

de l'installation et l'entretien du personnel y affecté. Il se fera ensuite rembourser de ses dépenses par la facturation, aux usagers, des frais d'exploitation augmentés d'un certain pourcentage.

Plutôt que de développer ces considérations, disons d'ordre économique, examinons ensemble, si vous le voulez bien, quelques-uns de ces problèmes connexes.

Parmi ceux-ci un des plus intéressants et des plus généraux dans le domaine minier, est celui des sables noirs.

Définissons d'abord ce que l'on entend par sables noirs. L'exploitation de placers, qu'ils soient aurifères, stannifères ou diamantifères, se fait presque exclusivement par des moyens qui procèdent de la concentration gravimétrique ; ceux-ci vont du simple sluice à la laverie mécanisée. Lorsque cette dernière est fixe et comporte une série importante d'appareils, elle prend le nom d'usine. Tous les moyens employés : sluice, jig, table à secousses, pour ne citer que les principaux, débitent comme produit final un mélange de toutes les substances lourdes contenues, soit dans les graviers, soit dans le minerai original. Ces concentrés lourds sont ensuite traités pour en extraire les substances rémunératrices ; le reliquat ou même les concentrés lourds forment ce que l'on appelle les « sables noirs ».

*Traitement des sables noirs pour en extraire les substances rémunératrices.*

Les sables noirs contenant de l'or sont traités au barrell amalgamateur ; les sables noirs contenant de la cassitérite sont passés au trieur magnétique, lequel présente l'avantage de récupérer quelquefois des produits de valeur tels que : wolfranite, tantalocolombite, composés de terres rares, etc.

Disons cependant que, même dans le cas de sables noirs ne contenant que l'or comme valeur métallique à prendre

en considération, il y a souvent intérêt à les passer préalablement au triage magnétique, celui-ci permet d'éliminer la majeure partie des substances stériles et réduit ainsi le poids à amalgamer. Dans le cas de sables noirs contenant du tantale et du wolfran, il est utile de rappeler que le marché de ces substances est assez compliqué, la valeur de celles-ci dépend du rapport entre le tantale et le niobium ; certaines impuretés sont, d'autre part, pénalisables. La même chose se présente pour le marché du tungstène où, par exemple la présence de quelques 1/10 de % d'étain les fait refuser par certains acheteurs.

Quant au marché des terres rares, il dépend essentiellement de la valeur momentanée du cérium et dans beaucoup de cas des offres de ses traitants, il est souvent sujet à des fluctuations imprévues et imprévisibles.

Il faut ajouter à ce bref exposé que la valeur des substances à l'état pur ou de leurs sels également purs, est en général beaucoup plus élevée que celle des combinaisons naturelles qui en renferment les principes.

Un des constituants les plus abondants des sables noirs est, sans conteste, l'ilménite ; cette espèce minérale résulte de la combinaison du bioxyde de titane avec l'oxyde ferrique en quantité à peu près égales. La formule chimique du composé moyen est :  $2 (\text{TiO}_2) \text{Fe}_2\text{O}_3$ . A l'état pur il contient 50 % de sesqui oxyde de fer et 50 % de bioxyde de titane.

Comme chacun le sait, le titane est considéré depuis quelque temps comme un métal très intéressant et les U. S. A. construisent actuellement une usine qui pourra fournir  $\pm 40.000$  tonnes de titane métal par an.

La valeur du titane varie fortement suivant la combinaison dans laquelle il se trouve. L'ilménite qui est un corps très répandu dans la nature, vaut, à l'état pur, aux environs de 1 fr le kilo. Le bioxyde de titane brut, c'est-à-dire le rutile naturel ou artificiel vaut  $\pm 10$  fr le kilo ; le tétra-chlorure de titane vaut  $\pm 35$  frs ; le ti-

tane métallique vaut  $\pm 250$  frs le kilo. Ajoutons que le bioxyde en poudre, de qualité pigment, doit valoir actuellement  $\pm 30$  à  $40$  frs le kilo.

Nous voyons que, dans le cas du titane, la valeur du produit augmente rapidement avec la teneur et la qualité. Au sujet des ilménites, signalons en passant que certaines sont susceptibles de contenir, soit un peu de tantale, soit un peu de niobium. Or, quelques kilos d'anhydride tantalique ou niobique dans la tonne d'ilménite n'en augmente pas sensiblement la valeur marchande.

Si, par exemple, nous fixons la valeur de l'acide tantalique à  $\pm 200$  fr le kg,  $2$  kg de  $Ta_2O_5$  par tonne d'ilménite n'influenceraient que de  $\pm 40$  centimes le kilo d'ilménite ; d'ailleurs à une telle dilution, l'acide tantalique est difficile à récupérer et souvent la présence d'un corps de prix, en quantité minime, n'augmente pas sensiblement la valeur marchande du produit brut.

Pour valoriser l'ilménite, c'est-à-dire en retirer un produit qui supportera son transport et laissera un bénéfice, il faut pouvoir le transformer, à bas prix, en bioxyde de titane.

Notons que lorsque le rutil naturel n'est pris en considération que pour le titane métal y contenu, la valeur du titane est de  $10$  cents par livre de  $TiO_2$ , ce qui correspond à  $8$  fr le kilo, alors que pour certains bioxydes très fins, mais n'ayant pas la qualité pigment, on peut, pour des produits titrant  $95\%$  de  $TiO_2$ , obtenir par kilo :  $12$  à  $13$  fr.

Le  $TiCl_4$  s'obtient en mélangeant le  $TiO_2$  à du carbone et en chauffant à  $600^\circ$  dans un courant de chlore ; le  $TiCl_4$  est volatile à  $136^\circ C$  ; il se condense donc facilement. Il se vend actuellement à  $60$  fr par livre de  $Ti$  y contenu, soit  $32$  fr le kilo. Cependant, le  $TiCl_4$ , de qualité chimiquement pure, atteint  $50$  frs et plus le kilo. Le tétra-chlorure de titane dégage au contact de l'atmosphère humide une épaisse fumée blanche. Il est utilisé en stratégie pour

créer des nuages artificiels destinés à masquer certaines formations ou leurs mouvements.

Le titane métallique peut être fabriqué par décomposition du  $TiCl_4$  par le magnésium métallique réalisée dans une atmosphère d'argon. Il faut 1,2 kg de magnésium pour obtenir 1 kg de titane métallique. On travaille à la bombe et l'on obtient une poudre de titane métallique mélangée à du chlorure de magnésium. Le chlorure de magnésium retourne à l'électrolyse pour régénérer le métal. La poudre de titane est agglomérée par laminage sous pression, pour cela elle est enfermée dans une enveloppe formée d'une feuille de titane métallique, et celle-ci est ensuite comprimée entre des cylindres donnant plusieurs milliers de kg de pression au  $cm^2$ . Le titane ainsi fabriqué vaut  $\pm 300$  frs le kg.

Enfin, pour être complet, signalons le procédé qui consiste à décomposer le tétra-iodure de titane par le courant électrique ; il se dépose sur le fil parcouru par le courant électrique un titane métallique compact, exempt de gaz occlus ; le titane obtenu par ce procédé vaut plus cher que le titane obtenu par l'agglomération des éponges. Sa valeur se situe aux environs de 6 à 700 frs le kg.

Dans le cadre colonial, de tels procédés offrent donc beaucoup d'intérêt car, si l'on va au fond des choses, ils ne demandent que peu de produits à importer et consomment beaucoup d'électricité dont le Congo est abondamment pourvu, en potentiel tout au moins.

Je me suis personnellement occupé d'étudier le premier stade de la fabrication qui est celle du bioxyde de titane. Pratiquement, si sur de l'ilménite on fait agir de l'acide sulfurique, on obtient un mélange de sulfate de titane et de sulfate ferrique ; il faut en poids 1,4 d'acide sulfurique pour 1 d'ilménite.

Le mélange ilménite + acide sulfurique doit être porté jusqu'à fumée blanche et maintenu à cette température pendant un temps assez long. Le mélange qui en fin de

réaction est complètement solide, est repris par l'eau ; la solubilisation est lente, elle doit se faire à une température relativement peu élevée. On obtient finalement tout le titane et tout le fer en solution et, d'autre part, un résidu dans lequel on retrouve tout l'acide tantalique, niobique et tungstique que l'ilménite originale contenait. Leur récupération est alors facile : il suffit de traiter ce résidu, soit par un mélange acide oxalique et oxalate, lequel solubilise le tantale et le niobium qui pourront ensuite être précipités, puis si le résidu contient de l'acide tungstique, un traitement à l'ammoniaque le solubilisera. Les réactifs employés pour ces dissolutions et ces précipitations sont en grande partie récupérables, mais la description du procédé complet nous entraînerait fort loin. Par exemple, pour le wolfran, un mode d'extraction analogue à ceux employés pour le leadching du zinc ou du cuivre par l'ammoniaque est susceptible de donner des résultats intéressants.

Revenons à la solution contenant le bioxyde de titane combiné à l'acide sulfurique en mélange avec du sulfate de fer, on ajoute à la solution un excès de chlorure de sodium que l'on introduit sous forme d'une solution saturée. On notera qu'il faut en poids : 2 de chlorure de sodium pour 1 d'acide sulfurique uni au  $\text{TiO}_2$ , soit environ les deux tiers de l'acide sulfurique mis en œuvre pour attaquer l'ilménite.

Par addition d'eau, on ajuste la solution de manière à ce qu'elle contienne l'équivalent de  $\pm 20$  à  $30$  gr de  $\text{TiO}_2$  au litre et l'on fait bouillir ; il ne tarde pas à précipiter un hydrate de bioxyde de titane ayant probablement pour formule  $3(\text{TiO}_2) - \text{H}_2\text{SO}_4 - 3(\text{H}_2\text{O})$ . Ce précipité est de forme grenue, facile à filtrer.

