau.*

La prise se fait sur la rive droite, au droit du parement amont du barrage, par une grille fine de 48 m² de surface, inclinée à 45°. L'ouvrage comprend en outre une passerelle de service et des rainures pour batardeaux de secours ainsi qu'un râteau dégrilleur mécanique à commande par moteur électrique. L'entrée du tunnel se fait par un grand cône de raccordement fermé par la vanne de garde de la galerie. Cette vanne de 2,80 × 2,90 m. est montée sur galets et est commandée par un treuil électrique placé au-dessus du niveau des crues exceptionnelles, à l'orifice d'un puits de manœuvre et d'accès. La commande, munie d'arrêts automatiques en positions ouverte et fermée, se fait du treuil même ou du tableau de la centrale. Le treuil peut en outre être manœuvré à la main.

Excavations : à ciel ouvert en rocher (y compris l'élargissement du lit majeur de la rivière)	2.750 m ³
en galerie et puits	190 m ³
Béton	380 m ³

D. — *Galerie d'adduction.*

A la prise d'eau fait suite une galerie de 218 m. de longueur et de 2,86 m. de diamètre intérieur, excavée entièrement dans des roches gneissiques extrêmement dures. Elle est revêtue de 15 cm. de béton (mesurés sur les pointes du rocher) sans enduit.

Excavation : (rocher)	1.920 m ³
Béton	550 m ³

E. — *Chambre d'équilibre.*

Une chambre d'équilibre formée par un puits vertical de 15 m. de diamètre et de 11 m. de hauteur est intercalée entre la galerie d'adduction et la conduite forcée. Son rôle est essentiellement d'amortir les oscillations qui, lors des variations de charge des groupes de la centrale, sont imprimées à la masse d'eau en mouvement entre le barrage et les turbines.

Elle est indispensable au bon fonctionnement des régulateurs des turbines qui règlent le débit turbiné en fonction de la charge de la centrale. Elle limite en outre la surpression qui se produit dans la galerie en cas d'arrêt brusque d'une turbine et assure l'alimentation immédiate en eau des turbines lors d'une augmentation brusque de charge.

Les parois de la chambre sont revêtues de béton sans enduit; le rocher sain fut laissé nu dans le fond. Elle est munie d'une échelle, d'un limnimètre et d'une couverture légère en rails et tôles ondulées.

Excavation : en terre	570 m ³
en rocher.	1.980 m ³
Béton	250 m ³

F. — *Conduite forcée.*

A la chambre d'équilibre font suite environ 20 m. de galerie de 3,1 m. de diamètre, dans laquelle la conduite forcée métallique pénètre et est bétonnée en plein rocher sur 8 m. de longueur. Cette conduite mesure 18,5 m. de longueur jusqu'aux vannes d'entrée des turbines; elle se compose d'un premier tronçon de 3,10 m. de diamètre passant progressivement à une section carrée de 2,85 m. de côté et d'une culotte symétrique à deux branches, de section carrée de 2,85 m. de côté; elle fut exécutée par tronçons aux Ateliers Cockerill à Seraing, en tôle de 10 mm. et profilés soudés, les tronçons assemblés sur place par rivure.

La conduite est entièrement enrobée dans le béton.
Poids total : 32 tonnes.

Excavation en rocher partiellement en souterrain	120 m ³
Béton	60 m ³

G. — *Centrale.*

La centrale est érigée légèrement en amont de la rivière, à laquelle elle est reliée par un court canal de fuite. Le bâtiment est à ossature métallique avec fondations en béton et murs de remplissage en blocs de ciment, couverture en tuiles de Boom. Il contient les deux groupes électrogènes, le tableau de commande des groupes et du poste élévateur et les services auxiliaires.

Un emplacement dans la centrale et un raccord sur la conduite forcée ont en outre été prévus pour l'installation projetée d'un groupe moto-pompe destiné à alimenter Matadi en eau de la M'Pozo.

Les groupes à axe vertical tournent à 300 t./min. Les turbines de 1.500 CV. de puissance sous 9 m. de chute nette furent fournies par la Société anonyme des Ateliers

de Constructions Mécaniques Escher-Wyss à Zurich et exécutées en partie aux Ateliers Cockerill à Seraing.

Elles furent choisies du type Kaplan, c'est-à-dire du type à hélice à pas réglable, vu les conditions spéciales de la chute à aménager, entre autres la nécessité d'un bon rendement en période d'étiage lorsque la puissance est limitée par le débit (65 jours par an), les fortes variations de chute entre étiage et hautes eaux, l'avantage d'une vitesse aussi élevée que possible réduisant ainsi le coût de l'alternateur (voir fig. 12, diagrammes comparatifs des rendements des turbines Kaplan, turbines Francis et turbines à hélice).

Le débit maximum absorbé par turbine est de $15 \text{ m}^3/\text{sec}$. Leur rendement varie de 80 à 88 % suivant la charge et la chute. Les roues sont à 4 pales mobiles en acier inoxydable; les bâches sont en tôle et profilés soudés à l'arc. On remarquera qu'elles furent adoptées de section quadrangulaire afin de diminuer l'entr'axe des deux groupes et par là réduire considérablement l'importance du bâtiment de la centrale moyennant une faible perte de charge. Les tubes d'aspiration du type coudé, avec diaphragme longitudinal métallique, sont en béton et raccordés à la turbine par un anneau métallique. Le réglage des turbines est extérieur aux bâches et est commandé par un régulateur automatique à pression d'huile.

Les vannes d'entrée, de 2,8 m. sur 2,8 m., sont à commande électrique actionnée du tableau et par le limiteur de vitesse. Elles furent choisies du type à glissières en caisson fermé, afin d'obtenir une bonne étanchéité, l'une des deux étant normalement fermée (un seul groupe en marche), et parce que plus économiques que des vannes sphériques.

Les alternateurs, fournis par les Ateliers de Constructions Électriques de Charleroi, sont de construction soudée — 1.333 KVA, 50 périodes, 6.600 volts, — rendement sous $\cos \varphi = 0,85$: 95 % à pleine charge et 93,4 % à mi-charge.

L'obligation de mettre la salle des alternateurs à l'abri des hautes eaux et de placer les turbines à une cote voisine du niveau d'étiage conduisit à une hauteur importante des groupes — lesquels mesurent 10 m. de la roue de la turbine à l'excitatrice de l'alternateur.

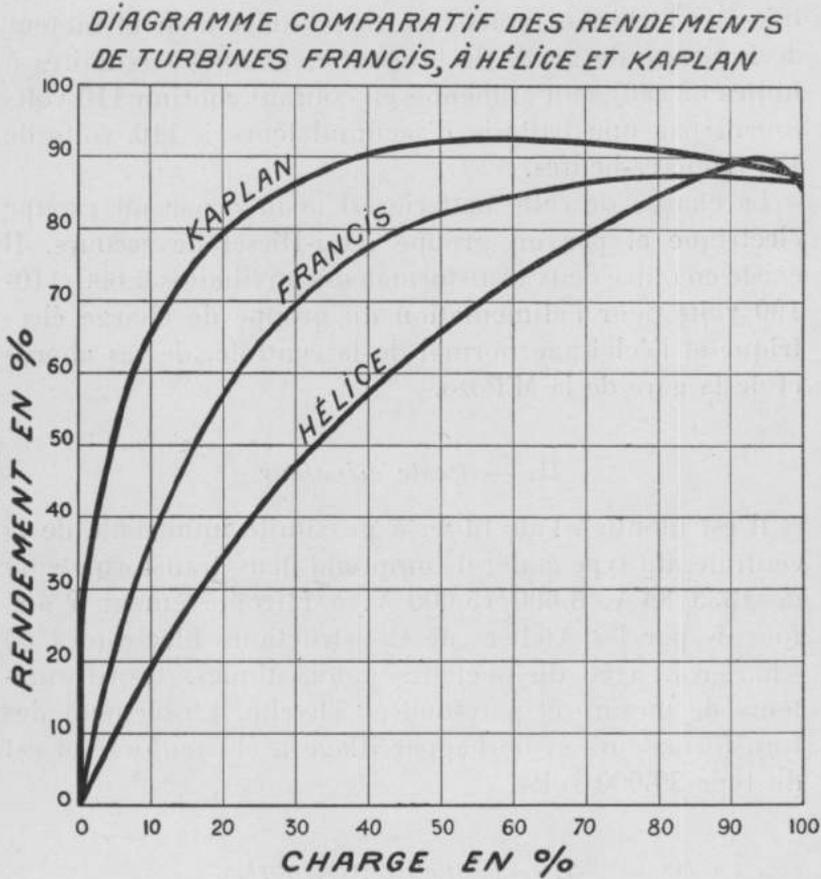


FIG. 12.

Chaque alternateur prend appui sur l'anneau d'entretoise de la turbine par l'intermédiaire d'un fût en tôle d'acier de 4,50 m. de hauteur raidi par des profilés soudés. Cette construction a permis de réduire considérablement l'importance des fondations des groupes.

Le tableau de commande des deux groupes, des services auxiliaires et du poste élévateur, est installé dans la salle des alternateurs, sur un plancher surélevé; il fut fourni par les Ateliers Électriques Belges à Forest.

Les services auxiliaires de la centrale (pont roulant, éclairage de secours, moteurs de levage des vannes d'entrée aux turbines, moteur du râteau dégrilleur et moteur de la vanne de garde de la galerie, pompes auxiliaires à huile et à eau) sont alimentés en courant continu 110 volts fourni par une batterie d'accumulateurs à 110 volts de 180 ampères-heures.

La charge de cette batterie est assurée par un groupe électrique et par un groupe semi-Diesel de secours. Il existe en outre deux transformateurs auxiliaires 6.600/110-190 volts pour l'alimentation du groupe de charge électrique et l'éclairage normal de la centrale, de ses abords et de la gare de la M'Pozo.

H. — *Poste élévateur.*

Il est monté à l'air libre, à proximité immédiate de la centrale, du type étalé; il comprend deux transformateurs de 1333 KVA, 6.600/15.000 V. à refroidissement à air, fournis par les Ateliers de Constructions Électriques de Charleroi, avec disjoncteurs automatiques, transformateurs de mesure et parafoudres Thyrite. L'isolement des transformateurs et de l'appareillage a été renforcé et est du type 30.000 volts.

I. — *Ligne de transport.*

Trois projets comparatifs furent examinés :

1° Une ligne aérienne reliant directement la centrale à Matadi par le col entre les vallées de la M'Pozo et du Congo;

2° Un câble souterrain suivant approximativement le même tracé;



FIG. 5. — Maquette d'essai.

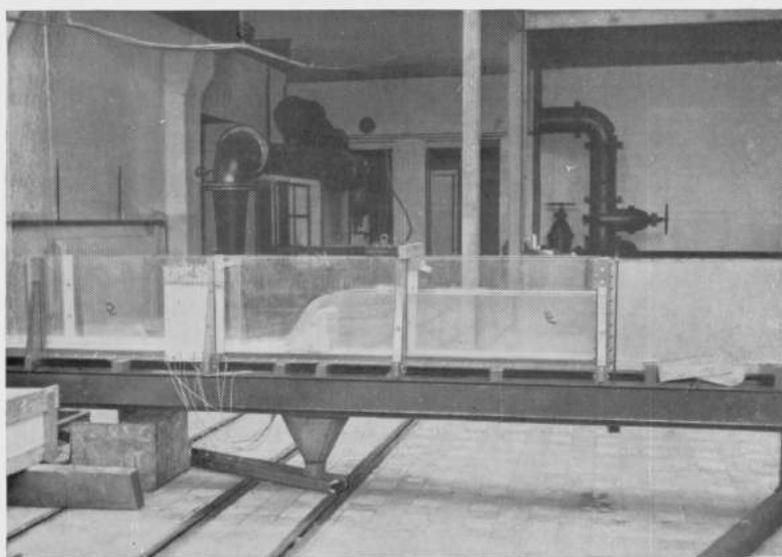


FIG. 6. — Chenal d'essai en glace.



FIG. 11. — Barrage vu d'aval.

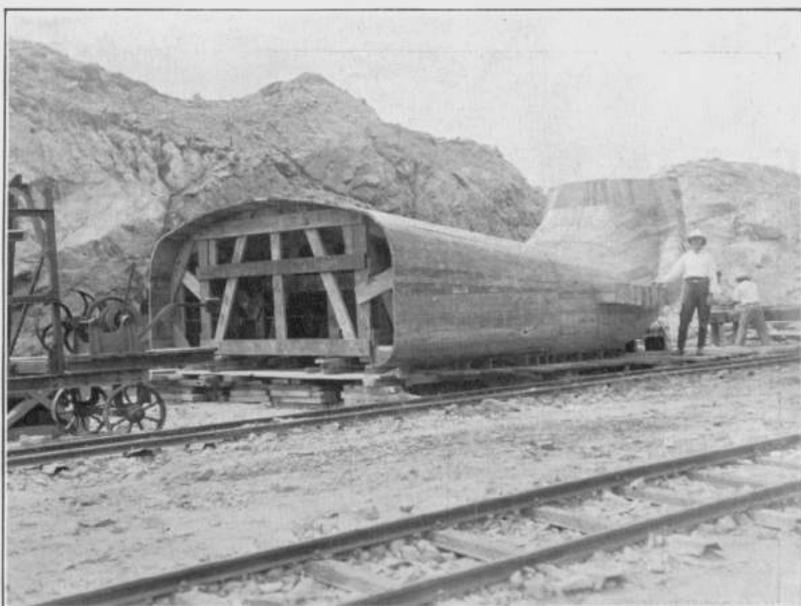


FIG. 14. — Cintre de coffrage des canaux d'aspiration.

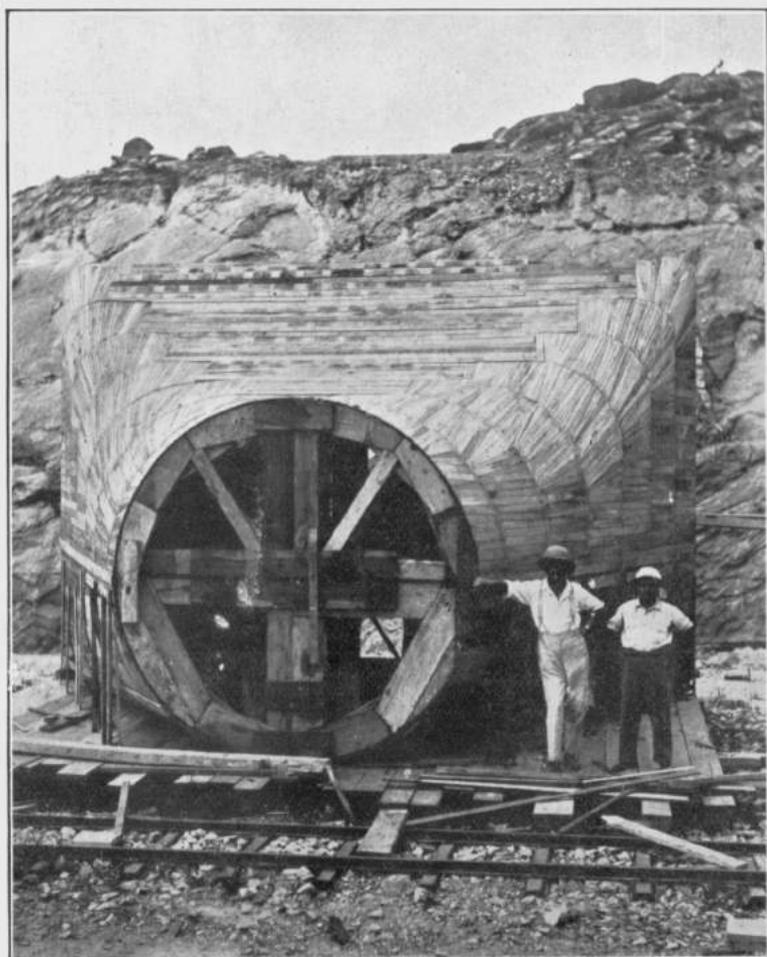


FIG. 15. — Coffrage du cône d'entrée de la galerie d'adduction.

