

Est-il, pour celui qui ignorerait les conditions dans lesquelles la circonscription urbaine de Kinshasa fut créée, plan d'aspect plus chaotique que celui de cette ville?

Mais le plan d'une ville n'est pas cette ville elle-même et ce chaos n'est peut-être que graphique et peut constituer l'apparence peu harmonieuse d'une combinaison parfaitement étudiée.

Voyons ce qu'est Kinshasa. Un lieu de transbordement. Port et chemin de fer. L'emplacement du chemin de fer devait-il être forcément celui existant? Nous l'ignorons, mais nous doutons fort qu'il y ait eu étude simultanée de l'établissement de la ligne et du port, d'une part et de la ville future, de l'autre. Mais prenons cette ligne de chemin de fer telle qu'elle est. Entre elle et la rive, il y a une moyenne de 500 mètres de terrain. Au delà du chemin de fer, même largeur environ du terrain convenable. Au delà encore, marécages. Vents dominants, ceux du N.-O. Il s'agissait de mettre là sur pied un projet de ville dont l'extension future était inconnue et dont telles étaient les données.

Or, y a-t-il dans ce plan une chose qui frappe plus que cette ville « à cheval » sur le chemin de fer? Celui-ci ne devait-il pas être considéré, à priori, comme une arête de séparation de deux quartiers différents, arête que l'activité normale n'eût pas été obligée de traverser d'une façon continue? Il ne semble donc pas qu'au point de vue « Zoning » on ait seulement songé que ce chemin de fer en constituait un élément de frontière important.

Au point de vue de la voirie, le « système » qui semble avoir présidé à la confection du projet, c'est celui, un peu simpliste, du « damier ». Encore, dans ce dispositif a-t-on toujours le choix de l'orientation des voies. Or, ici, nous nous trouvons devant une image où différents damiers s'interpénètrent et il ne semble pas du tout que la direction des brises du fleuve (N.-O.), dont il eût été désirable

de favoriser la circulation, ait présidé à la direction générale du tracé.

A ce sujet et par contraste, nous pourrions citer, comme exemple de ville ancienne en damier, Nieuport (ville). Nieuport, créé d'une pièce, est composé de longs blocs réguliers, séparés par des rues parallèles, relativement larges, de direction perpendiculaire aux très violents vents du S.-O. qui sévissent à la côte. Ces rues ne sont réunies que par une seule ruelle, fort étroite, dont l'axe est brisé à chaque croisement, de façon à constituer ainsi une série d'obstacles à la circulation des dits vents. C'est un exemple de ville bien étudié.

Pour faciliter la circulation, les damiers de Kinshasa sont recoupés par des voies diagonales dont l'emplacement ne semble pas non plus résulter d'un choix particulièrement réfléchi. Quelle abondance de parcelles coupées en sifflet et qui constituent chaque fois des terrains bien peu pratiques ! Que de débouchés multiples de plusieurs axes en un même point, ce qui est néfaste à la circulation !

Prenons encore un exemple. Le quartier en damier entre la voie de chemin de fer et la cité indigène est composé d'îlots ne comportant, pour la plupart, que six parcelles. Il en résulte que la superficie de la voirie dans ce quartier est de la moitié environ du terrain à bâtir, quand, dans les cités-jardins les plus largement conçues, la surface de la voirie, *y compris les parcs et terrains de jeux*, ne s'élève pas à plus de 28 % de la surface des parcelles. Tirez-en les conclusions au point de vue du coût de cette voirie, de la distribution d'eau, du réseau d'éclairage, etc., par rapport à ce qui peut servir de contrepartie financière, la vente des terrains et l'impôt des habitants.

Nous ne désirons nullement faire ici le procès de ceux qui ont conçu et réalisé Kinshasa. La critique est aisée et l'art est difficile. Si Kinshasa est chaotique, c'est qu'elle s'est réalisée par bribes et morceaux, sans qu'il y ait eu

idée préconçue de créer un grand centre. Mais c'est précisément pour arriver à éviter ces déceptions dans nos réalisations futures que nous croyons qu'il est utile de cataloguer, dès maintenant, les erreurs, bien excusables, commises, aux fins de trouver des recettes pour les cas qui pourraient se présenter ultérieurement. Nos considérations au sujet de Kinshasa n'ont pas d'autre but et cette parenthèse est valable pour les autres critiques que nous serons appelé à formuler.

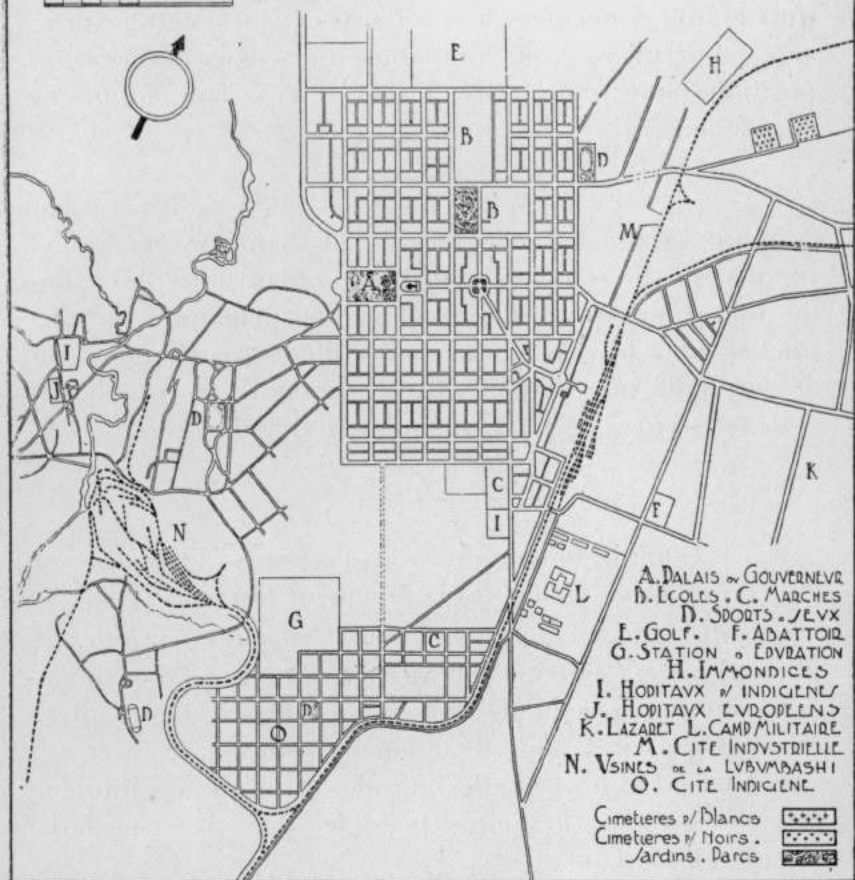
Passons à Elisabethville. Le grand plateau qui sert d'assiette à la ville est partagé en deux versants très faiblement inclinés. Il est, en Urbanisme, une règle d'esthétique très simple : c'est qu'il convient toujours d'écartier, dans les tracés des voies publiques, les profils en long convexes. Il y a lieu de briser leur alignement aux points hauts. Faute d'avoir connu cette règle et de l'avoir appliquée, la belle façade de la Cathédrale apparaît, de la place Albert, coupée en son milieu. Faute d'avoir su qu'il y a lieu d'étudier les places tout autrement que les carrefours, l'ensemble des banques et l'hôtel des postes s'érigent en des endroits de la ville où il devrait y avoir le plus de possibilités de stationnement. Or, c'est à la jonction des avenues de l'Étoile, Royale et du Sankuru, donc au croisement des trois voies de circulation intense, que sont réunis ces bâtiments publics.

A titre de contraste entre ces deux plans, l'un quelque peu chaotique, l'autre d'une régularité qui ne tient pas compte des mouvements du terrain, nous présentons deux types de villes construites aux États-Unis, villes dont l'une a même un caractère nettement tropical.

Dans l'une comme dans l'autre, la rectitude des voies de circulation contraste avec l'allure pittoresque des voies d'habitation. Dans l'une comme dans l'autre, le centre vital, formé par les bâtiments publics, forme un tout bien architectural et les stationnements devant ces bâtiments

ELISABETHVILLE.

0 0.5 1K



sont parfaitement possibles, les coins restant en dehors des courants de circulation.

Sans vouloir entrer dans le détail analytique de ces deux plans, ce qui nous entraînerait trop loin, il saute aux yeux, même du non-initié et surtout en ayant en même temps sous les yeux les plans de Kinshasa et d'Élisabethville, à quel point ces derniers sont « frustes », — si cette expression est permise, — en comparaison des deux petites compositions américaines, très étudiées dans leur simplicité apparente.

*
* *

Ayant exposé les principes de l'Urbanisme général et montré que nous avons eu tort, en voulant faire des villes de toutes pièces, d'ignorer les dits principes, voyons quelles sont les conditions particulières au Congo, afin de serrer de près et peut-être de résoudre les problèmes caractéristiques de l'Urbanisme à la Colonie.

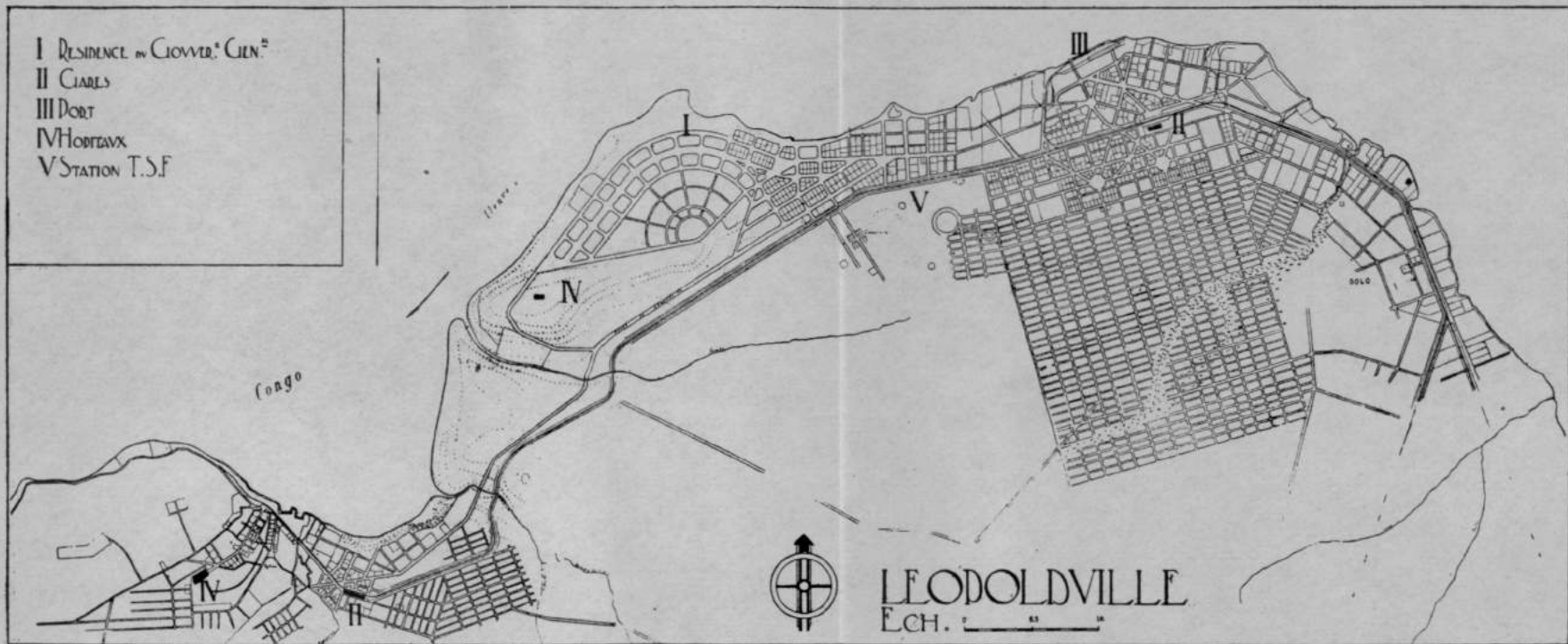
*
* *

A. — Comme tous les pays équatoriaux, le Congo est doté d'un climat chaud et extrêmement pluvieux.

Qui dit climat chaud dit nécessité d'aérer les villes le plus largement possible, d'orienter, autant qu'il se peut, les voies publiques dans le sens des brises dominantes. Nécessité aussi et pour les mêmes raisons, que les voies soient larges et les parcelles grandes, afin que les immeubles constituent, le moins possible, des obstacles à la circulation de l'air.

Ceci nous permettra déjà de constater qu'à population égale, l'établissement d'une ville africaine sera plus coûteux que celui d'une ville européenne, puisque la nécessité d'une aération, la plus grande possible, entraîne une extension considérable de l'agglomération.

Il y a donc là un point très important à envisager.



Mais en voulant « faire grand » et « très aéré », n'est-on pas arrivé à dépasser la mesure au lieu de chercher à la préciser? A Élisabethville, les avenues ont 40 mètres de largeur! N'y aurait-il pas lieu, en ce qui concerne l'aération des voies publiques, de s'occuper plus de leur direction que de leur largeur?

Le climat, *très pluvieux*, nous entraînera aussi à *choisir très soigneusement nos emplacements*.

En effet, un terrain sans pente aucune sera la cause de stagnations d'eaux, ce qui favorise le développement des moustiques, ce grand danger de la Colonie. D'autre part, une pente trop forte entraîne une vitesse excessive des eaux de surface, d'où résultent la désagrégation des empierrements et les éboulements des terres en surplomb.

Si la pente du terrain est trop forte, recoupons donc les courbes de niveau, de manière à réaliser des pentes de voirie plus faibles; c'est un moyen. Dans quelles limites faut-il l'appliquer?

C'est pour obtenir un ensemble documentaire de cet ordre que nous nous livrons à cette première étude.

Il est regrettable, par exemple, qu'à Albertville il n'ait pas été tenu compte de cet élément si important.

Le quartier commercial y est situé sur la plage, rigoureusement plate, ayant de 200 à 300 mètres de largeur. Cette plage est adossée à une falaise, dont les ravins, lors des orages, déversent des torrents d'eau. Impossible, sauf à grands frais, à frais astronomiques, de canaliser ceux-ci; il en résulte des inondations fréquentes de parties du quartier et des stagnations d'eau permanentes.

Par contre, à la cité résidentielle, perchée sur la falaise très mouvementée, la moindre pluie transforme en ravin la plus faible rainure du sol. D'où frais d'entretien considérables.

Certes, l'emplacement n'est pas toujours laissé au libre choix de l'urbaniste et c'est presque toujours l'emplace-

ment de la voie de communication ou du port qui l'impose.

Mais ne pourrait-on admettre que, dans un pays où tout est à faire, on a, de ce fait, l'occasion *d'étudier les choses dans leur ensemble et que l'on doive les étudier dans leur ensemble?* Un emplacement de ville mal choisi est une cause d'ennuis futurs aussi graves qu'un emplacement de port désigné à la légère.

Nous pouvons signaler, qu'inversement, l'étude d'une ville « énorme » a été faite pour Bukavu, sans que l'on connaisse le terminus du chemin de fer futur, terminus qui pourtant devrait constituer le centre vital de cette agglomération à venir.

*
**

B. — Les conditions que la nature nous impose au Congo étant ainsi déterminées, voyons quelles répercussions pourront avoir, sur la morphologie des villes, les conditions d'ordre humain, propres à la Colonie.

D'abord, la ville aura-t-elle beaucoup d'avenir ou non? Qui donc oserait s'en porter garant et les leçons du présent ne sont-elles pas là pour nous faire comprendre qu'il est parfois dangereux de voir trop grand, à priori?

Il faudrait donc, pour tout prévoir, faire « extensible ». Expliquons-nous.

Il convient :

1° Que le plan soit conçu *de telle manière qu'en toutes ses parties constituantes, qu'en toutes ses zones, la ville puisse s'étendre, mais qu'en même temps les dites zones se touchent;*

2° *Il convient aussi de ne procéder à la mise en valeur que progressivement, en partant du noyau.*

Le fait de ne pas avoir songé à ces deux points nous a conduit, encore, à des erreurs.

Il résulte du dispositif, ne donnant pas à chaque zone un champ d'extension propre, qu'à Kinshasa, nous arrivons

presque à une interpénétration de la cité européenne et de la cité indigène, système qui n'est admis dans aucune Colonie. De même le lotissement et la mise en vente de terrains dans toute l'étendue des circonscriptions urbaines, dès le début de leur création, ont été cause, à Élisabethville, que, pendant longtemps, les bâtiments étaient éparpillés dans la brousse et d'accès difficile. Pour faciliter ceux-ci, il aurait fallu créer, d'emblée, la voirie entière. Mais quel énorme capital immobilisé d'un seul coup ! Et pendant quel temps ? Un phénomène du même ordre s'est présenté, d'ailleurs, à Casablanca.

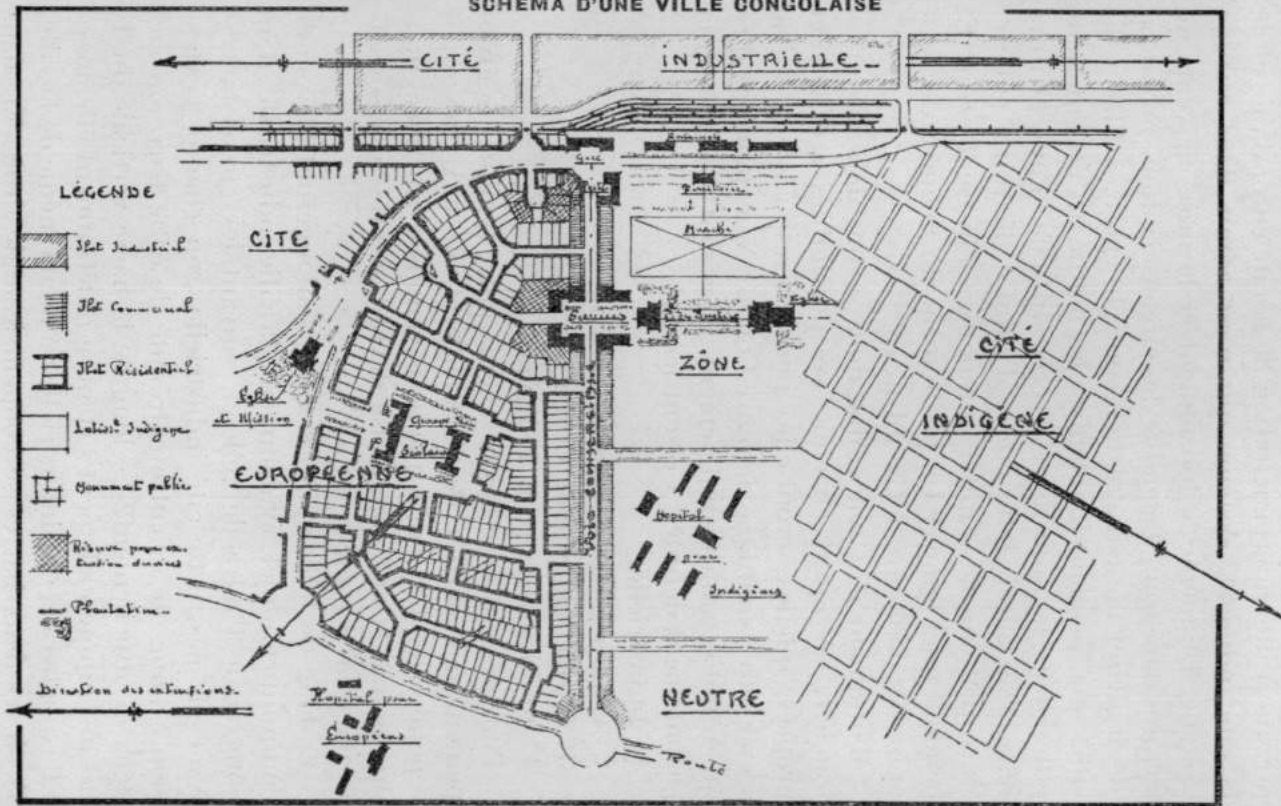
Maintenant, ces zones, que nous savons déjà devoir se toucher, en ayant chacune ses possibilités d'extension propres, quelles seront-elles pour correspondre à la vie sociale et économique de notre Congo ? Nous pouvons dire qu'en fait et administrativement, elles sont d'ores et déjà parfaitement définies. Ce sont les cités :

- 1° Industrielle;
- 2° Commerciale et administrative;
- 3° Résidentielle pour Européens;
- 4° Résidentielle pour indigènes.

Pour présenter de façon schématique, typique, le groupement des parties de l'agglomération, aux fins qu'il réponde aux desiderata que nous venons d'exprimer, nous dirons que la cité congolaise devrait se présenter sous la forme d'un T (voir croquis).