En étudiant de plus près le phénomène de précipitation, nous avons pu constater que nous avons affaire à une véritable hydrolise, comme vont le prouver les quelques faits suivants.

Par ébullition prolongée de la solution contenant les réactifs que nous avons cités il y a quelques instants et titrant 20 à 30 gr par litre,  $M TiO_2$  on parvient à abaisser le titre en  $TiO_2$  à moins de 0,2-0,1 gr par litre, soit que l'on récupère  $\pm 99$  à 99,5 % du  $TiO_2$  mis en œuvre.

D'autre part, le précipité de  $Ti_3(OH)_6O_3SO_4$  est facilement soluble dans l'acide sulfurique à 50Bé, solution dont il peut être précipité à nouveau. Il donne alors un calciné blanc.

Si nous considérons maintenant le bilan financier des opérations, nous partons d'un corps valant  $\pm 1$  à 2 fr le kg. Nous ajoutons 5 kg d'acide sulfurique et 7 à 8 kg de chlorure de sodium, pour obtenir en finalité, par kg d'ilménite mise en œuvre,  $\pm 500$  gr d'une substance valant en moyenne 10 à 15 fr le kg.

Quelles que soient les valeurs auxquelles on pourrait se procurer l'acide sulfurique et le chlorure de sodium, l'opération considérée sous cet aspect est loin d'être rémunératrice.

Mais si l'on évapore lentement les solutions provenant de la précipitation du titane, on observe les phénomènes suivants que nous allons étudier d'abord théoriquement.

Quelles que soient les combinaisons dans lesquelles se trouvent les ions en solution, rappelons que nous avons l'ion ferrique, l'ion chlore, l'ion sodium et l'ion sulfurique.

En vertu du principe bien connu, s'il peut se former dans le milieu une combinaison insoluble ou peu soluble dans les conditions où se trouvent les ions, cette combinaison se formera, précipitera et continuera à précipiter tant que les conditions ne changeront pas, la précipitation devenant ainsi totale.

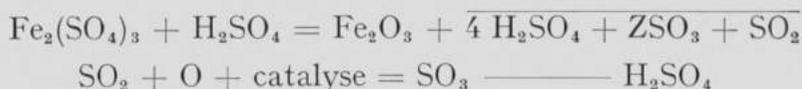
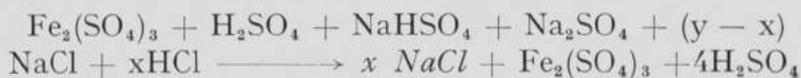
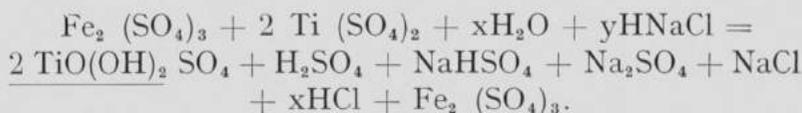
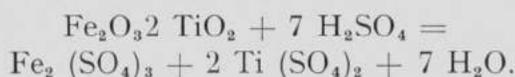
Si donc on évapore lentement la solution considérée, le chlorure de sodium, qui est très peu soluble dans l'eau en présence de l'ion chlorhydrique, va précipiter jusqu'au moment où la concentration en acide sulfurique ne sera

pas prédominante. On peut ainsi récupérer jusqu'à 95 % de chlorure de sodium mis en œuvre, lequel pourra servir à une nouvelle précipitation.

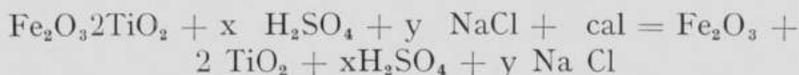
Après la séparation du chlorure de sodium par simple essorage, si l'on continue à évaporer la solution, elle se transformera finalement en un magma sirupeux que l'on peut alors calciner. Cette opération permettra une récupération de 85 % de l'ion sulfurique mis en œuvre sous forme de SO<sub>3</sub> : 12 à 15 % sous forme de SO<sub>2</sub>.

Dans une installation bien montée, laquelle comporterait un four pour calcination du magma, un condensateur suivi d'un barboteur à acide, puis d'une masse de catalyse pour la transformation du SO<sub>2</sub> en SO<sub>3</sub>, on pourrait récupérer plus de 98 % de l'acide sulfurique mis en œuvre au départ et il resterait comme reliquat final une hématite de valeur pigmentaire, ou pouvant servir encore à la fabrication de pâte à polir si employée dans l'artisanat et dans les glaceries.

On pourrait concrétiser la fabrication du bioxyde de titane par la série des équations chimiques :



Si l'on fait la somme de toutes les réactions chimiques ci-dessus, on obtient finalement :



il suffit d'appliquer au premier membre un certain nombre de calories pour obtenir le deuxième.

Faisons remarquer qu'en réalité le  $\text{TiO}_2$  ne tombe pas sous forme de  $\text{TiO}_2$  absolument pur, c'est en réalité un hydrate de forme  $\text{Ti}_3\text{O}_8\text{H}_4$  ou  $\text{Ti}_3(\text{OH})_6\text{O}_3 = \text{SO}_4$  lequel a la propriété de se dissoudre facilement dans l'acide sulfurique concentré.

A ce sujet je vous ferai remarquer que si l'on laisse le  $\text{Ti}_3\text{O}_8\text{H}_4$  un certain temps à l'air après l'avoir séparé de son eau d'imprégnation, il perd lentement l'eau de constitution et devient insoluble dans l'acide sulfurique. On peut s'amuser en laboratoire à obtenir toute une gamme d'hydrates de titane, lesquels seront  $\pm$  solubles dans l'acide sulfurique.

La solution sulfurique de sulfate de titane peut alors être reprécipitée une nouvelle fois, suivant le même processus. On obtient alors un précipité de titane qui calcine parfaitement blanc.

Le précipité avant calcination peut aussi servir de point de départ à la fabrication des pigments composés qui sont des mélanges de  $\text{TiO}_2$  avec du sulfate de barium ou de l'oxyde de zinc, de la chaux, etc...

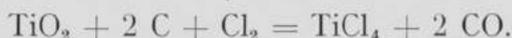
J'ai eu l'occasion d'analyser des pigments de titane provenant de firmes spécialisées. Il existe toute une gamme de blanc de titane dont le % en bioxyde va depuis 16 % jusque 100 %.

Le bioxyde de titane sert également à l'enrobage de certaines baguettes pour la soudure autogène.

Signalons encore que les sels de titane et spécialement le sulfate servent de charge pour les fils de rayonne et pour certains plastiques, etc...

Au départ d'un tel produit, il est relativement facile d'obtenir le  $\text{TiCl}_4$ . Il suffit de mélanger le  $\text{TiO}_2$  avec du carbone pur, par exemple du charbon de bois et de faire

passer au travers du mélange chauffé à 600 degrés, un courant de chlore, la réaction étant :



Le  $\text{TiCl}_4$  se condense à 160 degrés, le CO est éliminé et peut servir d'apport calorifique dans l'usine de fabrication de  $\text{TiO}_2$ .

Pour fabriquer du Ti métallique, il faut employer le magnésium. Celui-ci peut être obtenu par l'électrolyse du chlorure de magnésium fondu en présence d'un flux composé de chlorure de sodium et de fluorure de magnésium, de manière à obtenir un magma fusible à 6 ou 700°.

Un autre procédé consiste à partir de l'oxyde magnésium et de l'électrolyser en présence de fluorure de magnésium, de fluorure de barium et de fluorure de sodium, lequel agit comme fluidifiant de la masse.

Je n'insisterai pas plus sur le titane, mais il est certain que la transformation des ilménites en bioxyde est un problème qui peut se résoudre dans le cadre congolais, en tenant compte que le bénéfice de cette transformation pourra être ajouté à la valeur des insolubles, que le traitement primaire à l'acide livrera comme reliquat.

D'autre part, il n'y a pas d'impossibilité à ce qu'il se forme un consortium pour la fabrication du titane, car je crois que les États Unis, qui sont les seuls à fabriquer du titane actuellement, considèrent que les autres nations, si elles désirent du titane métallique, peuvent parfaitement le fabriquer elles-mêmes. Il ne faut pas oublier que le titane deviendra, dans quelques années, un métal aussi utile que l'acier.

Au Congo, pays des grandes réserves hydro-électriques, la fabrication du titane métallique ne présenterait, je pense, aucune difficulté à condition, bien entendu, que l'on monte une usine suffisamment importante pour que dès sa mise en marche elle puisse rapporter.

Le titane métallique se vend actuellement 5 \$ la livre,

mais on peut espérer que dans quelques années le titane métallique se vendra aux environs de 80 fr le kg, ce qui sera un prix très acceptable pour assurer le bénéfice d'une usine bien établie.

D'autre part, au cours des différents travaux de laboratoire, j'ai eu l'occasion de vérifier que le tantale lequel est quelquefois à l'état de 1/100<sup>e</sup> de % dans des ilménites se retrouve intégralement dans les insolubles. Par suite de son état physique presque colloïdale il pourra en être facilement séparé par lévigation. On n'obtiendra probablement pas directement de l'oxyde de tantale chimiquement pur, mais en tout cas un nouveau complexe beaucoup plus riche en tantale que le reliquat de l'attaque.

Ce tantale extrait sous forme d'acide tantalique à un prix de vente suffisamment élevé pour qu'il n'y ait pas besoin de pousser plus loin sa purification.

La récupération des métaux spéciaux contenus sous forme de quelques fractions de % dans les ilménites est susceptible de donner quelquefois un bénéfice supplémentaire substantiel à l'usine de fabrication de  $TiO_2$ .

Si les sables noirs contiennent du silicate de zirconium, celui-ci se retrouvera intact dans la masse résiduelle, d'où il pourra également en être séparé et livré à l'état relativement pur après concentration par table à secousses ou tout autre moyen.