3° Un câble souterrain longeant la voie du Chemin de fer du Congo entre la centrale et Matadi.

La Compagnie du Chemin de fer du Congo adopta la solution par ligne aérienne, vu les difficultés de pose et le coût d'un câble, tant selon le tracé direct que suivant la plate-forme de la voie.

La ligne aérienne, longue de 9.800 m., relie la centrale à Matadi-gare avec un branchement vers l'Hôpital de Kinkanda; deux autres branchements sont prévus, l'un vers l'Usine d'Épuration et d'Ozonisation de la distribution d'Eau de Matadi, l'autre prolongeant la ligne de Kinkanda jusqu'au port d'Ango-Ango.

La ligne comprend :

3 conducteurs en cuivre de 32 mm² en nappe horizontale;

2 conducteurs identiques comme câbles de terre;

Pylônes en profilés galvanisés à chaud, assemblés sur place par boulons. Hauteur hors sol de 10,3 à 23,3 m. Fondations sur dés en béton. Chaînes de 2 isolateurs type Motor en alignement; chaînes d'arrêt de 3 isolateurs.

Afin de compléter le dispositif de protection de l'installation, vu les orages fréquents se produisant dans la région, l'isolement de la ligne fut réduit à un isolateur sur les deux pylônes d'alignement des extrémités de la ligne ainsi qu'à l'arrivée aux sous-stations.

La nature montagneuse de la région traversée détermina un profil en long très spécial de la ligne. En effet, les portées varient entre 85 et 325 m., les dénivellations entre deux pylônes atteignent jusqu'à 45 m. et la hauteur même de ceux-ci va de 10,3 à 23,3 m. Certains pylônes placés dans les points bas du terrain sont de ce fait sous tension mécanique et il fallut munir de contrepoids les attaches des conducteurs (fig. 13).

Poids total du cuivre	18 tonnes
Poids total des pylônes.	160 tonnes

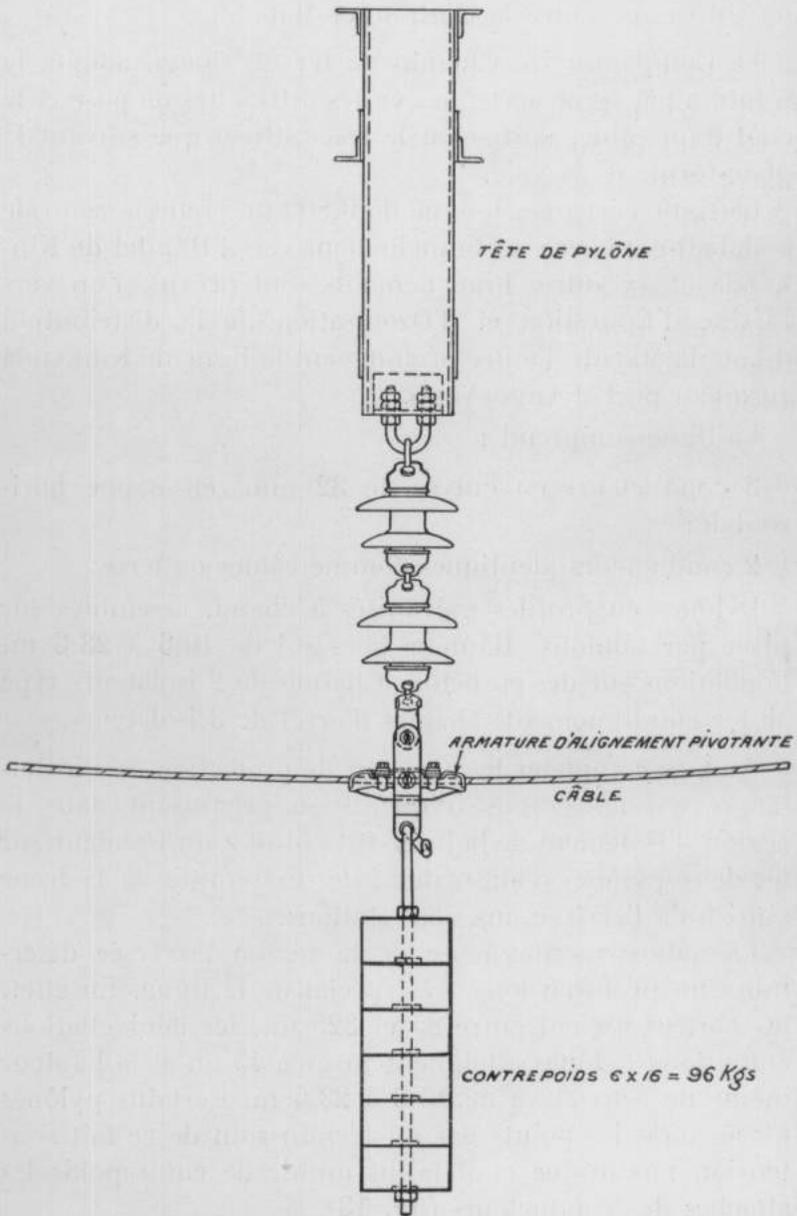


FIG. 13. — Attaches de conducteur avec contrepois.

J. — *Sous-stations.*

Quatre sous-stations 15.000/380 volts alimentent en basse tension les habitations du personnel et les ateliers de la Compagnie du Chemin de fer du Congo : la sous-station Matadi-Ville-Haute comprenant deux transformateurs de 65 KVA; la sous-station Venise en bordure du fleuve : 1 transformateur de 125 KVA; la sous-station de l'Atelier de locomotives à la Gare : 2 transformateurs de 125 KVA et la sous-station Kinkanda desservant le quartier des hôpitaux européen et indigène : 1 transformateur de 65 KVA.

Deux autres sous-stations de 250 KVA. chacune sont prévues pour l'alimentation de la Manucongo.

Un réseau souterrain à 15.000 volts relie les sous-stations « Venise », « Ateliers de Locomotives » et « Manucongo »; il est complété par un réseau à 380 volts mesurant 3.000 m. desservant les divers ateliers et le réseau d'éclairage.

VII. — MODE ET DISPOSITIFS D'EXÉCUTION

Les avant-projets et plans d'exécution, comme les commandes de matériel, furent étudiés par la Société de Traction et d'Electricité, agissant comme ingénieur-conseil. Les travaux de génie civil furent exécutés par la Société Africaine de Constructions (Safricas), sous la direction du délégué de la Société de Traction et d'Electricité, M. l'ingénieur Bücher. Le montage de la partie électromécanique fut dirigé par M. l'ingénieur de Lancker, de la Société de Traction et d'Électricité, et exécuté par le personnel de la Compagnie du Chemin de fer du Congo avec le concours de chefs-monteurs des Ateliers de Constructions Électriques de Charleroi et de la Société anonyme Escher-Wyss.

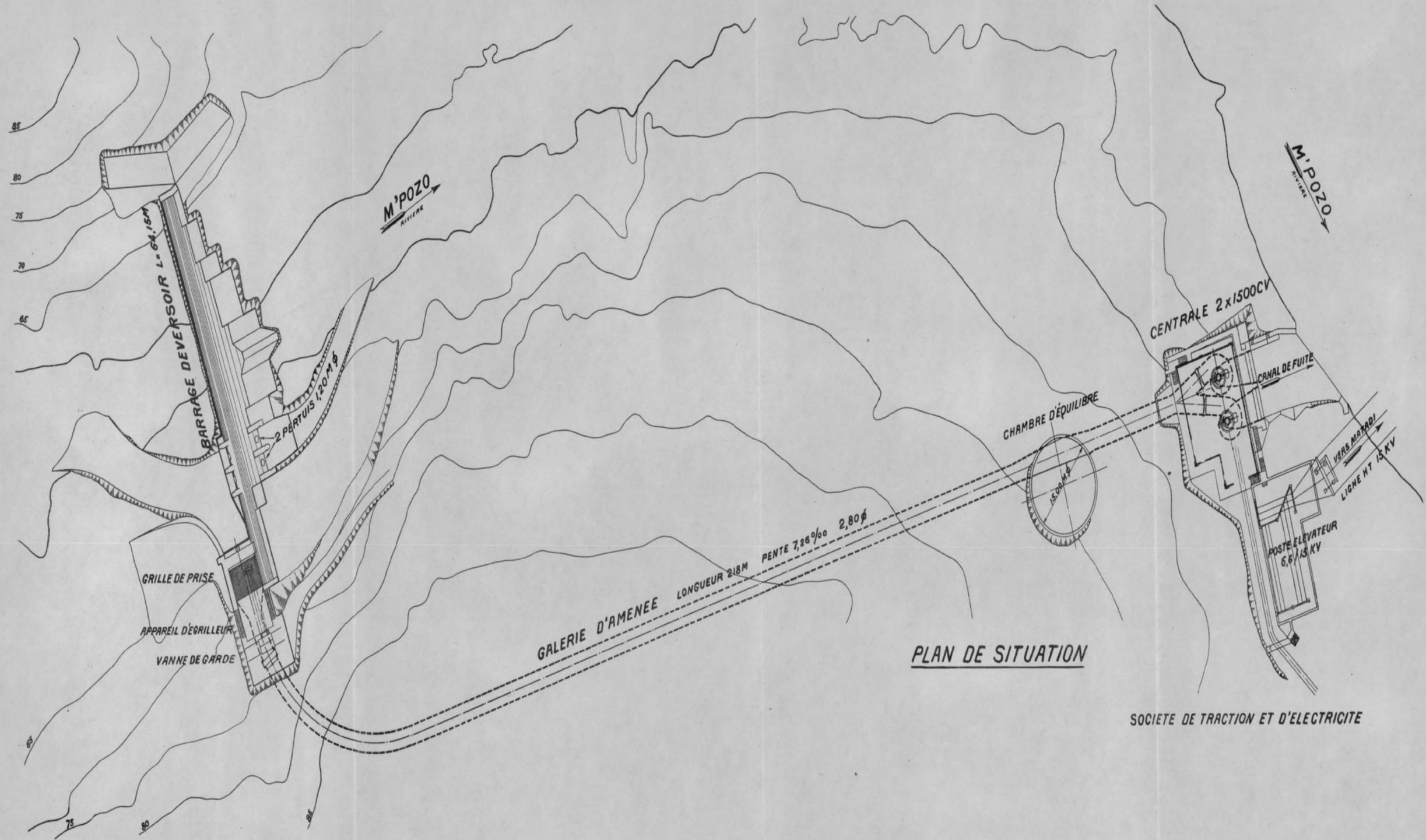
VIII. — TRAVAUX PRÉPARATOIRES

La liaison aisée par rail avec Matadi permit de réduire considérablement les travaux préparatoires, tels que camps européen et indigène. En outre, certaines installations de chantier de la transformation de la ligne du chemin de fer avaient été maintenues à proximité des futurs travaux; c'est ainsi que la Société « Safricas » put utiliser ses installations de compression, de concassage et de bétonnage.

Le barrage fut exécuté à sec, en deux tronçons, la rivière étant d'abord dérivée dans la partie gauche de son lit au moyen d'un batardeau maçonné, puis dans la partie droite par les deux pertuis aménagés dans la partie construite de l'ouvrage. Le parachèvement de l'ouvrage se fit lorsqu'il fut possible de dériver le débit d'étiage de la rivière par la galerie d'adduction et des bâches des turbines.

Les fondations de la centrale, qui furent établies à l'abri d'un batardeau, présentèrent de sérieuses difficultés, vu le danger créé par les crues violentes de la rivière. Les grands cintres de coffrage (voir fig. 14) des canaux d'aspiration, comme aussi le coffrage de grandes dimensions du cône d'entrée de la galerie (voir fig. 15), furent exécutés entièrement sur place.

Les travaux, commencés en avril 1931, furent achevés en décembre 1933.



PLAN DE SITUATION

SOCIÉTÉ DE TRACTION ET D'ÉLECTRICITÉ

FIG. 10.

PROFIL LONGITUDINAL

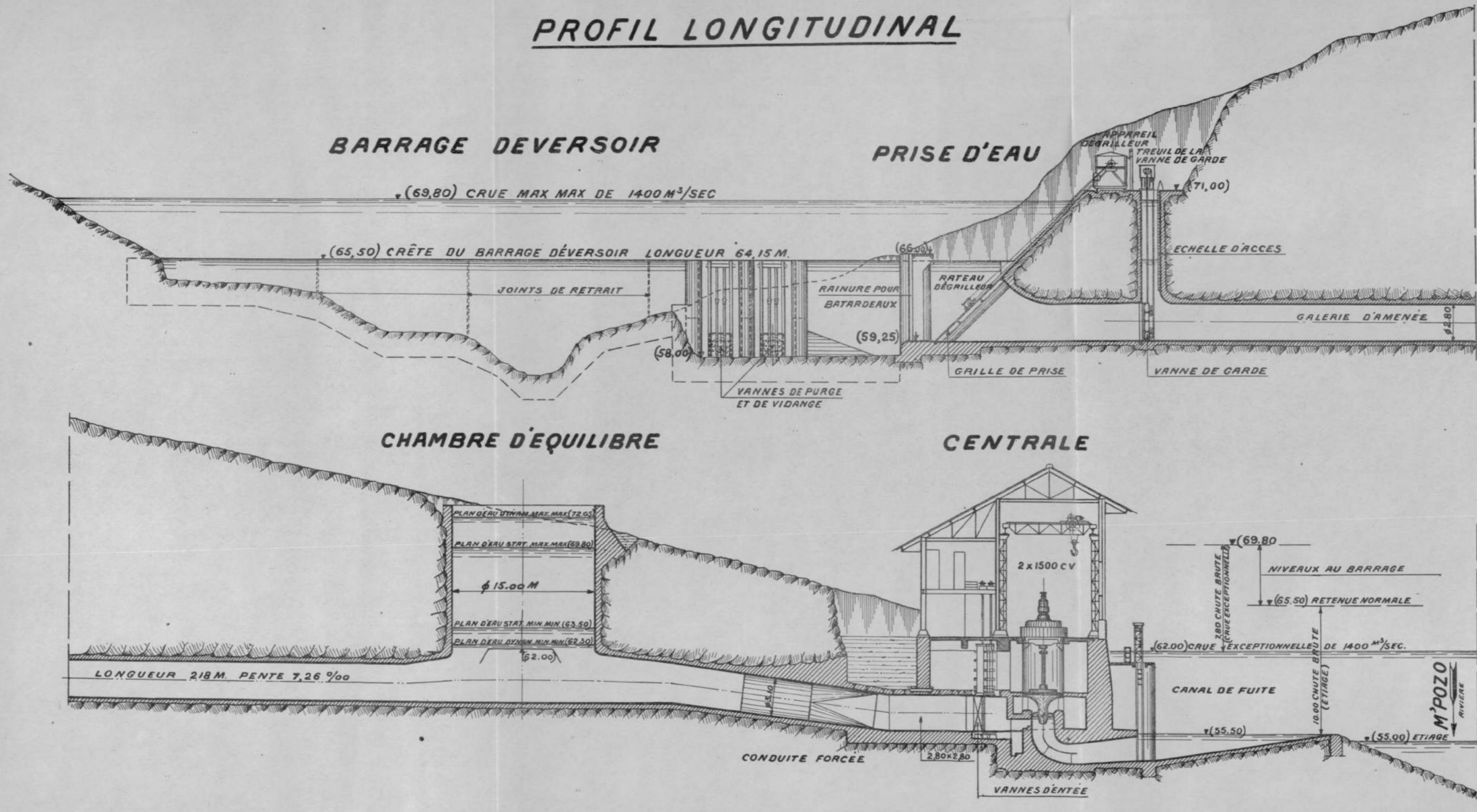


FIG. 9.