Le long de la barre horizontale s'allongeront la voie de communication et, évidemment, la ville industrielle, d'un côté ou de l'autre de celle-ci, suivant les circonstances. N'a-t-elle pas, cette cité industrielle, son champ d'extension à l'une ou à l'autre extrémité de cette barre ou aux deux éventuellement ? Le long de la barre verticale du T, la cité commerciale peut s'étendre indéfiniment elle aussi. Elle touchera la cité industrielle au nœud même de la ville, là où les deux barres se coupent à angle droit. Et, dans les deux angles formés par les deux barres symboliques,

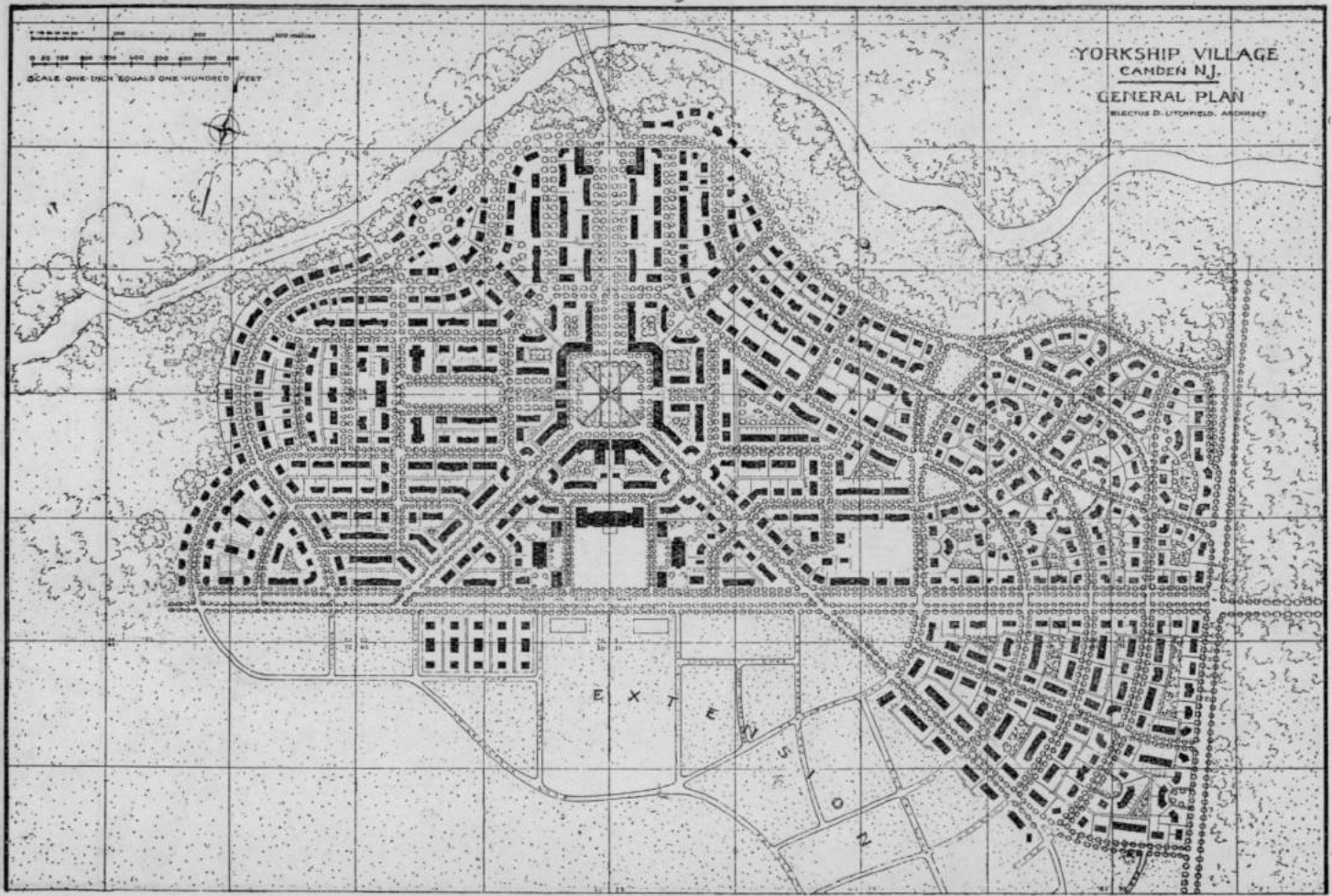
SCHEMA D'UNE VILLE CONGOLAISE

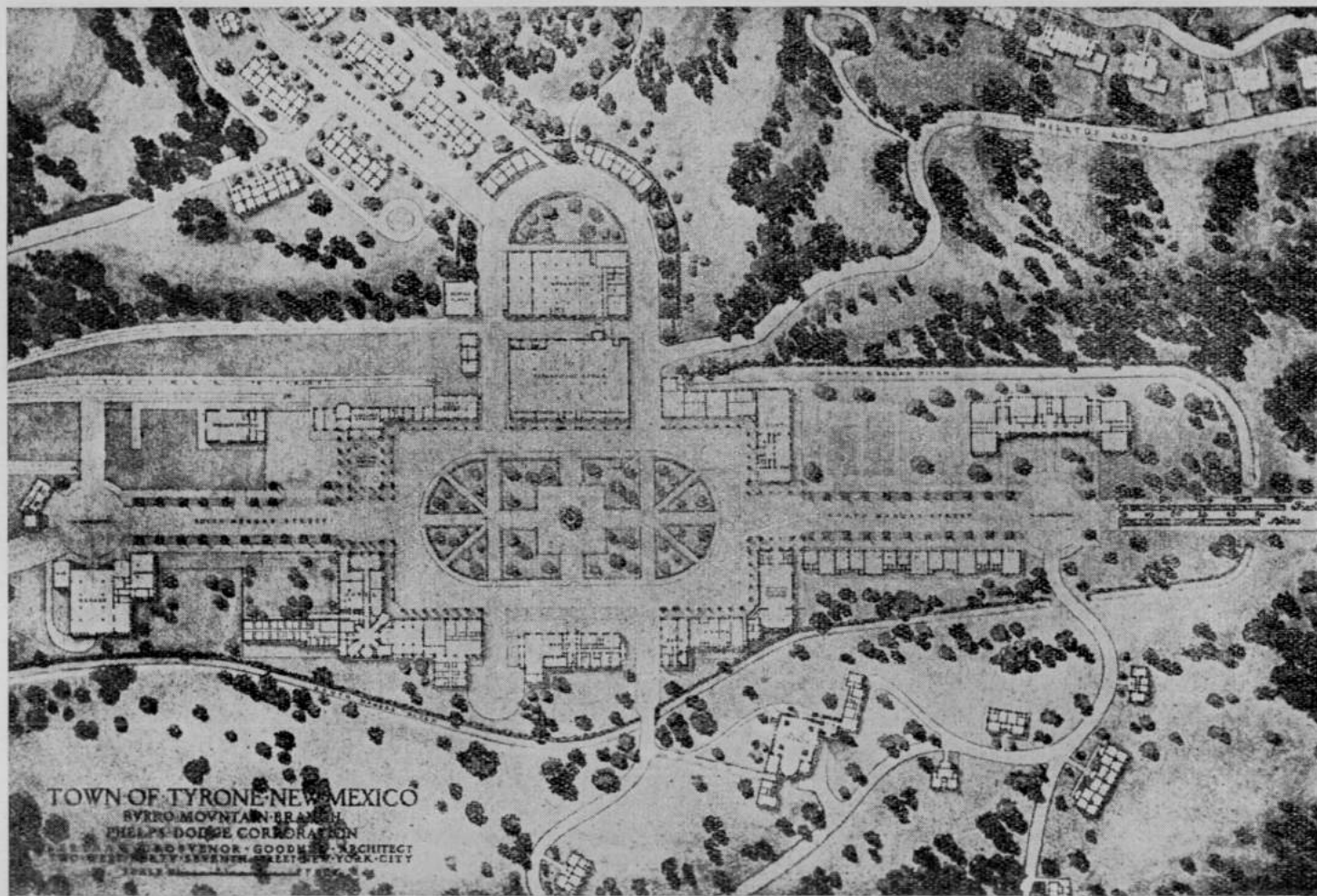


0 100 200 300 400 500 600 700 800
SCALE ONE INCH EQUALS ONE HUNDRED FEET



YORKSHIP VILLAGE
CAMDEN N.J.
GENERAL PLAN
SELECTED D. LITCHFIELD, ARCHITECT





Ville de Tyrone (Nouveau-Mexique). — Plan de la partie centrale.

la cité européenne d'un côté de la cité commerciale, la cité indigène de l'autre et séparées l'une de l'autre, ne pourront-elles pas s'étendre, chacune, en un vaste éventail?

Ceci peut paraître un peu schématique, un peu trop géométrique. Aussi, pour rendre notre pensée plus palpable, nous recourrons au plan de Yorkship, village dans l'État de New-York, dont nous avons parlé tout à l'heure. Si nous nous imaginons la gare au Nord, nous voyons parfaitement émaner de cet endroit la voie commerciale, s'élargissant en une place où pourraient se grouper les bâtiments publics et, ensuite, se séparant en Y. Dans les intervalles de ces voies de communication, la partie résidentielle en éventail.

Nous pouvons donc considérer comme établi que la disposition des zones dans nos villes congolaises peut répondre à un « thème » défini, qu'il y aura lieu de plier aux dispositions des lieux, à la topographie propre à l'endroit imposé.

C'est alors qu'interviendront l'ingéniosité et le talent de l'urbaniste.

Prenons un emplacement existant, celui de Kinshasa et cherchons à « refaire » Kinshasa avec quelque méthode.

Un fleuve et un chemin de fer. Kinshasa est donc un lieu de transit. Les bas-fonds des rivières Belgika et Gombe, marécageux, sont asséchables. On procède, d'ailleurs, actuellement, à ces travaux, devenus indispensables.

Nous pourrions donc établir notre T, dont le fleuve et le chemin de fer formeraient la barre horizontale, en établissant notre voie commerciale perpendiculairement à la première, avec jonction au port.

Mais, dans un site semblable, nous devons tenir compte d'un facteur : la course au fleuve. Toute ville au bord de la mer ou d'une rivière s'étendra le long de l'eau et non à l'intérieur des terres. Cette loi étant une loi de fait, vérifiable dans tous les temps et sous tous les climats, ne la

combattons pas, bien qu'elle s'oppose à une concentration de la ville autour de son noyau.

Mais tâchons de nous arranger pour que ce chemin de fer ne doive pas être traversé trop fréquemment, qu'il forme une ligne frontière entre deux zones de la ville, entre lesquelles les intercommunications ne soient pas trop fréquentes.

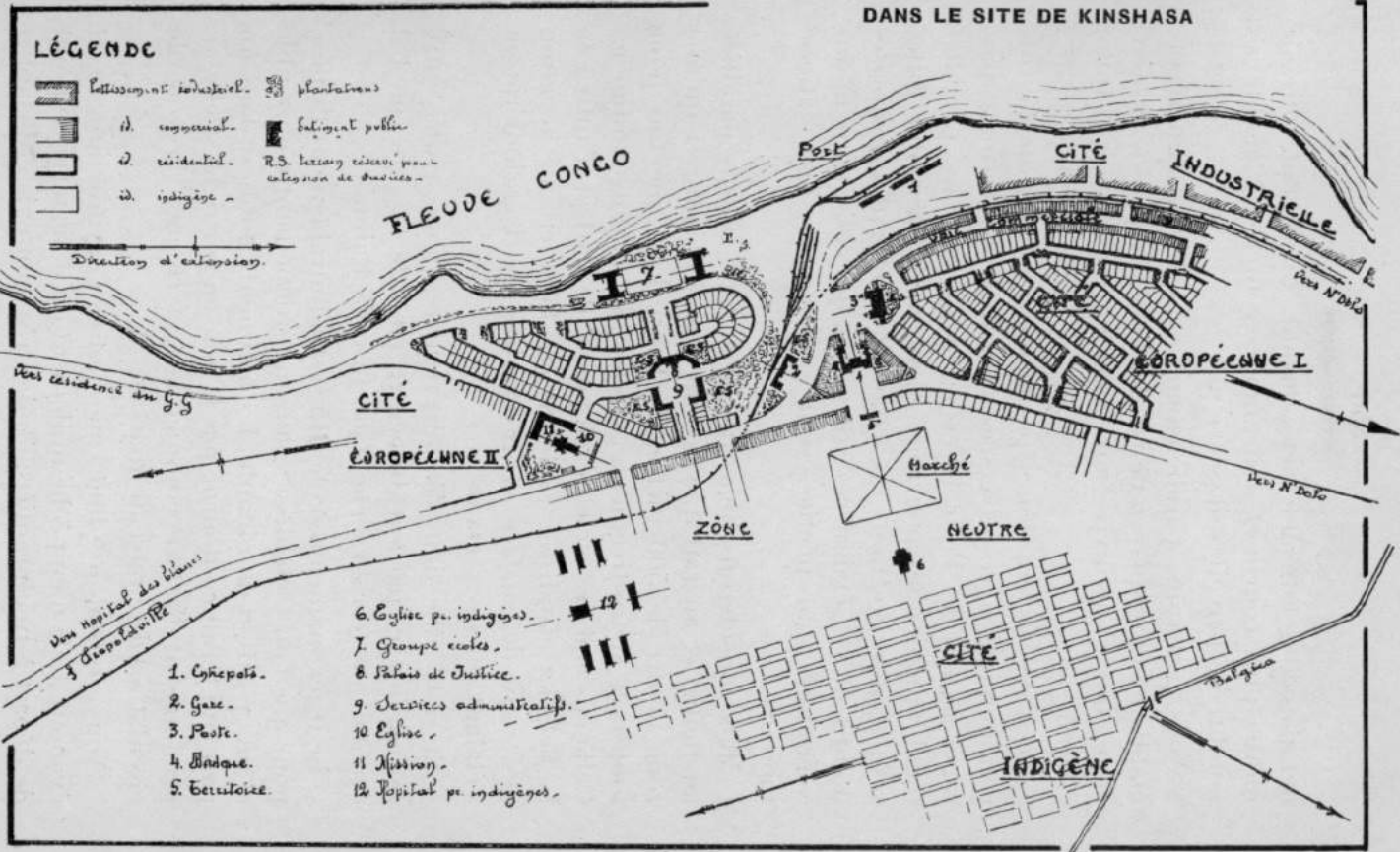
Puisque l'industrie, elle, devra, autant que possible, être en contact et avec le fleuve et avec le rail, réservons au quartier industriel la superficie existante entre ces deux artères de transport. Cela facilitera l'établissement et des voies de raccordement et l'établissement de ports privés.

Il nous semble qu'aucune difficulté spéciale ne se serait présentée à rapprocher la voie de chemin de fer du fleuve, de manière à réserver une zone d'environ 200 mètres (au lieu de 500 à 600) entre les deux. Cette bande de 200 mètres de largeur permettra l'établissement : 1° d'un terre-plein suffisant pour port et voies le desservant; 2° d'une profondeur de parcelles, très convenable; 3° d'une large voie carrossable le long du chemin de fer. Cette voie, traversée par les raccordements, ne serait guère fréquentée que par du charroi industriel.

Quant à la zone commerciale, puisque la ville aura une tendance à s'étendre le long du fleuve, ne craignons pas de l'établir le long du chemin de fer, elle aussi. Partant de la gare, placée face au port, donc à proximité immédiate de celui-ci, cette zone commerciale pourra s'étendre, comme la zone industrielle, vers N'Dolo, etc., indéfiniment, au besoin.

Cette zone commerciale peut se ramener à une avenue unique, dont nous étudierons le détail dans la suite de notre petite étude. La placerons-nous en bordure du rail? Ou bien adosserons-nous à ce rail les parcelles réservées aux hôtels, banques, factoreries et magasins? Nous croyons que cette deuxième solution sera la meilleure, notre avenue commerciale desservant ainsi, de part et d'autre,

SCHEMA D'UNE AGGLOMERATION URBAINE
DANS LE SITE DE KINSHASA



des parcelles lotissables et pouvant, de ce fait, être de moitié plus courte et donc moins coûteuse à égalité au nombre de parcelles desservies.

Nous pourrions, parallèlement à la voie commerciale, établir une première zone résidentielle, de peu de profondeur, qui poursuivra son développement vers N'Dolo, elle aussi.

Le trafic se fera donc spécialement le long de la voie commerciale, avec traversées assez distantes formant passages à niveau. Pour les voies desservant les parcelles d'habitation, nous pourrions adopter un tracé plus pittoresque, des directions favorisant la circulation des brises dominantes et établir ces voies dans des conditions moins onéreuses, puisqu'elles sont appelées à une fatigue moindre.

Mais considérons bien que c'est dans le sens parallèle au fleuve et au rail que la ville doit s'étendre et qu'une zone neutre de 500 mètres de large doit, une fois pour toutes et définitivement, l'isoler de la cité indigène. Celle-ci s'établira et se développera, de part et d'autre, de la Belgika canalisée. Cette rivière facilitera l'évacuation des eaux de surface et résiduares de l'agglomération s'étalant sur ses versants.

Et si la ville doit s'étendre encore, nous avons entre rail et fleuve, partant du centre vital de la gare, un bel éventail de terrain s'étendant jusqu'à Kalina.

Le léger mamelon (cote 315) est admirablement disposé pour que l'on y établisse, dans un groupement d'ensemble et une position dominante, les bâtiments publics, dans un parc qui serait contourné par la voie en corniche. Celle-ci, prolongeant l'artère commerciale, formerait la voie de circulation du nouveau quartier.

Nous constatons donc que notre T symbolique s'est évanoui. Cela n'empêche nullement qu'il ait servi de point de départ à une première étude, très sommaire, d'établis-

sement « extensible » d'une agglomération urbaine en un endroit bien déterminé.

En résumé, pour établir une agglomération urbaine au Congo, nous croyons qu'il convient :

1° D'étudier, en corrélation étroite, le problème de la ville et celui de son emplacement avec ceux relevant des voies de communication qui y aboutissent et qui sont, en général, sa raison d'être;

2° D'éviter, autant que possible, les sites par trop mouvementés ou complètement plats;

3° De choisir le noyau à l'origine ou à la jonction des voies de communication et d'en faire émaner les diverses zones, de façon que chacune ait son champ d'extension propre;

4° De ne mettre le terrain en valeur que progressivement, en partant du noyau choisi.

*
**

Passons en revue maintenant les caractéristiques de chacune des zones de la ville congolaise.

1. — La cité industrielle.

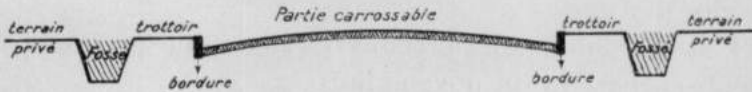
Celle-ci dépendra essentiellement du genre d'industrie propre à l'endroit. L'idéal serait de pouvoir disposer d'une bande de terrain de 150 à 200 mètres de largeur, longée par le chemin de fer ou le fleuve, ou comprise entre les deux, bande de terrain qui pourrait être tronçonnée en parcelles, de largeur variable.

Ce serait une erreur de croire que, parce que destinée à des industries, la zone ainsi réservée pourrait être choisie dans un terrain quelconque. Ici, comme dans toutes les zones de la ville congolaise, il importe, autant que possible, si l'on veut éviter les déprédations des eaux et, par suite, les frais d'entretien excessifs, de choisir des terrains de pente assez faible et de tracer les voies de communication de manière que celles-ci, éventuellement

par recouplement des courbes de niveau, ne dépassent pas les pentes prévues en Europe. Il serait même bon, en Afrique, de réduire celle-ci, s'il y a moyen et de ne pas dépasser les 5 %.

Ces voies de communication devront, pour satisfaire à un trafic lourd, avoir un revêtement particulièrement solide et nous croyons que le pavage, dans le cas où la situation locale permet de se procurer des pavés, est tout à fait à recommander.

La largeur de ces voies doit permettre, au moins, le croisement de deux véhicules, le dépassement éventuel d'un troisième et le stationnement de deux autres. Nous arriverions ainsi à une partie carrossable de 15 mètres pour le



profil en large. Quant aux trottoirs, une largeur de 3 mètres serait, à notre avis, suffisante. Mais il importerait de prévoir pour ce trottoir un revêtement résistant et d'y interdire, par des règlements, le dépôt, même momentané, de marchandises quelconques.

En Europe, entre voies carrossables et trottoirs, existent, le long des bordures de ceux-ci, des filets d'eau, destinés à recueillir les eaux des surfaces et à les conduire vers les égouts par des pentes adéquates. Les chutes de pluies au Congo étant d'une violence extrême, les sections des filets d'eau, suffisantes pour l'Europe, ne le sont manifestement plus ici. Nous devons faire appel à de véritables fossés. Mais il est évident que, situés entre voies carrossables et trottoirs, ces fossés constitueraient un danger. Il y a donc lieu de les rejeter entre parcelles et trottoirs, de façon que le profil en large de la voie publique se présente comme ci-dessus.

La largeur de ce fossé devra grever la largeur de la voie publique, dont il fait partie et non le terrain parcellé. Il

conviendra donc d'ajouter, à la largeur de la voie, la largeur des fossés. Pour éviter que les véhicules n'empiètent sur les trottoirs, dont ils ne seront plus tenus écartés par la saillie de ceux-ci, il y aurait lieu de prévoir des bornes de distance en distance entre voie carrossable et trottoirs, ou des arbres à la limite des trottoirs.

Quant au bombement de la route, autant que possible réduisons-le au minimum et là où le sol est perméable, supprimons la flèche.

En résumé donc, le quartier industriel devra présenter les caractéristiques suivantes :

1° Être, comme partout, en dehors des vents dominants;

2° Disposer d'une surface, la moins mouvementée possible;

3° Être desservie, en tout endroit et pour chacune de ses parcelles, par toutes les possibilités de communication, rail, port et route;

4° Avoir une voirie étudiée dans l'esprit de notre exposé.

II. — La cité commerciale.

Voyons maintenant la cité commerciale, barre verticale de notre T. Quelles devront être ses caractéristiques ? Il existe d'ores et déjà, dans certaines colonies, une mesure administrative excellente qui s'applique aux quartiers commerciaux des circonscriptions urbaines : c'est l'obligation pour les riverains d'avoir à maintenir, à un alignement et suivant un niveau déterminé, un trottoir couvert, de 2^m50, le long de la voie publique. Excellente mesure en pays chaud.

S'il est normal dans un quartier de magasins, où le terrain devient forcément plus cher que dans un quartier résidentiel, d'autoriser les constructions jointives, il

serait désirable de pousser cette réglementation jusqu'au bout en adoptant la législation sur le mur mitoyen, ce qui n'est pas d'application au Congo jusqu'à présent. Actuellement, dans les quartiers commerciaux, l'alignement latéral dans les parcelles est prescrit à 50 cm. en deçà de la limite de la parcelle. Il subsiste ainsi, entre les immeubles, des couloirs de 1 mètre de large et une solution de continuité dans les trottoirs couverts. Pourquoi? Probablement pour éviter, éventuellement, des reprises en sous-œuvre aux pignons de bâtiments existants, dans le cas où des constructions plus élevées viendraient s'y adosser. Mais, comme il y aura lieu de prévoir une élévation maximum (variable suivant la largeur des avenues), il peut être imposé à chaque construction un empâtement de fondation des pignons correspondant à la hauteur maximum prescrite. La largeur des parcelles destinées à l'édification des bâtiments commerciaux est actuellement fixée à 15 mètres. Nous croyons que cette dimension pourrait être maintenue. Quant à leur profondeur, quels éléments la dicteront? D'abord, doit-on continuer à autoriser l'habitation dans les quartiers commerciaux et l'établissement des boyeries dans les parcelles? Ou peut-être pourrait-on, dans le cas où l'Européen serait autorisé à avoir son habitation dans le bâtiment où il traite ses affaires, l'obliger à ne pouvoir disposer de locaux à cet effet qu'au premier étage et imposer ce premier étage. Celui-ci serait donc destiné soit aux bureaux, soit aux logements, dans toute avenue commerciale. L'étude serrée de cette question est importante, puisqu'elle peut nous conduire à une réduction de la profondeur des parcelles, donc de leur surface et à rétrécir ainsi l'étendue de la ville elle-même. Nous réduirions ainsi à de moindres conséquences l'inconvénient typique de la ville coloniale, signalé plus haut : trop grande superficie pour une population réduite.

Comme le quartier commercial peut fort bien être constitué par une voie unique, pouvant se prolonger, si la

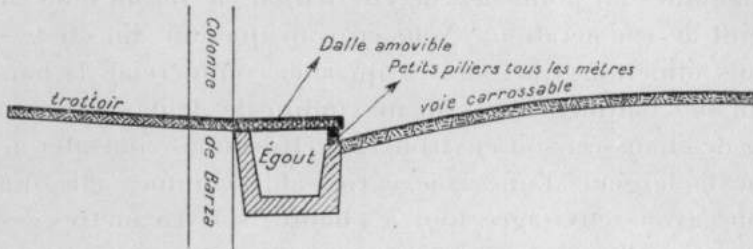
ville s'étend, les parcelles commerciales seront, en conséquence, limitrophes de parcelles résidentielles et leurs faces postérieures jouiront d'une aération plus large.

*
**

Quant à la voie commerciale elle-même, nous pourrions lui conserver les dimensions fixées pour l'avenue industrielle. Ces dimensions pourraient parfaitement correspondre au trafic.

Nous la rendrons plus monumentale, évidemment en l'élargissant davantage, en créant, par exemple, une

Égout ouvert latéralement



double avenue, carrossable, séparée par un terre-plein planté d'arbres.

Mais, n'oublions pas que si l'ombre est chose désirable en Afrique, la lutte contre la brousse envahissante est une sujétion d'entretien énorme dans une avenue trop vaste. Voyez Elisabethville et ses trottoirs!

Le dispositif du profil en travers indiqué pour le quartier industriel se trouvera en défaut ici. En effet, les trottoirs étant couverts par les vérandah des bâtiments, il nous faut renoncer aux fossés séparant les trottoirs des terrains privés. Mais par contre, entre trottoirs et voie carrossable, il nous est impossible, ou de nous contenter d'un filet d'eau à faible section, insuffisant, ou de créer un fossé à caniveau ouvert, dangereux. Nous devons recourir à un dispositif du genre de celui indiqué au croquis ci-dessus et constituant un véritable égout ouvert latéralement.

C'est un ouvrage coûteux dont la nécessité renforce notre conviction qu'il convient de réduire, autant que possible, l'étendue du quartier commercial.

La voirie de la zone que nous étudions sera fort fatiguée; il importe donc, là aussi, de ne pas lésiner sur la qualité des revêtements. Ces économies de premier établissement auraient une lourde contre-partie dans les frais d'entretien. L'économie devra, une fois de plus, résulter d'une compression dans l'étendue.

Les largeurs d'avenues que nous réclamons jusqu'ici sont de beaucoup inférieures à celles qui ont été réalisées jusqu'à présent (40 mètres à Élisabethville !). Si elles sont suffisantes au point de vue circulation, le seront-elles au point de vue aération ? Nous croyons que oui. En effet, si nous admettons que, dans le quartier commercial, la hauteur des bâtiments soit au maximum de deux étages sur rez-de-chaussée, soit environ 12 mètres, nous constaterons que la largeur d'une voie carrossable comme celle que nous avons envisagée tout à l'heure, soit 15 mètres, est encore de 3 mètres supérieure à la hauteur admise pour des constructions.

Or, dans les villes marocaines, où, grâce à la présence durant dix ans de M. l'architecte Prost et de ses adjoints, l'étude et la réalisation des villes neuves constituent l'ensemble le plus parfait réalisé aux Colonies à l'heure actuelle, les règlements prescrivent une hauteur limite des bâtiments égale à la largeur des rues desservant ceux-ci. Or, il fait tout aussi chaud à Marakech qu'à Kinshasa, s'il y pleut moins.