Il est évident que les sables noirs avant de subir l'attaque sulfurique devront être  $\pm$  broyés suivant qu'ils contiendront ou non des substances à prendre en considération après la première attaque et suivant le mode de récupération envisagé pour ces substances. On sera guidé dans les caractéristiques de ce broyage primaire par les considérations suivantes :

Plus l'ilménite est grosse, plus son attaque sera lente, mais d'autre part, plus la récupération des acides terriens et du silicate de zirconium sera facile.

Le silicate de zirconium ainsi obtenu titre de 60 à 65 % de  $ZrO_2$  et peut servir de base à la fabrication de l'oxyde de zirconium. Celui-ci est assez recherché actuellement pour ses propriétés réfractaires permettant de réaliser la métallurgie à de hautes températures.

Mais je ne veux pas présenter le problème du traitement des ilménites sous une forme trop simpliste et je tiens à vous signaler, tout de suite, que l'immobilisé nécessaire au traitement de celles-ci et tel qu'il vient d'être décrit, sera important parce qu'il faut tenir compte des temps nécessaires à l'accomplissement des réactions et voici à peu près les temps constatés :

Attaque par l'acide sulfurique  $\pm$  2 heures ; terminaison de cette attaque en maintenant le magma à  $180^\circ$ , environ 24 heures ; temps des dissolutions : 48 à 72 heures.

La solution obtenue dépasse rarement 60 à 80 gr de  $TiO_2$  au litre. On peut donc estimer à plus de 100 heures le temps à partir du moment où le titane rentre en fabrication et le moment où il est précipité.

Ceci nous conduit, pour une fabrication de 1 tonne de  $TiO_2$  par jour, à envisager un volume de tanks divers de  $\pm$  100 m<sup>3</sup> et l'ébullition journalière de 24 à 30 m<sup>3</sup> de solution acide.

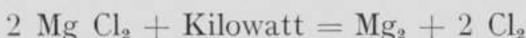
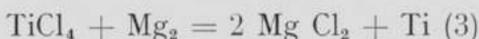
Si les sables noirs viennent de régions stannifères ou de régions aurifères, l'insoluble de l'acide sulfurique renfermera souvent un reliquat intéressant de ces valeurs métalliques qui deviennent récupérables, alors qu'avant le traitement le problème peut être considéré comme très difficile.

Ce bref exposé esquissant le traitement applicable aux ilménites montre que même des sables noirs, de valeur très modeste, peuvent grâce à un traitement adéquat, être valorisés.

J'insiste sur le fait qu'une fois le rutile artificiel obtenu, pour entreprendre la métallurgie complète du titane,

il faut disposer de courant et surtout de calories à bon marché.

Je résume, dans un tableau schématique, le cycle des différentes opérations que nous avons déjà discutées pour la décomposition des ilménites. Nous pouvons poser :



En tenant compte des poids atomiques respectifs, il faut 1,2 kg de magnésium pour fabriquer 1 kg de titane. Pour obtenir un kg de titane il faut mettre en œuvre 1,7 kg de  $\text{TiO}_2$  ou 3,4 kg d'ilménite.

L'électrolyse du  $\text{Mg Cl}_2$  en vue de l'élaboration du magnésium métallique consomme par kg  $\pm 17$  kWh. La fabrication de 1 kg de titane entraîne donc la consommation de  $\pm 20$  kWh.

Les calories nécessaires pour la réalisation des deux premières réactions citées en 1 et 2 s'élèvent à  $\pm 30.000$  calories, correspondant à 4 kg de charbon, avec un rendement calorique de 100 %, soit pratiquement une consommation de 6 kg de charbon. Il faut ajouter à ces fabrications diverses une petite installation destinée à fournir l'argon nécessaire pour remplir l'enceinte de l'atmosphère inerte obligatoire pour l'élaboration du titane métallique.

L'argon s'obtient facilement par la distillation fractionnelle de l'air atmosphérique liquéfié, les gaz rares, dont l'argon est le plus important, s'accumulent dans le résidu de distillation.

Ces quelques considérations vous permettent de saisir ce que serait une installation fabriquant du titane métallique. Un tel complexe d'usines diverses ne peut être

entrepris que par un Consortium ou par l'État remplaçant ce dernier.

La fabrication du rutile pourrait se faire près des centres producteurs d'ilménites. Une partie du rutile fabriqué serait écoulée sous forme de produits de base pour les couleurs, ou les enrobages de soudure, ou encore mis à la disposition des industries chimiques, puis le reliquat serait expédié vers le centre de transformation où le cycle opératoire :

rutile — tétra-chlorure de titane — titane — chlorure de magnésium — magnésium métallique serait réalisé.

Au cours de l'exposé du problème de l'ilménite et des autres acides rares, nous avons vu que nous mettions en œuvre des quantités importantes d'acide sulfurique. Théoriquement, celui-ci est entièrement récupérable, mais il est évident qu'une certaine perte au cours du cycle opératoire, tel que celui qui vient d'être exposé, est toujours inéluctable.

Il importe donc qu'une certaine quantité d'acide sulfurique soit mise à la disposition et ceci nous amène tout naturellement à exposer un deuxième problème connexe, celui des sulfures.

Il existe dans notre Colonie de nombreux gîtes métallifères sulfurés. Je n'ai pas l'intention de parler ici des sulfures de cuivre, de plomb, de zinc qui, par les valeurs métalliques qu'ils contiennent sont pris en considération et déjà traités, soit à la Colonie, soit expédiés vers des centres métallurgiques métropolitains.

Mais à côté de ces substances, disons rémunératrices, il existe des sulfures de peu de valeur. Il ne viendrait par exemple à aucun de nous l'idée d'extraire de la pyrite ordinaire, du mispickel, pour l'expédier en Belgique ; cependant on rencontre au Congo de nombreux gîtes de l'espèce.

Dans la région aurifère, notamment, on connaît des

pyrites ne contenant que quelques gr d'Au T. Or, une pyrite pour pouvoir être expédiée jusqu'en Belgique afin d'en extraire l'Au, doit en contenir plusieurs kg par tonne.

D'autre part, l'Au contenu dans ces pyrites est souvent réfractaire aux moyens ordinaires mis en œuvre par les installations de la Colonie qui sont : l'amalgamation et la cyanuration ; les modalités de ces procédés ont été exposées ici et je n'insisterai pas sur les conditions de traitement.

Lorsque l'on rencontre dans les gîtes aurifères des parties sulfurées, celles-ci sont séparées par des procédés gravimétriques, tels que : jigs, tables à secousses ou liqueurs lourdes. On emploie quelquefois la flottation. Les composés sulfurés : pyrite, pyrotine, mispickel, se retrouvent intégralement dans les concentrés.

Le moyen le plus pratique pour les transformer en un composé qui pourra rentrer dans le cycle des opérations courantes est de les griller. Il existe des appareils permettant d'effectuer cette opération à bon marché. Le principe du grillage de ces substances est guidé par le fait que la combustion ne peut avoir lieu que si l'on empêche la dispersion ou le rayonnement des calories produites et si l'air nécessaire à la combustion est introduit à une température suffisamment élevée.

L'appareil le plus couramment employé à cette fin est le four Mac Dugal. La chaleur emportée par le solide grillé est récupérée par les gaz avant leur entrée dans la phase grillage. Le matériel à griller est lui-même chauffé avant cette opération par les gaz sortant par la zone d'ignition. Actuellement on tend à remplacer ce système par le procédé dit fluo-solide. Il consiste essentiellement en une enceinte fortement calorifugée dans laquelle l'air est injecté sous pression convenable dans la masse de sulfure à griller.

Le mélange air et sulfure en combustion se comporte

comme un liquide. Les oxydes plus légers s'accumulent au-dessus et s'écoulent au fur et à mesure de leur combustion complète et sont remplacés par du sulfure frais qui, grâce à sa plus forte densité descend dans le flux.

Une série de cyclones captant les poussières et les produits condensables complète l'installation. En réglant la quantité d'air, on parvient à empêcher la scorification du résidu solide. Dans le cyclone on récupère l'acide arsénieux, le bismuth et l'antimoine. Les gaz ainsi épurés, peuvent aller directement à la catalyse pour acide sulfurique.

Actuellement, les masses de contact sont composées d'oxyde de vanadium ; celui-ci a l'avantage sur le platine de coûter moins cher et d'être beaucoup moins sensible à l'empoisonnement par l'acide arsénieux.

Disons, cependant, que les masses de contact au vanadium ne supportent pas la présence de vapeurs d'eau et que, par conséquent, l'air et les produits à griller doivent être parfaitement desséchés. La chaleur dégagée par la formation du  $\text{SO}_3$  résultant de l'oxydation catalytique du  $\text{SO}_2$  est captée par des chaudières et une force motrice souvent plus importante que celle absorbée par l'installation proprement dite, est ainsi obtenue.

Dans le cadre colonial, je crois que le grillage est encore un problème connexe, car nul de vous ne songerait à installer un grillage pour quelques tonnes de pyrite ou d'arséno-pyrite par mois, ni surtout de placer en bout de ce grillage une usine à acide sulfurique.

Or, cet acide sulfurique peut être utilisé avec profit dans l'industrie du titane. Nous voyons donc que ces deux problèmes connexes se complètent l'un par l'autre.

Une tonne de pyrite contient normalement 52 à 54 % de soufre, elle permet de produire théoriquement plus de 2 t d'acide sulfurique mono-hydraté. On a donc intérêt à transporter la pyrite vers le centre d'utilisation de l'acide sulfurique plutôt que de transformer sur place

la pyrite en acide sulfurique, puis de transporter ce dernier. Le transport de l'acide sulfurique est d'ailleurs beaucoup plus compliqué que le transport des pyrites qui peut se faire en vrac.

En créant des centres de grillage, ceux-ci pourraient être munis de toutes les possibilités pour la récupération des substances intéressantes ; celles-ci sont : l'acide sulfurique, l'acide arsénieux, lequel servira de base pour la fabrication d'insecticides, dip pour les animaux et produits de pulvérisation pour les végétaux.