Séance du 29 juin 1934.

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

Sont présents : MM. Allard, Bollengier, Deguent, Gevaert, Gillon, le baron Liebrechts, Maury, membres titulaires; MM. De Backer et Roger, membres associés.

Excusés : MM. Moulaert et Olsen.

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

Présentation d'ouvrages.

Le second volume du *Cours de Topographie* de M. *Maury* est déposé sur le bureau de la Section. M. le *Président* remercie.

Communication de M. J. Maury.

M. *Maury* expose le contenu d'une note de M. Letroye, concernant le calcul des points de relèvement topographique avec mesures surabondantes, par la méthode des observations conditionnelles. Cette note complète l'étude présentée antérieurement par M. *Maury* sur l'application au même problème de la méthode des observations indirectes par variation des coordonnées. Ces méthodes peuvent recevoir des applications étendues aux Colonies, notamment pour les travaux cadastraux. (Voir p. 517).

Atlas de la région du Lac Albert.

M. *Maury* présente un atlas de la région du lac Albert qui comprend une série de planches à l'échelle de 1/20.000, établies par redressement photogrammétrique,

de clichés pris en avion et leur interprétation planimétrique à l'échelle de 1/50.000. Ce travail a été établi pour la documentation de l'étude d'un barrage du Nil à sa sortie du lac Albert et a été remis en don par le Gouvernement égyptien au Gouvernement belge, en remerciement de l'autorisation de survol des côtes belges du lac Albert.

Commission de l' « Atlas général du Congo belge ».

La Section prend connaissance des propositions de la Commission de l'Atlas général du Congo Belge et les approuve (voir p. 358).

La séance est levée à 16 heures.

Problème du relèvement par la méthode des observations conditionnelles. — Généralisation.

(Note de M. A. LETROYE, présentée par M. J. MAURY.)

Trois points A, B, C d'une carte étant connus, si d'un point M on mesure les angles 1 et 2 sous lesquels on voit les segments AB et BC, le point M peut être déterminé; c'est le problème de la carte ou problème du relèvement.

Si l'on connaît un quatrième point D de la carte et si au point M on mesure l'angle 3, sous lequel on voit le segment CD, il y a une mesure surabondante et le calcul de M donne lieu à une compensation.

La méthode par variations de coordonnées est celle qui est généralement employée; nous nous proposons de montrer

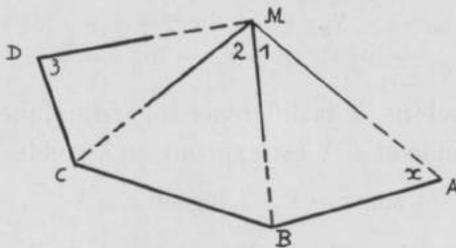


FIG. 1.

comment le problème peut être résolu par la méthode des observations conditionnelles.

Une valeur approchée de l'angle x pourra être trouvée en utilisant les mesures des angles 1 et 2, les longueurs a , b et l'angle ABC.

Si nous traitons cet angle x comme angle mesuré, il y a deux équations de condition : le côté MB a une même valeur dans les deux triangles AMB et BMC, de même que MC dans MBC et MCD :

$$\frac{a \sin x \sin 2}{b \sin 1 \sin p} = 1 \quad \frac{b \sin r \sin 3}{c \sin 2 \sin q} = 1;$$

les angles r , p et q peuvent s'exprimer en fonction de 1, 2, 3 et x .

Si l'on élimine x entre ces deux équations de condition, on aura une relation entre 1, 2 et 3 : $\varphi(1, 2, 3) = 0$.

En rendant minimum la fonction

$$V_1^2 + V_2^2 + V_3^2 + 2\varphi(1, 2, 3) = 0,$$

on trouve V_1 , V_2 et V_3 répondant à la théorie des moindres carrés.

Cette élimination conduirait à des calculs compliqués, x entrant dans les relations sous forme de lignes trigonométriques.

En passant à la forme logarithmique, la première équation aux côtés devient

$$\log a + \log \sin x + \log \sin 2 - \log \sin 1 - \log \sin p - \log b = 0.$$

Appelons V_i la correction à appliquer à l'angle mesuré i pour satisfaire aux conditions géométriques

$$\begin{aligned} \log a + \log \sin(x + V_x) + \log \sin(2 + V_2) - \log \sin(1 + V_1) \\ - \log \sin(p + V_p) - \log b = 0. \end{aligned}$$

Si nous appelons δx la différence logarithmique de $\log \sin x$ pour une seconde et si V est exprimé en secondes, on a

$$\log \sin(x + V_x) = \log \sin x + V_x \delta_x.$$

Les deux équations de condition peuvent donc s'écrire

$$\begin{aligned} \delta_x V_x + \delta_2 V_2 - \delta_1 V_1 - \delta_p V_p + l_1 = 0 \\ \delta_r V_r + \delta_3 V_3 - \delta_2 V_2 - \delta_q V_q + l_2 = 0, \end{aligned}$$

en appelant l_1 et l_2 les termes indépendants.

On exprime V_p , V_r , V_q en fonctions de V_1 , V_2 , V_3 et V_x :

$$\begin{aligned} V_r &= V_1 + V_x \\ V_p &= -V_1 - V_2 - V_x \\ V_q &= -V_1 - V_2 - V_3 - V_x \end{aligned}$$

$$V_1(-\delta_1 + \delta_p) + V_2(\delta_2 + \delta_p) + V_x(\delta_x + \delta_p) + l_1 = 0 \quad (1)$$

$$V_1(\delta_r + \delta_q) + V_2(-\delta_2 + \delta_q) + V_3(\delta_3 + \delta_q) + V_x(\delta_r + \delta_q) + l_2 = 0. \quad (2)$$

Entre ces deux relations, éliminons V_x , qui n'est pas une variation d'angle mesuré, donc pas indépendante.

Le résultat de l'élimination est une expression de la forme

$$A v_1 + B v_2 + C v_3 + L = 0.$$

L'équation corrélative

$$(A^2 + B^2 + C^2) K + L = 0$$

donne

$$K = -\frac{L}{A^2 + B^2 + C^2},$$

d'où

$$V_1 = KA$$

$$V_2 = KB$$

$$V_3 = KC;$$

des relations (1) ou (2) on déduit v_x et l'on calcule aisément les côtés et les angles des triangles MAB, MBC et MBD.

Exemple (1).

Les points Kaseke, Disanta, Maziwa, Kambe sont connus par leurs coordonnées géographiques.

Les logarithmes des longueurs des côtés sont les suivants :

$$\text{Kaseke-Disanta} = 4,209 \quad 2941$$

$$\text{Disanta-Maziwa} = 4,371 \quad 0912$$

$$\text{Maziwa-Kambe} = 4,335 \quad 1353.$$

Par différence d'azimuts, on obtient les angles

$$\text{en Disanta} = a = 77^\circ 33' 34'' 00$$

$$\text{en Maziwa} = b = 168 \quad 56 \quad 29 \quad 83.$$

Au point Kamanda, on a mesuré les angles :

$$1 = 115^\circ 46' 42'' 00$$

$$2 = 94 \quad 49 \quad 46 \quad 12$$

$$3 = 21 \quad 56 \quad 33 \quad 90$$

On suppose $x = 41^\circ 29' 37'' 04$, valeur trouvée par un calcul fait en coordonnées rectangulaires.

(1) Cet exemple est tiré de la *Triangulation du Katanga*.

Les équations de condition s'obtiennent en écrivant que le côté Disanta-Maziwa, calculé en partant de Kaseke-Disanta, a une valeur fixée, de même que Maziwa-Kambe, calculé en partant de Disanta-Maziwa.

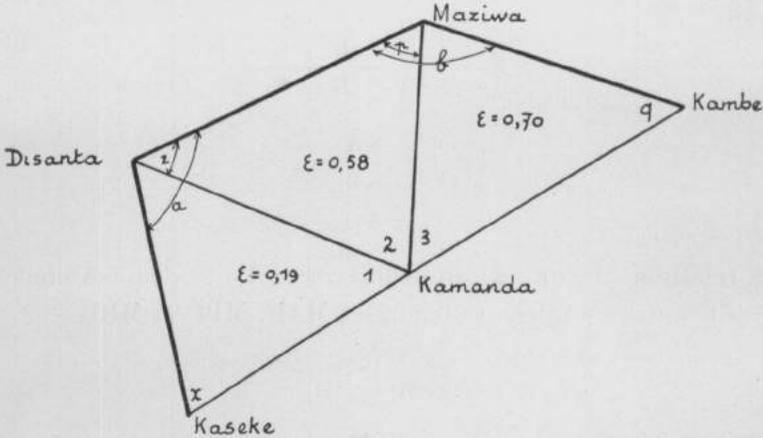


FIG. 2.

$$\frac{\text{Kaseke-Disanta} \sin x \cdot \sin 2}{\sin 1 \cdot \sin p \text{ Disanta-Maziwa}} = 1$$

$$\frac{\text{Disanta-Maziwa} \sin r \cdot \sin 3}{\sin 2 \cdot \sin q \text{ Maziwa-Kambe}} = 1.$$

Ces deux équations, traitées comme il est dit plus haut, prennent les formes suivantes :

$$1,02 V_1 - 0,18 V_2 + 2,38 V_x - 3,60 V_p - 1,70 = 0$$

$$1,48 V_r + 5,23 V_3 + 0,18 V_2 - 5,97 V_q - 45,15 = 0$$

en unités de la sixième décimale.

En remplaçant V_p , V_r , V_q par leurs valeurs

$$V_p = -V_1 - V_2 - V_x$$

$$V_r = V_1 + V_x$$

$$V_q = -V_1 - V_2 - V_3 - V_x,$$

on obtient les deux équations sous la forme :

$$5,98 V_x + 4,62 V_1 + 3,42 V_2 - 1,70 = 0 \quad (1)$$

$$7,45 V_x + 7,45 V_1 + 6,15 V_2 + 11,20 V_3 - 45,15 = 0. \quad (2)$$

En éliminant V_x entre ces deux relations, il reste une seule équation de condition :

$$1,69 V_1 + 1,89 V_2 + 11,20 V_3 - 43,03 = 0.$$

L'équation corrélatrice

$$131,8682 K - 43,03 = 0$$

donne $K = 0,3263$; d'où

$$V_1 = + 0''55$$

$$V_2 = + 0 62$$

$$V_3 = + 3 65$$

De (1) ou de (2) on tire $V_x = - 0''50$.

N°	Angles observés			V.	Angles compensés		Log. Sinus.	Log. Côtés.
	Sphériques.	ε	Plans.		Plans.	Sphériques.		
1	115°46'42''00	7	41''93	0,55	42''48	42''55	9 9544 751	4 209 2941
<i>x</i>	41 29 37 04	6	36 98	- 0,50	36 48	36 54	9 8212 086	4 076 0276
<i>a-r</i>	22 43 41 15	6	41 09	- 0,05	41 04	41 10	9 5869 898	3 841 8088
		19						
2	94 49 46 12	20	45 92	0,62	46 54	46 74	9 9984 533	4 371 0912
<i>r</i>	54 49 52 85	19	52 66	0,05	52 71	52 90	9 9124 664	4 285 1023
<i>p</i>	30 20 21 61	19	21 42	- 0,67	20 75	20 94	9 7033 917	4 076 0276
		58						
3	21 56 35 90	23	35 67	3,65	39 32	39 55	9 5725 282	4 335 1353
<i>b-p</i>	138 36 08 22	24	07 98	0,67	08 65	08 89	9 8203 857	4 582 9928
<i>q</i>	19 27 16 58	23	16 35	- 4,32	12 03	12 26	9 5224 952	4 285 1023
		70						

GÉNÉRALISATION

Si l'on connaît $(n + 1)$ points de la carte et si en un point M on mesure les n angles sous lesquels, de ce point, on voit les n longueurs connues, il y a $(n - 2)$ équations de condition à satisfaire. On suppose x la valeur d'un des angles en un point connu.

En traitant x comme un angle observé, on aura alors $(n - 1)$ équations de condition, chacune d'elles s'obtenant en écrivant que deux triangles adjacents ont un côté commun.

Si après avoir mis les équations de condition sous la forme logarithmique on élimine V_x , inconnue non indépendante entre les $(n - 1)$ équations, il reste $(n - 2)$ équations de condition que l'on traite par la méthode habituelle.

Le problème suivant peut aussi se résoudre d'une manière analogue :

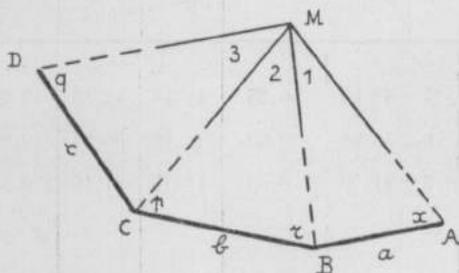


FIG. 3.

Nous supposons que les points A, B, C, D sont connus et que, pour déterminer le point M, on ait mesuré les angles 1, 2 en M et l'un des angles MDA, MDB, MDC en D.

CALCUL D'UN GROUPE DE POINTS

La méthode peut aussi s'appliquer au calcul d'un groupe de points.