Deux autres raisons, en dehors de la raison d'équilibre économique auquel nous voulons arriver, militent en faveur de la conception des avenues sans excès de largeur. D'abord, si, en Afrique, la libre circulation de l'air est chose désirable, d'autre part, est-il chose plus écrasante que de se trouver devant une avenue ou une large place à traverser par un soleil de plomb ? Ensuite, esthétique-

ment, la largeur d'une avenue, d'une rue, doit être « proportionnée » à la hauteur des immeubles qui l'encadrent. Une avenue énorme ou une place gigantesque, entourée par des villas à un étage, ne produit pas un effet monumental, mais un effet de désert, surtout quand les grands terre-pleins sont envahis par une brousse naissante.

C'est au quartier commercial, se réduisant à une avenue (épine dorsale de l'agglomération), que les bâtiments publics, administratifs, trouveront tout naturellement leur place. Il vaudra mieux réserver l'emplacement des constructions scolaires, religieuses et hospitalières dans les cités résidentielles ou indigènes. Des élargissements de la voie commerciale ou des trouées latérales, ouvertes dans celles-ci, constitueront des « places » lieux de stationnement et de rassemblement, en dehors de l'axe de la circulation et que le Palais de Justice, le bureau des postes, les services gouvernementaux encadreront parfaitement.

Il faut, en effet, éviter la dissémination de ces services à travers la ville, car il en résulte une perte de temps considérable pour l'homme d'affaires. Voyez les réclamations des habitants de Kinshasa à propos de l'emplacement choisi pour le Palais de Justice!

Pour le choix de l'emplacement des bâtiments publics, il y aura lieu aussi de prévoir « extensible », c'est-à-dire d'établir, en bordure des voies, les bâtiments des services immédiatement nécessaires, mais dont on ne peut prévoir l'extension. On réservera, en arrière des dites constructions, des parcelles suffisamment profondes pour procéder à des agrandissements à venir.

Résumons-nous donc :

1° La cité commerciale peut se réduire à une voie unique commençant face à la gare ou au port et pouvant être mise en valeur au fur et à mesure de l'augmentation de la population.

2° Cette voie aura un profil en travers de l'ordre de celui étudié ci-dessus.

3° Il est désirable que la législation sur les murs mitoyens y devienne applicable et que l'obligation pour les riverains de créer en façade un passage couvert de 2^m50 de largeur, au moins, y soit maintenue.

4° Pour réduire au minimum la profondeur des parcelles, le concessionnaire de terrains ne devrait être autorisé à établir de logements qu'au premier étage des bâtiments. Dans ces conditions, 25 mètres de profondeur de parcelle seraient suffisants; par contre, la superficie bâtie par rapport à l'étendue des parcelles pourrait être très importante.

5° La hauteur sur rez-de-chaussée devrait être au minimum d'un étage, au maximum de deux étages, sans pouvoir dépasser la largeur de la voie publique.

6° Un ou plusieurs élargissements de la voie commerciale constitueront des places destinées à l'édification des bâtiments des services publics.

III. — La cité résidentielle.

Ici encore méfions-nous des dimensions trop vastes et pour les avenues et pour les parcelles.

Si nous avons déjà évoqué les frais de premier établissement, énormes et les frais d'entretien, tout aussi considérables, auxquels entraîne la conception trop grande de la voirie, il en est de même, par ricochet, si l'on établit des lotissements composés de parcelles trop grandes. Or, il est un fait que peu de coloniaux se donnent la peine d'entretenir leur parcelle et d'y faire du jardinage. Et si le service antimalarien se montrait moins sévère en matière de désherbage, l'aspect des parcelles serait encore moins séduisant qu'il l'est, en général, actuellement.

Il est, enfin, une dernière raison qui s'oppose à l'extension excessive de la ville coloniale : c'est la nécessité de ne pas trop éloigner l'habitant de son lieu de travail.

En Europe, c'est le développement des moyens de transport en commun qui a permis à la population de se répandre dans la périphérie, ce qui a désencombré le centre surpeuplé des villes. Les études les plus sérieuses établissent que dans le cas où le domicile est éloigné de plus de trente minutes de l'endroit du travail, le rendement de la main-d'œuvre s'en ressent.

Il résulte de ces études que dans toute ville européenne de moins de 60,000 habitants, la circulation pédestre (4 km. à l'heure) peut suffire; pour des villes dont le rayon peut atteindre 3 km. et la population 600,000 habitants, les tramways et autobus (vitesse 12 km.) s'imposent; si le nombre d'habitants passe de 600,000 à 2,400,000 (rayon 6 km.), les métropolitains (25 km. à l'heure) deviennent indispensables. Au delà de ce chiffre, il faut que ces métropolitains donnent correspondance à des métropolitains rapides (40 km. à l'heure). Nous savons qu'à Bruxelles le besoin de métro se fait sentir et qu'à Paris (2,900,000 habitants), il y aura lieu bientôt de compléter les réseaux existants par des lignes rapides, telles qu'elles existent à Londres et New-York.

Or, ce temps maximum dont l'habitant doit pouvoir disposer pour se rendre de son domicile à son lieu de travail devrait, en Afrique, être réduit, la température élevée rendant les déplacements plus fatigants. Et les moyens de transport en commun, étant donnée la clientèle réduite, ne seront jamais « payants », donc viables. Et, au contraire, nous étendons la ville et dans des proportions telles qu'à Élisabethville, comportant 3,000 habitants, correspond, en superficie, Louvain, qui en compte 30,000, que Kinshasa compte 7 habitants à l'hectare, alors que le centre de l'agglomération bruxelloise en compte 500 ! Le Congo n'est pas la Belgique, mais tout de même, il y a là une disproportion telle qu'elle oblige tout homme de bon sens à réfléchir et à trouver que le problème doit être étudié et serré de près.

La question des dimensions des parcelles, parcelles qui sont les cellules de cet organisme qu'est la cité résidentielle, ne peut être résolue à l'heure actuelle.

Une question, non tranchée, prédomine : Y a-t-il lieu de continuer à autoriser la construction des boyeries dans les parcelles ? Les boys privés des Européens, jusqu'à présent, ont dans les villes congolaises leur domicile propre au fond des parcelles de leurs maîtres. On se rend compte que, pour que Blancs et Noirs soient chacun chez eux, il est nécessaire que l'on arrive à d'importantes profondeurs des lotissements privés. On a été jusqu'à 60 mètres et, actuellement, la profondeur admise n'est plus que de 40 mètres. A Elisabethville, à Likasi, ces annexes pour boys sont desservies par des ruelles intérieures aux îlots, dites « ruelles sanitaires ». En pratique, elles sont devenues les plus malsains des dépotoirs.

Pourrait-on arriver à une conception obligeant tous les Noirs à habiter la cité indigène et à considérer ainsi les domestiques comme des travailleurs habituels se rendant, journellement, chez leurs maîtres comme en un autre lieu de travail ? Les mœurs se plieraient-elles à un règlement de cette sorte ?

Un organisme créé par l'Union Minière et le Comité Spécial du Katanga a étudié la création d'un centre urbain, non réalisé, à Musonoi. Dans cette étude la suppression des boyeries dans la cité européenne a servi de donnée principale.

Il est certain que, dans le cas où semblable essai donnerait satisfaction, la profondeur des parcelles, actuellement réduite à 40 mètres, pourrait facilement être ramenée à 30 mètres.

Quant à la largeur de 25 mètres, fixée actuellement, nous la croyons trop faible.

En Afrique, en effet, la température permet et oblige à vivre, toutes portes et fenêtres ouvertes. Il importe donc

que l'on soit quelque peu éloigné de son voisin. En admettant une maison d'une certaine importance, comptant trois pièces de 4 mètres en façade, en tenant compte de l'épaisseur des murs, il restera, de part et d'autre de la maison, 5 mètres environ jusqu'à la limite du terrain, 10 mètres jusqu'à la maison voisine. C'est bien peu.

Le système des maisons accouplées, assez répandu, est-il admissible? Il n'est évidemment pas très favorable à l'intimité, mais, étant donnée l'extension que ce dispositif a prise, il faut en déduire que les habitants s'y sont adaptés.

Dans le cas de maisons accouplées, les 25 mètres de largeur par parcelle seraient amplement suffisants; dans le cas de maisons isolées, il faudrait porter cette largeur à 30 mètres.

Quant à la voirie, nous pourrions adopter le profil en large proposé pour la cité industrielle, avec fossés le long des limites des parcelles. Pour la largeur de la voie carrossable, 9 mètres suffiraient et des trottoirs, plantés d'arbres, de 3 mètres seraient également très convenables. En imposant une zone de *non edificandi* de 5 mètres de part et d'autre de l'avenue, la distance entre habitations serait ainsi portée à 25 mètres. Pour les revêtements de la voie carrossable, peu fatiguée, puisque la circulation la plus intense serait canalisée dans les voies de circulation, un bon empierrement ferait parfaitement l'affaire. Quant aux trottoirs, si le revêtement s'en révèle trop coûteux, pourquoi ne pas s'en tenir au cynodon, cette herbe courte et dure qui maintient les terres?

Dans le domaine de la cité résidentielle, il est un autre problème que celui des boyeries qui se présentera vraisemblablement : le Gouvernement et les compagnies continueront-ils dans l'avenir de loger leur personnel? Il est certain que si l'on renonçait à cette mesure, il en résulterait une notable réduction d'étendue de la cité européenne : les célibataires, par exemple, obligés à se

loger à leurs frais, se grouperaient pour habiter en commun. Il y a là encore un nouvel élément qui pourrait entraîner un bouleversement sensible dans l'étendue des villes congolaises.

Doit-on mêler les grandes parcelles destinées aux habitations confortables et les petites parcelles où s'édifieraient des logements plus modestes ?

En nous reportant à la théorie exposée plus haut et concernant la distance-temps séparant le domicile du lieu de travail, il serait logique de maintenir le plus près du centre des affaires, quartier commercial ou industriel, les îlots de petites parcelles. En effet, les usagers modestes n'utiliseront que la bicyclette, s'ils ne vont pas à pied. Les coloniaux, habitant des maisons confortables, disposeront, eux, d'une auto et pourront donc se loger plus loin. Mais cette subdivision de la cité résidentielle en quartier « chic » et en quartier « pas chic » ne renforcera-t-elle pas encore davantage, entre Européens, cet esprit de « caste » que connaissent tous ceux qui ont été aux Colonies ?

IV. — La cité indigène.

C'est le problème le plus spécial à la Colonie, le plus difficile à résoudre. Nous avons, dans ce domaine, beaucoup cherché et beaucoup dépensé aussi.

Un point semble bien tranché et est d'application dans toutes les Colonies, même françaises, où l'indigène est cependant élevé, dans certains cas, à la dignité de citoyen français.

Il convient de séparer, surtout pour des raisons d'hygiène, la cité indigène du centre européen. Il résulte de notre propre expérience que la distance séparant les deux agglomérations doit être de 500 mètres, distance maximum que puisse franchir l'anophèle. Mais si cette question-là peut être considérée comme résolue et que, entre la branche verticale de notre T symbolique et la cité

indigène, nous pouvons, dès à présent, réserver une zone neutre, bande de 500 mètres de largeur, bien d'autres problèmes ne sont pas encore résolus à l'heure actuelle.

Dans la zone neutre pourraient s'ériger les bâtiments publics d'usage indigène : hôpital pour Noirs, chapelle, école, marché couvert ou non, bureaux de l'Administration territoriale. Il est à remarquer cependant que la propriété de cette zone très large, qui pourra s'étendre considérablement si la ville progresse, constituera toujours une grosse sujétion d'entretien.

Quant à la conformation même de la cité indigène, plusieurs systèmes sont en présence :

1° Donner à l'indigène de grandes parcelles (5 ares à Kinshasa), où il érige ce qui lui plaît et où il lui est loisible de se livrer quelque peu à la culture.

Il en résulte une extension excessive de la cité indigène, d'où coût élevé de premier établissement et police d'hygiène et d'ordre difficile à établir.

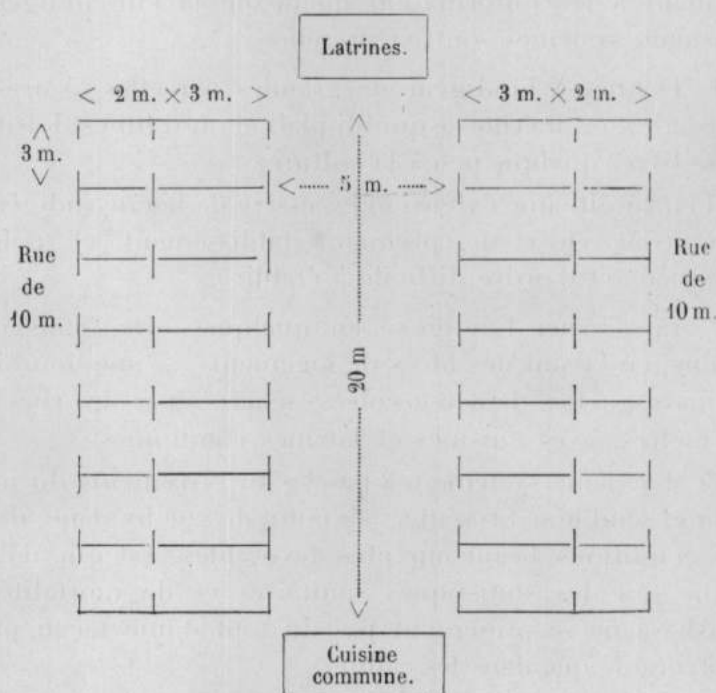
2° Encaserner l'indigène en quelque sorte, dans des camps, en créant des blocs de logements — une douzaine de maisonnettes de 3/3 accolées, séparées par des rues de 10 mètres, avec cuisines et latrines communes.

Ce deuxième système n'a pas les inconvénients du premier et semble se présenter, au point de vue hygiène, dans des conditions beaucoup plus favorables. Ce qui n'empêche que les statistiques sanitaires et de mortalité à Kinshasa ne se présentent pas du tout d'une façon plus défavorable que dans les camps.

3° Le système, jadis envisagé par l'Union Minière dans son programme visant à l'acclimatation de la main-d'œuvre importée du Ruanda-Urundi, de la création de « villages » indigènes suburbains réservés à des éléments de même race, commandés par leurs chefs naturels; conception très intéressante, mais dont l'adoption entraînerait

la nécessité d'installation de moyens de transport en commun, réunissant les villages au centre urbain.

N'oublions pas que la question indigène au point de vue de l'Urbanisme et sous l'aspect économique, se présente, de même que d'autres problèmes d'Urbanisme au Congo, dont nous avons déjà parlé, comme un paradoxe. Dans les villes congolaises, la population noire est, en moyenne, dix fois supérieure en nombre à la population blanche. Il y aura donc là, bien que les besoins de l'indigène soient réduits, une immobilisation en terrain, des frais d'établis-



sement de voirie, d'égouts et de distribution d'eau considérables.

Et cette population, la plus importante, est précisément celle qui n'est, autant dire, pas payante.

Les prescriptions sanitaires en vigueur imposent, par

case indigène, trois faces exposées à l'air libre. Dans ces conditions, les logements dans les camps ne pourraient se présenter que comme des successions de maisonnettes doublés. Pratiquement, il a toujours été passé outre et les alignements de dix à douze maisonnettes sont d'application normale. Nous croyons que le bloc « ouvert », disposé comme ci-contre, constituant un lotissement, est un excellent dispositif. Les rues et les cours devraient être orientées dans le sens des vents dominants.

L'encombrement du logement de quatorze indigènes serait ainsi de $(3 \times 7) + 5 + 3 + 5 + 1 = 35$ m. \times 15 m. et desservi par deux rues de 10 mètres de large.

Il n'y aurait guère possibilité financière d'établir ces rues autrement qu'en terre battue, malgré l'utilité évidente qu'il y aurait à recourir à un revêtement moins facilement désagrégeable. Mais cela nous entraînerait à des chiffres astronomiques.

Nous nous trouverions ainsi en face d'un tracé en damier allongé constitué par des rues de 10 mètres, séparées par des îlots de 15 mètres et réunies par des espaces de 16 mètres occupés en leur centre par les cuisines ou les latrines communes.

Résumé.

Les nécessités, tant naturelles que sociales, poussent à une conception extrêmement étendue de la ville congolaise. Comme la population urbaine coloniale est réduite et comme c'est cette population qui doit, directement ou indirectement, faire les frais de l'établissement et de l'entretien de la ville à créer, il importe de pousser les recherches dans le sens de la réduction de l'étendue.

Nous devons donc :

1° Pour l'aération des villes, tenter de favoriser la circulation de l'air par l'orientation des voies de circulation plutôt que par la largeur de celles-ci;

2° Tenter, pour réduire l'étendue des parcelles, d'arriver à la suppression des boyeries dans celles-ci;

3° Arriver, dans le quartier commercial, à ne tolérer le logement qu'à l'étage des magasins;

4° Étudier, le mieux possible, l'aménagement de la cité indigène sous l'aspect du « camp ».



Séance du 26 mai 1933.

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

Sont présents : MM. Allard, Fontainas, Gillon, Liebrechts, Moulaert, Olsen, van de Putte, membres titulaires; MM. Anthoine, Bette, De Backer et De Roover, membres associés.

Excusés : MM. Beelaerts, Dehalu, Gevaert et Leemans.
M. De Jonghe, Secrétaire général, assiste à la réunion.

Communication de M. R. Anthoine.

M. *Anthoine* expose le traitement des minerais aurifères d'origine filonienne aux mines de Kilo-Moto.

Après quelques mots sur l'historique de la question, il esquisse la géographie physique, la stratigraphie, la tectonique de la région.

Les conditions de gisement des gîtes filoniens ayant été définies, M. Anthoine démontre, à la suite d'essais de laboratoire sanctionnés par l'expérience industrielle, les caractères d'individualité de l'or et de l'argent au sein de la pyrite de fer.

Il donne les lois de l'amalgamation en fonction du temps et de la finesse de broyage et il en déduit les méthodes qui président pratiquement à l'installation des usines de traitement par amalgamation.

Il montre les perfectionnements apportés à ce procédé simple et les conséquences qui en découlent dans l'économie générale d'une exploitation filonienne.

M. Anthoine décrit ensuite les phases du traitement des

minerais sulfurés, donc réfractaires en principe à l'amalgamation, par passages successifs aux bocards, aux tubes mills, au Dorr classifieur, au Dorr thickener, à l'atelier de flottation, telles qu'elles se succèdent à l'usine du Nizi (Kilo).

Il donne, enfin, les propriétés du concentré obtenu, ainsi que celles du même produit grillé. Il montre qu'à cet état le minerai a repris sa faculté d'être amalgamé et dans quelles conditions cette dernière opération se fait techniquement et économiquement.

Cette étude donne lieu à un échange de vues auquel MM. *Fontainas* et *Moulaert* prennent part.

La Section décide la publication de l'étude de M. *Anthoine* dans les *Mémoires* de l'Institut.

Communication de M. M. Dehalu.

En l'absence de M. *Dehalu*, M. le *Président* donne lecture d'une note exposant les observations magnétiques effectuées par M. *Molle* à *Élisabethville* (voir p. 575).

La Section prend connaissance ensuite d'une lettre de M. *Lagrange* au sujet de l'utilité qu'il y aurait à prolonger ces observations au Congo belge. La Section est d'accord en principe qu'il serait utile de continuer ces études. Elle pense que l'Institut a fait un grand effort en cette matière et il est peu probable qu'il puisse y affecter de nouvelles sommes. Elle charge M. le *Président* d'examiner avec M. *Lagrange* les possibilités de continuation des observations magnétiques, éventuellement avec une intervention du Fonds National de la Recherche Scientifique.

La séance est levée à 16 h. 30.

M. M. Dehalu. — Note préliminaire sur les observations magnétiques effectuées à Elisabethville à l'occasion de l'année polaire internationale 1932-1933, par M. A. Molle, Docteur en Sciences physiques et mathématiques (1).

Grâce à la libéralité de l'Institut Royal Colonial Belge, il a été possible d'installer une station magnétique à Elisabethville (longitude 1 h. 49 m. 53 s. Est Gr. — latitude Sud $11^{\circ}45'$) pour la durée de l'année polaire qui s'étend du 1^{er} août 1932 au 1^{er} septembre 1933. Cette station est établie dans le parc de l'Observatoire météorologique qui dépend de la direction provinciale de l'Agriculture.

Les variations de trois éléments magnétiques : déclinaison, composante horizontale et composante verticale, y sont enregistrées photographiquement à l'aide de deux jeux d'appareils similaires étudiés et réalisés à l'Institut magnétique de Copenhague sous la direction de son éminent directeur, M. La Cour, président de la Commission internationale pour les Études polaires.

Le premier jeu de variomètres magnétiques sert à l'enregistrement ordinaire des courbes des variations des trois éléments magnétiques indiqués, ce qui permet d'obtenir, concurremment avec les mesures absolues faites à la station, la valeur du champ magnétique et des variations périodiques journalières et mensuelles. Ces observations réalisent le premier point du programme magnétique

(1) Voir l'article de M. DEHALU, L'Année polaire et la création d'une Station magnétique au Congo belge. (*Bull. de l'Inst. Royal Col. Belge*, t. III, n° 2, 1932.)

arrêté par la Commission de l'Année polaire internationale, à savoir l'étude de l'état magnétique du globe.

Le deuxième jeu de variomètres, grâce à un enregistrement rapide et à une inscription précise du temps, permet de situer exactement dans le temps les petites oscillations, ainsi que les perturbations magnétiques. Ces observations réalisent la deuxième partie du programme, qui a trait à l'étude des causes et de la propagation des perturbations magnétiques.

Ces appareils enregistreurs ont été placés dans une cave située à un peu plus de 3 mètres de profondeur et construite en béton sans matériaux ferreux, l'usage de ceux-ci étant absolument proscrit dans ce genre d'installation. Pour éviter l'infiltration des eaux pendant la saison des pluies, la partie du sol située immédiatement au-dessus de la cave, ainsi que son escalier d'accès sont abrités sous un toit de chaume, tandis qu'une rigole à forte pente creusée sur tout le pourtour permet l'évacuation rapide des eaux de la toiture. Malgré toutes ces précautions, il n'a pas été possible d'assécher complètement la cave et la lutte contre l'humidité qui y subsiste nécessite une grande consommation de chlorure de calcium.

La salle des enregistreurs présente, d'autre part, l'avantage très appréciable d'avoir une température remarquablement constante. La variation diurne y est insensible; quant à la variation annuelle, elle paraît fort minime: depuis septembre 1932 jusqu'à mars 1933, la température de la cave s'est maintenue aux environs de 22°1 sans écarts appréciables. Elle est actuellement de 21°5; cette diminution correspond au début de la saison sèche.

D'ailleurs les variomètres étant munis d'une compensation optique qui a permis dès le début de l'installation de réduire leurs coefficients thermiques à environ 0,5 gamma par degré, l'influence de la température peut être tenue pour négligeable, ce qui élimine une cause

importante d'erreurs dans le dépouillement des observations.

Les accumulateurs pour l'éclairage des lampes d'enregistrement et des lampes destinées aux marques de temps, l'horloge et le relais commandant ces inscriptions qui se reproduisent toutes les cinq minutes, sont installés dans un petit pavillon en briques situé à une dizaine de mètres de la cave.

La proximité de la station de T. S. F. (500 mètres) résout d'une manière fort commode la question de la charge des accumulateurs et celle non moins importante de la réception de l'heure. Les signaux horaires, en général facilement audibles, sont ceux émis par la station de la Tour Eiffel.

Enfin, deux piliers en maçonnerie, abrités sous un toit de chaume, ont été édifiés à quelques mètres de la cave, pour permettre l'installation du théodolite magnétique et de l'inducteur terrestre utilisés pour les mesures magnétiques absolues. Cet abri est relié électriquement au pavillon où se trouvent l'horloge ainsi qu'un chronographe pour la mesure des durées d'oscillation des aimants qui servent au calcul de la composante horizontale de la force magnétique terrestre.

Les observations absolues de la déclinaison, de la composante horizontale et de l'inclinaison sont effectuées à des époques espacées régulièrement. Elles servent au calcul définitif des éléments fournis par les enregistreurs.