Remarquons que ces produits insecticides sont à base d'arséniate de soude mélangée à des mouillants.

Le grillage de certains mispickels et de certaines pyrites est susceptible de permettre une récupération de bismuth s'ils en contiennent, même à l'état de traces infinitésimales. Ce bismuth se condense dans la première partie des chambres à poussières d'où il peut être récupéré et transformé facilement en bismuth métallique.

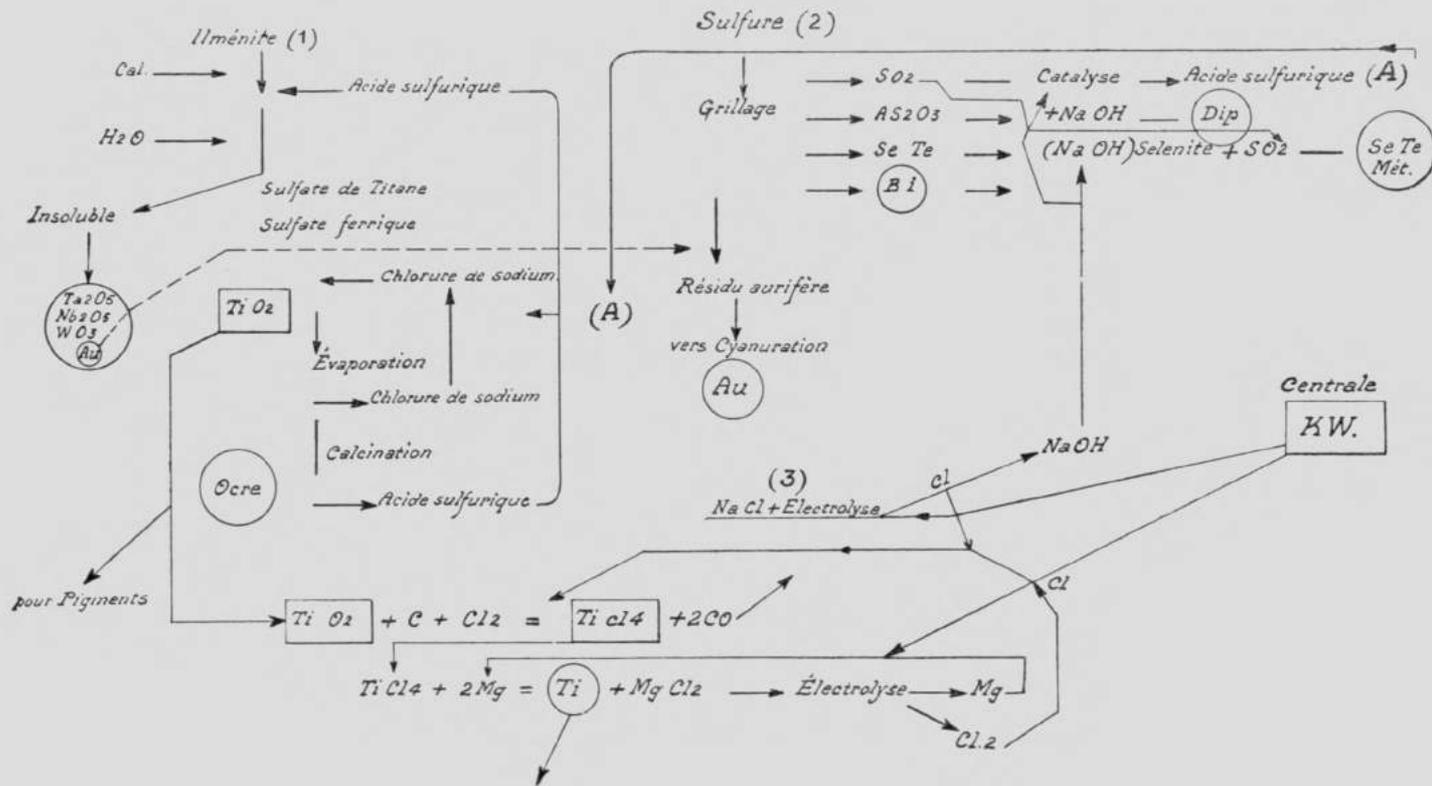
D'autre part, certaines pyrites peuvent contenir également une certaine quantité de sélénium et de tellure. Au grillage, ceux-ci distillent et se retrouvent dans le premier condensum. Ils peuvent donner lieu à une métallurgie un peu spéciale afin de les livrer à l'état métallique.

Cette métallurgie consiste à laver les condensa avec de la soude caustique, puis de décomposer le sélénite alcalin par l'anhydride sulfureux. On obtient ainsi la poudre de sélénium métallique qui est ensuite fondue sous un flux adéquat. La métallurgie du tellure est absolument semblable.

Le sélénium métallique en barre vaut actuellement  $\pm$  100 fr la livre anglaise et le tellure 120 fr par livre anglaise.

Le complexe industriel à réaliser peut se résumer par le schéma ci-après.

Aux industries décrites précédemment, nous avons ajouté une électrolyse de chlorure de sodium destinée à



fournir la soude et le chlore. La soude est nécessaire pour la solubilisation et la fixation de l'acide arsénieux en des produits de marchands.

La soude permettra aussi de récupérer le sélénium et le tellure. Les gaz nécessaires pour la précipitation de ces derniers seront dérivés hors du circuit de grillage. Le chlore dégagé servira d'apport à l'industrie du titane.

Ce plan schématique permet de se rendre compte du cheminement des matières et des réactifs.

La fabrication principale, celle du titane, est complètement cyclique. Elle ne demande que des Kw et des calories. Il est évident que les installations devront être situées en un point central par rapport aux sources d'ilménites possibles, celles-ci représentant en effet le transport le plus pondéreux et par conséquent le plus onéreux.

L'apport d'acide sulfurique dans une usine bien conçue ne dépassera pas 2 à 3 % la quantité théorique à mettre en œuvre. Nous voyons donc, par l'étude approfondie d'un problème connexe, que si un capital important est mis à la disposition pour sa solution industrielle, il peut être résolu d'une façon très économique. Il met à la disposition de tous des substances nouvelles et je me permets d'insister sur l'attrait absolument général que représente le titane métallique. Par ses propriétés physiques, il constitue une nouvelle matière aux possibilités multiples ; nos chefs d'entreprises métropolitains, à l'esprit industriel et à l'affût de réalisations nouvelles, auront vite saisi toutes les qualités ainsi que les possibilités d'application du titane métallique.

Nous croyons, par ce large exposé d'un problème connexe, avoir montré toutes les réalisations qu'il entraîne. Il est certain que si tous veulent y collaborer et que si la Colonie veut y apporter un concours, disons « financier substantiel », nous pourrons créer au Congo et subséquemment en Belgique de nouvelles richesses.

Bruxelles, le 15 février 1952.

## O. Jadot. — Le programme ferroviaire du Congo belge.

### Chapitre I. — Voies fluviales contre chemins de fer.

Je commencerai mon exposé en essayant de lui esquisser un arrière-plan, dessiné à l'aide des données de mon expérience africaine.

Je me trouve obligé, en m'excusant de parler de moi-même, de dire que ma carrière coloniale, commencée en 1909, s'est déroulée entièrement en Afrique et qu'elle a eu pour objet principal la réalisation de la liaison ferrée entre le Bas-Congo et le Katanga.

Depuis 1912, j'entends périodiquement une voix officielle qui célèbre les mérites de la rivière Kasai comme voie de transport idéale pour prendre sa part à la jonction du Bas-Congo au Katanga.

Cette voix parle ainsi : le Kasai figure au premier rang des dons de la nature à notre colonie ; un réseau fluvial ne se différencie pas d'un gisement minier quant à la nécessité d'un effort préalable et suffisant de mise en valeur. Elle conclut qu'en cette matière, la carence du Gouvernement est totale et déclare qu'il est urgent qu'un revirement s'opère, ce qui implique l'allocation de crédits en rapport avec l'importance du problème à résoudre, qu'il s'agisse du recrutement du cadre des techniciens nécessaires, de la reconnaissance des richesses hydrographiques du Congo ou de la réalisation des projets que comporte l'exploitation de ces richesses.

La voix officielle compare volontiers le Kasai avec le Rhin et le Danube, et le parcours fluvial de Port-Francqui à Léopoldville (806 km) avec le trajet par eau de Bâle à Anvers (955 km).

Comme j'essaierai de l'expliquer plus loin, je pense que l'erreur de la voix officieuse a son point de départ dans une telle comparaison.

Je crois qu'il est plus exact de comparer le Kasai au Sénégal et au Niger comme je le ferai dans ce qui suit.

Si on navigue sur le Rhin ou le Danube, on constate l'effet d'un effort d'aménagement séculaire qui doit représenter des millions de journées de travail humain, dont la fourniture doit s'échelonner sur une durée de plusieurs siècles. Bien que cette appréciation ne puisse être que très grossièrement exacte, elle a cependant une signification claire.

D'autre part, pendant les dernières quarante années écoulées, j'ai navigué souvent sur le Kasai entre Port-Francqui et Léopoldville et vice-versa. J'ai fait à chaque voyage la réflexion que le Kasai ne devait pas avoir changé d'aspect depuis des siècles. Tel il était apparu aux yeux des premiers explorateurs — VON WISSMANN et VON FRANÇOIS vers 1884 — tel il apparaît aujourd'hui aux yeux des voyageurs et tel il restera dans l'avenir.

A part des cartes assez élémentaires dressées par des capitaines de vapeurs, et des balisages fort utiles, adaptés aux caprices du régime de la rivière, rien n'a été fait dans le sens d'un effort préalable de mise en valeur, ou dans le sens d'un travail d'entretien, si on excepte quelques aménagements très coûteux d'amélioration de l'accostage à Port-Francqui.