L'exemple suivant en est une application.

Les points Diundwe, Maziwa, Kyabano, Kipese, Kambe, Kyampepe et Kijilo sont connus par leurs coordonnées géographiques.

Le tableau suivant donne les azimuts, les azimuts verses et les longueurs des côtés connus.

	Azimuts.	Azimuts verses.	Log côtés.
Kyampepe-Kijilo . . .	221° 53' 41" 44	41° 52' 39" 21	4.201 3464
Kyampepe-Kambe . . .	145 47 23 47	325 48 18 68	4.224 4881
Kyampepe-Kyabano . .	56 15 02 60	236 16 24 89	4.223 2254
Kyampepe-Kipese . . .	25 17 34 05	205 18 10 37	4.156 4802
Kyabano-Kipese. . . .	295 18 54 71	115 18 08 42	3.934 5332
Kyabano-Kambe	190 57 32 68	10 57 06 32	4.372 6186
Kyabano-Maziwa . . .	126 44 33 81	306 45 42 06	4.158 0072
Kyabano-Diundwe . . .	29 30 52 53	209 31 24 42	4.035 2395

On veut calculer les points Katanda et Kibidila; dans ce but, on a mesuré en Katanda les angles

$$1 = 18^{\circ} 15' 34'' 25$$

$$2 = 13 00 54 75$$

en Maziwa l'angle

$$3 = 93 39 11 81$$

en Kibidila les angles

$$4 = 12 36 59 60$$

$$5 = 5 50 48 10$$

$$6 = 18 19 55 10$$

$$7 = 20 01 28 50$$

$$8 = 13 06 01 70$$

Les angles supposés sont

$$x = 9 11 24 30$$

$$y = 61 31 09 12$$

On a mesuré 8 angles ; pour former les équations de condition, on traite les deux angles supposés comme angles mesu-

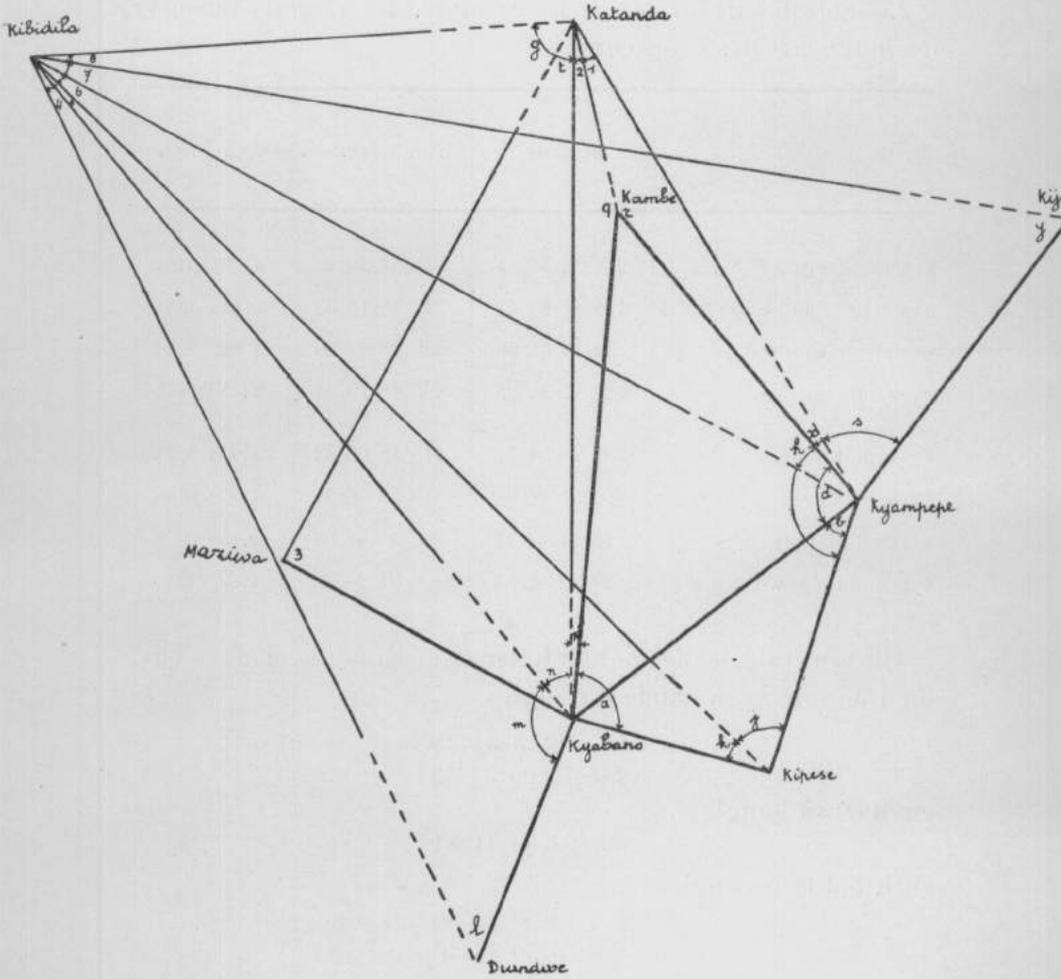


FIG. 4.

rés ; il y a donc lieu d'écrire 6 équations de condition. L'élimination des deux angles non indépendants donnera un système de 4 équations de condition.

Les équations de condition sont :

- 1) $\frac{\text{Kambe-Kyampepe } \sin x \cdot \sin 2}{\text{Sin } 1 \cdot \sin p \text{ Kambe-Kyabano}} = 1$
- 2) $\frac{\text{Kyampepe-Kyabano } \sin q \cdot \sin t}{\text{Sin } 2 \cdot \sin 3 \text{ Kyabano-Maziwa}} = 1$
- 3) $\frac{\text{Kyampepe-Kijilo } \sin y \cdot \sin 6}{\text{Sin } 7 \cdot \sin j \text{ Kyampepe-Kipese}} = 1$
- 4) $\frac{\text{Kyampepe-Kipese } \sin u \cdot \sin 5}{\text{Sin } 6 \cdot \sin (n + p + a) \text{ Kipese-Kyabano}} = 1$
- 5) $\frac{\text{Kipese-Kyabano } \sin k \cdot \sin 4}{\text{Sin } 5 \cdot \sin l \text{ Diundwe-Kyabano}} = 1$
- 6) $\frac{\text{Sin } (7 + 8) \cdot \sin (1 + 2) \cdot \sin (d - h) \cdot \sin n}{\text{Sin } (5 + 6) \cdot \sin (g + t) \cdot \sin (h + x) \cdot \sin (p + c)} = 1.$

Ces équations, traitées de la manière habituelle, peuvent s'écrire :

- 1) $13,01 V_x - 6,38 V_1 + 9,11 V_2 - 25,71 V_p - 11,8 = 0$
- 2) $-6,60 V_q + 4,17 V_t - 9,11 V_2 + 0,13 V_3 + 3,2 = 0$
- 3) $1,14 V_y + 6,35 V_6 - 5,78 V_7 - 1,05 V_j + 53,35 = 0$
- 4) $-0,30 V_u + 20,57 V_5 - 6,35 V_6 + 3,32 V_{n+p+a} - 190,33 = 0$
- 5) $4,22 V_k + 9,40 V_4 - 20,57 V_5 - 1,81 V_l + 268,33 = 0$
- 6) $3,23 (V_7 + V_8) + 3,47 (V_1 + V_2) + 0,88 V_{d-h} + 2,64 V_u$
 $- 0,22 V_{g+t} - 3,43 V_{x+h} - 1,77 V_{p+c} - 4,69 (V_5 + V_6)$
 $+ 103,32 = 0.$

En exprimant tous les V en fonctions de $V_1, V_2, \dots, V_8, V_x$ et V_y on a :

$$\begin{aligned} V_p &= -(V_1 + V_2 + V_x) \\ V_q &= + V_1 + V_x \\ V_t &= -(V_1 + V_2 + V_3 + V_x) \\ V_j &= -(V_6 + V_7 + V_y) \\ V_u &= V_7 + V_y \\ V_{n+p+a} &= -(V_5 + V_6 + V_7 + V_y) \\ V_k &= V_6 + V_7 + V_y \end{aligned}$$

$$V = -(V_4 + V_5 + V_6 + V_7 + V_y)$$

$$V_{d-h} = + V_7 + V_y$$

$$V_u = + V_1 + V_2 + V_x - V_y - V_5 - V_6 - V_7$$

$$V_{g+t} = - V_1 - V_2 - V_x + V_y - V_8$$

$$V_{x+h} = V_x - V_y - V_7.$$

Les 6 relations deviennent donc :

$$\begin{aligned} & 38,72 V_x + 19,33 V_1 + 34,82 V_2 - 11,8 = 0 \\ - & 10,77 V_x - 10,77 V_1 - 13,28 V_2 - 4,04 V_3 + 3,2 = 0 \\ & 2,19 V_y + 7,40 V_6 - 4,73 V_7 + 53,35 = 0 \\ - & 3,62 V_y - 3,62 V_7 + 17,23 V_5 - 9,67 V_6 - 190,33 = 0 \\ & 6,03 V_y + 6,03 V_6 + 6,03 V_7 + 11,21 V_4 - 18,76 V_5 + 268,33 = 0 \\ & 8,10 V_1 + 8,10 V_2 - 7,33 V_5 + 4,90 V_7 + 3,45 V_8 + 1,20 V_x \\ & \quad + 1,45 V_y - 7,33 V_6 + 103,32 = 0. \end{aligned}$$

L'élimination de v_x et de v_y se fait en tirant v_x de la première équation, v_y de la troisième et en remplaçant v_x et v_y par leurs valeurs dans les autres équations.

Les 4 équations conditionnelles sont donc :

$$\begin{aligned} & 5,39 V_1 + 3,59 V_2 + 4,04 V_3 + 0,08 = 0 \\ & 17,25 V_5 + 2,56 V_6 - 11,44 V_7 - 102,14 = 0 \\ & 11,21 V_4 - 18,76 V_5 - 14,35 V_6 + 19,05 V_7 + 121,43 = 0 \\ & 7,50 V_1 + 7,02 V_2 - 7,33 V_5 - 12,23 V_6 + 8,03 V_7 + 3,45 V_8 \\ & \quad + 68,37 = 0. \end{aligned}$$

EQUATIONS CORRELATIVES

	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄		S		
V ₁	+ 5,39	—	—	+ 7,50	—	12,89	V ₁ =	- 0,24
V ₂	+ 3,59	—	—	+ 7,02	—	10,61	V ₂ =	- 0,48
V ₃	+ 4,04	—	—	—	—	4,04	V ₃ =	+ 0,73
V ₄	—	—	+ 11,21	—	—	11,21	V ₄ =	+ 1,45
V ₅	—	+ 17,25	- 18,76	- 7,33	—	- 8,84	V ₅ =	+ 4,18
V ₆	—	+ 2,56	- 14,35	- 12,23	—	- 24,02	V ₆ =	+ 0,92
V ₇	—	- 11,44	+ 19,05	+ 8,03	—	+ 15,64	V ₇ =	- 2,43
V ₈	—	—	—	+ 3,45	—	3,45	V ₈ =	- 0,55
l _m	+ 0,08	-102,14	+121,43	+ 68,37	—	—	on déduit	
							V _σ =	0,86
							V _y =	-32''72

EQUATIONS NORMALES ET RESOLUTION

58,2618	0	0	65,6268	+ 0,08	123,9686
1	0	0	1,1264	0,0014	2,1278
	434,9897	-578,2780	- 249,6145	-102,14	-495,0428
	1	- 1.3294	- 0,5738	- 0,2348	- 1,1380
		277,6639	+ 134,1669	- 14,3497	+397,4811
		1	+ 0,4832	- 0,0517	+ 1,4315
			103,2353	16,6051	119,8188
			1	0,1608	1,1608
K ₁ = -0,1797	K ₂ = +0,3146	K ₃ = +0,1294	K ₄ = -0,1608		

N ^o	Angles observés			V	Angles compensés		Log. Sinus.	Log. Côtés.
	Sphériques.	ϵ	Plans.		Sphériques.	Plans.		
1	18° 15' 34'' 25	6	34'' 19	- 0,24	34' 01	33'' 95	9 4959 883	4 224 4881
<i>x</i>	9 11 24 30	6	24 24	0,86	25 16	25 10	9 2033 434	3 931 8432
<i>r</i>	152 33 01 62	5	01 57	- 0,62	01 00	00 95	9 6636 729	4 392 1727
		0,17						
2	13 00 54 75	5	54 70	- 0,48	54 27	54 22	9 3525 822	4 372 6186
<i>q</i>	162 18 10 74	6	10 68	+ 0,62	11 36	11 30	9 4828 462	4 502 8826
<i>p</i>	4 40 54 67	5	54 62	- 0,14	54 53	54 48	8 9118 068	3 931 8432
		0 16						
	59 32 04 20	33	03 87	0,14	04 34	04 01	9 9354 741	4 439 2402
3	93 39 11 81	34	11 47	0,73	12 54	12 20	9 9991 165	4 502 8826
<i>t</i>	26 48 44 99	33	44 66	- 0,87	44 12	43 79	9 6542 411	4 158 0072
		1,00						
<i>h + x + s</i>	98 27 24 02	54	23 48	+35,15	59 17	58 63	9 9952 507	4 662 0510
<i>y</i>	61 31 09 12	53	08 57	-32,72	30' 36 40	35 85	9 9439 394	4 610 7397
7	20 01 28 50	53	27 95	- 2,43	26 07	25 52	9 5345 461	4 201 3464
		1,64						
<i>u</i>	98 08 43 37	50	42 87	-35,15	08 22	07 72	9 9956 072	4 654 4334
<i>j</i>	63 31 23 01	49	22 52	34,23	57 24	56 75	9 9519 137	4 610 7399
6	18 19 55 10	49	54 61	+ 0,92	56 02	55 53	9 4976 540	4 156 4802
		1,48						
<i>n + p + a</i>	147 40 33 40	14	33 26	+30,05	41' 03 45	03 31	9 7280 165	4 654 4331
<i>k</i>	26 28 38 94	15	38 79	-34,23	04 71	04 56	9 6490 396	4 575 4562
5	5 50 48 10	15	47 95	4,18	52 28	52 13	9 0081 166	3 934 5332
		0,44						

N°	Angles observés			V.	Angles compensés.		Log. Sinus.	Log. Côtés.
	Sphériques.	ε	Plans.		Sphériques.	Plans.		
<i>m</i>	118° 07' 28" 78	30	28' 48	-30,05	06' 58" 73	58' 43	9 9454 654	4 644 3914
<i>l</i>	49 15 32 54	31	32 23	28,60	16 01 44	00 83	9 8795 302	4 575 4562
4	42 36 59 60	31	59 29	1,45	37 04 05	00 74	9 339 3135	4 035 2395
		<u>0,92</u>						
5+6+7+8	57 18 13 40	64	12 76	2,12	15 52	14 88	9 9250 798	4 502 8826
<i>n</i>	38 38 16 70	64	16 06	30,19	46 89	46 25	9 7955 390	4 373 3448
<i>g+t</i>	84 03 31 81	63	31 18	-32,31	02 59 50	58 87	9 9976 538	4 575 4566
		<u>1,91</u>						
7+8	33 07 30 20	45	29 75	- 2,98	27 22	26 77	9 7375 539	4 392 4727
<i>h+x</i>	31 32 30 35	45	29 90	+36,01	33 06 36	05 91	9 7187 232	4 373 3420
1+2+ <i>g+t</i>	145 20 00 81	46	00 35	-33,03	19 27 78	27 32	9 9561 212	4 610 7400
		<u>1,36</u>						

Remarques.