Comme il était prévu, les enregistrements indiquent que les variations et les perturbations magnétiques sont plus faibles qu'aux latitudes plus grandes. D'ailleurs, les trois éléments magnétiques se distinguent nettement les uns des autres : la composante horizontale, comme il fallait s'y attendre, est l'élément le plus agité; la déclinaison oscille moins et la composante verticale presque pas.

Il n'est évidemment pas encore possible présentement de

dégager d'autres résultats, puisque les courbes enregistrées ici devront être comparées à celles obtenues en d'autres endroits, notamment en Belgique par la station magnétique de Manhay. Les calculs de réduction se poursuivent journellement et les résultats obtenus seront indiqués dans un travail d'ensemble qui sera inséré dans le *Bulletin de l'Institut Royal Colonial Belge*. Cette note préliminaire a pour but de rendre compte de la bonne marche des observations actuellement en cours à Élisabethville.

Séance du 23 juin 1933.

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

Sont présents : MM. Allard, Deguent, Fontainas, le baron Liebrechts, Olsen, van de Putte, membres titulaires; MM. Anthoine et Beelaerts, membres associés.

Excusé : M. De Roover.

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

M. le *Président* félicite M. le baron *Liebrechts* à l'occasion des honneurs qui viennent de lui être rendus en sa qualité d'ancien Secrétaire général de l'État Indépendant du Congo.

M. le baron *Liebrechts* remercie.

Communication de M. J. Maury.

M. le *Président* rappelle la nécessité d'établir dans les régions dont on désire envisager le développement économique rationnel, un canevas topographique fondamental qui permette de localiser exactement les détails du terrain pour les besoins de la cartographie, du cadastre, des travaux publics ou des recherches scientifiques.

La difficulté des déplacements dans les régions coloniales amène à réaliser un canevas à grandes mailles provoquant pour la localisation des points par rattachement, des solutions souvent compliquées et une utilisation peu logique des mesures surabondantes. Il signale comme constituant une méthode très souple et d'application générale, celle dite de variation des coordonnées qui s'applique tant aux coordonnées rectangulaires qu'aux coordonnées

géographiques. Il en expose le principe, divers cas d'application et la généralisation dont il déduit les règles. Il montre divers exemples tirés du cadastre minier du Katanga et du réseau du Parc National Albert (voir p. 581).

M. *Fontainas* pose quelques questions au sujet du cadastre minier du Katanga et des projets de triangulation dans les autres régions minières de la Colonie.

M. *le Président* donne des précisions à ce sujet.

La séance est levée à 15 h. 30.

M. J. Maury. — Emploi de la méthode de variation des coordonnées pour la détermination des points topographiques.

La mise en valeur rationnelle de vastes régions coloniales est considérablement aidée par la réalisation dans ces régions d'un canevas topographique fondamental. Ce canevas comprend des points exactement localisés et marqués sur le terrain par des bornes ou des repères permanents. Ceux-ci sont généralement placés en des endroits visibles de loin et leur situation est déterminée soit par leurs coordonnées géographiques : latitude, longitude et altitude, soit par leurs coordonnées rectangulaires X, Y dans une projection cartographique à grande portée et complétées par l'altitude Z.

L'existence d'un tel canevas permet de localiser rapidement des points nouveaux pour les besoins de la cartographie générale et des travaux publics pour fixer les divisions de la propriété foncière, pour localiser des prospections minières, agricoles ou à caractère scientifique, dès qu'on peut résoudre, sur la base de simples mesures d'angles, un des problèmes classiques de rattachement. Au Congo, nous disposons de réseaux topographiques de cette espèce, sur des étendues que l'on peut évaluer à plus de 500,000 km², dans les zones de savanes du Katanga, de la région des Grands Lacs, de l'Ituri, du Ruanda-Urundi, ainsi que dans le Bas-Congo et le Mayumbe, à l'Ouest du méridien de Kinshasa. Il y a lieu cependant de remarquer que dans le cas des réseaux coloniaux, la densité du canevas est faible. Au Katanga, par exemple, où le réseau est le plus dense, on ne compte guère, en moyenne, qu'un point par carré de 10 km. de côté, tandis qu'en Belgique le quatrième ordre nous donne un point par carré de 1 à 2 km. de côté. Cette particularité, jointe au fait que les déplacements sont longs et difficiles, amène l'opérateur

chargé d'effectuer un rattachement, à réaliser son but dans des conditions et par un ensemble de mesures anormales, souvent incommodes à utiliser. Il devient ainsi nécessaire de disposer pour la fixation des points intercalés dans des réseaux coloniaux, d'une méthode souple pouvant en même temps fournir les résultats les plus probables dérivant de l'ensemble des mesures angulaires effectuées. Nous croyons pouvoir recommander à cet effet l'emploi de la méthode de variation des coordonnées. Nous en exposons ci-dessous le principe et la mise en pratique dans le cas des coordonnées rectangulaires; elle peut être, sous cette forme, employée dans les régions dotées d'une projection cartographique conforme; nous y ajouterons l'extension de la méthode au cas des coordonnées géographiques.

Equation fondamentale.

Considérons deux points A et B, déterminés en coordonnées rectangulaires par

$$x_A, y_A \quad \text{et} \quad x_B, y_B.$$

Traçons la droite AB de longueur l et de « gisement » g (nous désignons ainsi l'angle que fait en A la direc-

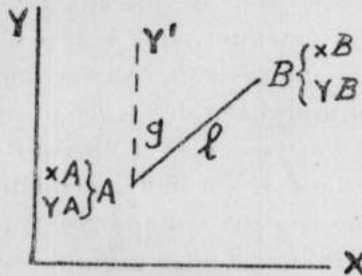


FIG. 1.

tion AB avec la droite AY' parallèle à l'axe des y positifs). Nous supposons g compté dans le sens des aiguilles d'une montre, de 0° à 360° .

Supposons que les coordonnées de A et de B varient de petites quantités :

$$dx_A \text{ et } dy_A, \quad dx_B \text{ et } dy_B$$

et recherchons l'influence de ces variations sur le gisement g de AB. Nous avons

$$\operatorname{tg} g = \frac{x_B - x_A}{y_B - y_A};$$

d'où

$$g = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{x_B - x_A}{y_B - y_A}.$$

Par différentiation nous obtenons, en remarquant que

$$l^2 = (x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2,$$

$$dg = \frac{y_B - y_A}{l^2} (dx_B - dx_A) - \frac{x_B - x_A}{l^2} (dy_B - dy_A),$$

que nous pouvons également écrire

$$dg = \frac{\cos g}{l} (dx_B - dx_A) - \frac{\sin g}{l} (dy_B - dy_A);$$

une autre forme parfois plus simple à utiliser peut être obtenue en passant préalablement aux logarithmes.

Posons pour cela

$$\Delta x = x_B - x_A, \quad \Delta y = y_B - y_A,$$

$$\log \operatorname{tg} g = \log \Delta x - \log \Delta y.$$

Désignons par $\delta_{\operatorname{tg} g}$ la différence logarithmique de $\operatorname{tg} g$ pour l'unité d'angle que nous choisissons pour g . Désignons de même $\delta_{\Delta x}$ et $\delta_{\Delta y}$ les différences logarithmiques pour Δx et Δy , rapportées à l'unité de longueur dans laquelle nous exprimons Δx et Δy . Nous aurons

$$dg = \frac{\delta}{\delta_{\operatorname{tg} g}} \frac{\pi}{180} (dx_B - dx_A) - \frac{\delta}{\delta_{\operatorname{tg} g}} \frac{\Delta y}{\Delta y} (dy_B - dy_A).$$

Nous pouvons donc, d'une manière générale, poser

$$dg = a(dx_B - dx_A) - b(dy_B - dy_A).$$

Les coefficients a et b peuvent être calculés avec un nombre de chiffres relativement faible. En général, trois chiffres significatifs suffisent. La première forme se calcule très rapidement à la machine ou à la règle, surtout si l'on dispose d'une table de carrés. Il est à remarquer que pour l'homogénéité de la formule, il faudrait multiplier chacun des coefficients ainsi calculés par

$$\frac{1}{\text{arc } 1''} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{\text{arc } 1'}$$

suivant le cas. La seconde formule peut être employée favorablement quand on dispose d'une table des lignes

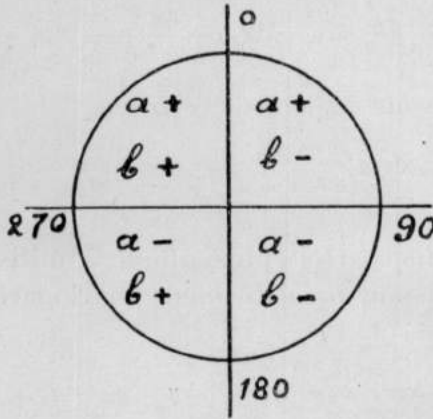


FIG. 2.

trigonométriques naturelles et d'un croquis à une échelle suffisante sur lequel on peut mesurer l et g .

Le coefficient doit également être divisé par arc $1''$ ou arc $1'$ suivant l'unité d'angle adoptée et pour un calcul rapide; on peut poser : arc $1'' = 5 \times 10^{-6}$ et arc $1' = 3 \times 10^{-4}$.

La forme logarithmique donne directement la valeur de a et de b .

La question des signes à donner aux deux coefficients est fixée par la première forme : le coefficient du terme en dx est du même signe que Δy et celui du terme en dy est de signe contraire à Δx .

Pour l'application il est indiqué d'utiliser un tableau des signes sous la forme donnée figure 2, en fonction de g .

Il faut remarquer de plus que le gisement verse, c'est-à-dire celui de la direction B A, que nous désignerons par g' , étant lié au gisement direct g par la relation $g' = g + 180^\circ$, on en déduit $dg' = dg$.

Il en résulte qu'un même côté A B a une seule équation de variation qui s'établit en calculant les valeurs absolues des coefficients a et b , en leur donnant les signes qui correspondent au sens A B, par exemple et en les affectant alors, respectivement, aux termes

$$(dx_B - dx_A) \quad \text{et} \quad (dy_B - dy_A).$$

Si nous considérons deux droites A B et A C, faisant

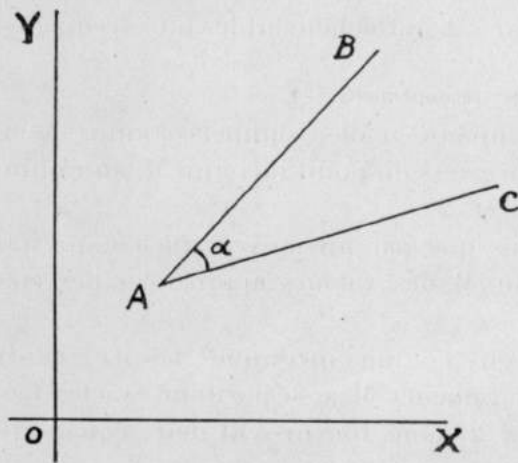


FIG. 3.

entre elles un angle α , en désignant par g_B et g_C les gisements de A B et de A C, nous aurons $g_C - g_B = \alpha$.

Supposons que A, B et C subissent de légères variations qui transforment α en α' ; nous aurons

$$g_c + dg_c - g_b - dg_b = \alpha', \text{ ou } dg_c - dg_b + \alpha - \alpha' = 0,$$

et en remplaçant dg_c et dg_b , par leurs valeurs :

$$\begin{aligned} a_c(dx_c - dx_A) - b_c(dy_c - dy_A) - a_b(dx_B - dx_A) \\ + b_b(dy_B - dy_A) + \alpha - \alpha' = 0. \end{aligned}$$

Si A, B et C ne sont connus que d'une manière approximative, par des valeurs approchées de leurs coordonnées, nous pouvons en déduire par le calcul de g_c et g_b une valeur approchée de α , dite « α calculé ».

Une mesure exacte de α sur le terrain nous fournit α' .

La relation ci-dessus relie au résultat α' de notre observation les changements de position des points A, B et C qu'il pourrait entraîner.

Remarquons que si l'un des points A, B, C est supposé fixé, les variations dx et dy , qui lui correspondent, sont nulles.

Nous pouvons examiner l'application de ces propriétés aux problèmes de rattachement les plus fréquents.

1^o Problème des recoupements.

En stationnant en des sommets connus A et C, nous avons mesuré vers un point inconnu M, au minimum deux angles : (1) et (2).

Supposons que par un moyen quelconque nous ayons obtenu pour M des valeurs approchées des coordonnées X_m et Y_m .

Considérons comme inconnues les dx_m et dy_m nécessaires pour ramener M à sa position exacte. Les mesures de (1) et de (2) nous fournissent deux équations linéaires sous la forme suivante :

Soit $(1)_c$ la valeur de (1) donnée par la différence entre le gisement A B déduit de

$$\text{tg } g_{AB} = \frac{x_B - x_A}{y_B - y_A}$$

et le gisement approché de A M donné par

$$\operatorname{tg} g_{AM} = \frac{x_M - x_A}{y_M - y_A};$$

soit $(1)_m$ la valeur mesurée de (1). Nous aurons

$$a_1 dx_m - b_1 dy_m + (1)_c - (1)_m = 0,$$

les coefficients a et b étant calculés pour le côté A M, seul variable et affectés de leur signe propre ou du signe contraire, suivant que le gisement fixe est plus petit ou plus grand que le gisement variable.

L'angle (2) nous fournit une seconde relation :

$$a_2 dx_m - b_2 dy_m + (2)_c - (2)_m = 0.$$

De ces deux équations nous déduirons dx_m et dy_m .

Pour obtenir des équations numériquement commodes à résoudre, il sera ordinairement nécessaire d'en multiplier

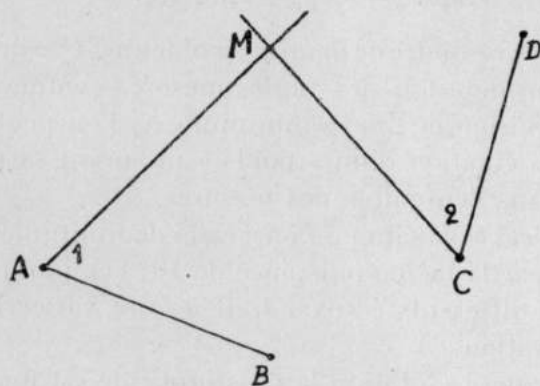


FIG. 4.

les deux membres par une même puissance de 10. Dans le cas où les coefficients sont calculés à l'aide de la forme

$$\frac{\Delta x}{l^2}, \quad \frac{\Delta y}{l^2} \quad \text{ou} \quad \frac{\sin g}{l} \quad \text{et} \quad \frac{\cos g}{l},$$

on arrivera en général à un bon résultat en multipliant par 10^5 .

L'équation prend donc la forme suivante :

$$10^5 a_1 dx_m - 10^5 b_1 dy_m + [(1)_c - (1)_m] \text{arc } 1'' \times 10^5 = 0,$$

si (1) est exprimé en secondes sexagésimales. La résolution s'obtient le plus rapidement par un déterminant.

Si le nombre d'angles mesurés est supérieur à 2 la question se pose sous une forme un peu différente qui consiste à déterminer dx_m et dy_m de manière à obtenir la position la plus probable du point M. Il suffit alors de considérer chaque observation d'angle comme une observation indirecte de dx_m et dy_m en remplaçant α_m par $\alpha_m + v$, v étant l'erreur accidentelle de l'observation α . Les équations d'observation s'écrivent donc

$$\begin{aligned} a_1 dx_m - b_1 dy_m + \alpha_{1c} - \alpha_{1m} &= v_1, \\ a_2 dx_m - b_2 dy_m + \alpha_{2c} - \alpha_{2m} &= v_2, \\ &\vdots \\ a_n dx_m - b_n dy_m + \alpha_{nc} - \alpha_{nm} &= v_n. \end{aligned}$$

Il faut les résoudre de manière à obtenir $\sum v^2 = \text{minimum}$, si l'on considère tous les angles mesurés comme ayant la même précision et $\sum p v^2 = \text{minimum}$, si l'on peut affecter chaque observation d'un « poids » mesurant sa précision relative dans l'ensemble des mesures.

Une précaution s'impose ici : celle de multiplier chaque équation par la même puissance de 10; l'emploi de multiplicateurs différents équivaldrait à faire varier les poids des observations.

On sait que la solution la plus probable est fournie par deux équations normales dérivées des équations d'observation, qui s'écrivent

$$\begin{aligned} [aa] dx_m - [ab] dy_m + [al] &= 0 \\ -[ab] dx_m - [bb] dy_m + [bl] &= 0, \end{aligned}$$

le signe [] désignant la somme de produits analogues, tels que

$$[aa] = a_1^2 + a_2^2 + \dots + a_n^2, \quad [ab] = a_1 b_1 + a_2 b_2 + \dots + a_n b_n;$$

l représentant le terme correspondant à $\alpha_c - \alpha_m$.

Ces deux équations sont facilement résolues par un déterminant.

Dans le cas de poids non uniforme, les équations normales s'écrivent

$$\begin{aligned} [paa] dx_m - [pab] dy_m + [pal] &= 0 \\ -[pab] dx_m + [pbb] dy_m + [pbl] &= 0. \end{aligned}$$

L'ordre de précision des résultats numériques obtenus peut se déduire conformément aux règles établies par la théorie des observations indirectes qui fixent comme suit les opérations à faire dans le cas d'observations d'égale précision :

a) Déterminer l'erreur moyenne de l'unité de poids en calculant les valeurs numériques des v , par remplacement dans les équations d'observation, de dx_m et dy_m par leurs valeurs les plus probables. On obtient alors la quantité cherchée par la relation

$$\gamma^2 = \frac{[v^2]}{n - n_i},$$

n_i étant le nombre d'inconnues égal à **2** dans le cas présent, qui donne donc

$$\gamma^2 = \frac{[v^2]}{n - 2}.$$

b) Déterminer l'inverse du poids u de chacune des inconnues.

Pour obtenir u_x il faut résoudre le système

$$\begin{aligned} [aa] dx_m - [ab] dy_m + 1 &= 0 \\ -[ab] dx_m + [bb] dy_m &= 0, \end{aligned}$$

qui donnera $dx_m = u_x$.

Pour obtenir u_y on résoudra

$$\begin{aligned} [aa] dx_m - [ab] dy_m &= 0 \\ -[ab] dx_m + [bb] dy_m + 1 &= 0, \end{aligned}$$

qui donnera $dy_m = u_y$.

Les erreurs moyennes ε_x et ε_y des coordonnées de M seront fournies par les relations

$$\varepsilon_x^2 = u_x \gamma_x^2, \quad \varepsilon_y^2 = u_y \gamma_y^2.$$

Il est à remarquer que pour une même série de valeurs d'angles, la valeur numérique des v dépend de celles de dx_m et dy_m , et par conséquent de la valeur approchée employée pour x_m et y_m . La position définitive obtenue par M concorde sensiblement quand dx et dy sont petits, c'est-à-dire tels que leurs carrés soient négligeables. Il résulte donc de là que l'indice de précision est fonction de la valeur de première approximation. Nous n'avons pas préjugé de la méthode appliquée pour l'obtenir. On peut par exemple relever la position de M graphiquement à la planchette, ou en construisant les angles sur un canevas à échelle connue. Il paraît préférable de déterminer M par le calcul en choisissant deux recouvrements de faible longueur et aussi orthogonaux que possible. Les termes constants des équations correspondant à ces deux recouvrements seront alors nuls.

2° Problème du relèvement.

Le point M est déterminé par des mesures d'angles faites en ce point sur des sommets connus.

Il faut au minimum deux angles mesurés par visées sur trois signaux déterminés. Supposons encore que x_m et y_m soient des valeurs approchées des coordonnées de M. Nous pouvons en déduire les gisements g_1, g_2, g_3 , des trois côtés MA, MB, MC et calculer les valeurs de α et β correspondantes :

$$\alpha_c = g_2 - g_1 \quad \text{et} \quad \beta_c = g_3 - g_2.$$

Si dx_m et dy_m sont les corrections à faire à x_m et y_m pour obtenir la position de M correspondant aux valeurs α_m et

β_m mesurées, nous poserons préalablement les équations de variations pour chaque côté :

$$dg_1 = a_1 dx_m - b_1 dy_m$$

$$dg_2 = a_2 dx_m - b_2 dy_m$$

$$dg_3 = a_3 dx_m - b_3 dy_m$$

qui nous fournissent les relations

$$g_2 + dg_2 - g_1 - dg_1 = \alpha_m \quad \text{ou} \quad dg_2 - dg_1 + \alpha_c - \alpha_m = 0$$

ou

$$(a_2 - a_1) dx_m - (b_1 - b_2) dy_m + \alpha_c - \alpha_m = 0,$$

et pour β :

$$(a_3 - a_2) dx_m - (b_3 - b_2) dy_m + \beta_c - \beta_m = 0.$$

Ces relations, rendues homogènes et multipliées par une puissance de 10 convenablement choisie, nous donnent dx_m et dy_m .

Dans le cas d'un nombre d'angles plus grand que 2, les équations ci-dessus se transforment en un système d'équa-

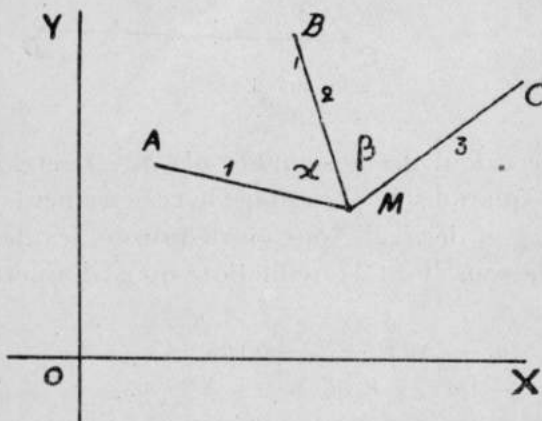


FIG. 5.

tions d'observations indirectes dont les équations normales nous fournissent les valeurs les plus probables de dx_m et de dy_m , et les indices de précision.

Les mêmes remarques ne sont à faire ici que dans le premier cas.

Les deux problèmes qui précèdent sont les plus courants. Il peut s'en présenter d'autres moins normaux pour lesquels les solutions directes peuvent devenir laborieuses. Supposons par exemple A, B, C, D connus et soit à déterminer M, les angles α et β ayant été mesurés.

Une construction graphique peut nous fournir les valeurs approchées de x_m et de y_m . Celles-ci nous per-

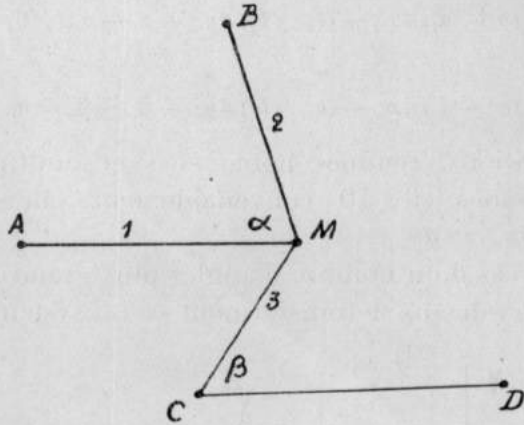


FIG. 6.

mettent le calcul des gisements g_1, g_2, g_3 et l'établissement des équations de variations de ces gisements en fonction de dx_m et de dy_m . Nous en déduirons les deux équations ci-dessous dont la réduction nous donnera dx_m et dy_m :

$$\begin{aligned} (a_2 - a_1) dx_m - (b_2 - b_1) dy_m + \alpha_c - \alpha_m &= 0 \\ -a_3 dx_m + b_3 dy_m + \beta_c - \beta_m &= 0. \end{aligned}$$

La méthode s'applique également à la détermination de groupes, de points. Prenons comme exemple le problème classique de Hanssen :

A et B étant connus, fixer M et N en mesurant α, β, γ et δ . Supposons connues des valeurs approchées de x_m, y_m, x_n

et γ_n ; nous aurons à déterminer quatre inconnues dx_m , dy_m , dx_n et dy_n , en écrivant les quatre équations correspondant aux angles mesurés.

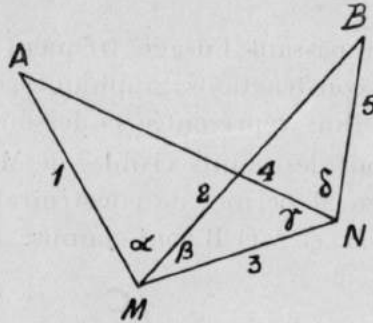


FIG. 7.