L'érosion des berges du Kasai se poursuit sans entraves depuis des millénaires ; des parois de falaises boisées s'écroulent chaque jour dans le lit de la rivière ; les arbres de ces falaises sont entraînés au gré du courant ; les sables des éboulis forment des bancs migrants qui s'ajoutent aux anciens bancs ; les bateaux s'échouent souvent sur ces bancs et déchirent parfois leur coque sur ces troncs dérivant entre deux eaux.

Partant de ces observations personnelles, je me suis

souvent demandé pourquoi, si le Kasai figure réellement au premier rang des dons de la nature à notre colonie, les Gouvernements de celle-ci ont totalement négligé, pendant les quarante dernières années, de se préoccuper de son aménagement, malgré les exhortations pressantes de la voix officieuse.

J'ai répondu à cette question fondamentale, que je me posais à moi-même, de la façon suivante : le Gouvernement de notre colonie, qu'on accuse de carence totale dans l'aménagement de son réseau fluvial, étant sans expérience en la matière, s'est servi, à bon escient, de l'expérience des autres, et en particulier des résultats de l'essai de mise en valeur de l'Afrique Occidentale Française et de la Nigérie par un système mixte de voies de communication ferrées et fluviales.

En résumé, le plan primitif des voies de communication dans ces contrées jusqu'aux années 10 de notre siècle, comptait sur un large usage de la navigation sur le Sénégal et le Niger dont la navigabilité présente les mêmes caractéristiques que la plupart des fleuves africains et beaucoup d'analogie avec la navigabilité du Kasai.

Il s'agissait d'abord de réunir Saint-Louis, situé à l'embouchure du Sénégal, à Dakar, bon port de mer, par une voie ferrée de 260 km et d'utiliser ensuite la voie fluviale du Sénégal jusqu'à Kayes, sur un parcours de 900 km environ.

De nombreux projets d'amélioration du Sénégal ont été étudiés : les passes du haut fleuve ont été dérochées et balisées ; dans la partie basse, on a envisagé la création de vastes réservoirs.

Le plan primitif consistait ensuite à joindre Kayes, extrémité navigable du Sénégal, à Koulikoro sur le Niger navigable. Cette ligne de 560 km commencée en 1881 fut terminée en 1904 après une suite de déboires dus notamment à la navigabilité précaire du Sénégal.

Cet ensemble de voies de communication assurait la pénétration dans la boucle du Niger dont la navigabilité présente les mêmes caractéristiques que le Sénégal et que celles de la plupart des fleuves africains : biefs encombrés de bancs de sable et précarité de la navigation en saison des basses eaux.

A ce réseau projeté primitivement, il faut ajouter la ligne ferrée de Baro, sur le Niger, à Kano ; sa longueur est de 570 km ; elle fut achevée en 1912, et elle devait mettre en valeur la région stannifère de Bauchi.

Cet ensemble réalisait une voie mixte allant de l'embouchure du Sénégal (Saint-Louis et Dakar) à l'embouchure du Niger.

Pour assurer le développement de ce programme primitif, on pouvait, soit améliorer les voies navigables du Sénégal et du Niger et en faire la base d'un réseau mixte, soit considérer les parties navigables comme voies de communication secondaires et réaliser un réseau ferré homogène.

Bien que l'amélioration des voies navigables ait été longuement étudiée et partiellement réalisée, c'est la seconde solution qui a dû être finalement adoptée pour la construction des lignes suivantes :

a) Dakar a été relié directement à Kayes par la construction d'une ligne ferrée de Thiès à Kayes d'une longueur de 680 km commencée en 1908 et terminée en 1923. Cette ligne a enlevé au fleuve Sénégal tout le trafic de transit vers la mer.

b) Une ligne de Lagos à Jebba de 500 km a été commencée en 1901 par les NIGERIAN RAILWAYS et terminée en 1909. Elle a drainé tout le trafic de transit du Bas-Niger vers la mer. Cette ligne a été ultérieurement doublée sur la rive gauche du Niger par la ligne partant de Port-Harcourt vers le Nord ; elle forme aujourd'hui avec la précédente, l'important réseau des NIGERIAN

RAILWAYS qui draine tout le trafic du pays aux dépens de la navigation sur le Niger.

Le programme des voies de communication mixtes envisagé au début, fut donc, par étapes successives, remplacé par un réseau ferré homogène très complet.

Cette décision prise en Afrique Occidentale Française et en Nigérie consacre définitivement l'abandon, dans les régions analogues de l'Afrique centrale, des voies d'eau, en faveur d'un réseau ferré homogène.

Le Gouvernement de notre colonie n'a pu ignorer cette expérience faite en Afrique Occidentale Française et en Nigérie et sa politique des voies de communication atteste qu'il n'a pas voulu refaire un coûteux essai qui aurait échoué dans des régions analogues de l'Afrique centrale.

Après avoir rédigé la présente communication, j'ai eu sous les yeux le volume II de la Réunion Spéciale sur les problèmes de transport en Afrique au Sud du Sahara, tenue sous l'égide de l'O. E. C. E. du 13 février au 10 mars 1950 à Paris.

Le volume II confirme remarquablement les thèses développées dans mon étude.

On ne peut donc parler de carence du Gouvernement en matière de l'aménagement des voies navigables de la Colonie.

D'autre part, de divers renseignements recueillis, on peut tirer le tableau suivant :

#### COÛT DU KM RÉGULARISÉ.

NOMS	FRANCS OR.	Francs Papier 1928.	Francs Papier 1952.
Mississippi	250.000	1.750.000	4.085.000
Rhône et Loire	152.000	1.065.000	2.483.000
Fleuves allemands	126.000	882.000	2.059.000

Ces chiffres se rapportent à des fleuves américains et européens et n'ont guère de relation avec le coût d'aménagement d'une rivière comme le Kasai.

Tout au plus peuvent-ils donner un ordre de grandeur assez peu précis des dépenses d'aménagement d'un km de voie navigable.

Ils donnent cependant à réfléchir.

Fidèle à la tradition de ses prédécesseurs, le Ministre des Colonies actuel, dans une conférence faite à l'Association des Docteurs, Licenciés et Ingénieurs commerciaux de l'Institut des Sciences Économiques de l'Université de Louvain, est arrivé à la conclusion, après s'être entouré de nombreux avis autorisés, qu'il faut réaliser la jonction ferrée Port-Francqui/Bas-Congo, dont le principe est généralement admis, le plus rapidement possible.

En évitant les dépenses inutiles de main-d'œuvre, de capitaux et de temps qu'aurait nécessité l'essai d'aménager le Kasai, et se servant de l'expérience des autres en Afrique centrale, le Gouvernement du Congo aura tiré le meilleur parti des possibilités de transport de sa colonie.

La doctrine du Gouvernement de la Colonie est partagée depuis 40 ans par des techniciens éminents et des hommes d'État disparus aujourd'hui, ainsi que par tous les usagers de la rivière Kasai.

Ce qu'il faudrait, c'est que les voix que j'ai appelées officielles se rallient à la majorité.

C'est dans ce but, peut-être présomptueux, que j'ai voulu faire ma communication à l'Institut Royal Colonial Belge.

\* \* \*

**Chapitre II. — Toutes les nations colonisatrices de l'Afrique centrale doivent accroître le plus rapidement possible leurs moyens ferroviaires et portuaires.**

Depuis l'après-guerre, l'Afrique centrale dans son ensemble souffre de la disparité croissante entre son système ferroviaire et portuaire et sa demande totale de transports.

La plupart des nations colonisatrices de l'Afrique centrale l'ont compris aujourd'hui.

Exemplativement, je signale que les 11 et 12 février 1952, s'est tenue à Mombasa une conférence qui a procédé à l'examen de la situation actuelle des transports dans l'Est Africain et des programmes visant à l'amélioration et à l'extension des installations portuaires à Mombasa, Dar-Es-Salam et Tanga ainsi qu'à l'augmentation de capacité du réseau ferroviaire des EAST AFRICAN RAILWAYS AND HARBOURS.

Ces programmes sont estimés devoir coûter quelque 25 millions de livres sterling et n'incluent pas les travaux actuellement en cours (soit 3,5 milliards de nos francs).

Ils couvrent la dépense de l'achat de nouvelles locomotives, de nouveaux wagons, de nouvelles stations de croisement et celle d'un large programme de renouvellement des voies.

Le dernier numéro de l'*African Market* nous apprend que les RHODESIA RAILWAYS viennent d'approuver la nouvelle jonction ferroviaire entre Shabani (embranchement de ces chemins de fer) et Guija dans le Mozambique. Elle aura 608 km de longueur et réalisera une liaison directe entre Bulawayo et le port de Lourenço-Marquès.

On sait que les deux Rhodésies, poussées par leur développement économique, se trouvent aujourd'hui devant la nécessité de disposer d'une nouvelle porte de sortie et d'entrée sur la côte orientale.

En effet, le port de Beira et la ligne qui le dessert, ne sont plus en mesure de faire face au trafic toujours croissant de leur hinterland rhodésien.

Les embouteillages de Beira et du chemin de fer qui s'y amorce le prouvent à suffisance. Il fallait trouver une voie directe qui relierait le réseau rhodésien au port de Lourenço-Marquès, qui deviendra de la sorte le second port naturel des Rhodésies du Sud et du Nord.

En adaptant légèrement le texte qui précède, on obtiendrait une description étrangement ressemblante de la situation du Congo belge au point de vue ferroviaire et portuaire.

En résumé, tous les pays de l'Afrique centrale, logés à la même enseigne, se trouvent aujourd'hui dans l'impossibilité de faire face à leur propre développement économique avec leurs installations ferroviaires et portuaires actuelles.

Tous ces pays, le Congo belge inclus, se trouvent devant la nécessité de mettre leurs installations ferroviaires et portuaires à la hauteur de la demande de leurs transports nationaux présents et à venir.