1° La valeur de l'angle x intervient dans les calculs sous les formes de $\log \sin x$ et de la différence tabulaire de $\log \sin x$. Elle doit être suffisamment approchée pour que les termes indépendants des équations de condition ne soient pas trop forts.

Cette valeur de x peut résulter d'un calcul précédent ou du relèvement fait par trois points avec les deux angles mesurés correspondants.

2° Les méthodes d'observation qui conduisent à des calculs de ce genre ne sont peut-être pas à recommander au point de vue géodésique. Toutefois, dans les pays neufs, lorsque la construction des signaux se fait au fur et à mesure de l'avance-

ment des travaux ou lorsqu'il s'agit de stations de remplissage, elles donnent de bons résultats, ainsi qu'on peut en juger d'après les exemples tirés de la *Triangulation du Katanga*.

3° Le calcul des points, fait par variations de coordonnées, donne des résultats sensiblement égaux. Ainsi, dans le calcul de Kamada, on a trouvé par cette méthode :

$$V_1 = 0''59$$

$$V_2 = 0\ 62$$

$$V_3 = 3\ 65.$$

4° Les exemples montrent également comment les équations normales sont traitées au bureau des calculs.

Si la méthode employée est celle de Doolittle, perfectionnement de la méthode de Gauss ⁽¹⁾, on en a modifié considérablement l'application.

Au lieu de former les équations normales et de dresser les tableaux A, B, C... comme fait M. Doolittle, l'on n'établit que la première équation normale. Celle-ci explicitée permet d'éliminer immédiatement, dans la deuxième équation normale en formation, le terme contenant le premier corrélatif. De même que dans la troisième équation, on élimine déjà les deux premiers corrélatifs, en utilisant les deux équations précédentes, et ainsi de suite.

Grâce aux vérifications que l'on peut faire après chaque élimination, par suite de l'introduction de la colonne sommes, on peut être certain des résultats partiels obtenus.

Cette méthode exige évidemment une connaissance approfondie de la suite des opérations à effectuer, une attention des plus soutenue et une grande pratique du travail à la machine.

Dans le calcul des v , la plus grande partie des écritures a été également supprimée.

(1) *The adjustment of observations* by Wright and Hayford, 91, p. 114.

Séance du 27 juillet 1934.

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

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

Excusés : MM. Bollengier, Cito et Lemans.

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

Présentation d'ouvrages.

Est déposé sur le bureau un exemplaire de la planche topographique : *Feuille Sakania*, avec notice explicative, offert par le Comité Spécial du Katanga.

— Remerciements.

Communication de M. E. De Backer.

M. *De Backer* donne lecture d'une note de M. Schoentjes qui fait suite aux considérations générales sur l'urbanisme au Congo belge (voir *Bulletin*, IV, 1933, fasc. 2, p. 531). Après avoir examiné les données démographiques du problème, l'auteur détermine les superficies relatives des diverses zones de la ville embryonnaire. Il aborde ensuite l'aspect financier de la question et calcule les frais de premier établissement d'une ville : expropriations, débroussements, voirie, égouts, distribution d'eau, éclairage, plantation, études. Pour l'établissement des calculs il s'est basé sur les prix de Léopoldville, en 1930. Ces calculs, tout en restant théoriques, sont utiles pour permettre de fixer le prix des parcelles dans les différents quartiers, en vue de récupérer, dans une certaine mesure, par le produit

des ventes de terrain, les dépenses de premier établissement de la ville (voir p. 534).

Un échange de vues se produit sur cette question. MM. *le Président, Moulaert, Maury et De Backer* y prennent part.

M. *Moulaert* rappelle les instructions qu'il a données sur la matière et qui sont datées de Coquilhatville, 28 janvier 1918.

Il estime que dans la cuvette centrale, les parcelles de 30 m. × 30 m. sont nettement insuffisantes; 50 m. × 50 m. devrait être le minimum, avec défense de lotir la parcelle et de dépasser 25 % en superficie bâtie.

En région tropicale, il ne faut admettre qu'un boy par parcelle.

Les erreurs commises proviennent de ce qu'on a voulu doter les villes équatoriales de services inadaptés à leurs dimensions : distributions d'eau, égouts, voirie européenne.

M. *Moulaert* estime aussi qu'en région équatoriale, il est impossible d'admettre des maisons jointives et des agglomérations serrées.

Dans ces questions, les considérations d'hygiène et d'esthétique doivent être prépondérantes et les discussions doivent porter sur des situations concrètes.

Commission de l'« Atlas général du Congo belge ».

La Section est représentée par deux membres dans la Commission des Sciences minéralogiques et par trois membres dans celle de l'économie politique, en vue de l'élaboration de l'Atlas général du Congo belge. Elle désigne pour la Commission minéralogique, MM. *Fontainas* et *Anthoine* et pour la Commission économique, MM. *le baron Liebrechts, Moulaert* et *De Backer*. M. *Maury*, chef du service cartographique du Ministère des Colonies, fera partie de toutes les Commissions spéciales et convoquera celles-ci dans son bureau.

Observations magnétiques au Katanga.

M. *Dehalu* demande une majoration de quelques milliers de francs pour payer une prolongation d'un mois de séjour de M. Molle et le retour de celui-ci. Cette question sera soumise à la Commission administrative avec l'avis favorable de la Section.

La séance est levée à 16 h. 30.

Considérations générales sur l'urbanisme au Congo belge.

(SUITE.)

(Note de M. R. SCHOENTJES, présentée par M. E. DE BACKER.)

Dans notre communication précédente (voir *Bulletin* d'avril 1933), nous avons déterminé les dimensions maxima des divers éléments — parcelle, voie publique — entrant dans la composition de chacune des parties de la ville coloniale. D'autre part, l'incertitude au sujet du développement à prévoir pour un groupement urbain en pays neuf, nous a conduit à concevoir un thème urbanistique théorique, permettant l'extension des différentes zones indépendamment les unes des autres, en partant d'un noyau commun.

Partant des dimensions minima des parcelles et des voies publiques, voyons maintenant quelles seront les résultantes de l'application de ces dimensions, d'abord aux îlots des diverses zones, ensuite à l'ensemble de ces îlots, c'est-à-dire à la ville elle-même.

Les considérations qui suivent ne doivent pas être acceptées comme ayant une valeur dogmatique absolue. Elles n'ont d'autre prétention que d'établir une méthode, un point de départ, pouvant être utile à consulter pour des réalisations urbanistiques futures.

I. — DONNÉES DÉMOGRAPHIQUES.

A. Les statistiques démographiques officielles ne nous fournissent de renseignements qu'au point de vue des subdivisions administratives, provinces ou districts. Elles n'existent pas pour les circonscriptions urbaines.

Il nous a donc fallu glaner nos chiffres dans des docu-

ments épars, avoir recours à nos constatations personnelles ou à l'expérience acquise par d'autres coloniaux.

L'entrecouplement de ces divers renseignements nous a conduit à des moyennes s'écartant relativement peu des cas extrêmes. Ces moyennes nous serviront, une fois pour toutes, à poser ce que nous appellerons l'équation d'une ville congolaise. Leur valeur relative peut, sans aucune difficulté, être précisée dans chaque cas particulier. Le développement de l'équation variera en conséquence.

Les moyennes en question sont les suivantes :

1. Dans les agglomérations urbaines, les chiffres de la population européenne et indigène des deux sexes sont dans le rapport de 1 à 10.

2. Si, dans les postes peu importants, le nombre de femmes et d'enfants européens est de 50 % du nombre d'Européens mâles, cette proportion s'élève à 100 % dans les grands centres. Ce phénomène s'explique aisément par les plus grandes facilités d'existence.

Il en résulte donc que le nombre d'habitants par maison, par parcelle et par hectare augmente avec l'extension de la ville.

3. Le nombre d'établissements commerciaux et industriels est environ le quart du nombre des habitations privées.

Nous n'avons pas trouvé de statistiques dissociant ces deux éléments : établissements commerciaux, d'une part et établissements industriels, d'autre part.

Il résulte des renseignements que nous avons pu recueillir et des constatations que nous avons faites personnellement, qu'au moment de la concurrence commerciale la plus intense, — en 1928 et en 1929, — le nombre de factoreries et magasins n'a jamais dépassé 1/10 du nombre des habitations privées. Nous croyons pouvoir en conclure que ce pourcentage peut être considéré comme un maximum.

B. Nous n'avons trouvé aucune donnée démographique au sujet des agglomérations urbaines au début de leur formation.

Or, la question est d'importance.

En effet, nous avons considéré la cité congolaise comme devant être extensible en toutes ses zones.

Quelle importance devons-nous donner au premier noyau? Ce noyau peut être l'origine possible d'une grande ville future, mais l'agglomération peut aussi rester stationnaire et il n'est pas moins désirable dans ce cas que la ville forme un tout.

Ne disposant pas de chiffres, nous devons recourir à l'hypothèse. Tâchons de rendre celle-ci aussi vraisemblable qu'il est possible.

Une ville nouvelle se crée, soit à l'endroit d'un nouveau point de transit, soit au siège d'exploitation d'une industrie importante. Le plus souvent, l'autorité en profitera pour y fixer un chef-lieu administratif de territoire, de district ou de province.

Dans chaque cas particulier, il sera donc possible, sans difficulté et en réduisant les approximations au minimum, de fixer le nombre de fonctionnaires, d'agents de Sociétés qui constitueront les premiers habitants.

Les données démographiques moyennes que nous avons établies précédemment permettront d'en déduire aisément le nombre de femmes et d'enfants, le nombre de commerçants libres et le chiffre de la population indigène qui en résulteront.

Pour ce qui concerne notre étude théorique actuelle, nous fixerons à 100 le chiffre de base démographique; il ne s'écarte guère de la vraisemblance.

Nous appuyant sur ce chiffre de base, nous en déduisons, à l'aide des moyennes déjà mentionnées, les autres éléments démographiques de notre ville embryonnaire.

Ensuite, recourant aux données minima concernant les parcelles et la voirie des différentes zones, nous pourrons

déterminer les superficies partielles et totales de la dite ville embryonnaire dans divers cas.

Après cela, en chiffrant le coût des divers éléments, nous arriverons à établir quel serait, dans des conditions bien déterminées correspondant à nos hypothèses, le prix du premier établissement d'une ville congolaise.

Et, pour finir, nous tenterons de voir si ces frais de premier établissement peuvent être récupérés par la vente des terrains destinés à l'occupation européenne, seul élément de rapport possible.

II. — SUPERFICIES RELATIVES DES DIVERSES ZONES DE LA VILLE EMBRYONNAIRE.

Ayant fixé à 100 le nombre d'Européens mâles d'une ville embryonnaire, les données démographiques qui précèdent nous permettent d'en déduire :

a) qu'il faudra une centaine de parcelles résidentielles habitées par 150 blancs des deux sexes;

b) qu'une dizaine de parcelles commerciales suffiront;

c) que la cité indigène devant desservir une population de 1.500 noirs devra comporter, à raison d'une moyenne de 2 indigènes par logement, environ 38 blocs, tels que nous les avons définis dans la communication précédente;

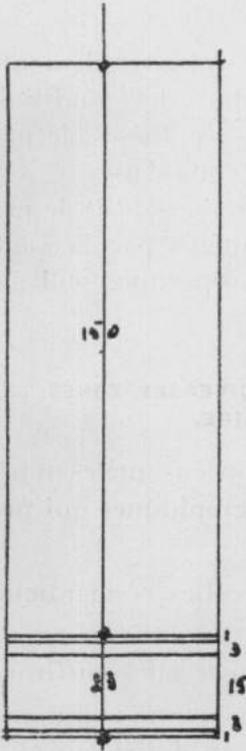
d) quant à la cité industrielle, ses conditions d'établissement dépendent par trop des particularités locales pour que nous puissions acquérir à son sujet, des données caractéristiques de base quant à sa superficie.

En combinant ces données avec les dimensions des éléments constitutifs, parcelles et voies publiques, des diverses zones, nous avons dressé des graphiques. Quelques-uns d'entre eux demandent des éclaircissements.

Croquis I. — Zone industrielle.

L'importance et les dimensions types des îlots ne pouvant être établies à priori dans cette partie de la ville con-

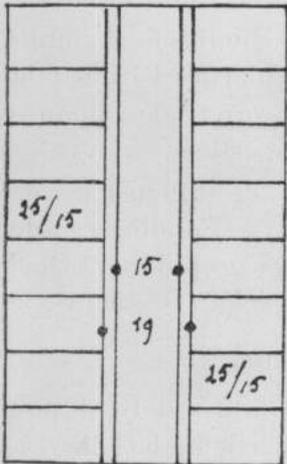
CROQUIS 1.



Zone industrielle.

Parcelle	variable
Profondeur du lotissement	150 m.
Voirie au mètre carré.....	23 m ²
Voirie par rapport à la superficie totale	13 %
Terrain desservi par mètre carré de voirie	150 m ²

CROQUIS 2.



Zone commerciale.

Parcelle	375 m ²
Voirie par parcelle.....	142 m ² 50
Total.....	517 m ² 50
Voirie par rapport à la superficie totale	34 %
Mètre carré de voirie par parcelle	7 m. 50

golaise, nous ne pouvons guère déduire de ce diagramme d'autre renseignement que le rapport de la superficie voirie à la superficie lotie.

Croquis II. — Zone commerciale.

Étant donnée la faible importance relative de la zone commerciale, nous n'avons pas tenu compte des voies transversales éventuelles. Il y a d'ailleurs intérêt, à tous points de vue, de souder étroitement entre elles zone commerciale et zone administrative, l'ensemble constituant le centre vital de l'agglomération.

N'ayant pas abordé dans notre communication précédente le problème de la zone administrative, nous ouvrirons à son sujet une parenthèse.