Après avoir calculé g_1, g_2, g_3, g_4 d'après les valeurs approchées des coordonnées, nous écrirons

$$\begin{aligned} dg_1 &= a_1 dx_m - b_1 dy_m \\ dg_2 &= a_2 dx_m - b_2 dy_m \\ dg_3 &= a_3(dx_m - dx_n) - b_3(dy_m - dy_n) \\ dg_4 &= a_4 dx_n - b_4 dy_n \\ dg_5 &= a_5 dx_n - b_5 dy_n. \end{aligned}$$

Nous en déduisons les équations ci-dessous :

$$\begin{aligned} (a_2 - a_1) dx_m - (b_2 - b_1) dy_m + \alpha_c - \alpha_m &= 0 \\ (a_3 - a_2) dx_m - a_3 dx_n - (b_3 - b_2) dy_m + b_3 dy_n + \beta_c - \beta_m &= 0 \\ -a_3 dx_m + (a_3 + a_4) dx_n + b_3 dy_m - (b_3 + b_4) dy_n + \gamma_c - \gamma_m &= 0 \\ (a_5 - a_4) dx_n - (b_5 - b_4) dy_n + \delta_c - \delta_m &= 0. \end{aligned}$$

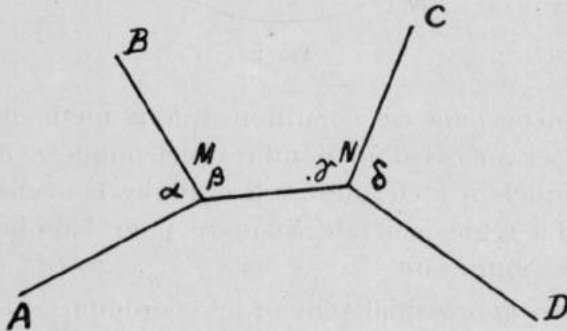


FIG. 8.

L'exemple ci-après, souvent réalisé, peut se résoudre d'une manière tout à fait analogue : A, B, C, D étant connus, fixer M et N par la mesure des angles α , β , γ , δ (fig. 8).

Signalons en passant l'usage fréquent que l'on peut faire, pour les constructions graphiques, de la propriété du point de Collins représentée ci-dessous (fig. 9) :

Si A, B, C sont des points visibles de M, la mesure des angles α et β en M permet de construire le point P sur l'alignement C M, si A et B sont connus.

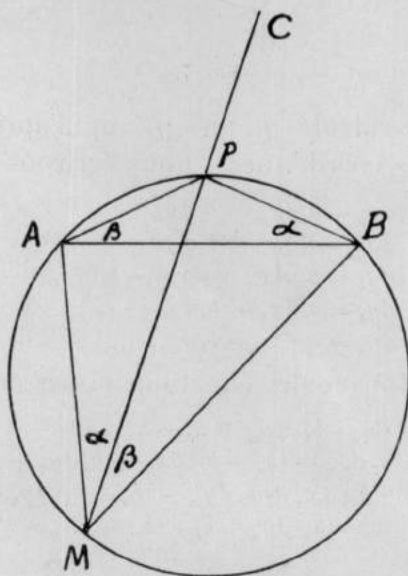


FIG. 9.

On conçoit dans ces conditions que la méthode peut se généraliser au cas d'un nombre quelconque n de points pour lesquels il a été mesuré $2n$ angles convenablement placés. La règle générale à suivre pour l'application se présente comme suit :

1° Fixer approximativement les coordonnées des points nouveaux;

2° Calculer les gisements des côtés qui encadrent les angles mesurés;

3° Établir les équations de variation de ces côtés en fonction des corrections aux coordonnées des points nouveaux;

4° Écrire pour chaque angle mesuré l'équation d'observation sous la forme ci-après :

$$g + dg - g' - dg' - \alpha_m = 0,$$

g et g' étant les gisements des côtés de l'angle, en remarquant que $g - g' = \alpha_c$. On obtient ainsi $2n$ équations à $2n$ inconnues.

L'intérêt de la méthode ne réside cependant pas dans les cas de déterminations strictes, mais bien dans le cas d'un nombre d'angles surabondant, ce qui, dans la pratique, est toujours nécessaire. Il suffit alors de compléter la règle précédente en ajoutant. Lorsque le nombre d'angles mesurés est supérieur à $2n$, les équations d'observation prennent la forme

$$ag - ag' + \alpha_c - \alpha_m = v.$$

v étant l'erreur accidentelle entachant la mesure α_m . Les équations d'observation sont traitées comme observations indirectes des inconnues dx et dy et fournissent les valeurs les plus probables de ces inconnues.

Il est à remarquer que les équations normales déduites des équations d'observation présentent, par leur forme spéciale, des facilités de résolution qui permettent une réduction rapide et sûre, lorsqu'on dispose notamment d'une machine à calculer.

Nous donnons, à titre d'exemple, les calculs effectués

pour le rattachement de 4 points nouveaux, entre 4 points fixés du réseau du Parc National Albert par l'intermédiaire de 3 quadrilatères dans lesquels 24 angles ont été mesurés.

Les points connus sont

Bushwaga.	X = 137.416,63	Y = 385.257,95
Ruagare	148.215,13	389.119,99
Kanamaharagi . . .	142.109,00	409.583,75
Musego.	151.247,00	417.155,14

Les coordonnées des points nouveaux : Nyamushwa et Hehu, ont été obtenues, en première approximation, par les triangles Bushwaga-Ruagare-Nyamushwa et Bushwaga-Ruagare-Hehu; de même Nyagashole et Rubona ont été calculés en partant de Kanamaharagi et Musego. Les valeurs obtenues sont

Nyamushwa (2). . .	X = 140.971,5	Y = 398.686,7
Hehu (1).	148.737,6	398.246,2
Rubona (3)	148.877,8	407.620,2
Nyagashole (4) . . .	143.080,3	417.329,1

Le croquis figure 10 donne les liaisons du réseau et le tableau 1 mentionne les valeurs mesurées des angles, leurs valeurs calculées par différences de gisements, les différences $\alpha_c - \alpha_m$ et le terme constant des équations d'observation, soit $(\alpha_c - \alpha_m)$ arc $1'' \times 10^5$, avec arc $1'' = 0,4848 \times 10^{-5}$.

Les équations de variations pour les divers côtés multipliées par 10^5 sont détaillées ci-après; les coefficients a et b ont été obtenus par les formules

$$\frac{\Delta y}{l^2} \quad \text{et} \quad \frac{\Delta x}{l^2}$$

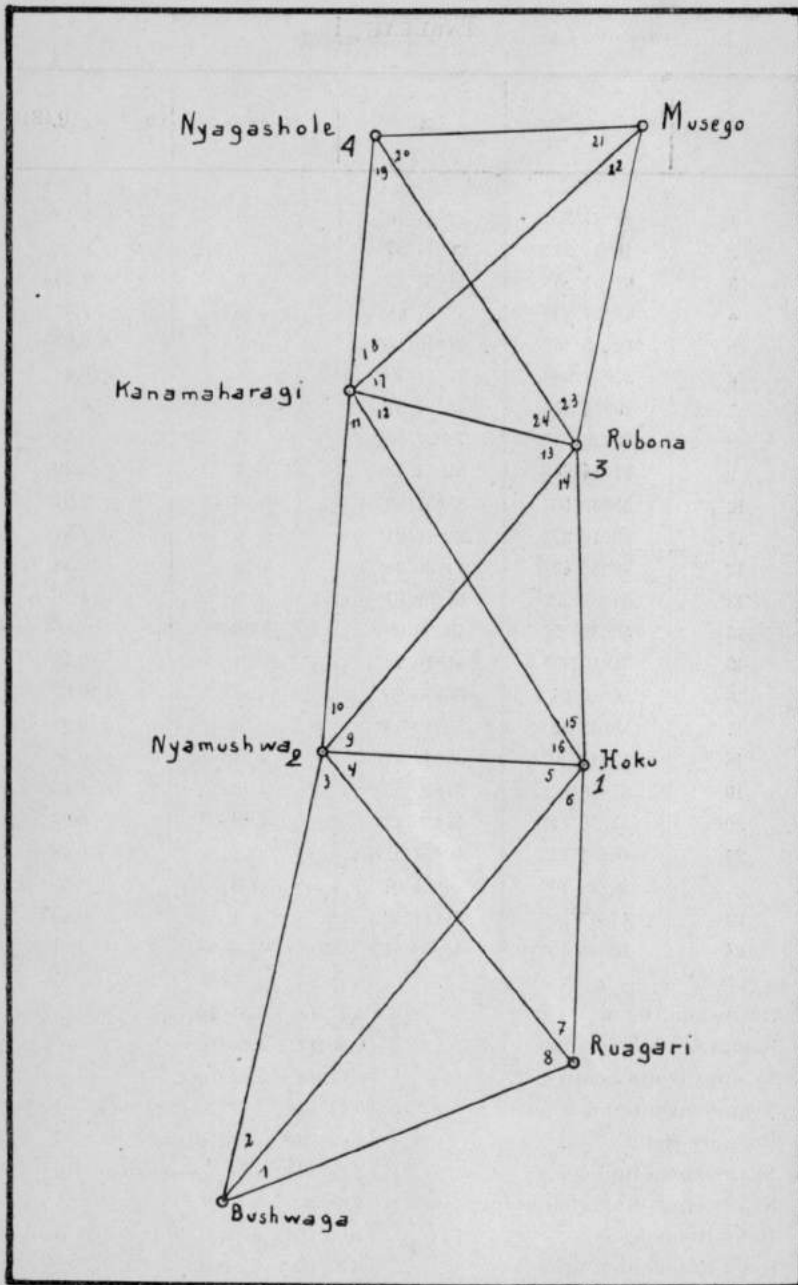


FIG. 10.

TABLEAU 1

	α_m	α_c	$\alpha_c - \alpha_m$	$(\alpha_c - \alpha_m) 0,4848$
1	29°14'39"	29°14'40"	+ 1	+ 0,48
2	16°14'57"	26°14'57"	0	0
3	51°57'30"	51°57'33"	+ 3	+ 1,45
4	49°37'23"	49°37'18"	- 5	- 2,42
5	52°10'14"	52°10'12"	- 2	- 0,97
6	37°47'58"	37°47'59"	+ 1	+ 0,48
7	40°24'31"	40°24'31"	0	0
8	72°32'51"	72°32'50"	- 1	- 0,48
9	51°44'20"	51°44'13"	- 7	- 3,39
10	35°33'06"	35°33'00"	- 6	- 2,91
11	36°16'27"	36°16'21"	- 6	- 2,91
12	43°30'43"	43°30'38"	- 5	- 2,42
13	64°39'52"	64°39'61"	+ 9	+ 4,36
14	40°39'19"	40°39'09"	-10	- 4,85
15	31°10'13"	31°10'12"	- 1	- 0,48
16	56°26'04"	56°26'26"	+22	+10,67
17	55°49'15"	55°49'13"	- 2	- 0,97
18	43°12'30"	43°12'31"	+ 1	+ 0,48
19	37°59'22"	37°59'25"	+ 3	+ 1,45
20	57°56'14"	57°56'12"	- 2	- 0,97
21	40°51'13"	40°51'52"	- 1	- 0,48
22	36°24'10"	36°24'07"	- 3	- 1,45
23	44°47'50"	44°47'49"	- 1	- 0,48
24	42°58'45"	42°58'51"	+ 6	+ 2,91

Bushwaga-Hehu	+4,37 dx_1 -3,81 dy_1
Bushwaga-Nyamushwa	+6,96 dx_2 -1,84 dy_2
Nyamushwa-Ruagare	+6,64 dx_2 +5,03 dy_2
Nyamushwa-Hehu	-0,73 ($dx_1 - dx_2$) -12,84 ($dy_1 - dy_2$)
Ruagare-Hehu	+10,92 dx_1 -0,62 dy_1
Nyamushwa-Rubona	+6,28 ($dx_3 - dx_2$) -5,56 ($dy_3 - dy_2$)
Nyamushwa-Kanamaharagi	-9,08 dx_2 +0,95 dy_2
Hehu-Rubona	+10,66 ($dx_3 - dx_1$) -0,16 ($dy_3 - dy_1$)
Hehu-Kanamaharagi	-6,57 dx_1 -3,84 dy_1
Kanamaharagi-Rubona	-3,95 dx_3 -13,62 dy_3

Kanamaharagi-Nyagashole	+12,72 dx_4 -1,59 dy_4
Nyagashole-Rubona	-7,59 ($dx_3 - dx_4$) -4,53 ($dy_3 - dy_4$)
Musego-Nyagashole	+0,26 dx_4 +12,24 dy_4
Musego-Rubona	-9,88 dx_3 +2,46 dy_3

Le tableau II résume les équations d'observation.

Le tableau III est celui des équations normales et le tableau IV est le tableau d'élimination avec les valeurs des inconnues dans la dernière colonne. Ces tableaux portent une colonne complémentaire marquée S qui sert à la vérification des calculs. Ceux-ci ont été faits à la machine et les inscriptions qui figurent aux divers tableaux sont les seules écritures nécessaires à la résolution.

Les corrections à faire aux valeurs de première approximation sont donc

$dx_1 = + 0^m32$		$dy_1 = + 0^m10$
$dx_2 = + 0^m13$		$dy_2 = + 0^m43$
$dx_3 = + 0^m10$		$dy_3 = + 0^m04$
$dx_4 = - 0^m05$		$dy_4 = - 0^m04$

Les valeurs rectifiées des coordonnées sont ainsi

Nyamushwa	X = 140.971,63	Y = 398.687,13
Hehu.	148.737,92	398.246,30
Rubona	148.877,90	407.620,24
Nyagashole	143.080,25	417.329,06

Emploi des coordonnées géographiques.

Les points sont déterminés par leurs coordonnées : latitude φ et longitude λ ; au gisement se substitue l'azimut α du côté A B, compté de 0° à 360° dans le même sens que les gisements, mais en partant du Sud en chaque point. A la longueur du côté correspond la plus courte distance l sur l'ellipsoïde de référence entre les points A et B.

TABLEAU II.

	x_1	y_1	x_2	y_2	x_3	y_3	x_4	y_4	l	s
1	- 4,37	+ 3,81							+ 0,48	- 0,08
2	+ 4,37	- 3,81	- 6,96	+ 1,84					0	- 4,56
3			+ 0,32	- 6,87					+ 1,45	- 5,10
4	+ 0,73	+12,84	+ 5,91	- 7,81					- 2,42	+ 9,25
5	- 5,10	- 9,03	+ 0,73	+12,84					- 0,97	- 1,53
6	- 6,55	- 3,19							+ 0,48	- 9,26
7	+10,92	- 0,12	- 6,64	- 5,03					0	- 1,37
8			+ 6,64	+ 5,03					- 0,48	+11,19
9	- 0,73	-12,84	+ 7,01	+ 7,28	- 6,28	+ 5,56			- 3,39	- 3,39
10			+ 2,80	+ 4,61	- 6,28	+ 5,56			- 2,91	+ 5,22
11	+ 6,57	+ 3,84	- 9,08	+ 0,95					- 2,91	- 0,63
12	- 6,57	- 3,84			+ 3,95	+13,62			- 2,42	+ 4,74
13			+ 6,28	- 5,56	-10,23	- 8,06			+ 4,36	-13,21
14	+10,66	- 0,16	- 6,28	+ 5,56	- 4,38	- 5,40			- 4,85	- 4,85
15	- 4,09	+ 4,00			+10,66	- 0,16			- 0,48	+ 9,93
16	- 5,84	+ 9,00	- 0,73	-12,84					+10,67	+ 0,26
17					- 3,95	-13,62			- 0,97	-18,54
18							-12,72	+ 1,59	+ 0,48	-10,65
19					+ 7,59	+ 4,53	+ 5,13	- 6,12	+ 1,45	+12,58
20					- 7,59	- 4,53	+ 7,33	- 7,71	- 0,97	-13,47
21							+ 0,26	+12,24	- 0,48	+12,02
22					+ 9,88	- 2,46			- 1,45	+ 5,97
23					- 2,29	+ 6,99	- 7,59	- 4,53	- 0,48	- 7,90
24					- 3,64	+ 9,09	+ 7,59	+ 4,53	+ 2,91	+20,48

TABLEAU III.

x_1	y_1	x_2	y_2	x_3	y_3	x_4	y_4	l	s
478,2176	+ 25,4561 577,3816	-229,7872 - 30,5139 391,0204	+ 17,1102 -426,3942 + 9,8641 628,8918	-111,6573 +108,8080 - 63,1768 + 15,7584 578,8790	-150,4518 -123,4672 + 6,7028 + 29,6348 +137,5305 705,5668	0 0 0 0 - 26,9445 + 5,9730 357,1280	0 0 0 0 + 5,9526 + 16,7157 - 36,1869 290,2860	-114,8564 +114,5159 + 26,8271 -234,9997 - 36,6411 + 6,3337 + 19,8281 + 8,8494	- 85,9688 245,7863 110,9365 + 39,8654 +608,5088 634,5383 319,7977 285,6168

TABLEAU IV.

x_1	y_1	x_2	y_2	x_3	y_3	x_4	y_4	l	s
478,2176	25,4561	-229,7872	+ 17,1102	-111,6573	-150,4518	0	0	-114,8564	- 85,9688
x_1	+ 0,0532	- 0,4805	+ 0,0358	- 0,2335	- 0,3146	0	0	- 0,2402	- 0,1798
	576,0273	- 18,2822	-427,3055	+114,7520	-115,4587	0	0	120,6305	250,3633
	y_1	- 0,0317	- 0,7418	+ 0,1992	- 0,2004	0	0	+ 0,2094	+ 0,4347
		280,0281	+ 4,5287	-113,1903	- 9,2520	0	0	- 24,5395	+ 77,5680
		x_2	+ 0,0161	- 0,4042	- 0,2473	0	0	- 0,0876	+ 0,2770
			311,2311	106,7034	- 49,4944	0	0	-141,0153	227,4371
			y_2	+ 0,3428	- 0,1590	0	0	- 0,4531	+ 0,7307
				447,6190	114,3733	- 26,9445	+ 5,9526	- 49,0584	491,9357
				x_3	+ 0,2555	- 0,0602	+ 0,0133	- 0,1096	+ 1,0990
					580,8787	+ 12,8583	+ 15,1945	- 21,5848	587,3291
					y_3	+ 0,0221	+ 0,0262	- 0,0372	1,0111
						355,2218	- 36,1654	17,3533	336,4087
						x_4	- 0,1018	+ 0,0488	0,9470
							286,1271	11,8319	297,9609
							y_4	0,0414	+ 1,0414
									-0,0414

Les formules de transport de coordonnées comprennent un terme principal fonction de l et de α et des termes correctifs beaucoup plus petits, fonctions des puissances 2 et 3 du côté l . Pour établir l'équation de variation de l'azimut en fonction des $d\varphi$ et $d\lambda$ des extrémités, on peut négliger les variations des termes d'ordre supérieur. En procédant comme dans le cas des coordonnées rectangulaires, on obtient une relation de la forme

$$d\alpha = a(d\varphi_B - d\varphi_A) + b(d\lambda_B - d\lambda_A),$$

dans laquelle

$$a = - \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{(\varphi_B - \varphi_A) \text{ arc } 1''} = \frac{\lambda_B - \lambda_A}{l^2 \text{ BA sec } \varphi_B \text{ arc } 1''}$$

et

$$b = \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{(\lambda_B - \lambda_A) \text{ arc } 1''} = - \frac{\varphi_B - \varphi_A}{l^2 \text{ BA sec } \varphi_B \text{ arc } 1''}.$$

Les facteurs A et B valent respectivement

$$A = \frac{1}{N \text{ arc } 1''},$$

N étant la grande normale à la latitude φ et

$$B = \frac{1}{\rho \text{ arc } 1''},$$

ρ étant le rayon de courbure méridien à cette latitude.

Les différences $\varphi_B - \varphi_A$ et $\lambda_B - \lambda_A$ sont exprimées en secondes; A et B varient peu et peuvent être relevés dans les tables spéciales qui servent au calcul des transports de coordonnées.

En général, la première forme donnée pour les coefficients a et b est plus facile à utiliser.

Les problèmes envisagés antérieurement se résolvent en substituant aux équations de variation en dx et dy , les équations en $d\varphi$ et $d\lambda$. Les calculs sont un peu plus com-

pliqués du fait que les valeurs des azimuts calculés sont plus laborieuses à obtenir que celles des gisements. Il faut aussi remarquer que la relation unissant l'azimut direct à l'azimut verse s'écrit

$$\alpha' = \alpha + 180^\circ + \gamma,$$

γ étant la convergence méridienne, dont la valeur est

$$\gamma = -(\lambda_B - \lambda_A) \frac{\sin \varphi_m}{\cos \frac{\Delta \varphi}{2}} \quad \text{où} \quad \varphi_m = \frac{\varphi_B + \varphi_A}{2}.$$

On peut négliger la variation de γ pour les $d\varphi$ et $d\lambda$ des extrémités et poser $d\alpha' = d\alpha$, mais il faut évidemment tenir compte de γ pour obtenir les azimuts calculés.

La méthode de variation en φ et λ a été utilisée à la compensation de certaines parties du réseau du Ruanda-Urundi.

Une application très étendue en a été faite pour l'intercalation de points et groupes de points dans le réseau fondamental du cadastre minier du Katanga.

La méthode par variation en x et y est appliquée pour le réseau intercalaire de la région orientale, à l'aide de la projection conforme de Gauss du service cartographique, qui s'étend de 5° Nord à 5° Sud, pour un fuseau de 3° de longitude, ainsi que pour les points de détail du réseau du Katanga, à l'aide de la projection de Gauss, couvrant les latitudes de 5° Sud à 14° Sud, par fuseau de 3° de longitude. (Voir Maury, *Triangulation du Katanga*.)

Si l'on compare ce mode de compensation à celui qui est basé sur les observations conditionnelles, on peut lui reconnaître d'un côté l'avantage d'une plus grande souplesse (certains problèmes, notamment celui des relèvements surabondants, n'étant pas possibles en conditionnelles) et de l'autre celui de fournir immédiatement les corrections aux coordonnées des points; mais il présente cependant une sécurité moindre, une erreur pouvant se

glisser dans l'établissement des équations de variations et d'observations. Il est évidemment possible de s'en apercevoir en calculant les valeurs numériques des v et en corrigeant les angles observés de ces quantités, mais il faut recalculer le réseau à l'aide de ces valeurs corrigées. Il est à remarquer, d'ailleurs, que les deux méthodes fournissent des résultats concordants. Il faudra donc, dans l'application de la méthode de variation, veiller à l'exactitude des équations initiales, en les établissant par exemple deux fois par des calculs indépendants.

Parfois certaines conditions rigides peuvent intervenir dans l'application; citons notamment la nécessité de maintenir constante la distance entre deux points nouveaux. Soient A et B ces points, l leur distance, nous aurons

$$(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2 = l^2$$

et, en différentiant,

$$(x_B - x_A)(dx_B - dx_A) + (y_B - y_A)(dy_B - dy_A) = 0.$$

On peut parfois être obligé de maintenir rigide l'angle entre deux directions 1 et 2; cela équivaudra à poser $dg_1 = dg_2$.

Le plus simple sera de se servir de ces équations rigides pour éliminer directement une inconnue par équation de condition dans le système des équations d'observation.

L'avantage principal de la méthode de variation réside dans la possibilité de combiner d'une manière rationnelle l'ensemble des mesures surabondantes qui déterminent des points nouveaux. Certains observateurs se contentent pour la fixation des points de rattachement, de calculer ces points en groupant deux par deux les angles mesurés et en prenant la moyenne entre les divers résultats. Cette méthode est illogique; elle suppose les résultats obtenus ainsi de précision uniforme, alors que cette précision dépend notamment de la façon suivant laquelle les lieux correspondant aux éléments angulaires mesurés se recou-

pent. Cette façon de faire est donc purement empirique. D'autres emploient des méthodes graphiques permettant de dessiner à grande échelle les lieux fournis par les angles mesurés. Ces lieux devraient pour une série d'observations parfaites se recouper en un même point, mais ils se présentent, à cause des erreurs d'observation et des erreurs des éléments de départ, sous forme d'un faisceau dont il faut fixer le point de convergence le plus probable. Certaines remarques permettent évidemment de guider le jugement, mais appliquées par des observateurs différents, elles donnent des résultats différents et toujours entachés d'arbitraire. Ces procédés ne s'appliquent d'ailleurs qu'à la fixation d'un seul point et non à la fixation simultanée d'une série de points.