La tendance actuelle de la demande des transports au Congo belge appelle une augmentation de la capacité des transports, de la vitesse d'acheminement et de la sécurité des marchandises ; il s'agit de définir une politique de transports pour notre colonie tenant compte de ces nécessités

C'est l'avis de la majorité de ceux qui s'intéressent à cette question.

*L'Essor du Congo*, journal du Katanga, jusqu'à présent adversaire déclaré de la jonction Katanga/Léopoldville, vient de changer d'avis.

Il écrit, le 27 février 1952, définissant la situation des transports au Congo :

« Nous n'avons pas estimé jusqu'ici la jonction Port-Franqui/Matadi comme l'objectif numéro un de

» l'économie congolaise. Aujourd'hui cependant, les  
» choses ont changé puisque l'expansion économique  
» du pays réclame que le Congo puisse disposer d'un  
» maximum de voies de transports. Plus il y en aura,  
» mieux cela vaudra.

» Comme M. VAN CAUWELAERT, directeur du journal  
» *Het Volk*, nous sommes profondément convaincus  
» de la nécessité de doter le Congo *du réseau national* le  
» meilleur, le plus adéquat, le plus complet, pour assurer  
» dans des conditions optima son développement écono-  
» mique et social ».

Jusqu'à présent, la politique des chemins de fer du Congo a consisté à courir au plus pressé en doublant par des voies ferrées, les parties barrées par les rapides des fleuves congolais et en utilisant leurs biefs navigables à des degrés divers.

Le moment est venu, et c'est l'opinion de la majorité, de compléter ce travail des pionniers et d'interconnecter les réseaux existants.

Il faut qu'un wagon puisse aller de Matadi au Tanganyika, au cap de Bonne-Espérance, à Lobito ou à Beira et aussi à Dar-Es-Salam, après le changement d'écartement inéluctable des TANGANYIKA RAILWAYS.

Cette interconnexion des réseaux ferrés actuels peut seule réaliser l'unité politique, sociale et économique du Congo belge.

La nécessité de l'interconnexion des réseaux ferrés du Congo se place au-dessus des plans techniques et financiers, c'est-à-dire au niveau de la politique de l'État.

Elle ne doit pas être décidée uniquement pour des raisons trop étroites de rentabilité pure.

Pour expliquer ma pensée, je rappellerai un souvenir.

Un directeur des RHODESIA RAILWAYS me demandait, un peu avant la dernière guerre, pourquoi nous n'achevions pas le chemin de fer du Bas-Congo au Katanga, en reliant par rail Port-Francqui à Léopoldville. Je lui

répondais que cette jonction ne paraissait guère rentable à cette époque.

Croyez-vous, me répondit-il, que l'Angleterre ait calculé la rentabilité de la bataille de Waterloo avant de donner ses instructions à Wellington ?

La totalité de ma carrière a été, en fait, consacrée à étudier cette jonction ferrée, à la réaliser aux deux tiers.

Dès avant 1928, mes chefs de l'époque, qui étaient d'illustres constructeurs de chemins de fer à l'étranger, et les conseillers de Léopold II, ont cherché à réaliser l'interconnexion des réseaux ferrés du Congo.

Ils se sont efforcés de la réaliser, prévoyant les difficultés de transport qui menacent aujourd'hui — 24 ans après — de paralyser le développement économique de notre colonie.

Si toute une pléiade de techniciens et d'hommes d'État du passé, ont préconisé l'interconnexion des réseaux ferrés du Congo et si aujourd'hui les successeurs de ces techniciens et de ces hommes d'État — et je vise notre Ministre des Colonies actuel — maintiennent que l'heure est venue de la réaliser, je ne vois pas le poids que peut avoir dans un tel débat, l'avis de quelques-uns qui continuent à s'y opposer en soutenant que le Kasai « est une admirable voie navigable » et que « la voie ferrée n'est plus qu'un mode de transport désuet en pays neuf ».

Pour nous résumer, nous dirons que l'expérience récente — et seule l'expérience peut servir de base à des opinions authentiques et vérifiables — a prouvé que les voies étrangères d'accès au Congo, et en particulier au Katanga, sont débordées dès qu'une pointe de trafic se manifeste.

Il en est de même pour notre voie nationale.

Pour remédier à cette situation d'ensemble en Afrique centrale, des investissements importants doivent être consentis par nos voisins et par nous-mêmes.

Nous ne pouvons compter entièrement sur nos voisins pour faire face au développement économique du Congo.

Mais nos voisins doivent comme nous-mêmes renforcer la capacité des chemins de fer et des ports.

Il faut achever sans plus tarder la ligne ferrée Bas-Congo/Katanga et réaliser la jonction Kamina-Kabalo.

C'est l'opinion de la majorité et notre Ministre des colonies l'a faite sienne.

### Chapitre III. — Le renversement de la conjoncture.

On a écrit que la période actuelle de haute conjoncture ne se prolongera pas indéfiniment. Nous en sommes convaincus et nous y comptons bien.

En effet, tout le monde sait que des travaux comme ceux de la réalisation de la jonction ferrée Bas-Congo/Katanga ne peuvent battre leur plein dans une période caractérisée comme celle d'aujourd'hui par une extraordinaire demande de main-d'œuvre.

Il faut, en conséquence, tendre à faire coïncider la période de pleine activité des chantiers avec une période d'emploi de la main-d'œuvre dans la colonie, inférieur à l'emploi maximum.

Il suffirait que le volume de production du Congo atteigne un palier pour que la création et l'extension des industries locales marquent un temps d'arrêt et qu'une nombreuse main-d'œuvre devienne de ce fait disponible.

Dans la conjoncture mondiale actuelle, on peut prévoir que ces conditions seront réalisées avant deux ans.

Le moment présent est, en conséquence, particulièrement bien choisi pour prendre la décision de construire la jonction Port-Francqui/Léopoldville et d'entamer la phase préparatoire d'implantation de la ligne, des adjudications et des premiers approvisionnements.

Ce qui précède répète simplement l'axiome économique qui consiste à n'entreprendre les grands travaux qu'en dehors de la période de plein emploi de la main-d'œuvre.

Mais certaines personnes envisagent le renversement de la conjoncture sous un autre aspect.

Elles considèrent la basse conjoncture prochaine et inévitable comme une justification de l'aménagement du Kasai en lieu et place de la construction de la voie ferrée Port-Francqui/Léopoldville, alors que comme nous croyons l'avoir montré au chapitre I de notre communication, cet aménagement doit être écarté, sur la base de l'expérience des pays de l'Afrique centrale analogues au Congo en ce qui concerne le régime des rivières.

Elles oublient que si cet aménagement était possible, il entraînerait une dépense de l'ordre de grandeur de la dépense de la voie ferrée, dépense dont le service de l'intérêt et l'amortissement dépasseraient aussi le coût des transports par la voie navigable.

Si on recule devant le caractère oscillant de la conjoncture économique, on se résigne à la stagnation économique et à toutes ses conséquences pour un pays colonisateur d'une région productrice de matières premières d'utilité mondiale.

Les EAST AFRICAN RAILWAYS AND HARBOURS ont-ils reculé devant la perspective du renversement de la conjoncture quand ils ont décidé en février dernier d'investir 24 millions de livres sterling dans un premier programme d'amélioration du système ferroviaire et portuaire de la colonie qu'ils desservent ?

Les RHODESIA RAILWAYS ont-ils reculé devant la basse conjoncture économique qui nous attend, quand ils ont décidé la construction de la jonction ferrée Shabani-Guija destinée à leur donner l'accès direct à Lourenço-Marquès, second port d'exportation et d'importation des Rhodésies ? Ont-ils reculé lorsqu'en même temps que cette jonction, ils ont décidé en principe la jonction Sinoia-Kafue destinée à raccourcir les distances au port de Beira ?

La Belgique doit sortir de son rôle de puissance euro-

péenne secondaire si elle veut jouer le rôle qui lui est assigné dans la mise en valeur de l'Afrique centrale. Elle doit se mettre au niveau des colonies voisines ; elle doit, avant tout, faire de sa colonie une entité cohérente sur le plan politique, le plan économique et le plan social, sous peine de la voir se décomposer politiquement, socialement et économiquement dans une période instable analogue à celle que nous avons connue au Congo pendant la dernière guerre.

Pour atteindre cette cohérence, le Congo doit, d'abord et avant tout, interconnecter les parties isolées de son réseau ferroviaire actuel construit par les pionniers qui ont couru au plus pressé.

C'est là une question de survivance du Congo belge et pour assurer cette survivance, il faut avoir le courage économique d'en payer le prix.

D'ailleurs, beaucoup de gens, en parlant de l'oscillation de la conjoncture, ont dans l'esprit des oscillations violentes vers le bas, analogues à celles des années 30 de notre siècle.

Depuis, le monde a appris à amortir la violence de ces oscillations descendantes et de plus, beaucoup de compétences sont d'avis qu'un abaissement de la conjoncture à venir, toucherait relativement moins des régions productrices de matières premières indispensables, comme le Congo belge et les autres pays de l'Afrique centrale.

La tendance centrifuge des groupes individuels vers les voies étrangères doit être au moins équilibrée par une tendance cohérente en sens inverse, conforme à l'intérêt général et à la survivance du groupe Congo belge dans son ensemble.

#### **Chapitre IV. — Quel est le tracé optimum pour la jonction ferrée Bas-Congo/Katanga ?**

Dans les chapitres précédents, nous croyons avoir prouvé qu'il fallait rejeter la solution d'aménagement du Kasai pour réaliser la jonction du Bas-Congo au Katanga ;

nous croyons avoir montré que les pays voisins du Congo ont besoin de la totalité de leurs moyens portuaires et ferroviaires et que le Congo belge se doit d'augmenter les siens sans tarder ; nous croyons avoir fait comprendre que notre colonie manque de cohérence politique, économique et sociale, et que le moyen de la lui apporter est l'interconnexion de ses réseaux ferrés. Et nous avons été jusqu'à dire que cette interconnexion est une question de survivance de la colonie belge.