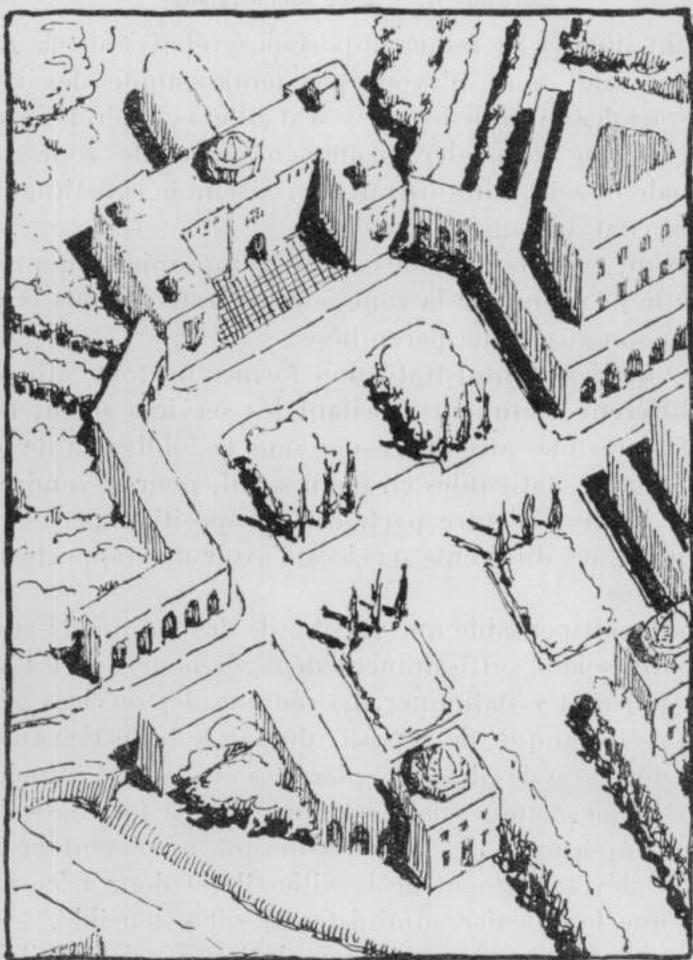
Le quartier administratif doit former un tout, afin que les différents bâtiments abritant les services soient aisément accessibles aux intéressés, sans les obliger à de longues courses, fatigantes en plein soleil, pour se rendre de l'un à l'autre. D'autre part, cette disposition permet au personnel des différents services d'avoir des rapports verbaux aisés.

Il est indispensable que les abords des bâtiments administratifs soient suffisamment dégagés pour que les voitures puissent y stationner. La réunion des services généraux, de la banque, de la poste, du palais de justice autour d'une place ou de plusieurs placettes en contact immédiat avec la voie commerciale est donc tout à fait désirable. Mais l'importance des services devant forcément croître avec le développement de la ville, il est donc nécessaire aussi que le quartier administratif soit extensible.

Nous croyons qu'une bonne solution consiste à établir un parc comme champ d'extension possible des constructions.

Pour rendre notre pensée plus claire, nous présentons un petit croquis à vol d'oiseau, de la place du Gouvernement à Alep.

Le palais gouvernemental forme le fond de l'avenue venant de la gare. Les quatre côtés de la place qui le précède sont bordés de galeries. Derrière celles-ci se construisent, au fur et à mesure des besoins (à droite sur le



ALEP — PLACE DU GOUVERNEMENT.

croquis), les bâtiments des services. Aucune démolition n'est nécessaire lors des extensions, les empiétements se faisant sur les jardins.

Pour fixer les idées, nous avons supposé que les services administratifs seraient desservis par l'hectare de voirie, comprenant une ou plusieurs places, ainsi que les voies latérales d'accès. Nous avons également fixé à un hectare les terrains qu'occuperont les constructions et le parc.

L'ensemble, réalisé d'emblée, peut constituer un charmant programme d'architecture, présentant de l'unité et groupant tous les éléments à caractère monumental de la cité.

Et sans l'avoir recherché le moins du monde et malgré la différence des temps et des lieux, nous revenons à la solution urbanistique que nous trouvons dans toute l'histoire. Notre ensemble administratif, greffé sur la voie commerciale, c'est le forum romain aussi bien que la grand'place du moyen âge.

Croquis III. — Cité résidentielle.

Nous présentons deux croquis de l'îlot type de la cité résidentielle suivant les deux hypothèses que nous avons envisagées : parcelles sans boyeries, parcelles avec boyeries.

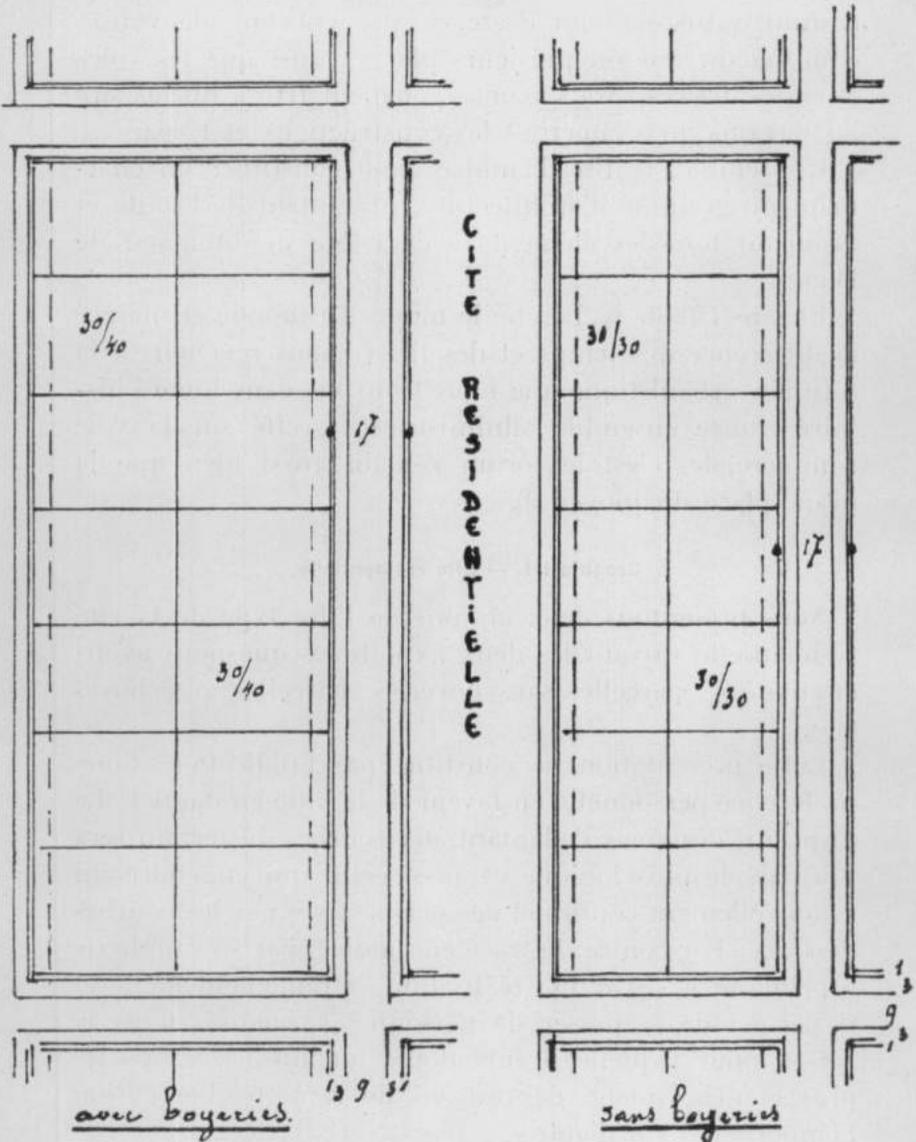
Cette présentation ne constitue pas l'indication d'une préférence personnelle en faveur de la ville en damier. Le dispositif des voies s'adaptant aux courbes du terrain sera toujours le plus logique et aussi celui qui engendre un renouvellement continu des perspectives par les courbes du tracé. Par contre, le tracé en damier, par sa simplicité « primaire », est d'une réalisation extrêmement facile et il permet de se passer de personnel spécialisé. C'est la raison pour laquelle il fut adopté, depuis les temps les plus reculés, quand des raisons de rapidité d'exécution l'emportaient sur d'autres.

Les directives que nous avons suivies pour la composition de nos îlots rectangulaires sont les suivantes :

a) Le dispositif des îlots ouverts, c'est-à-dire avec parcelles extrêmes adossées, ne faisant pas retour face aux

CROQUIS 3.

Cité résidentielle.



Parcelle	1.200 m ²
Ilot	16.800 m ²
Voirie	5.506 m ²
Total.....	22.306 m ²
Voirie par rapport à la superficie totale	25 %
Mètres carrés de voirie par parcelle	20 m.

Parcelle	900 m ²
Ilot	12.600 m ²
Voirie	5.168 m ²
Total.....	17.768 m ²
Voirie par rapport à la superficie totale	29 %
Mètres carrés de voirie par parcelle	20 m. 50

artères transversales. Ce dispositif a deux avantages : il permet d'aérer le bloc librement suivant son axe; il permet également de donner éventuellement moins d'importance aux voies transversales, qui constituent de simples jonctions et ne desservent plus aucune parcelle spécialement.

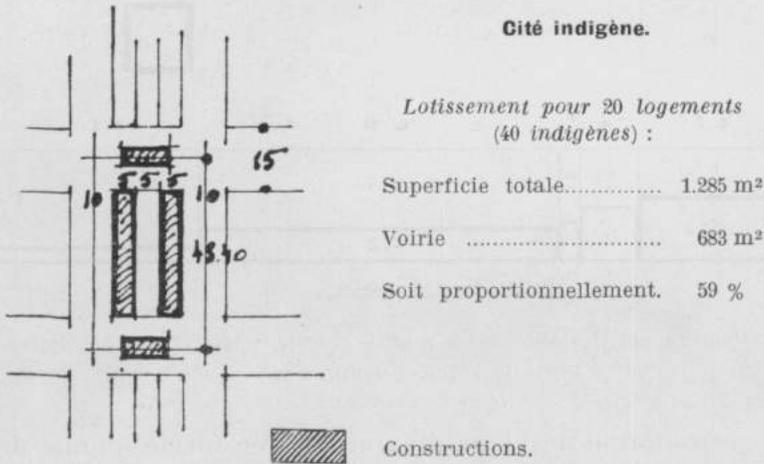
b) Le nombre de 14 parcelles par îlot; d'où une longueur de 210 mètres pour les blocs, distance convenable entre deux rues transversales consécutives.

La suppression des boyeries dans la cité européenne entraîne une réduction de surface de l'îlot de 1/5 environ.

Croquis IV. — Cité indigène.

L'établissement de la cité indigène ne pouvant guère comporter qu'un nivellement général et un drainage,

CROQUIS 4.



l'établissement d'une voirie empierrée devant entraîner des prix prohibitifs, nous avons considéré, comme surface de voirie, la totalité du terrain qui n'est pas occupé par des constructions.

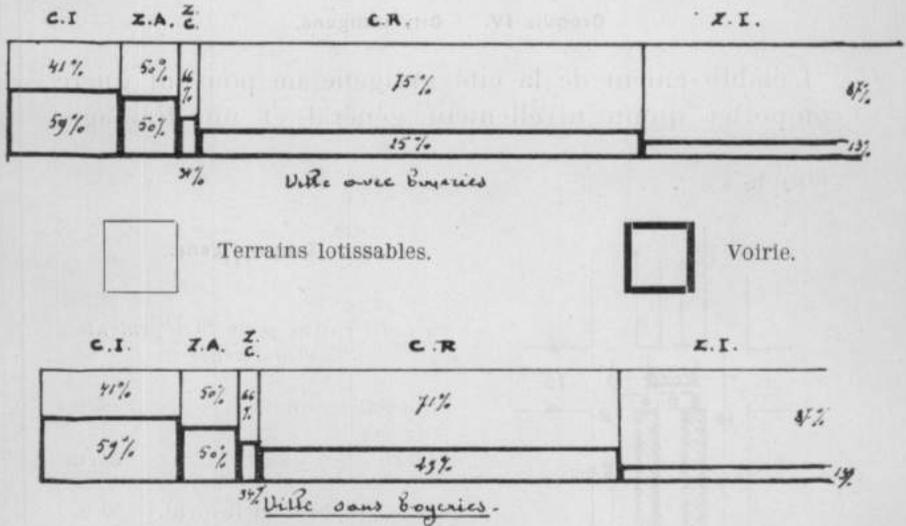
Le pourcent de voirie par rapport à l'ensemble du terrain a donc ici une valeur d'ordre différent de celui des autres zones.

L'îlot comprend l'installation de 20 blocs avec ses services communs, cuisines et latrines, soit le logement de 40 indigènes.

Croquis V. — Superficies relatives des surfaces voirie par rapport aux surfaces loties dans les diverses zones.

Ces diagrammes sont établis dans les deux cas, celui de la ville sans boyeries et celui de la ville avec boyeries. La

CROQUIS 5.



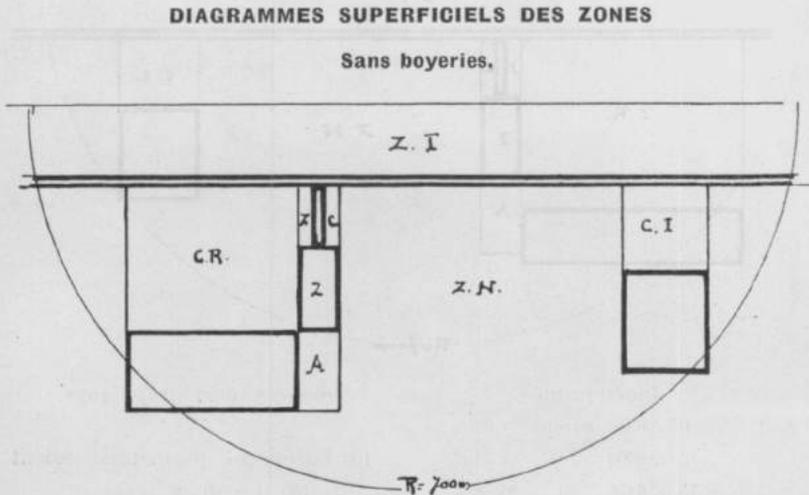
Diagrammes des superficies relatives de la voirie et des territoires lotissables dans les différentes zones.

confrontation des deux diagrammes ne révèle qu'une différence : dans le premier cas, le pourcent de voirie dans la cité résidentielle est plus important que dans l'autre, ce qui s'explique fort bien, les largeurs de voirie étant les mêmes et les parcelles étant moins étendues. C'est dans l'étendue totale de la cité résidentielle que se révélera l'économie et non dans ce pourcent.

Croquis VI et VII. — Répartition totale des surfaces des zones.

Ces diagrammes présentent, dans les deux cas, les surfaces relatives occupées dans la ville embryonnaire de 100 Européens mâles, par les diverses zones. La surface occupée dans chacune des dites zones par l'élément voirie, y est indiquée par un trait plus gros.

CROQUIS 6.