Il nous paraît donc logique, étant donné le prix de revient des opérations de mesure dans les Colonies, de recommander l'emploi de la méthode de variation, — qui permet de tirer des mesures faites un rendement maximum : elle fournit, en effet, des points nouveaux dont les positions sont entachées d'erreurs auxquelles on ne laisse qu'un caractère purement accidentel.

Séance du 28 juillet 1933.

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

Sont présents : MM. *Deguent*, *Dehalu*, *Fontainas*, *Gevaert*, *Gillon*, *Moulaert*, membres titulaires; MM. *Anthoine* et *De Backer*, membres associés.

Excusés : MM. *Allard*, *Leemans*, *Olsen*, *van de Putte* et *Van Deuren*.

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

Communication de M. P. Fontainas.

M. *Fontainas* présente une étude sur les lacs du plateau central africain et le régime du Nil. Après avoir exposé l'historique des études relatives au Nil et déterminé le régime du fleuve dans ses parties supérieures, il examine la répercussion du barrage que les Anglais projettent de construire en aval du lac Albert, sur le niveau de ce lac et sur les ports de Mahagi et de Kasenyi que les Belges y ont construits. (Voir p. 608.)

Cette communication donne lieu à un échange de vues entre MM. le *Président*, *Moulaert*, *Gillon*, *Anthoine* et *Fontainas*.

M. le *Président* fait ressortir que la persévérance et l'unité de vues avec lesquelles les Anglais poursuivent l'amélioration du cours du Nil, mérite de servir d'exemple aux Belges dans leurs activités hydrographiques.

M. *Gillon* montre que le service des travaux publics de la Colonie, devrait suivre attentivement la réalisation du projet anglais, parce qu'un barrage mal construit peut devenir désastreux pour les ports situés en amont.

M. *Anthoine* attire l'attention sur deux aspects de la question : d'une part, le lac Albert dont la profondeur très faible diminue chaque année par l'apport des alluvions qui lui viennent des montagnes qui l'enserrent, n'a pas grand'chose à craindre d'un relèvement de niveau; d'autre part, des suintements pétrolifères ayant été relevés avec assez de précision, il est à craindre qu'un relèvement de niveau ne complique les possibilités de recherches définitives ou d'exploitation.

L'Éclipse annulaire totale de soleil du 24 février 1933 au Congo belge.

M. le *Président* donne lecture d'une note de M. G. Cou-
trez résumant les résultats des observations faites au
Congo à l'occasion de l'éclipse solaire de février 1933. La
Section prie M. *Dehalu* de faire rapport sur cette note.

La séance est levée à 16 heures.

M. P. Fontainas. — Le rôle des grands lacs du plateau central africain dans le régime du Nil.

Je me propose de réunir, en cette communication, quelques données sur le rôle dévolu aux grands lacs du plateau central africain dans le régime du Nil. Cela me permettra de traiter d'un projet de régularisation du débit du fleuve par un barrage projeté non loin de sa sortie du lac Albert, projet qui intéresse le Congo belge.

Je rappellerai d'abord que, dans la zone désertique de l'hémisphère Nord, le Nil, le Tigre et l'Euphrate ont une importance de déterminant économique beaucoup plus grande que celle d'autres cours d'eau du monde.

En effet, sans leur submersion annuelle et leur recouvrement simultané par les particules de silicate d'alumine, d'oxyde de fer, de composés phosphorés et de potasse, empruntés par ces fleuves aux monts origines de leur bassin, éléments auxquels se mêlent les sables quartzeux des déserts traversés, l'Égypte et la Mésopotamie ne seraient que de simples sections du vaste Sahara Atlantique-Perse.

L'importance économique du Nil est fonction de la part qu'il prend dans les destinées de l'Égypte. Ses crues fertilisantes et rythmées ont transformé cette étroite bande de terre en un couloir habitable et arable.

Sans eau, pas de champs; sans champs, disette.

Tel est le problème spécifique de l'Égypte, pays essentiellement agricole. Or, la population y est en augmentation constante. Quelques chiffres : 1,379,227 habitants nouveaux pendant le décennat 1897-1907; 1 million 510,800, de 1907 à 1917 et la progression a été, depuis lors, du même ordre. Pour une année assez récente

encore, 1927, on comptait 624,435 naissances et 357,234 décès.

Le territoire habitable est à peine supérieur à celui de la Belgique : 31,140 km² contre 30,441 km² et plus de seize millions d'habitants contre à peine un peu plus de huit millions pour celle-ci.

Le problème économique dominant de l'Égypte est donc de trouver, dans les limites de son territoire politique, assez de terrains arables pour en tirer la subsistance de sa population si intensément dense.

À l'heure actuelle, le peuple du Caire, avec celui de tout le pays, fête encore, le 17 juin, la « nuit de la goutte » (*leilet en noukta*), comme, sous les Pharaons, à la même date, on célébrait les solennités en l'honneur de la larme qui, tombée de l'œil divin d'Isis, faisait s'enfler le fleuve nourricier.

Depuis des temps immémoriaux, la régularité des crues du Nil est une question vitale pour le pays des Pyramides. crue de 8 mètres, c'est la vie normale; de 7 mètres, c'est la disette; de 9 mètres, c'est l'inondation ruineuse avec l'érosion de terres riches, la destruction des moissons, la ruine.

L'Égypte, pour vivre, doit donc utiliser méthodiquement, par une judicieuse organisation d'irrigation, toute l'eau que le Nil peut lui apporter. Le Gouvernement de ce pays se doit de parer aux variations dangereuses du niveau du fleuve et de garantir aux agriculteurs une répartition absolument régulière des eaux.

Le roi Fouad et ses ministres doivent, sans doute, penser souvent à ce passage du *Livre des Morts* où il est écrit que l'âme, arrivée dans la salle des deux déesses de la vérité, justifie sa demande d'entrer au Paradis en déclarant que jamais elle n'a gaspillé d'eau.

Pour exercer le contrôle de l'eau, l'Égypte et le Soudan doivent dominer sur la vallée du fleuve, régulariser le cours du flot, chez eux d'abord, puis imposer leur volonté

à l'Abyssinie et, finalement, remontant aux sources mêmes du Nil, obtenir l'autorisation de l'Uganda et du Congo belge d'agir sur le régime hydrographique des sections du bassin de ce fleuve qui se trouvent dans ces régions.

Retracer les étapes *rationnelles* déjà parcourues de cette pénétration technique, serait rappeler un peu plus d'un siècle d'efforts inlassables et d'études hydrographiques et hydrauliques.

Les causes des variations du régime du Nil ont été l'objet de recherches opiniâtres depuis les premiers temps où l'humanité installée en Égypte a attiré l'attention sur celles-ci et fait naître une littérature abondante, qui remonte aux âges les plus reculés.

C'est Menes qui, 4,400 ans avant notre ère, fit creuser un canal contournant Memphis. C'est Amenemhat III qui, en 2300 avant J.-C., établit le lac-réservoir du Fayoum... C'est la série millénaire d'explorations vers le Haut-Nil dont les premières révélèrent l'existence du lac Tana, en Abyssinie, sinon *de visu* tout au moins par déduction.

Il ne semble pas, toutefois, qu'un explorateur égyptien ou romain ait réussi à s'aventurer au delà du lac Nô, dont l'issue, vers le Sud, était obstruée par une barrière infranchissable.

Il s'agit de ces papyrus, lotus, roseaux et ambacts qui apparaissent à partir de Kawa et qui, vers les biefs calmes du Sud, poussent de plus en plus drus à la surface des eaux, au-dessus desquelles, en certaines saisons, ils s'élèvent parfois de plus de 5 mètres, constituant ainsi, autant un épais voile de mystère et de silence angoissant qu'un véritable obstacle à la navigation. Malgré leur souplesse et leur légèreté, ces plantes sont, lors des violentes crues, arrachées de la vase. S'enchevêtrant alors et s'accumulant en blocs énormes, elles sont susceptibles, dans leur dérive, de broyer sous leur poids les bateaux légers hasardés au milieu des chenaux découpés dans ce sudd, mais souvent barrés par ces masses mouvantes. Celles-ci, immo-

bilisées parfois, s'accrochent aux masses végétales encore fixes, puis, sous la pression des eaux, en arrachent des fragments nouveaux avec lesquels elles vont plus loin constituer d'autres blocs atteignant parfois 20 mètres de hauteur. Et ceux-ci renouvellent, plus loin, en la renforçant, l'action des amas originels, semblables, en fait, à celle d'icebergs lors des débâcles.

Ce sudd se rencontre dans toutes les eaux stagnantes de l'Afrique centrale, mais ses effets varient évidemment d'intensité. D'autre part, l'inévitable fermentation de ces amas de végétaux morts, activée par la chaleur, a ses répercussions sur la nature et l'aspect des eaux, ainsi que sur les couches d'air qui les recouvrent.

La limite de navigabilité aisée du Nil vers l'amont, est Assouan. De là, jusqu'à Karthoum, la navigation est ou difficile, à cause des nombreux rapides et chutes, ou même impossible sur de longs biefs. En amont de Karthoum le Bahr-El-Abiad (Nil Blanc) est navigable régulièrement. Le Bahr-El-Azrad (Nil Bleu), lui, n'est navigable que pendant certains mois.

Quoi qu'il en fût des difficultés d'accès au confluent de ces deux Nils et vers l'amont de ceux-ci, l'existence de mines d'or dans les montagnes de Nubie et du Tigré, de bois rares, d'ivoire et d'autres produits précieux africains en Éthiopie, avait incité les anciens à réaliser des prodiges de pénétration.

D'autre part, du temps de Rome comme du temps des Pharaons, le désir de se procurer des esclaves provoqua de nombreuses expéditions militaires en Égypte.

Toutes ces entreprises ne pouvaient prendre que le Nil, comme axe de transport à travers le désert, quelque difficile que fût cette voie, car l'abord, par la mer Rouge, des côtes nubiennes et érythréennes était encore plus lent et plus dangereux.

Mais malgré d'innombrables parcours le long du Nil, pendant des dizaines de siècles, les Égyptiens ordonna-

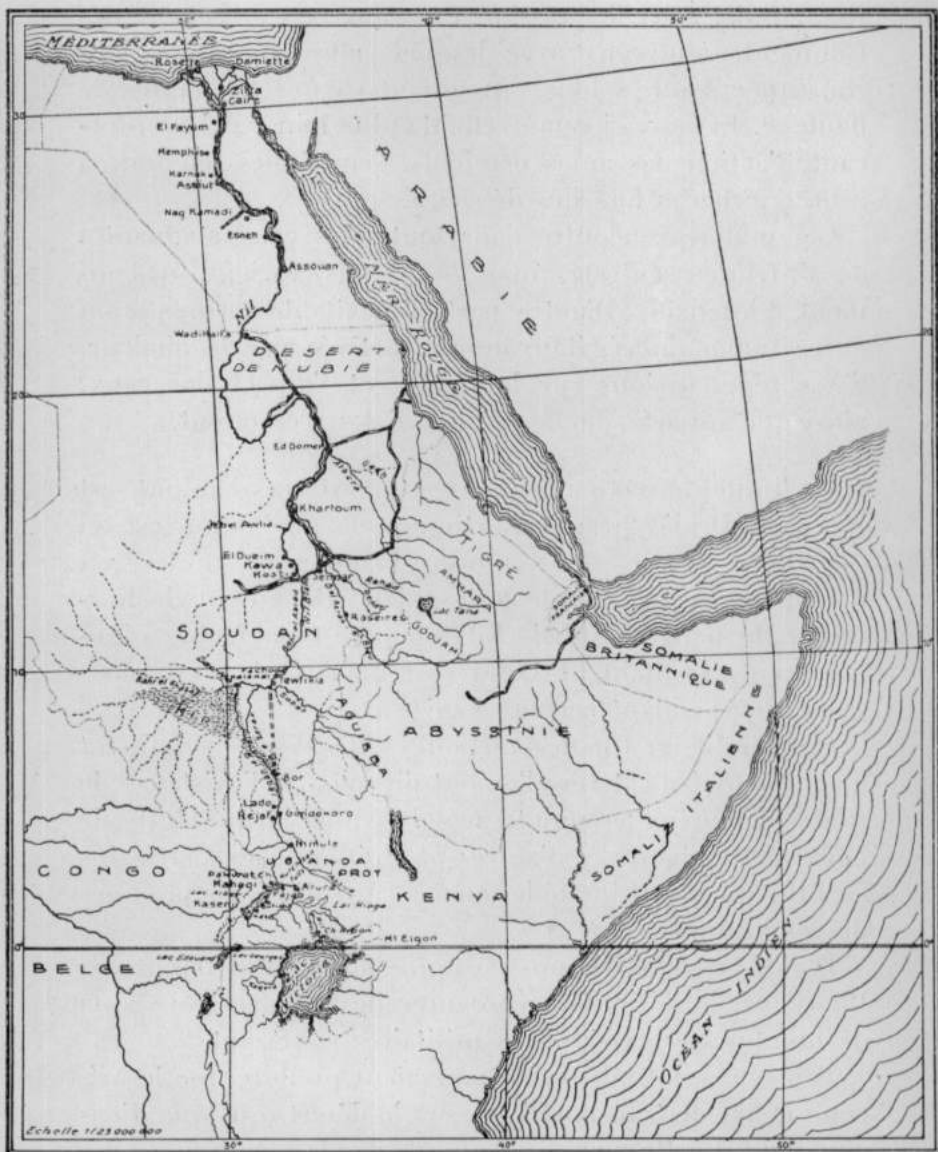


FIG. 1.

teurs des irrigations et spécialistes en hydraulique, n'ont jamais pu jeter les bases d'une étude scientifique du régime du fleuve. Cette question est toujours restée pour l'antiquité un problème si fascinant que Lucain fait dire, en son poème *Pharsale*, à César, ces vers tant de fois rappelés :

*Nihil est quod nosceris malim,
Quam fluvii causas per saecula tanta latentis,
Ignotumque caput : Spes mihi certa videndi,
Niliacos fontes; bellum civile relinquam.*

Plus tard, Claude et Néron envoyèrent, vers l'amont du Nil, des centurions explorateurs. Ceux-ci se heurtèrent à la région du Kir qu'ils ne purent franchir, mais ils apprirent, probablement par les récits des indigènes, qu'il existait, au loin, de très grands lacs. Peu de temps après, un autre voyageur romain, nommé Diogène, arrivé, en longeant les côtes de l'Afrique orientale, à la région de l'actuel Dar-Es-Salam, prétendit avoir pu contempler ces lacs du haut de hautes montagnes à sommets neigeux.

C'est sur ces indications sans doute que Ptolémée échafauda sa géographie d'Afrique.

Ces découvertes, toutefois, restèrent durant deux millénaires sans conséquences économiques et scientifiques et ce n'est qu'au cours du XIX^e siècle que l'on parvint à établir la carte du bassin du Nil qui, long de 6,500 km., est le deuxième des fleuves du monde, puisqu'il ne le cède qu'au Mississippi.

Ce n'est cependant qu'au début du présent siècle que l'on termina les levés préliminaires indispensables et put connaître les principales inconnues du régime du fleuve, arrivant ainsi à ne plus faire de la maîtrise de ses eaux qu'une question d'études de détail et de capitaux.

*
**

Ces souvenirs classiques évoqués, il convient de décrire succinctement les axes du système du Nil. (Fig. 1.)

C'est d'abord le Delta, triangle de 200 km. de hauteur. C'est ensuite un bief, unique en son genre : 2,300 km. à travers le désert de Nubie, sans aucun affluent. Ce n'est, en effet, qu'à Ed-Damer que débouche le premier grand tributaire, l'Atbara, apporteur, avec son tributaire le Gash, des eaux boueuses du Nord abyssin, éloigné de 800 km. du Nil et dont le débit quasi nul en hiver, peut en août fournir 2,200 m³/sec., soit 26 % du volume total du Nil à cette époque.

Puis, c'est encore, sans tributaires, un autre long bief : plus de 250 km. avant l'embouchure du Bahr-El-Azrad, ou Nil Bleu, qui vient apporter à Karthoum les eaux du lac Tana et de l'Est abyssin. Ce Nil Bleu, long de plus de 1,600 km. et au bassin de 240,000 km², draine, avec ses affluents le Dinder et le Rahad, la région des plateaux granitiques de l'Amhara et du Godjam. En temps de crue, son courant, chargé de limon abyssin, a une vitesse qui dépasse parfois 5 km. à l'heure et a un débit de 5,500 à 6,000 m³ par seconde, qui constitue 72 % du débit total du Nil, à cette époque, en aval de Karthoum.

En mars, avril et mai, le Nil Bleu ne débite que 140 m³ par seconde et ne donne que 17 % du débit total du Nil en aval.

Et c'est ensuite, en amont de Karthoum où, suivant la saison, il apporte de 600 à 1,400 m³ par seconde, d'avril à octobre, le Nil Blanc, au calme cours vu sa pente inférieure à 0,07 pour mille, Nil Blanc jusqu'en amont de Fachoda (côte 400 m.), point après lequel, à Malakal-Tewfikia, il reçoit le Sobat. Celui-ci, au débit de 110 à 800 m³ par seconde, en avril ou octobre, apporte les eaux, vertes ou claires, en fonction des matières que, suivant les saisons, elles entraînent de l'Aguiba, du Sud-Ouest abyssin et des marais des plaines soudanaises.

Par ce Nil Blanc, qui en avril est l'adducteur de 80 % des eaux du Nil égyptien, coulent les eaux issues du lac

Nô ⁽¹⁾, lac vers lequel convergent les cours du Bahr-El-Ghazal et du Bahr-El-Gebel.

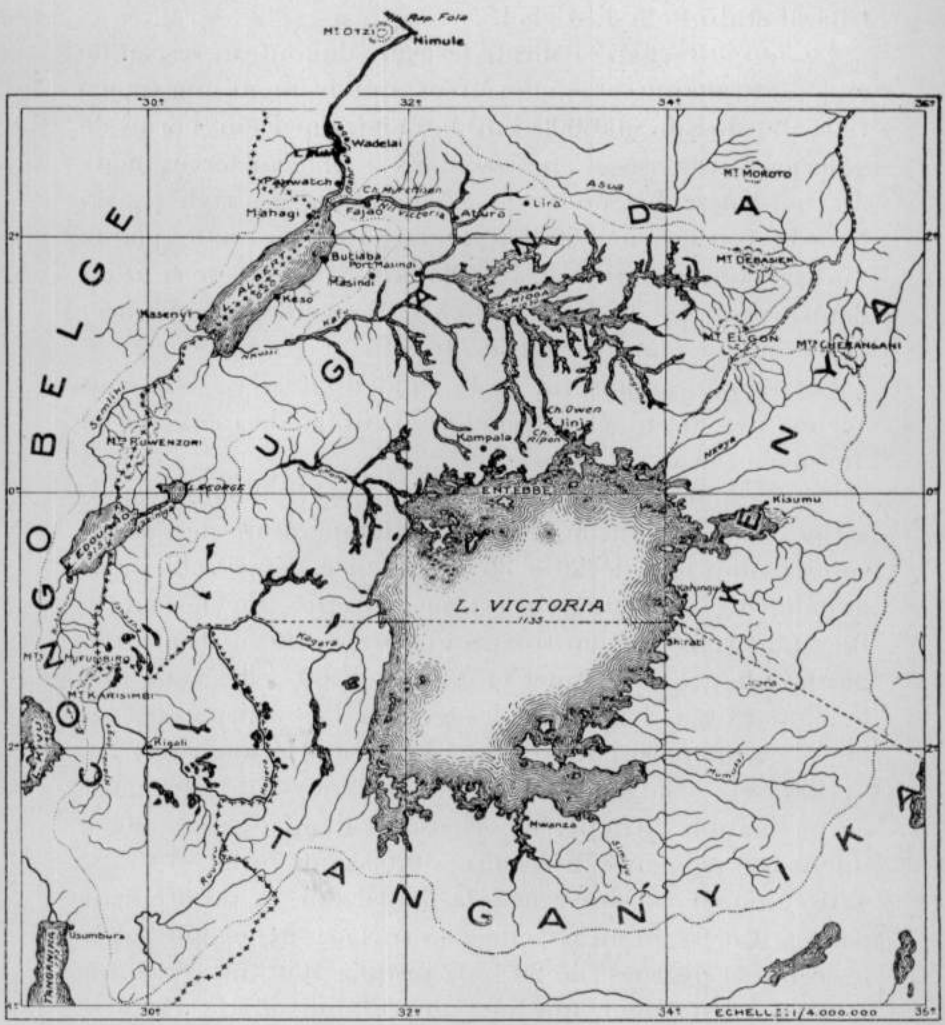
Le *Bahr-El-Ghazal* collecte les eaux de tout un réseau de rivières hésitantes et enchevêtrées, qui drainent une superficie de plus de 500,000 km². A bief supérieur bordé de galeries forestières et encaissé dans le plateau ferrugineux du Sud-Ouest du Soudan anglo-égyptien, ces rivières, en leur bief inférieur, étalent leurs eaux sur cette plaine du Kir, couvrant plus de 150,000 km², où elles se confondent avec celles du *Bahr-El-Gebel* (fleuve des montagnes) déversoir du plateau central africain.

Ces étendues sans fin et le sudd dont elles sont couvertes, ne purent être franchis avant la dernière partie du siècle dernier.

Cette immensité forme en quelque sorte table d'évaporation intense, dont le jeu, à cette température de l'atmosphère, toujours de 20 à 30°, influence défavorablement le débit du Nil Blanc. On estime, en effet, qu'en aval de Bor, tant sous l'action solaire que sous celle d'absorption par les plantes aquatiques et par le sol, 60 % des eaux que le Bahr-El-Gebel apporte des grands lacs, disparaissent, lors de leur quasi entière immobilisation le long de l'axe de 400 km. de ce bief, dont le chenal, souvent obstrué, est de navigation difficile, laborieuse et dangereuse, malgré une pente moyenne inférieure à 0,09 pour mille.

Il convient de situer le rôle du lac Nô. A proprement parler, il n'est qu'un réceptacle à surface, extensible selon les crues et décrues, de 20 km² jusqu'à 100 km². Quant à sa profondeur, bien que peu importante, elle varie évidemment selon les saisons. On ne pourrait mieux comparer le jeu du lac qu'à celui d'un ventricule qui normaliserait le débit vers le Nil Blanc, des eaux des Bahr-El-Ghazal et Bahr-El-Gebel, ventricule qui, en pratique, aurait l'effet d'un barrage.

(1) Le Moghren-al-Buhur des Arabes, ou « rencontre des rivières ».



Superficies des bassins en Km carrés

Victoria : 336 000	Albert : 33000
--------------------	----------------

Belgique
30-400

FIG. 2.

En effet, si à cause de la section contractée présentée par ce petit lac, les eaux du Kir, en crue, ne peuvent le dépasser, elles doivent, en amont, s'épandre en auréole des marais, pour refluer en saison sèche vers les thalwegs des deux Bahrs, donnant ainsi au cours mineur théorique de ceux-ci une certaine régularité de débit vers le lac Nô.

Et c'est en un cours morne et lent qu'à Bor, le fleuve descend depuis Rejaf, dont la cote n'est que de 470 m., soit 70 m. seulement supérieure à celle de Fachoda. Ici finit la plaine soudanaise. Les rives s'ondulent légèrement vers l'Est, vers les montagnes d'Imatong et plus fortement vers l'Ouest et les monts Otzi et Kajo-Kaji, dans l'ancienne enclave congolaise de Lado. Après Rejaf, les eaux s'agitent au point d'interrompre la navigabilité. Elles laissent pointer des rocs au milieu de rapides et c'est sur une longueur de 160 km. un couloir qui reçoit à l'Est, l'apport intermittent de l'Assua, issu du pays des Kamoyo. La pente *moyenne* de Rejaf (450 m.) à Nimule (600 m.) serait donc de 1 pour mille. En ce couloir souvent rétréci à moins de 25 m., de nombreux seuils forment gradins, d'où rapides et chutes nombreuses, de plusieurs mètres souvent, constituant en quelque sorte un élément de régularisation du débit d'amont, qui représente 80 % de celui du Bahr-El-Gebel.