La question du tracé de la jonction ferrée à réaliser entre le chemin de fer Matadi-Léopoldville et la ligne Bukama/Port-Francqui reste entière.

Deux thèses principales et extrêmes sont en présence :

1. Celle d'une jonction axée *grosso modo* sur le 6<sup>e</sup> parallèle sud et jalonnée approximativement par la région de Thysville, la région de Kikwit, Charlesville et la région de Luluabourg.

2. Celle d'une jonction allant de Port-Francqui à Eolo, le long de la rive gauche du Kasai, empruntant ensuite la crête de partage des eaux du Kasai et du Kwilu, traversant le Kwango à Banningville, passant par Tua, le confluent de la Black-River et longeant ensuite le Congo jusqu'à Léopoldville.

La seconde solution est la solution proposée par la COMPAGNIE DU B. C. K. après de longues études et reconnaissances à travers le Kwango.

Cette jonction ferrée doit être réalisée au moindre coût de premier établissement et avec une longueur virtuelle minimum.

Je rappelle que la longueur virtuelle d'un tracé est la longueur de la ligne fictive entièrement en palier et en alignement droit, telle que le travail de la traction d'une charge entre ses points extrêmes soit égal au travail effectué sur le tracé réel ; la longueur virtuelle est donc proportionnelle à ce dernier travail.

Quel est le tracé de la jonction qui réalise ces deux conditions optimum ?

La réponse à cette question ne peut être fournie par un simple examen d'une carte du Congo. Ce fait est perdu de vue par beaucoup de ceux qui proposent des tracés de la jonction Bas-Congo/Katanga en adoptant la méthode de la ligne droite joignant ses deux extrémités, mise à la mode par certain tsar de Russie pour déterminer le tracé du chemin de fer transsibérien.

Si le terrain était plan, cette méthode serait excellente, mais la région qui sépare le chemin de fer Matadi/Léopoldville de la ligne Bukama/Port-Francqui est loin d'être plane.

Sa forme topographique a été reconnue et déterminée par les nombreuses reconnaissances de cette région exécutées depuis 1908 jusqu'à aujourd'hui par plusieurs missions d'études organisées par la COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER DU BAS-CONGO AU KATANGA, études qui constituent une partie de l'objet statutaire de cette compagnie.

J'ai été, entre 1912 et la déclaration de guerre de 1914, chef d'une de ces missions. Utilisant les données fournies par mes prédécesseurs, j'ai parcouru à pied la région axée sur la ligne droite Léopoldville-Charlesville et ensuite la région axée sur la ligne droite Charlesville-Kaulu (km 565 du chemin de fer Bukama/Port-Francqui au sud de Luluabourg).

Aidé d'un nombreux personnel de topographes accomplis, libérés par la guerre des Balkans, j'ai fait l'étude tachéométrique d'un tracé dans la région définie plus haut, en employant des déclivités maxima de 20 mm par mètre, non compensées dans les courbes, celles-ci ayant un rayon minimum de 200 mètres.

Cette jonction demande la construction de 1.450 km de ligne nouvelle et donne une longueur virtuelle de 5.220 km entre Kaulu et la gare de Cattier sur le chemin de fer Matadi-Léopoldville.

Un même tracé employant une déclivité maximum, compensée dans les courbes, de 12,5 mm par mètre et des rayons minimums de 200 m, qui sont les caractéristiques normales des lignes B. C. K., aurait une longueur à construire et une longueur virtuelle accrues toutes les deux.

Ces résultats sont tirés, je le rappelle, d'études en règle faites sur le terrain entre 1912 et 1914.

Je les considérais, dès cette époque, comme peu satisfaisantes, ayant participé entre 1909 et 1912 aux études et à la construction du CHEMIN DE FER DU KATANGA.

En 1922, j'ai été chargé de diriger les études et la construction de la ligne Port-Francqui/Bukama, et dès cette époque, je me suis rendu compte que si un jour, on devait réaliser la jonction ferrée Bas-Congo/Katanga, c'était le tracé B. C. K. dont on parle aujourd'hui qui serait la solution.

Cette jonction demande la construction de 870 km de ligne nouvelle et donne une longueur virtuelle de 3.700 km entre Kaulu et Cattier avec les caractéristiques normales du B. C. K. (12,5 mm compensé dans les courbes et rayons minimums de 200 mètres).

Cette jonction a été étudiée sur le terrain par la Mission SCHEPERS entre 1930 et 1933.

J'avais depuis 1922 la certitude morale que le tracé Port-Francqui/Léopoldville via Banningville était le tracé optimum de la jonction ferrée du Chemin de fer Matadi-Léo avec la ligne Bukama/Port-Francqui.

Après l'achèvement de la Mission SCHEPERS, j'étais arrivé à la certitude technique appuyée sur des études en règle.

Devant l'insistance de ceux qui réclamaient un tracé plus au Sud, la C<sup>ie</sup> du B. C. K. a fait faire en 1937 par le chef de Mission SCHEPERS, une reconnaissance sur le terrain dans la région comprise entre Kisantu et Kaulu.

Les résultats ont été décevants et ont confirmé la valeur du tracé B. C. K.

Malgré cela, la C<sup>ie</sup> du B. C. K. a fait un ultime essai de reporter plus au sud le tracé Port-Francqui /Léopoldville via Banningville en 1948.

La mission d'étude chargée de ce dernier essai a confirmé qu'avec nos caractéristiques normales, un tracé s'écartant du tracé SCHEPERS était irréalisable sans entraîner des travaux et un profil inadmissibles pour la jonction.

La configuration topographique du Kwango explique ces résultats ; cette région est sillonnée du Nord au Sud par les cours d'eau tributaires du Kasai et leurs nombreux affluents qui coulent tous dans des vallées rapprochées et profondément encaissées.

Il en résulte qu'une ligne de chemin de fer, aux caractéristiques du B. C. K., tracée dans une telle région devrait prendre des développements importants et répétés d'une ligne de faite à l'autre ; tourmentée en plan et en profil, cette ligne coûtant cher de construction serait très onéreuse d'exploitation.

Comme le trafic de cette ligne sera toujours constitué en ordre principal de transports en transit, il ne serait pas économiquement admissible d'imposer à l'acheminement de cette masse de trafic un parcours plus long et beaucoup plus accidenté que celui qui suit la vallée du Kasai.

L'énergie consommée dans les montées successives correspondrait à celle qui serait nécessaire pour élever la charge brute des trains à près de 4.000 m de hauteur, alors que la différence de niveau entre les points extrêmes de la ligne n'est que de quelque 200 mètres.

L'usure des rails et des bandages des roues résultant des freinages dans les descentes et du frottement dans les nombreuses courbes de faible rayon serait une cause de dépenses supplémentaires.

Une comparaison, entre le tracé de la rive gauche du Kasai et un tracé axé sur la droite qui joint Port-Franc-

qui à Thysville à travers le Kwango, donne les résultats suivants :

Le coût de la construction de cette ligne atteindrait près du double du montant requis pour la construction du tracé qui longe le Kasai ; il s'élèverait à 5,5 milliards de francs contre 2,8 milliards.

A moyens d'actions égaux, la durée des travaux serait de 7 ans, soit 2 ans de plus que la durée prévue pour la réalisation du projet B. C. K.

Entre les points communs des tracés, Port-Francqui et Marchal, les longueurs virtuelles moyennes sont de 3.800 km pour le tracé du Kwango et de 2.100 km pour celui du Kasai, soit 80 % en plus.

Les calculs relatifs aux possibilités de rentabilité d'une telle ligne sont plus concluants encore ; pour un trafic donné, non seulement la dépense d'exploitation par unité de trafic et le montant des charges financières de construction par unité de trafic sont nettement plus élevés, mais, circonstance aggravante, la recette par unité de trafic serait inférieure à celle qui peut être escomptée sur la ligne qui longe le Kasai.

En effet, pour un tarif global de transports entre points extrêmes qui doit dans les deux cas être identique, la distance à parcourir à travers le Kwango entre Port-Francqui et Thysville serait d'un tiers supérieure ; il ne peut être question, dans ces conditions, de rentabilité.

La construction d'une liaison ferroviaire traversant le Kwango d'Est en Ouest n'est qu'une spéculation de l'esprit et le seul tracé réalisable est celui préconisé par le B. C. K.

La solution économique de la mise en valeur du Kwango consistera à construire un réseau de routes affluent au chemin de fer.

**Chapitre V. — L'Afrique centrale dans 10 ans et la question des tarifs. — Conclusions.**

Essayons de préfigurer, d'après ce que nous avons dit dans les quatre premiers chapitres, ce que sera dans dix ans l'Afrique centrale au point de vue ferroviaire et portuaire.

Mais décrivons d'abord ce qu'elle est aujourd'hui.

Observons que la distance moyenne parcourue journellement en période d'exploitation normale, par les trains de marchandises sur tous les chemins de fer d'Afrique à écartement de 1,067 mètre est de 250 kilomètres.

D'autre part, un transbordement rail-bateau ou inversement dure 5 jours en moyenne, et la durée du transport par eau est de 3 jours supérieure entre Port-Francqui et Léopoldville qu'elle ne serait par le rail entre ces deux points.

Partant de ces données, d'Élisabethville, choisi comme centre, rayonnent les voies d'accès à la mer suivantes :

1<sup>o</sup> — La voie mixte ferrée et fluviale dite voie nationale belge.

2.769 km de rail et d'eau séparant Élisabethville de Matadi ; il y a deux transbordements en route ; la durée moyenne d'acheminement est de 24 jours (11 + 13).

2<sup>o</sup> — La voie ferrée de Lobito.

Longueur : 2.107 km ; il n'y a aucun transbordement ; la durée moyenne d'acheminement est de 8 jours.