Z. I. = zone industrielle.....	Indéterminée.	
Z. C. = zone commerciale	0 h. 6900	soient 5 %
Z. A. = zone administrative	2 h. 0000	id. 5 %
C. R. = cité résidentielle	12 h. 4376	id. 31 %
C. I. = cité indigène	4 h. 8112	id. 12 %
Z. N. = zone neutre	± 20 h. 0000	id. 50 %
Total.....	39 h. 9388	

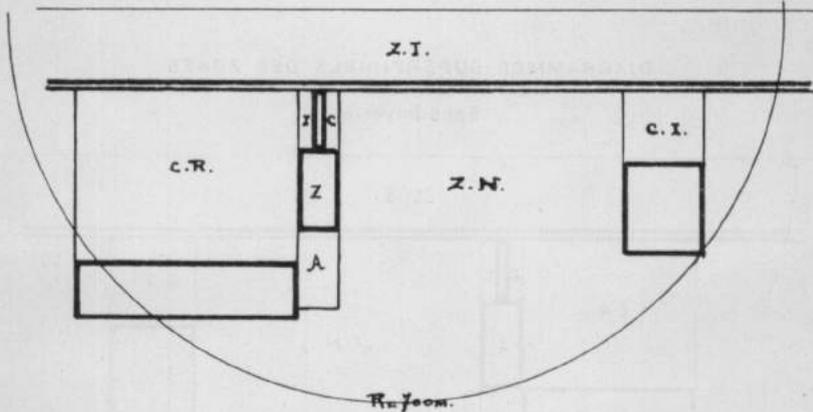
A l'aide de ces documents, il peut être facile de juger, du premier coup d'œil, des conditions dans lesquelles se présente un site pour l'établissement d'un centre urbain : si la ville à créer se trouve, comme ce sera souvent le cas, le long d'une voie ferrée ou d'un fleuve et que le terrain ne présente pas d'accident spécial, nous voyons que, dans

les deux cas, un demi-cercle de 700 mètres de rayon peut contenir toute la cité embryonnaire. Celle-ci occupera une quarantaine d'hectares.

Si le terrain est accidenté, il sera beaucoup plus aisé,

CROQUIS 7.

Avec boyeries.



Indéterminée.

0 h. 6900	soient	1,62 %
2 h. 0000	id.	4,72 %
15 h. 6156	id.	36,78 %
4 h. 1490	id.	9,77 %
± 20 h. 0000	id.	47,11 %

Données démographiques.

100 Européens masculins (soient 150 des deux sexes).
1.500 indigènes.
12 factories.

Total..... 42 h. 4546



en se reportant à la surface proportionnelle de chacune des zones, de répartir celles-ci en tenant compte des accidents de terrain qui pourront servir de séparations.

La comparaison des deux graphiques montre que la suppression des boyeries provoque une augmentation importante de la cité indigène; pour établir celle-ci, nous

sommes parti de l'hypothèse que chaque Européen avait deux noirs à son service, ce qui nous conduit, en prenant une moyenne d'une femme indigène par deux boys, à une majoration de 300 habitants dans la cité indigène.

Nous constatons également l'importance énorme de la superficie totale de la ville. Au fur et à mesure que la ville s'étendra, cette importance relative ira en décroissant, puisque la largeur de la zone neutre, 500 mètres, est constante.

Ces diagrammes, de même que le dispositif de la ville en T, peuvent être considérés comme n'étant que théoriques. Nous ferons remarquer, toutefois, que nous avons essayé de serrer, dans l'établissement de nos hypothèses, la réalité du plus près. De plus, il est facile, étant donnée la méthode que nous avons suivie, de rectifier ces données de base dans chaque cas particulier.

Enfin en renvoyant aux remarques faites au sujet du croquis n° 6, nous constaterons que la suppression des boyeries, ramenant la surface de la cité résidentielle de 15 h. 600 à 12 h. 400, réduit la voirie de cette même zone de 3 h. 900 à 3 h. 600, gain médiocre d'ailleurs. Ce gain compensera-t-il la diminution de commodité pour l'habitant, qui ne dispose plus de ses boys à domicile? Comme nous le verrons plus loin, la voirie dans la cité résidentielle peut s'évaluer (prix de 1930) à 27 francs le mètre carré, soit une dépense totale de $27 \times 300 = 8,100$ francs, répartie sur 100 blancs mâles, ou 81 francs par habitant.

Il nous semble donc que le rejet, vers la cité indigène, des logements des boys n'entraîne pas une économie justifiant cette mesure... révolutionnaire.

Croquis VIII. — Graphique de surface d'Élisabethville.

Il nous a paru intéressant, à titre de comparaison, d'établir un diagramme similaire au sujet d'une ville congolaise existante.

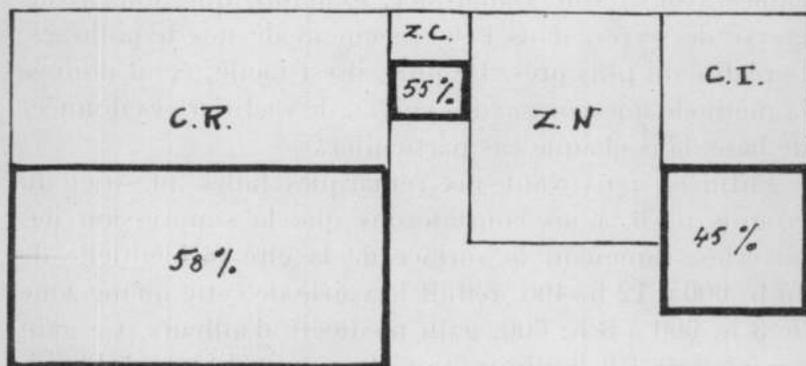
Nous avons choisi Élisabethville, pour les raisons suivantes : son dispositif, préconçu et non né du hasard, se rapproche le plus de celui auquel nous sommes arrivé nous-même.

Le terrain n'y présente pas d'accidents, tout comme dans le cas théorique que nous avons envisagé.

Par contre et il est indispensable de le faire remarquer

CROQUIS 8.

Élisabethville.



Z. C.	soient	3,48 %
C. R.	id.	58,45 %
C. I.	id.	19,40 %
Z. N.	id.	18,75 %

Situation de 1929.

32.637 indigènes.
3.300 Européens.

pour pouvoir comparer des choses comparables, les points de différenciation sont les suivants :

Élisabethville n'est pas une ville embryonnaire, mais une ville qui s'est développée; en 1929, ses 1.128 habitations privées comptaient 3.300 habitants européens, soit 3 blancs par parcelle, tandis que notre chiffre de base était de 1 $\frac{1}{2}$.

L'importance de la zone neutre, de même largeur que la nôtre (500 m.), étant donnée l'extension de l'agglomé-

ration, n'est plus que de 19 % de la superficie totale, au lieu de 50 % dans notre cas.

Il nous est impossible d'extraire de l'ensemble du plan d'Élisabethville une superficie correspondante à ce que nous avons appelé la zone administrative, les constructions abritant les services publics étant parsemées dans l'ensemble de toute l'agglomération.

Il ne nous a pas été possible non plus d'assimiler la surface de voirie de la cité indigène à toute la partie non construite, comme nous l'avons fait pour la cité embryonnaire dont nous venons d'étudier la répartition.

Ce qui saute le plus aisément aux yeux, dans la confrontation de ce dernier graphique avec les précédents, c'est l'énorme proportion de surface voirie dans la cité résidentielle.

En ne tenant pas compte de la zone neutre, pour la raison que nous avons signalée, la superficie de la cité européenne d'Élisabethville est de 71 % de la superficie totale de la ville, alors que ce pourcentage est de 69 % dans le cas théorique que nous avons étudié. La différence n'est pas très grande et l'économie de notre système ne paraît pas être très appréciable.

Mais voyons en valeur absolue, en ramenant les deux cas à des bases comparables.

Notre cité résidentielle embryonnaire, boyeries dans la cité, compte 150 Européens pour 15 h. 600, c'est-à-dire 10 Européens à l'hectare et 1 $\frac{1}{2}$ Européen par parcelle.

Or, Élisabethville, par suite de son extension favorisant l'installation des ménages, compte 3 habitants européens par parcelle et 14 habitants à l'hectare.

Notre ville embryonnaire, en s'étendant dans les mêmes conditions qu'Élisabethville, soit à raison de 3 blancs par parcelle, en compterait 20 à l'hectare. Nous croyons que le gain est notable.

III. — FINANCEMENT DE LA VILLE CONGOLAISE.

Passons, pour finir, au dernier point du programme que nous nous sommes tracé.

Y a-t-il possibilité, en suivant les données minima auxquelles nous sommes arrivé, d'équilibrer les dépenses et les recettes pour l'établissement d'une agglomération urbaine dans la Colonie?

Pourrions-nous récupérer les dépenses de premier établissement de cette agglomération par le produit des ventes du terrain dans les quartiers où ces terrains sont de quelque rapport, c'est-à-dire dans la cité commerciale et dans les zones industrielle et commerciale (1)?

Les dépenses de premier établissement d'une ville peuvent s'établir comme suit :

- a) Frais d'expropriation européenne et indigène;
- b) Frais de débroussement et d'assainissement;
- c) Frais d'établissement de voirie;
- d) Frais d'établissement d'égouts et de distribution d'eau;
- e) Frais d'établissement du réseau d'éclairage;
- f) Frais de plantation;
- g) Frais d'études.

Examinons chacun de ces postes successivement.

a) *Frais d'expropriation.* — Ils ne seront jamais bien importants et l'on peut se contenter de les mentionner pour mémoire.

b) *Frais de débroussement et d'assainissement.* — Ces frais sont fort difficiles à chiffrer en théorie. Ils seront tellement variables suivant les endroits! Il y a lieu de remarquer d'ailleurs qu'un site de pleine forêt primaire,

(1) Pour l'établissement des calculs qui suivent et aux fins d'unifier nos hypothèses et d'en fournir les bases, nous nous sommes basé sur les prix de Léopoldville en 1930.

ou complètement marécageux, devra être rejeté à priori, comme constituant un emplacement défavorable.

Pour fixer les idées, nous avons estimé à fr. 2.50 le mètre carré le prix de ce genre de travaux, pour toute l'étendue de la ville. Il correspond à un dessouchage, genre forêt du Katanga, à des travaux de remblayage et de drainage normaux. Il y a peu de chance que les deux genres de travaux se superposent. Il y a peu de chances également qu'ils s'étendent sur toute la superficie de l'agglomération. En cas de forêt, il est d'ailleurs désirable que le dessouchement ne se fasse que sur le terrain voirie, comme il a été fait à Éville et contrairement à ce que firent les Anglais à Bulawayo.

Répartis au mètre carré de terrain lotissable, ces frais entraîneront les charges suivantes :

Pour le quartier industriel	fr. 2.38
Pour le quartier commercial	3.45
Pour le quartier résidentiel (sans boyerie)	3.58
Pour le quartier résidentiel (avec boyerie)	3.31

c) *Frais d'établissement de voirie.* — Nous adopterons, pour la voirie des diverses zones, les profils en travers proposés dans notre communication précédente :

ZONE INDUSTRIELLE.

Au mètre courant :

Terrassement (coffre), 5 m ³ à 5 fr., soit	fr. 25
Terrassement (fossé), 1 m ³ à 5 fr., soit	5
Pavage, 15 m ² à 110 fr., soit	1,650
Dallage, 6 m ² à 100 fr., soit	600
Bordure, 2 m ² à 32 fr., soit	64

Total . . fr. 2,344

Ce mètre carré de voirie dessert 150 mètres carrés de terrain lotissable. Le mètre carré de terrain industriel vendable supporte donc pour la voirie une charge de 16 francs.

ZONE COMMERCIALE.

Au mètre courant :

Terrassement (coffre), 6 m ³ à 5 fr., soit . . . fr.	30
Terrassement (égout), 3 m ³ à 10 fr., soit	30
Pavage en béton, 18 m ² à 110 fr., soit	1,980
Béton de fondation, 0,600 m ³ à 350 fr., soit	210
Maçonnerie, 1,333 m ³ à 210 fr., soit	279
Dalles béton armé, 0,300 m ³ à 2,000 fr., soit	600
Lissage au ciment, 5 m ² à 9 fr., soit	45
<hr/>	
Total . . fr.	3,174

Chaque parcelle de la cité commerciale, étant desservie par 7,50 m³ de voirie, aura donc à sa charge 23,805 francs.

La superficie des parcelles étant de 375 m², le terrain vendable sera grevé de 63 francs de frais de voirie.

CITÉ RÉSIDENTIELLE.

Comme nous l'avons exposé plus haut, les avenues transversales limitant les îlots de la cité résidentielle, le long de leurs côtés les plus faibles, pourraient être réduites. Toutefois, pour compenser les élargissements éventuels d'avenues, résultant de tracés plus pittoresques, moins simplistes que le damier, nous maintiendrons la largeur de 17 mètres (fosses compris) pour les avenues transversales.

Au mètre courant :

Terrassement (coffre), 3 m ³ à 5 fr., soit . . . fr.	15
Fossés, 1 m ³ à 5 fr., soit	5
Régilage accotements, 6 m ² à 2 fr., soit	12
Empierrement, 9 m ² à 40 fr., soit	360
Bordures, 2 m ³ à 32 fr., soit	64
Gazonnage (cynodon) des trottoirs	3
<hr/>	
Total . . fr.	459

POUR LA CITÉ SANS BOYERIE.

Charge par parcelle : $20,5 \text{ m}^2 \times 459 = 9,409.50 \text{ fr.}$

Charge au mètre carré : $9,409.50 \text{ fr.} : 900 = 10.45 \text{ fr.}$

POUR LA CITÉ AVEC BOYERIE.

Charge par parcelle : $22 \text{ m}^2 \times 459 = 10,098 \text{ fr.}$

Charge au mètre carré : $10,098 \text{ fr.} : 1,200 = 8.42 \text{ fr.}$

d) *Frais d'établissement des égouts et de distribution d'eau.* — Un réseau général d'égouts est-il indispensable dans la ville congolaise? Étant donné son prix élevé et la très grande étendue de l'agglomération par rapport au nombre d'habitants, cette question devra être examinée de très près dans chaque cas particulier.

Si le sous-sol est perméable, nous croyons qu'il est de beaucoup préférable de recourir aux fosses septiques dans les parcelles privées et aux puits perdus pour les eaux usées. Albertville, dont le sous-sol n'est pas imperméable, n'a pas à souffrir de ce système et Léopoldville non plus.

Quant aux eaux pluviales, si les tracés des fossés et, dans le quartier commercial, les caniveaux couverts sont convenablement établis, il y aura presque toujours moyen de les dériver vers les ravins et cours d'eau en évitant la stagnation.

La distribution d'eau, par contre, est indispensable. Il importe que son installation soit comptée dans les frais de premier établissement. L'expérience acquise au Congo prouve que seuls, les frais d'exploitation d'une distribution d'eau peuvent être couverts par les recettes.

Nous avons, en ramenant les prix à ceux de Léo, en 1930, calculé la moyenne des prix d'équipement d'Éville et de Likasi. Cette moyenne est de 600 francs au mètre courant de voirie pour les égouts et la distribution d'eau, chacun de ces éléments entrant, à peu de chose près, pour moitié dans ce chiffre.