Par ce couloir de Rejaf à Nimule, le fleuve est collecteur unique de l'immense région de plateaux insérés entre les deux branches Ouest et Est du grand Graben africain.

A partir de Nimule, le Bahr-El-Gebel se calme, après avoir tracé à son cours une courbe raide au-dessus des rapides de Fola, en aval desquels une gorge de 10 m. de profondeur creuse la plaine. A débit, estimé être, en février, de l'ordre de 600 m³ à la seconde, le fleuve longe ensuite les monts de la ligne de faite Congo-Nil, à l'Ouest et la plaine montant à l'Est vers les plateaux du Nord de l'Uganda. (Fig. 2.)

Le Nil, dans cette partie de son cours, est calme et ses

eaux s'étalent en des marais et des lacs parfois de plus de 2 km. de largeur, couverts d'un sudd analogue à celui de Bor-Kawa. Plus loin, il se resserre en gorges successives de 300 à 100 m., puis s'épanouit à l'issue du lac Albert, dont l'altitude est de 620 m. environ.

Ce lac mesure, en moyenne, 175 km. de longueur, 45 km. de largeur et a 18 m. pour plus grande profondeur. Sa surface approximative est de 5,300 km² et sa ligne médiane marque la frontière Congo-Uganda.

Du fait de sa localisaion dans la branche Ouest du Graben africain, le lac constitue une base de réservoir presque typique. Ses côtes sont, en effet, escarpées de manière abrupte sur à peu près la moitié de son périmètre, et ce n'est qu'au Nord-Est, au Sud-Ouest et au voisinage de Kasenye et Keso que ses côtes sont basses. Cela d'une manière relative encore, car la contrée voisine est assez fortement au-dessus du niveau des eaux. A l'exception des environs du débouché du Nil-Victoria et du coin Sud-Ouest, il n'y a pratiquement pas de marais autour du lac, qui est donc idéalement disposé pour constituer une base de réserve d'eau. Au surplus, à cause de l'élévation générale de ses rives, un relèvement de quelques mètres de son niveau permettrait d'accumuler des milliards de mètres cubes, tout en évitant la création de ces nappes d'évaporation, cause, en ces latitudes, de perte d'énormes quantités d'eau.

Deux bassins hydrographiques alimentent le lac, l'un recueillant les eaux du Graben pour la Semliki et l'autre celles du plateau par le Nil Victoria. Le premier est caractérisé par un système net de rivières et le second par un réseau de lacs et de marais.

a) **La Semliki.**

Au cours long de 250 km., à pente moyenne de 1,2 pour mille, sauf en sa partie terminale qui s'achève en Delta,

la rivière reçoit les eaux du versant Ouest du Ruwenzori et des escarpements congolais du Graben Ouest. Pouvant débiter jusqu'à 800 m^3 par seconde, elle sert d'émissaire au lac Édouard, dont le niveau est de 914 m. (soit 220 m. plus bas que le lac Victoria et 300 m. plus haut que le lac Albert), la longueur de 80 km. et la largeur de 30 km., et dont l'étendue de $2,200 \text{ km}^2$ est pour ses trois quarts en territoire belge. Il est alimenté par la *Nyangasani*, l'*Ishasha* et la *Ruchuru*, qui collectent les eaux des monts Ruwenzori méridional et Mufumbiro et enfin les eaux du lac Georges, qui lui arrivent via le *Chenal Kazinga*. Celui-ci, long de 40 km., large de 400 à 1,200 m., a une profondeur moyenne de 5 m. Son cours, maîtrisé, peut-on dire, par une végétation de sudd, semble débiter au minimum 65 m^3 par seconde et provient du lac Georges. Ce lac, d'une surface de 300 km^2 , est parsemé de nombreuses îles. Il est situé en région plate couverte d'herbes courtes et d'arbres rabougris, végétation semblant indiquer que les pluies ne sont pas nombreuses. Le lac reçoit les eaux du versant Est du Ruwenzori.

b) **Le Nil Victoria.**

Drain d'une vaste région, dont la plus grande partie est constituée de lacs et de marais, il a d'abord une faible pente durant 25 km. environ; puis sa vallée se bute, un peu en amont de Fajao, au rebord Est du Graben, en lequel, par les Murchison Falls et les autres chutes qui les suivent, dévalent de plus de 400 m. les eaux du plateau central africain. Au niveau du gradin Kioga, le Nil a un lit marqué et navigable depuis Atura jusqu'à Masindi, où il s'épanche en cette singulière lagune du Kioga. A nombreuses ramifications toutes couvertes d'un sudd à travers duquel ont été découpés des chenaux de navigation constamment nettoyés et dragués, le Kioga permet d'assurer la communication entre les divers districts cotonniers si fertiles et peuplés de l'Uganda Nord-Est.

Le bassin du lac Kioga est mal défini. S'il est nettement alimenté par les eaux de torrents qui descendent du massif des monts Elgon, il n'est, par contre, alimenté que d'une manière imprécise par les vallées qui drainent les régions de l'Ouest et dont le réseau supérieur, à une altitude d'une quarantaine de mètres au-dessus du Nil Victoria, s'interpénètre avec celui des vallées tributaires à l'Est du lac Albert. Le caractère marécageux de ces vallées est cause d'une importante déperdition de leurs eaux par évaporation solaire et absorption des plantes. Le niveau des passes navigables du Kioga ne varie guère, à cause non seulement de la variabilité relativement faible des apports pluviaux dans cette zone équatoriale, mais aussi à cause de l'immensité de sa superficie qui permet l'épandage d'un fort volume d'eau sans surélévation de sa nappe. D'autre part, son caractère d'émissaire du lac Victoria lui fait régulariser le débit des eaux de l'immense région que celui-ci draine.

On notera qu'après le Kioga, le Nil reprend allure de grand torrent jusqu'au grand lac Victoria, dont les eaux dévalent par de nombreux rapides et les chutes d'Owen et de Ripon, en un débit annuel moyen d'environ 600 m³ par seconde.

Puis, c'est le vaste *lac Victoria*, l'Ukerewe des Arabes, à la superficie de plus de 75,000 km², situé à 1,135 m. d'altitude.

Peu profonde, 70 m. au maximum, cette mer intérieure n'est en réalité qu'une nappe en laquelle s'épanche sur le plateau central, la Kagera qui en conditionne, en fait, à peu près seule, le régime. L'apport des eaux de l'Elgon par la Nzoïa n'a, en effet, d'importance qu'aux pluies et les autres tributaires du lac ont tous, dans leurs vallées basses, recouvertes de papyrus, un cours lent et de débit, non seulement faible en lui-même, mais, au surplus, appauvri au même degré, que celui des rivières à sudd.

La Kagera, cette « mère du Nil » comme l'appellent les

indigènes et dont la source la plus éloignée est à une altitude de 2,200 m. et à près de 680 km. du lac Victoria, reçoit ses eaux des territoires sous mandat belge du Ruanda-Urundi.

A bas et moyen cours caractérisés par un sudd et des lacs, la Kagera collecte les eaux d'un bassin multiple et singulier.

Cette rivière a, à son embouchure, un débit moyen de 250 m³ à la seconde, une largeur de plus de 70 m. et une profondeur de 4^m50.

Par sa section du Graben, y compris le lac Albert, le Nil draine une superficie de 53,000 km², tandis que par sa section du système du lac Victoria, il draine une étendue de 336,000 km². La première est caractérisée par des rivières de montagne, tandis que la seconde est constituée, en ordre principal, par de vastes marais. Quoi qu'il en soit, lacs et marais du bassin des Nil, Albert et Victoria ont, malgré leur surface d'évaporation, l'importante fonction de normaliser le débit du Bahr-El-Gebel qui, sans eux, n'aurait, en certaines saisons, aucun débit.

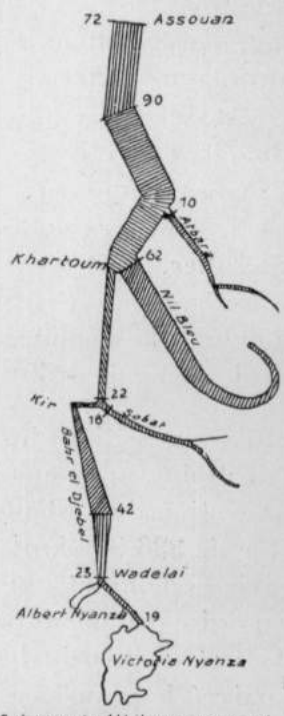
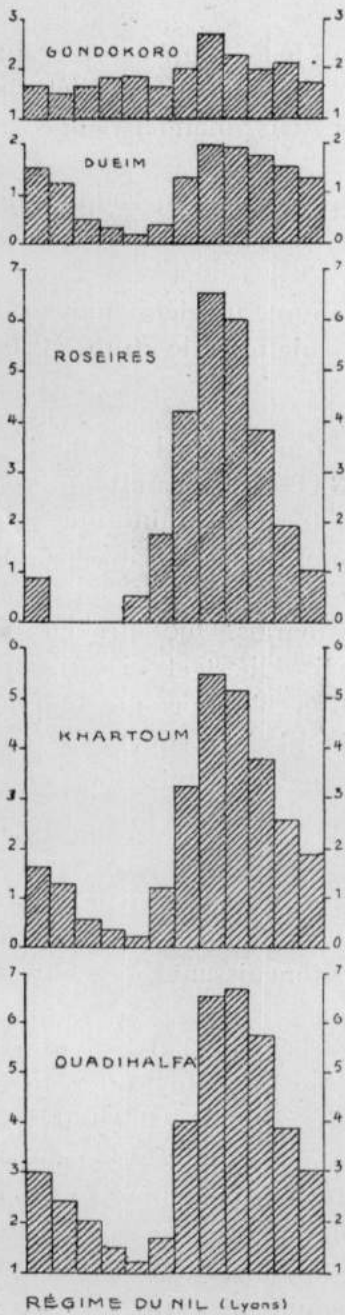
*
**

Telle est la charpente du réseau nilien, dont le rythme d'alimentation demande maintenant un examen spécial.

Les eaux issues d'Abyssinie fournissent, au cours de notre été, 75 % du flot total reçu.

Les eaux provenant des lacs équatoriaux, dont une série se trouvent aux confins Nord-Est du Congo belge, fournissent, pendant notre hiver, 80 % du flot total.

Sur le plateau équatorial d'où viennent les eaux du Bahr-El-Gebel, tombent des pluies à peu près continues. En effet, les intensités de celles-ci, plus grandes, à fin mars et septembre et, moins fortes, à fin juin et décembre, n'ont pas de variations qui puissent faire osciller de manière bien sensible le rythme du débit du fleuve au



Schema du débit moyen annuel en Km³ des différentes sections du cours du Nil. (Platsch)

FIG. 3.

pied du plateau centro-africain et cela d'autant plus que ce débit est automatiquement régularisé par le couloir Nimule-Rejaf, dont l'action modulante s'ajoute à celle du réservoir que constitue, en fait, le lac Albert.

Par contre, les massifs abyssins condensent avec violence les nuages que lancent à leur assaut, par saisons, des courants aériens d'abord estimés issus de l'océan Indien, mais que l'on sait actuellement provenir du Sud de l'Atlantique, à travers l'Afrique. Cette condensation est telle que, de mai à octobre, il y a sur les monts des afflux diluviens de plus de 1,800 mm. Les eaux dévalent alors en trombes violemment érosives, par les tributaires orientaux du Nil moyen. Ces tributaires, dont le lit est souvent à sec durant le reste de l'année, forment alors comme un océan qui submerge les plaines d'aval, y déposant son limon.

L'analyse du rythme des débits des deux sources d'eau du Nil est donnée par des diagrammes de Lyons et Pietsch, repris par Emm. de Martonne :

Le premier (Lyons) montre, au point de vue débit mensuel moyen, l'uniformité d'apport des grands lacs et les effets de l'évaporation, en certaines saisons, dans le Kir, ainsi que de l'apport du Sobat. Ils montrent aussi la complète irrégularité du débit des tributaires orientaux du Nil et le rythme du flot arrivant à l'entrée de l'Égypte, c'est-à-dire constitué des eaux équatoriales et abyssines, mais après passage du désert de Nubie. Ce diagramme montre ainsi que le trimestre mars-juin est une période des plus critique pour l'Égypte et que, notamment pour cette partie de l'année, il faut fournir de l'eau réservée durant les autres moments, soit des rivières d'Abyssinie, soit des grands lacs.

Examinant la question au point de vue apport quantitatif total annuel, le second diagramme (Pietsch) montre que le débit des eaux équatoriales, malgré une augmentation depuis Wadelaï jusque près de Bor, va ensuite

diminuant jusqu'au lac Nô, du fait de pertes par évaporation et absorption ci-dessus visées. Ce diagramme montre aussi le faible indice d'écoulement du Bahr-El-Gebel : 10 centimètres pour 120 centimètres d'indice pluviométrique, ce qui donne un quotient de 8 %, alors que celui du Nil Bleu est de 20 %.

Comme le volume d'eaux collecté dans le Bahr-El-Ghazal disparaît pour les mêmes raisons, on peut admettre que, sans l'apport du Sobat, rivière d'origine éthiopienne, le Nil Blanc n'apporterait quasi rien de mai à juin au Nil égyptien, et qu'en fait, sans ce Sobat, les marais du lac Nô ne seraient comme le remarque judicieusement Emm. de Martonne, qu'un lac Tchad.

Ce régime hydrographique, compliqué et irrégulier, devait forcément créer depuis les temps les plus anciens, comme nous l'avons déjà remarqué plus haut, des soucis constants aux maîtres de l'Égypte, à population sans cesse croissante...

Les « fellahs » de l'ancienne Égypte étaient arrivés, après des millénaires d'observation, à détecter les phases du régime du Nil et cela par le seul examen des variations de teinte des eaux, dont la variation de gamme décèle clairement la part d'appoint des divers bassins constituants du fleuve nourricier. Maintenant encore, il y a des observateurs aux vieux nilomètres installés de distance en distance, jusque bien avant dans le Sud.

A la fin mai, les surveillants sont aux aguets près des eaux, pour en examiner la coloration. L'apparition des premières taches jaunes signale l'arrivée des eaux limoneuses amenées d'Erythrée et de Ras Dachan par l'Atbara. Elles annoncent l'afflux imminent des limons denses arrachés au Godjam par le courant violent du Nil Bleu qui refoule les eaux verdâtres ou rougeâtres, mais plus claires qu'un courant, moins fort à ce moment, amène de l'Équateur par le Nil Blanc. Celles-ci ne s'écoulent vers le Delta qu'après que la force des eaux sombres des

rivières abyssines est réduite ou annulée et ne leur barre plus le passage vers l'aval.

Utiliser les eaux du Nil constitue l'art de l'irrigation égyptienne.

Mais ce ne sont pas seulement des irrigations saisonnières par canaux et barrages que les dirigeants de l'Égypte doivent maintenant assurer, comme aux époques passées. Il faut des irrigations permanentes et contrôlées, car les habitants des pays des Pharaons, qui, il y a un siècle, n'étaient que deux millions et demi, sont actuellement près d'une quinzaine de millions et leur nombre paraît devoir s'élever à une vingtaine de millions avant le dernier quart du présent siècle. Le maintien et l'extension des effets des irrigations, l'assurance de la pérennité des trois récoltes annuelles, vivrière et industrielle indispensables (blé, coton, maïs, canne à sucre, etc.) pour assurer à ces millions de gens ou la subsistance ou la possibilité de commercer, sont problèmes vitaux, impossibles à solutionner sans la création de réservoirs et, partant, la construction de barrages.

Le grand Khédivé Méhémed Ali, en 1828, déjà, fit entreprendre les premières tentatives de maîtrise industrielle du Nil, lorsqu'il introduisit la culture du coton dans l'économie agricole égyptienne. Pour assurer le succès à cette activité nouvelle, il adopta, en 1838, la proposition de l'ingénieur français Linant de Bellefonds d'établir sur le Nil un barrage de 500 mètres de longueur, à la branche de Rosette. Dans sa hâte d'aboutir, le Souverain avait ordonné une corvée générale de ses fellahs et décidé de démolir la Pyramide de Chéops, pour en utiliser les cinq millions de tonnes de pierres. Linant sauva les monuments en démontrant au Prince que les pierres extraites de carrières coûteraient moins cher que celles qui auraient été fournies par cet acte de vandalisme.

L'exécution des travaux, confiée à l'ingénieur Mourgel, fut longue, par suite, tantôt de hâtes irréflechies, tantôt

de tergiversations politiques. Terminés en 1863 seulement, après érection de près de 113,500 mètres cubes de maçonnerie, les barrages se révélèrent défectueux en 1867 et, partant, demeurèrent plus de quinze ans sans effet.

Entre-temps, l'Angleterre établissait son contrôle sur l'Égypte. Son premier acte fut d'arrêter une politique constructive de maîtrise du Nil et un système gigantesque de consolidation du régime des irrigations. Elle fit d'abord reconstruire les barrages de Rosette et Damiette de 1884 à 1890, au coût de 11,500,000 francs. Ces ouvrages permirent une relevée de plus de 4 mètres du plan d'eau en amont, constituant ainsi un premier réservoir régulateur pour le Delta. Une surélévation des barrages en 1898 permit de relever, finalement, à plus de 6 mètres le plan d'eau amont, et d'assurer au Delta la régularité de service des eaux tant désirée.

Par la suite, en 1903, le barrage de la branche Damiette eut son jeu complété par un barrage nouveau en aval, à Zifta, qui permit une relève de 4 mètres du flot livré en certaines saisons par le barrage qui le précède.

Lorsque les premiers travaux du Delta furent terminés, rendant ainsi possible l'utilisation dans le Delta du débit d'été, le problème éternel de fournir l'eau nécessaire aux agriculteurs de la Moyenne et de la Haute-Égypte fut abordé. Cette venue d'été, variable au point de tomber à 16 millions de mètres cubes, seulement, devait pouvoir être renforcée par la retenue d'eaux d'autres saisons. En effet, pour irriguer de manière permanente toutes les terres arables du Delta, il faut, du début d'avril au début d'août, soit durant 120 jours, une moyenne journalière de 12 millions et demi de mètres cubes et pour irriguer de même façon toutes les terres arables de la Moyenne-Égypte, il faut, du début de mars au début d'août, soit durant 150 jours, 14 millions de mètres cubes par jour. Cela signifie l'accumulation durant les crues de 4 milliards de mètres cubes.

Cette nécessité donna naissance au gigantesque réservoir d'Assouan, à 883 km. du Caire. Inutile de rappeler ici combien longues, nombreuses et comparatives durent être les études préparatives à la localisation, la construction et la conservation du barrage, dont les plans furent établis par Sir W. Willcock. L'entrepreneur général fut la firme John Aird and C^o.

La hauteur estimée utile fut de 394 pieds, mais elle fut réduite, pour éviter la submersion du temple de Philae. Toutefois, l'art et l'archéologie durent s'incliner devant les nécessités économiques. L'Égypte ne pouvait se passer du milliard et demi de mètres cubes qu'il était possible d'accumuler supplémentairement. Les premiers projets furent donc repris intégralement, quelques années après l'exécution du travail sur des données réduites.

D'abord établi, en 1898, pour retenir un milliard de mètres cubes, le barrage, érigé au coût de 3,500,000 livres sterling, avait une longueur de 1,962 mètres, une hauteur de 30 mètres, à certains endroits de 40 mètres et une largeur de 27^m20 maximum à la base : il permettait de relever de 21^m50 environ le plan d'eau.

Quant aux travaux d'irrigation et d'aménagement des terres regagnées sur le désert, ils coûtèrent 3,200,000 livres sterling-or. Mais, après son achèvement fin 1907, l'Égypte pour ce prix d'un peu plus de 6,500,000 livres sterling, augmenta la valeur de ses terres de 26,500,000 livres sterling.

Le poids total de la maçonnerie érigée dépassa un million de tonnes. Le poids des pièces métalliques, des vannes et portes d'écluses fut de 6,500 tonnes et celui du ciment, de 75,000 tonnes. Pour comparer l'envergure de cet ouvrage à celle de la grande Pyramide, on notera que la maçonnerie de celle-ci est d'un poids estimé à 5 millions de tonnes.

Le matériel employé a été le granit local. Quant à l'organisation qu'il fallut prévoir pour la conduite des

travaux, ne fût-ce qu'au seul point de vue des transports, de la conception des sacs, des portes et des vannes des 180 écluses de l'ouvrage, on en réalise la difficulté.

En 1907, on décréta, en... assassinant donc *Philae*, une retenue complémentaire de 1,5 milliard de mètres cubes et l'extension à 400,000 hectares du bénéfice du barrage. Il fallut investir plus de 1,5 million de livres sterling pour le relèvement nécessaire de 7 mètres du mur déjà érigé. Le travail fut achevé en 1910.

Les effets du complément de relèvement d'eau résultant de ce surhaussement se font sentir jusqu'à Abou Simbel (174 milles), à 34 milles donc au delà du point atteint en 1902.

En 1929, on décida de relever de 7 mètres encore le niveau de l'eau déjà atteint et de porter ainsi la hauteur du barrage aux 394 pieds, primitivement prévue. La réserve put ainsi être portée à 4 milliards de mètres cubes en étalant le plan d'eau jusqu'à Wadi Halfa.

En même temps que l'on commençait, en 1898, ce barrage, on en établissait un autre à Assiout, à 397 km. du Caire, pour assurer l'irrigation du Fayoum et de la Moyenne-Égypte, en même temps que la régularisation du débit des eaux emmagasinées à Assouan. Le mur d'Assiout a une longueur de 840 mètres environ, une hauteur de 12^m50, une largeur en crête de 55^m50. Le niveau de l'eau est relevé de 2^m8 à 4 mètres. Ce barrage permet de valoriser 120,000 hectares en aval.

Le système de ces deux ouvrages fut complété par l'intercalation, entre eux, des barrages d'Esneh et de Nag-Hamadi, le premier long de 880 mètres et terminé en 1909, valorisant 75,000 hectares; le second inauguré en 1930, a 876 mètres de long et valorise 225,000 hectares.

Cette gigantesque amélioration d'utilisation des eaux du Nil obtenue par ces travaux, qui ont déjà coûté 15 millions de livres sterling, a permis d'augmenter de 30 millions de livres sterling la valeur des terres de la seule

Moyenne-Égypte. Mais il n'est pas encore suffisant pour l'Égypte de pouvoir faire jouer, par la combinaison de l'action de ces barrages en toutes saisons, le flot des 80 milliards de mètres cubes passant annuellement au Caire après avoir servi d'une manière judicieusement rythmée au Soudan. L'Égypte doit avoir assez d'eau pour pourvoir à tous ses besoins présents et c'est la raison pour laquelle le potentiel du Haut-Nil, en amont des six cataractes, fut étudié conjointement par l'Égypte et le Soudan. Ce dernier avait, lui aussi, à mettre en valeur un territoire, dont le coton, principal produit de culture, nécessite d'abondantes quantités d'eau. L'Égypte prévoit 20 millions de livres sterling pour sa seule part des investissements nouveaux à consentir; elle pourra ainsi augmenter de 480,000 hectares sa superficie actuellement déjà cultivable.

Les possibilités de barrage dans les bassins du Haut-Nil furent étudiées dès 1901 par l'Égypte et donnèrent lieu au célèbre *Rapport des Enquêtes officielles*, de Garstin et Dupuis, publié en 1904.

L'on constata qu'*en temps de crue*, le Nil Bleu fournit 80 % de la masse totale du Nil égyptien, qui est de 7,600 mètres cubes par seconde (le dixième du débit du Congo). L'Atbara fut reconnu entrer dans le débit pour 15 % et le Nil Blanc pour 5 à 10 % seulement. L'on constata, par contre, qu'à l'*étiage* le Nil roule 600 mètres cubes par seconde, dont 80 % viennent du Nil Blanc, moins de 20 % du Nil Bleu et l'Atbara de 0 à 5 %. Cela montra l'importance capitale de la création de barrages sur les principaux constituants du Nil.

Dans les préoccupations de politique « hydraulique » égyptienne, le Nil Bleu retint, le premier, l'attention.

Le traité du 13 décembre 1896 avec l'Abyssinie frappe d'une servitude le bassin de formation du Bahr-El-Asrek et le lac Tana. Les Éthiopiens n'ont plus le droit de modifier, par quel acte que ce soit, le régime des eaux sur cette

portion de leur territoire. L'Italie est également partie dans ce traité qui impose des servitudes « non utendi », servitudes qui, le cas échéant, pourraient être étendues aux forêts du bassin.

Le lac a quelque 3,000 km² de superficie, une profondeur supérieure à 60 mètres et une altitude de 5,756 pieds. Ce lac fournit 13 % des eaux du Nil Bleu. Comme il est démontré que le limon fertilisateur charrié par le Nil provient en majeure partie de la région du lac, une vive émotion régna en Égypte quand on y reçut la fausse nouvelle d'un contrat éthiopico-américain, en vue de l'utilisation des eaux.

En 1929, un traité anglo-égyptien régla la question du partage des eaux du Haut-Nil, entre l'Égypte et le Soudan et fut arrêté un programme comportant la régularisation du Nil Bleu, du Nil Blanc et du Bahr-El-Gebel.

Nil Bleu.

L'ouvrage nécessaire fut établi à Sennar, à 275 km. de Karthoum. Construit par la firme Pearson and Sons, au coût de 13 millions de livres sterling, il fut terminé le 8 mai 1925 et comporte une digue de 3,025 mètres de longueur, 33 mètres de hauteur, des fondations à la crête. Le relèvement de niveau de 16 mètres fait sentir ses effets à 80 km. en amont et permet d'accumuler plus d'un milliard et demi de mètres cubes. Le but a été de permettre d'arriver progressivement à l'irrigation de 1,200,000 hectares de cette plaine de Gezira située dans l'angle des Nils Blanc et Bleu, couvrant plus de 2,000,000 d'hectares, soit donc autant que l'aire cultivée d'Égypte.

Nil Blanc.

Le 21 mai 1933, MM. Gibson et Pauling étaient déclarés adjudicataires d'un barrage à édifier au Gebel-Awlia (Montagne des Saints), à 45 km. au Sud de Karthoum, pour un prix de 2,078,085 livres sterling. Les travaux ont

été commencés le 25 juillet de cette année. A cet endroit, le Nil a une crue de 17.5 à 26 pieds, avec une moyenne de 19.617 pieds. La vitesse superficielle des eaux y varie de 2.4 km. par heure en décrue, à 4 et 4.8 km. en crue, crue dont le maximum est atteint au début de septembre.

La retenue prévue est de 3 milliards de m³ dont 2,5 milliards arriveront au barrage d'Assouan. Le relèvement du niveau se fera sentir à 325 km., c'est-à-dire jusqu'à Kosti, où il faudra peut-être surélever le viaduc du chemin de fer. Le Soudan recevra de l'Égypte, en indemnisation pour les terrains inondés par le lac artificiel 750,000 livres égyptiennes.

Pour faciliter le remplissage du réservoir à créer, on songe à creuser un canal qui dirigerait, en certaines saisons, une partie des eaux du Nil Bleu vers le bas Nil Blanc.

Au début de juillet 1933, à la suite d'une convention anglo-égyptienne, le Gouvernement du Caire a voté un crédit de 50.000 livres pour l'étude et le début des travaux du lac Tana, étant entendu que la direction de ceux-ci dépendrait des Travaux publics égyptiens.

Tous ces travaux d'envergure comparable à celle des pyramides mériteraient une description spéciale. Ils sont peu connus de nos spécialistes en constructions civiles, bien que d'importants entrepreneurs belges y aient participé.

Malgré les réserves d'eau qui ont pu être constituées ainsi, l'Égypte et le Soudan doivent encore trouver annuellement plus de 12 milliards de mètres cubes pour s'assurer le développement complet et permanent de toutes les aires cultivables, durant la période critique de mars à juin.

Après de longues enquêtes, terminées en 1913-1914 seulement, on constata que la quantité d'eau nécessaire pour réaliser cet objectif dépasse ce qu'il est possible de réserver annuellement entre les maximum et minimum des

crues. C'est la conservation d'excès inutilisés pendant certaines années spécialement bonnes qu'il y a à prévoir pour parer à des années mauvaises.

Or, l'établissement de pareille *réserve*, n'est possible que dans les lacs du plateau central africain, où il suffit d'un faible relèvement du niveau de leur nappe pour constituer une colossale masse d'eau. De ce chef, s'imposait l'étude du régime du Bahr-El-Gebel, sur lequel, le diagramme Lyons donne d'intéressantes perspectives par l'uniformité de débit qu'il montre pour Gondokoro.

Bahr-El-Gebel.

Ce bief est le quasi unique pourvoyeur du Nil, de mars à avril et dans sa partie d'entre Rejaf-lac Albert devait bien certainement offrir des sites de barrage.

C'est la raison pour laquelle le Gouvernement égyptien a fait reprendre avec minutie, de 1923 à 1926, des études qui avaient été ébauchées en 1903 déjà, sur le bassin des grands lacs.

Il ne suffit pas, en effet, de savoir que la décharge annuelle du lac Albert est d'un ordre qui varie, en milliards de mètres cubes, de 34 en 1904 à 18 en 1912, à 46 en 1916-1917, à 13 en 1922 et à 16 en 1923, pour avoir des bases suffisantes à la détermination d'un barrage colossalement onéreux régularisant le lac. Il faut des études plus détaillées de l'ensemble du bassin hydrographique de ce vaste collecteur.

Confiées successivement à Sir Garstin, à M. P. Tottenham, sous-secrétaire d'État, Ministre des Travaux publics d'Égypte, puis à M. Hurst, elles ont eu pour premier but de faire connaître dans une fort large mesure la physiographie générale du plateau centro-africain et, notamment, en ce qui concerne le bassin du Nil, en amont de Rejaf, des indications relatives autant à la pluviométrie, au débit des eaux, à l'évaporation des eaux, aux variations

de niveau des lacs, qu'à la composition des eaux et du sol alluvial des principales vallées.

Ces études longues et minutieuses, dont les plus récentes sont dues à M. Hurst, sont aussi indispensables à la préparation d'établissement du barrage projeté que les études de courants éoliens le sont à l'organisation de services de communications aériennes.

L'espace nous étant mesuré, nous ne pourrons entrer dans des détails, quelque intéressants au plus haut point

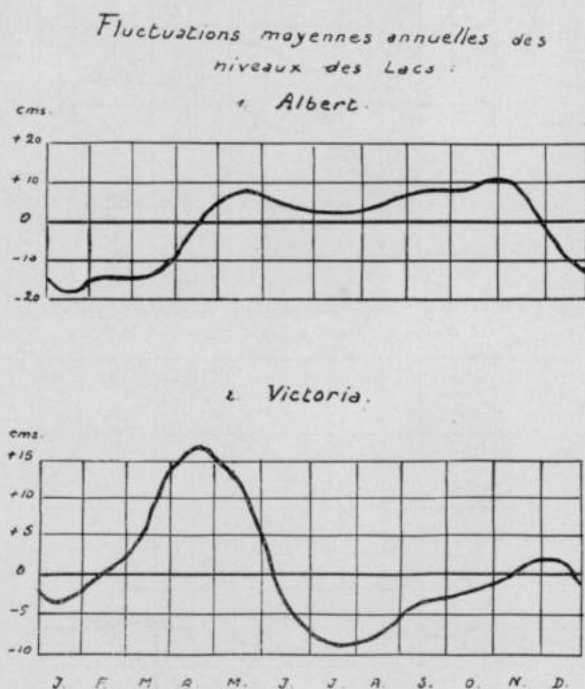


FIG. 4.

qu'ils soient, mais qu'il nous suffise de signaler les effets de certains des facteurs prévisés sur le débit des deux bassins Albert et Victoria et, partant, sur le volume d'eau que l'on pourrait présumer escompter accumuler.

Les pluies d'abord. Elles sont continues sur toutes les

régions des bassins des deux lacs Albert et Victoria, mais évidemment avec plus ou moins d'intensité selon la latitude. Quoi qu'il en soit, on croit pouvoir estimer qu'il tombe annuellement 1,190 mm. d'eau sur le bassin du lac Victoria, 1,260 sur le lac lui-même, 1,300 sur le bassin du lac Kioga, 1,380 sur le bassin du lac Albert. Par contre,

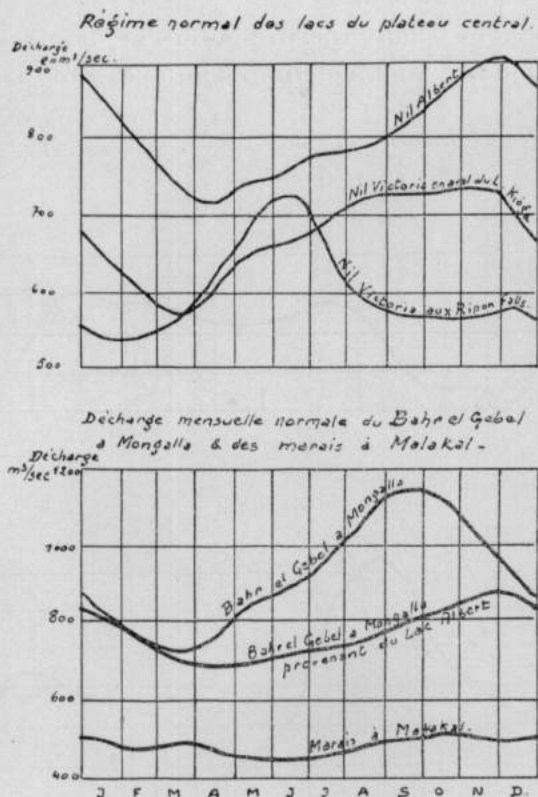


FIG. 5.

on estime l'évaporation annuelle du seul lac Victoria à 1,300 mm.

En d'autres termes, si les apports pluviaux annuels sur le bassin du Victoria sont de 100 milliards de mètres cubes, soit 40 fois la quantité accumulée derrière le barrage

d'Assouan et sur le bassin du lac Albert de 11 milliards de mètres cubes, ces apports sont compensés par des pertes de diverses causes.

De ce chef la combinaison de l'arrivée aux lacs des eaux de pluies et des eaux des tributaires, avec la décharge par les émissaires, empêche une variation importante des niveaux moyens des deux grands lacs. Parmi les autres facteurs qui influencent les niveaux, il faut retenir les effets du vent, de la pression barométrique, des seiches, des marées lacustres auxquels ces mers intérieures sont soumises. De longues et minutieuses observations devraient encore être entreprises pour s'en rendre compte.

Quoi qu'il en soit, sur la base d'observations faites durant dix années au lac Albert et une trentaine d'années au lac Victoria, M. Hurst a établi des diagrammes montrant le rythme du régime des lacs et de la décharge des eaux par le Bahr-El-Gebel, canal d'écoulement des deux bassins générateurs, les plus supérieurs du Nil (fig. 5).

Rapprochant cette constatation des relevés (fig. 6) M. Hurst arrive à définir tangiblement le rôle des grands lacs dans l'économie du Nil et s'exprime comme suit :

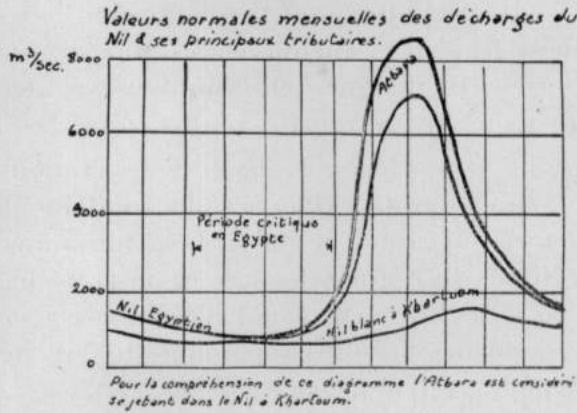
A Wadi Halfa, le Nil apporte à l'Égypte les eaux du Nil Bleu et du Nil Blanc, renforcées de celles de l'Atbara. Ce dernier, de décembre à mai est de débit quasiment nul, mais en août, époque du maximum de sa crue, il apporte plus de 25 % du volume total du Nil. En septembre, le Nil Bleu apporte, lui, 72 % de ce volume, tandis qu'en avril, il n'entre plus que pour 15 à 20 % dans celui-ci.

Le Nil Blanc à Karthoum a un débit de 600 m³ en mai et 1,400 m³ en octobre, ce qui à l'étiage en fait le principal fournisseur du Nil, dans le volume d'eau duquel il entre en avril pour 80 %. Analysant le régime de ce Nil Blanc, on voit que d'avril à mi-juillet le Bahr-El-Gebel fournit au Nil 50 % de son débit. Quant à la part dans laquelle entrent les lacs dans ce débit du Bahr-El-Gebel, elle est de 80 % *pour l'année*. D'autre part, on constatera que du 1^{er} avril au 15 juillet, époque critique à Assouan, l'apport des lacs au débit du Bahr-El-Gebel à Mon-

gola atteint alors 94 %. Par une étude de tous les diagrammes, on arrive à constater que, pendant la période difficile pour l'Égypte, les grands lacs fournissent 50 % environ des eaux qui arrivent au Caire.

Cela montre l'importance des lacs et le motif pour lequel il a été décidé d'étudier leur régime de façon approfondie.

C'est à la suite de ces études que la construction d'un



Décharges du Nil blanc.

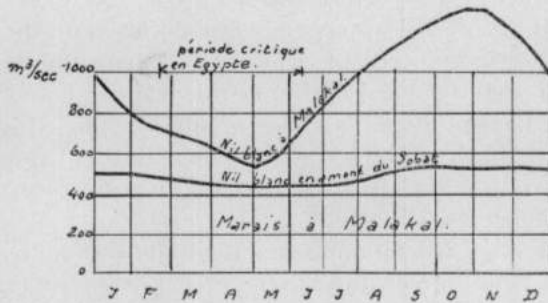


FIG. 6.

barrage à l'aval du lac Albert a été, il y a deux années, mise en étude systématique.

Il fut, au début, estimé indiqué d'élever un barrage en aval des rapides de Fola, après avoir arasé l'arête de

ceux-ci. Ce projet avait l'inconvénient de créer de nouveaux rapides en amont et de rendre la navigation difficile en amont de Nimule, par suite des marais et épanchements qui seraient ainsi forcément créés. Ce projet a été abandonné.

N'a pas non plus été retenu le projet de barrer le Nil à la courbe de Nimule, près du mont Otzi, car, si par un barrage à cet endroit, le niveau du lac pouvait être aisément relevé, des marais devaient, par contre, être également formés sur des étendues considérables et donner lieu à une végétation génératrice de sudd *bloqueur* de rivières.

Il semble que l'on en soit arrivé à considérer le site de Pakwatch comme emplacement optimum pour l'ouvrage projeté. Les contreforts de colline arrivent, en effet, là, non loin du fleuve, à chacune des deux rives. Bien que le roc dur pour soubassement de constructions n'existe pas en cet endroit, on peut, cependant, escompter une construction sans trop de difficultés, car la digue ne semble pas devoir avoir une hauteur supérieure à 8 m. pour permettre de relever de 3 m. les eaux du lac, ce qui rendrait possible la constitution d'une réserve de plus de 12 milliards de mètres cubes.

Des reconnaissances aériennes ont été entreprises il y a plus d'un an pour permettre un levé photogrammétrique du lac Albert et accélérer ainsi les études finales. Il a été entendu que les Gouvernements égyptiens et soudanais communiqueraient au Gouvernement du Congo belge les plans ainsi obtenus par survol du territoire de ce dernier.

Quoi qu'il en soit du barrage à Pakwatch, le grand obstacle à l'effet utile du travail resterait toujours le passage de l'eau des lacs sur la table d'évaporation Bor-Nô-Malakal. Le travail d'aménagement du lac Albert devra donc comporter l'entreprise complémentaire, mais non moins gigantesque du creusement d'un canal de 300 km. pour contourner le Kir.

Le relèvement du plan d'eau projeté au lac Albert aura évidemment des répercussions intéressant directement la Colonie du Congo belge. Bien que n'étant que d'une importance relativement minime par rapport à l'envergure des travaux titaniques généraux d'utilisation du Nil, elles ne sont cependant pas négligeables.

Se partageant avec le port de Juba-Redjaf et le chemin de fer du 3^e parallèle le trafic des régions minières du Nord-Est de la Colonie, les ports belges du lac Albert ont ensemble, en provenance de Butiaba et de Mombasa, un trafic général annuel de l'ordre d'une dizaine de milliers de tonnes. Des installations de ports ont été créées, à Mahagi et spécialement à Kasenye, au coût d'une vingtaine de millions au moins. Elles seront submergées.

En ce qui concerne la Semliki, il semble que les rives de son bief inférieur seront inondées, en amont de son embouchure jusqu'à 30 km., si le niveau du lac est relevé de 3 m. et jusqu'à 40 km. s'il est relevé de 8 m. pour constituer une réserve de 40 milliards de mètres cubes. Les possibilités exactes du territoire qui serait ainsi perdu, bien qu'estimées *in globo*, ne sont pas encore nettement déterminées et il convient de chiffrer la perte éventuelle de celles-ci.

Quant aux conséquences d'ordre minier du barrage projeté, elles sont escomptables par des supputations géologiques et là également il y a un travail d'étude à entreprendre par le Gouvernement congolais.

Des répercussions des genres ci-dessus évoqués se feront sentir également du côté Uganda du lac.

Quoi qu'il en soit, *in fine*, la charge financière qu'entraîneraient pour les Gouvernements égyptien et soudanais les dédommagements à accorder au Congo belge et à l'Uganda, ne pourra être que de peu d'importance dans l'ensemble des sujétions auxquelles il faudra faire face lors de l'entreprise des travaux.

On ne peut s'empêcher de témoigner son admiration pour cette œuvre britannique du Nil poursuivie avec largeur de vues, opiniâtreté et méthode.

Au Delta en 1901, à Assouan et Assiout en 1902, à Zifta en 1903, à Esneh en 1909 et à Nag Hamadi en 1930, le flot du vieux fleuve a été maîtrisé et le moyen étudié d'asservir sa puissance non encore utilisée.

*
**

Tout en agissant pour l'Égypte et le Soudan, les Britanniques ne perdent point de vue les nécessités spécifiques de l'Uganda. En effet, au cours des études, Tottenham et Hurst ont été chercher et trouvé sur le *Nil-Victoria* plusieurs endroits de barrages, pour la constitution de réserves d'eau en vue de besoins locaux. Ces derniers, bien entendu, ne sont pas encore tels qu'ils doivent, semble-t-il, être envisagés avant des générations, mais il importait d'en déterminer la possibilité, ce que d'ailleurs avaient déjà prévu les Allemands au temps de leur occupation.

Quoi qu'il puisse d'ailleurs être de ces projets locaux, ils n'auront pas d'influence sur le régime des eaux dont a besoin l'Égypte.

*
**

De toutes ces indications, il ressort que si, par les esclaves fournis pendant des millénaires aux mondes européen et américain, elle a procuré à ceux-ci une grande partie de l'énergie nécessaire à leur développement, l'Afrique centrale est susceptible, à l'heure présente, d'assurer, par ses immenses richesses hydrauliques, les forces indispensables à la vie et au progrès d'autres régions d'Afrique à sociétés plus évoluées.



ERRATUM

Bulletin, tome IV (1933), n° 1, pp. 97, 207, 293 et 304, lire :

Questions pour le concours annuel de 1935.

TABLE DES MATIÈRES

SECTION DES SCIENCES MORALES ET POLITIQUES

Séance du 27 avril 1933	315
Questions pour le concours annuel de 1935	315
Présentation d'ouvrages	315
Divers	316
Séance du 15 mai 1933	317
Enquête ethnographique relative aux diverses formes d'asservissement au Congo	317
Communication de M. A. Gohr : « Rappports de droit privé entre indigènes et non-indigènes »	318
Comité secret.	319
Séance du 19 juin 1933	320
Communication de M. A. Gohr : « Rappports de droit privé entre indigènes et non-indigènes » (suite de la discussion)	320-323
Communication de M. T. Heyse : « L'aire d'application du décret du 6 février 1920 sur la constatation et le transfert de la propriété civile	334
Rappports de droit privé entre indigènes et non-indigènes (note de M. F. Dellicour)	344
Enquête ethnographique relative aux diverses formes d'asservissement au Congo	346
Concours triennal de littérature coloniale	322
Comité secret.	322
Séance du 17 juillet 1933	368
Communications de MM. G. Van der Kerken et A. Moeller sur un article de M. M. Robert : « La Politique coloniale »	368
Rapport de M. G. Van der Kerken	371
Rapport de M. A. Moeller	376
Enquête ethnographique relative aux diverses formes d'asservissement au Congo	370
Comité secret.	370

SECTION DES SCIENCES NATURELLES ET MEDICALES

Séance du 29 avril 1933	383
Présentation d'ouvrages	383
Communication de M. E. De Wildeman : « Protection de la Nature, Protection de l'Agriculture. — Les problèmes qu'elles soulèvent »	386
Note de M. P. Staner sur l'identification de la plante <i>Efiri</i> (présentée par M. H. Schouteden)	429
Mission d'études de M. J. Ghesquière :	
Rapport de M. E. Marchal	432
Rapport de M. H. Schouteden	433
Questions pour le concours annuel de 1935	384
Comité secret.	385
Séance du 20 mai 1933	434
Présentation d'ouvrages	434
Communication de M. M. Robert : « Le système du Kundelungu au Katanga »	436
Présentation d'un mémoire de M. L. Hauman	435
Note de M. P. Dustin : « Contribution à l'étude des organes hématopoïétiques chez le Protoptère » (présentée par M. P. Gérard).	441

Communication de M. G. Delevoy : « Contribution à l'étude de la végétation forestière de la vallée de la Lukuga (Katanga septentrional) »	435
Comité secret	435
Séance du 17 juin 1933.	443
Présentation d'ouvrages	443
Communication de M. A. Dubois : « Contribution à la connaissance des souches de bacilles tuberculeux au Congo »	445
Communication de M. L. Burgeon : « Note sur la faune entomologique du Ruwenzori »	455
Rapports sur un mémoire de M. L. Hauman : « Les <i>Lobelia</i> géants des montagnes du Congo belge	470
Communication de M. E. De Wildeman : « Le Copal »	444
Séance du 15 juillet 1933	475
Présentation d'ouvrages	475
Communication de M. E. Polinard : « Le socle ancien inférieur à la série schisto-calcaire du Bas-Congo. — Son étude le long du chemin de fer de Matadi à Léopoldville »	475
Communication de M. E. De Wildeman : « Quelques considérations sur les résines dénommées <i>Copals</i> »	478
Communication de M. E. Leplae : « Enquête sur divers essais de culture de Quinquinas exécutés dans le Bas-Congo »	498
Communication de M. L. Pynaert sur l'ouvrage de MM. E. Ballard, A. M. Mistikawi Eff. et M. S. El Zoheiri Eff. : « The Desert Locust, <i>Schistocerca gregaria</i> Forsk. in Egypt »	510
Communication de M. H. Schouteden : « Les Mollusques aquatiques vivants et subfossiles de la région du lac Kivu »	519
SECTION DES SCIENCES TECHNIQUES	
Séance du 28 avril 1933	528
Noté de M. R. Schoentjes : « Considérations générales sur l'urbanisme au Congo belge » (présentée par M. E. De Backer)	531
Questions pour le concours annuel de 1935	530
Divers	530
Séance du 26 mai 1933	573
Communication de M. R. Anthoine : « Traitement des minerais aurifères d'origine filonienne aux mines d'or de Kilo-Moto (Congo belge) »	573
Communication de M. M. Dehalu : « Note préliminaire sur les observations magnétiques effectuées à Elisabethville à l'occasion de l'année polaire internationale 1932-1933, par M. A. Molle »	575
Séance du 23 juin 1933	579
Hommage à M. Ch. Liebrechts	579
Communication de M. J. Maury : « Emploi de la méthode de variation des coordonnées pour la détermination des points topographiques »	581
Séance du 28 juillet 1933	606
Communication de M. P. Fontainas : « Le rôle des grands lacs du plateau central africain dans le régime du Nil »	608
L'éclipse annulaire totale de soleil du 24 février 1933 au Congo belge	607
Erratum	640