Pour ce qui concerne la cité indigène en particulier, où les bornes-fontaines n'exigent qu'un réseau à larges mailles et les fosses collectives un égout à réseau moins serré, si égout il y a, que dans la ville résidentielle, nous abaisserons à 500 francs au mètre courant le chiffre précité.

Au mètre carré de surface lotissable, dans les diverses zones, cette charge se répartira comme suit :

Zone industrielle	fr. 4
Zone commerciale	12
Cité résidentielle sans boyerie	14
Cité résidentielle avec boyerie	11

e) *Éclairage et force motrice.* — Contrairement à ce que nous venons de faire remarquer au sujet des distributions d'eau, les installations d'éclairage et de force motrice se sont révélées payantes dans les agglomérations urbaines du Congo. Leur coût n'interviendra donc pas dans le calcul des frais de premier établissement des villes.

f) *Frais de plantation.* — Ceux-ci sont très peu élevés. En comptant que toutes les avenues seront plantées à raison d'un arbre tous les 10 mètres de part et d'autre et en admettant qu'un hectare soit aménagé en parc, nous n'arrivons, par mètre carré de surface lotissable, qu'à une dépense tout à fait insignifiante.

Dans ces plantations de parcs, évitons les évocations prétentieuses et mesquines de soi-disant jardins français ou anglais. Nous recommandons les plantations en quinconce de cocotiers ou d'eucalyptus, suivant les régions. La belle forêt de cocotiers que les Allemands ont plantée autour de Dar-es-Salam n'est-elle pas une belle réalisation coloniale?

g) *Frais d'étude.* — Le site étant choisi, il y aura lieu d'en dresser un plan tachéométrique au 1/1.000, avec courbes de niveau distantes de 1 mètre.

L'étude du tracé de la ville sera faite sur ce plan; elle devra être menée en même temps que les études des égouts, si ceux-ci sont nécessaires et de distribution d'eau.

Cette étude d'ensemble, qui devra s'étendre à toute l'étendue que l'on espère que la ville pourra occuper un jour, pourra s'accomplir en un an dans les conditions les plus défavorables. Son coût peut s'évaluer à 400,000 francs environ, y compris la rémunération des spécialistes pour les égouts et la distribution d'eau.

Ce travail, bien qu'englobant l'étude complète de la ville à venir, n'en grèvera pas moins les frais de premier établissement de la seule ville embryonnaire.

Tels sont donc les frais qui grèveront directement le budget d'établissement des cités commerciale, industrielle et résidentielle.

Indirectement, ces zones, les seules qui soient de rapport, devront supporter également le coût de l'établissement de la cité indigène, de la zone neutre, de la zone administrative.

CITÉ INDIGÈNE.

Son installation se borne à un nivellement général et à l'établissement des fossés d'écoulement. La distribution d'eau et la construction éventuelle d'égouts peuvent être, comme nous l'avons fait observer plus haut, exécutées à moindres frais que dans les autres parties de l'agglomération.

ZONE NEUTRE.

Faut-il traiter celle-ci en parc? Oui, si la région est favorable à la plantation d'eucalyptus; non, si la chose est impossible.

Si la zone neutre constitue un barrage au passage des anophèles, inutile de créer pour ceux-ci une zone plantée où les arbres favorisent le séjour de ces indésirables.

Bornons-nous alors à entretenir soigneusement le débroussaie de cette zone.

TABLEAU I

Charges directes au mètre carré des parcelles de rapport.

	Expropriations.	Assainissement et débroussage.	Voirie.	Égouts.	Eau.	Plantations.	Totaux.
Zone industrielle	Mémoire.	2.38	16.00	2.00	2.00	Mémoire.	22.38
Zone commerciale	—	3.45	63.00	6.00	6.00	—	78.45
Cité résidentielle {	—	<i>sans boyerie .</i>	10.45	7.00	7.00	—	28.03
		<i>avec boyerie .</i>	8.42	5.50	5.50	—	22.73

TABLEAU II

Charges indirectes totales.

	Expropriations.	Assainissement et débroussage.	Voirie.	Égouts.	Eau.	Plantations.	Totaux par zone.
Zone administrative	Mémoire.	50.000	1.720.000	600.000	600.600	Mémoire.	1.940.000
Zone neutre	—	1.000.000	Néant.	Néant.	Néant.	—	1.000.000
Cité indigène {	—	<i>ville sans boyerie.</i>	240.560	703.000	703.000	—	1.766.840
		<i>ville avec boyerie</i>	103.725	207.450	609.250	609.250	—

CITÉ ADMINISTRATIVE.

Celle-ci se compose, suivant nos données, d'un hectare de places et d'un hectare de parcs.

Le prix de la voirie au mètre carré peut être estimé à la moitié du prix de la voirie de l'avenue commerciale, le coût des caniveaux couverts se répartissant sur une plus grande superficie de voirie. Quant aux égouts et canalisations, pour fixer les idées, nous fixerons, à priori, leur longueur à 200 mètres, le dispositif local seul permettant d'établir la quantité réelle.

Ces divers points fixés, dans les limites du possible, nous permettent de dresser les trois tableaux joints.

Le tableau I nous donne, pour les cités industrielle, commerciale et résidentielle, les prix de revient au mètre carré de terrain lotissable, résultant des charges directes.

Le tableau II établit les coûts totaux et respectifs du premier établissement des zones administrative, neutre et indigène, coûts qui grèveront indirectement les prix de vente des terrains des autres zones.

Le tableau III enfin présente, par addition des charges directes et indirectes, les prix de revient au mètre carré, par parcelle, des terrains lotissables dans les zones commerciale et résidentielle.

De la lecture du dernier tableau il résulte que le prix de premier établissement de la ville, toutes choses étant égales, ne sera pas fort différent, que l'on y établisse, ou non, des boyeries dans la cité résidentielle.

Les prix des parcelles pour les cités commerciale et résidentielle ont été établis en partant des mêmes bases. Les parcelles résidentielles, toutefois, devraient, logiquement, être dégrevées aux dépens des parcelles commerciales, étant données la destination de ces dernières et leur situation.

Mais, de l'ensemble des trois tableaux, il résulte sur-

TABLEAU III

Prix de revient total de terrain lotissable au mètre carré et par parcelle
dans les cités commerciale et résidentielle.

	Surface des terrains lotissables.	Charges totales indirectes.	Charges indirectes au mètre carré.	Prix de revient total au mètre carré de surface lotissable.	Prix de revient de la parcelle.	Coût de la ville, zone industrielle exclue.
	m ²	frs.	frs.	frs.		frs.
Ville sans boyeries	<i>zone commerciale.</i>	4.334	4.706.840	51	$51 + 78.45 = 129.45$	375 × 130 = 48.750
	<i>zone résidentielle.</i>	88.306		51	$51 + 28.03 = 79.03$	
7.597.500						
Ville avec boyeries	<i>zone commerciale.</i>	4.334	4.469.675	37	$37 + 78.45 = 115.45$	375 × 115 = 43.300
	<i>zone résidentielle.</i>	117.117		37	$37 + 22.73 = 59.73$	
7.635.000						

tout qu'il est difficile de considérer la réalisation d'une ville congolaise comme pouvant constituer une opération payante. Les terrains à Éville, en pleine prospérité, se vendaient normalement 60 francs le mètre carré. Dans le centre, toutefois, ce prix montait à 500 francs et jusqu'à 1,300 francs.

Seuls une grande extension, un mouvement économique intense, peuvent justifier l'espoir d'une spéculation intéressante.

On peut objecter à notre étude d'être par trop théorique, de n'être pas établie sur des cas concrets. Mais nous attirons l'attention sur les faits suivants, qui permettent de limiter avec assez de précision les marges que nous nous sommes tracées :

1° Les hypothèses sont des plus optimistes en matière de site, puisque nous avons supposé un terrain sans accidents.

2° Les données démographiques, nous croyons l'avoir prouvé, touchent de très près la réalité.

3° Les dimensions des éléments de la ville, parcelles ou voirie, sont réduits à leur minimum.

Nous croyons donc que notre modeste étude peut présenter quelque utilité :

Elle permettra d'apprécier à vue de nez les possibilités que présente un site donné pour l'établissement d'une ville et de ses extensions à venir.

Elle permettra aussi, en partant du T théorique et en assouplissant ce schéma aux données du terrain, d'établir assez rapidement un tracé d'ensemble de la ville à venir, en ses diverses zones.

Elle permet surtout d'appliquer une méthode. Et nous croyons que ce ne fut jamais le cas jusqu'à présent, pas plus pour les villes gouvernementales que pour les villes

créées ou projetées par des groupes privés. Certes, des principes ont été émis : ville largement aérée, habitations isolées, ségrégation des éléments européens et indigènes. Mais ces principes n'ont jamais été délimités d'une façon plus ou moins précise.

L'équation n'a jamais été chiffrée.

Or, les chiffres que nous avons choisis, si parfois ils sont l'objet d'une hypothèse, celle-ci a toujours essayé d'être vraisemblable.

Et surtout de la manière dont l'étude se présente, ces chiffres, constituant un point de départ, peuvent être modifiés en s'adaptant à chaque cas particulier. L'équation se développera ensuite en se conformant à ce cas particulier.

Et nous croyons bien, c'est là notre seule ambition, que si les circonstances conduisent un jour à la création de villes neuves au Congo, l'application de la méthode que nous nous sommes efforcé de rechercher conduira à des conceptions moins chaotiques et moins onéreuses que celles qui ont été réalisées jusqu'à présent.

ERRATUM

Bulletin, tome V (1934), n° 1, page 97 :

ligne 7, lire : *dans les infinitifs et des prépréfixes*, au lieu de : *dans les infinitifs des prépréfixes*;

ligne 22, lire : R. P. *Shebesta*, au lieu de : R. P. *Shou-macers*;

ligne 30, lire : *et Makere*, au lieu de : *et les Makere*.

TABLE DES MATIÈRES

Section des Sciences morales et politiques.

Séance du 16 avril 1934	215
Communication de M. A. Engels : « Quelques observations sur les migrations indigènes dans la région de l'Equateur »	218
Communication de M. P. Ryckmans sur l'ouvrage du professeur A. Malvezzi : « La politica indigena nelle Colonie »	227
Concours annuel de 1936	216
Séance du 28 mai 1934	237
Etude pour mémoires : « Le déterminisme fonctionnel de l'industrie dans l'éducation de l'indigène congolais », par le docteur L. Mottoulle	237
Note de M. G. Trolli : « Contribution à l'étude de la démographie des Bankongo » (présentée par M. A. Gohr)	239
Communication de M. T. Heyse : « Quelques vues générales et critiques sur le régime de la propriété immobilière au Congo belge »	317
Séance du 18 juin 1934	356
Présentation d'ouvrages	356
Commission de l'« Atlas général du Congo belge »	358
Présentation d'un mémoire : « Contribution à l'étude du déterminisme fonctionnel de l'industrie dans l'éducation de l'indigène congolais », par le docteur L. Mottoulle	356
Séance du 16 juillet 1934	360
Discours prononcé par M. O. Louwers à l'occasion du décès de M. J. Renkin, membre titulaire... ..	362
Communication de M. P. Ryckmans : « Etudes démographiques du Fonds Reine Elisabeth pour l'assistance médicale aux indigènes (Foréami) dans le Bas-Congo »	366
Etudes démographiques du Fonds Reine Elisabeth pour l'assistance médicale aux indigènes (Foréami) dans le Bas-Congo (note de M. A. Bertrand)	383
Commission de l'« Atlas général du Congo belge »	361

Section des Sciences naturelles et médicales.

Séance du 21 avril 1934	385
Mission d'études médicales du docteur Guns	385
Rapports sur le mémoire de M. L. Lebrun : « Les espèces congolaises du genre <i>Ficus</i> L. »	387
Présentation d'un mémoire : « Le climat écologique de la dorsale Congo-Nil », par M. H. Scaëtta	386
Présentation d'un mémoire : « Contribution à l'étude endémiologique de la malaria dans la forêt et dans la savane du Congo Oriental », par le docteur J. Schwetz	386
Concours annuel de 1936	386
Séance du 26 mai 1934	390
Rapports sur le mémoire de M. J. Schwetz : « Contribution à l'étude endémiologique de la malaria dans la forêt et dans la savane du Congo Oriental »	392
Rapports sur le mémoire de M. H. Scaëtta : « Le climat écologique de la dorsale Congo-Nil »	394

Note de M. Paul Fontainas : « Contribution à la description géologique de l'Afrique Centrale » (présentée par M. M. Robert)	408
Communication de M. A.-J. Rodhain : « Essais thérapeutiques avec l' <i>Efiri</i> dans la malaria humaine » (en collaboration avec M. R. Nyssen)	435
Communication du R. P. H. Vanderyst : « Nouvelles observations préhistoriques dans le Congo Occidental »	445
Présentation d'ouvrages	391
Comité secret	391
Séance du 16 juin 1934	469
Décès de M. H. Lecomte	469
Commission de l'« Atlas général du Congo belge »	469
Communication de M. E. De Wildeman : « A propos des résultats scientifiques du voyage aux Indes Néerlandaises de LL. AA. RR. le Prince et la Princesse Léopold de Belgique »	471
Séance du 28 juillet 1934	485
Présentation d'ouvrages	485
Présentation de mémoires : « Quelques considérations sur la valeur économique de <i>Craccania (Tephrosia) Vogeli</i> Hook et d'un certain nombre d'espèces voisines », par M. Wilbaux; « Une revision stratigraphique du Karroo au Congo belge », par M. Boutakoff; « Contribution à l'étude des plantes du Congo belge utilisées dans la médecine indigène », par M. Lonay	485
Communication de M. H. Schoutheden : « Les mollusques sub-fossiles de la Basse-Ruzizi »	487
Commission de l'« Atlas général du Congo belge »	486

Section des Sciences techniques.

Séance du 27 avril 1934	489
Communication de M. J. Beelaerts : « Les extractions diamantifères et les installations et lavages aux mines, au Congo belge et en Angola »	489
Concours annuel de 1936	490
Observations magnétiques au Katanga	490
Divers	490
Séance du 25 mai 1934	491
Communication de M. R. Bette : « La centrale hydro-électrique de la M'Poza (Bas-Congo) »	492
Comité secret	491
Séance du 29 juin 1934	515
Présentation d'ouvrages	515
Note de M. A. Letroye : « Problème du relèvement par la méthode des observations conditionnelles. -- Généralisation » (présentée par M. J. Maury)	517
Atlas de la région du Lac Albert	515
Commission de l'« Atlas général du Congo belge »	516
Séance du 27 juillet 1934	531
Présentation d'ouvrages	531
Note de M. R. Schoentjes : « Considérations générales sur l'urbanisme au Congo belge (suite) » (présentée par M. E. De Backer).	534
Commission de l'« Atlas général du Congo belge »	532
Observations magnétiques au Katanga	533
ERRATUM	561