3<sup>o</sup> — La voie ferrée de Beira.

Longueur : 2.591 km ; durée d'acheminement : 10 jours.

4<sup>o</sup> — La voie de Port-Élisabeth.

Longueur : 3.523 km ; durée d'acheminement :  
14 jours.

Nous passons sous silence la voie du Cap et la voie de Dar-Es-Salam.

La voie nationale belge qui en 1940 évacuait 40 % des produits miniers du Katanga, soit 80.000 tonnes sur 200.000 tonnes, n'en évacuait plus en 1950 que 29 % soit 96.000 tonnes sur 332.000 tonnes.

Pour 1951, il a été exporté 127.500 tonnes de produits miniers par Matadi sur 442.000 tonnes, soit 29 % seulement.

En 1952, sur un total de 600.000 tonnes de produits miniers à exporter, la voie nationale ne pourra guère en acheminer plus de 130.000 soit 22 %.

A l'importation, durant l'année 1951, il est entré au Katanga par Matadi 48.000 tonnes sur 215.000 tonnes totales, non compris le coke et le charbon, soit 22 % à peine contre 39 % en 1947.

La voie de Lobito est également embouteillée.

Cinquante mille tonnes de minerai de manganèse du Congo belge prévues pour être exportées jusqu'à ce jour ont dû rester à la mine de Kisenge.

La production de l'Angola nécessite la presque totalité de la capacité de son chemin de fer et de son port.

La voie de Beira et son port sont embouteillés.

Par suite de la déficience des RHODESIA RAILWAYS, le Katanga n'a reçu en 1951 que 119.000 tonnes de coke et charbon contre 132.000 tonnes en 1948, alors que ses besoins n'ont fait que croître.

Les importations de charbon vont encore baisser en 1952.

Le développement économique prodigieux des deux Rhodésies nécessite la presque totalité de la capacité de son réseau ferré et de son port.

Une telle situation, comme il a été signalé au chapitre II, a décidé le porte-parole des adversaires de la jonction ferrée Katanga/Léopoldville, au Katanga, à en devenir le plus chaud partisan.

Dans dix ans, sous la pression du développement économique de l'Afrique centrale, d'Élisabethville choisi comme centre, partiront les voies d'accès à la mer suivantes :

- 1<sup>o</sup> — La voie nationale belge entièrement ferrée.  
Longueur : 2.820 km ; sans transbordement ; durée d'acheminement : 11 jours.
- 2<sup>o</sup> — La voie ferrée de Lobito.  
Longueur : 2.107 km ; durée d'acheminement : 8 jours.
- 3<sup>o</sup> — La voie ferrée de Beira.  
Longueur : 1.791 km ; durée d'acheminement : 7 jours.
- 4<sup>o</sup> — La voie ferrée de Lourenço-Marquès.  
Longueur : 2.578 km ; durée d'acheminement : 10 jours.

La voie nationale belge pourra au moins reprendre son quota d'exportation des produits miniers du Katanga, de 40 % en 1940, tombé à 29 % en 1951.

De même à l'importation.

La situation de la voie de Lobito est moins claire.

On ne sait ce que sera le développement de l'Angola en 1962.

Il se pourrait que son exportation approche la capacité du chemin de fer du Benguela.

Pour la Rhodésie, les mêmes circonstances sont très probables.

Dans ces conditions, comme le dit *l'Essor du Congo*, la production minière du Katanga aura grand besoin de

la voie nationale intégrale belge, et plus de 40 % des produits miniers du Katanga devront probablement l'emprunter.

\* \* \*

Aujourd'hui, les tarifs de transports dits interréseaux de la voie nationale mixte sont à la parité des tarifs de Beira, et 12,5 % inférieurs à ceux de Lobito.

En 1962, il est probable que les tarifs de Beira seront restés les mêmes, un peu inférieurs à ceux de Lourenço-Marquès.

Les tarifs de la voie nationale ferrée seront restés à la parité de Beira et égaux à ceux de Lobito.

Nous avons calculé que dans ces conditions la voie nationale serait rentable.

Il ne sera pas question de dumping pour capturer le trafic des autres voies mais simplement de la nécessité pour la production minière du Katanga d'envoyer au moins 40 % de son trafic par la voie nationale.

Quant au trafic à l'importation considéré comme trafic de retour, il suivra tout naturellement les voies empruntées par le trafic à l'exportation, la question des tarifs demeurant, dans dix ans comme aujourd'hui, indépendante des distances de transport.

Les tarifs directs ou « port rates » n'ont que peu ou pas du tout de relations avec la distance : c'est ainsi que les tarifs au départ de Port-Élisabeth, Algoa Bay, East-London, Durban et Lourenço-Marquès à destination de Sakania-Frontière sont exactement les mêmes, bien que les distances à parcourir soient notablement différentes.

Tant il est vrai que la possibilité de maintenir sur les voies ferrées des tarifs économiques, quoique toujours rémunérateurs, dépend avant tout du bon équilibre des deux sens et du volume du trafic transporté, le prix de

revient à l'unité de trafic étant inversement proportionnel à l'importance des tonnages confiés au transport.

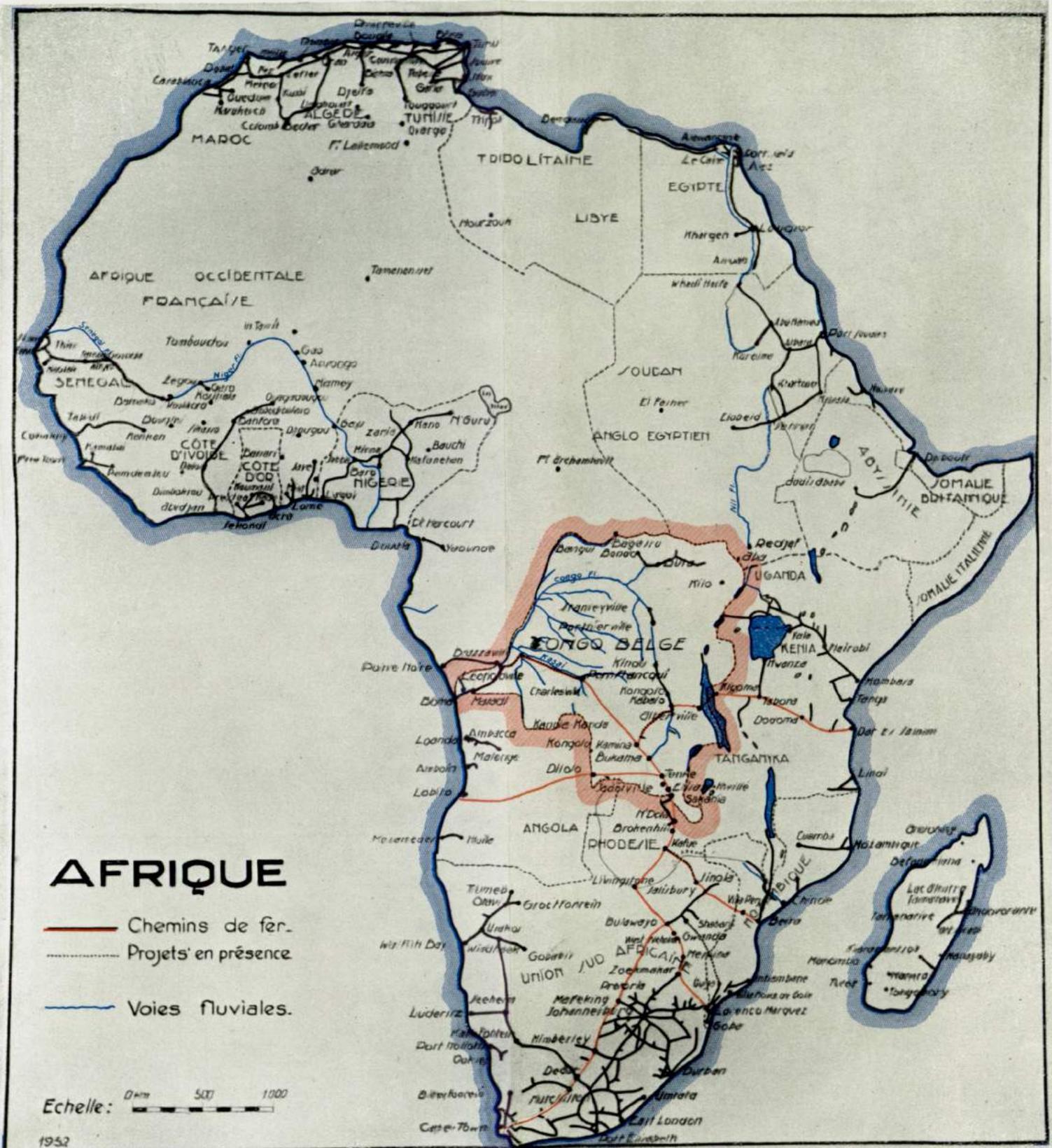
Mais nous rappelons, une fois de plus, que l'interconnexion des réseaux ferrés du Congo belge réalisée par la jonction ferrée Port-Francqui/Léopoldville ne doit pas être considérée seulement au point de vue étroit de sa rentabilité.

Elle présente des avantages d'ordre économique et militaire trop évidents pour qu'il soit nécessaire de les développer ici.

Quant à la crainte du renversement de la conjoncture, nous en avons parlé suffisamment.

La construction de la jonction Port-Francqui/Léopoldville entraînera des dépenses de premier établissement estimées à 3 milliards de francs ; c'est un chiffre élevé sans aucun doute ; mais il ne faut pas perdre de vue que ces dépenses seront étalées sur une période de 5 ans et qu'elles auront comme contrepartie une diminution d'autres dépenses prévues au plan décennal, telles que certaines dépenses prévues pour l'équipement du port de Léopoldville et des voies fluviales.

28 mars 1952.

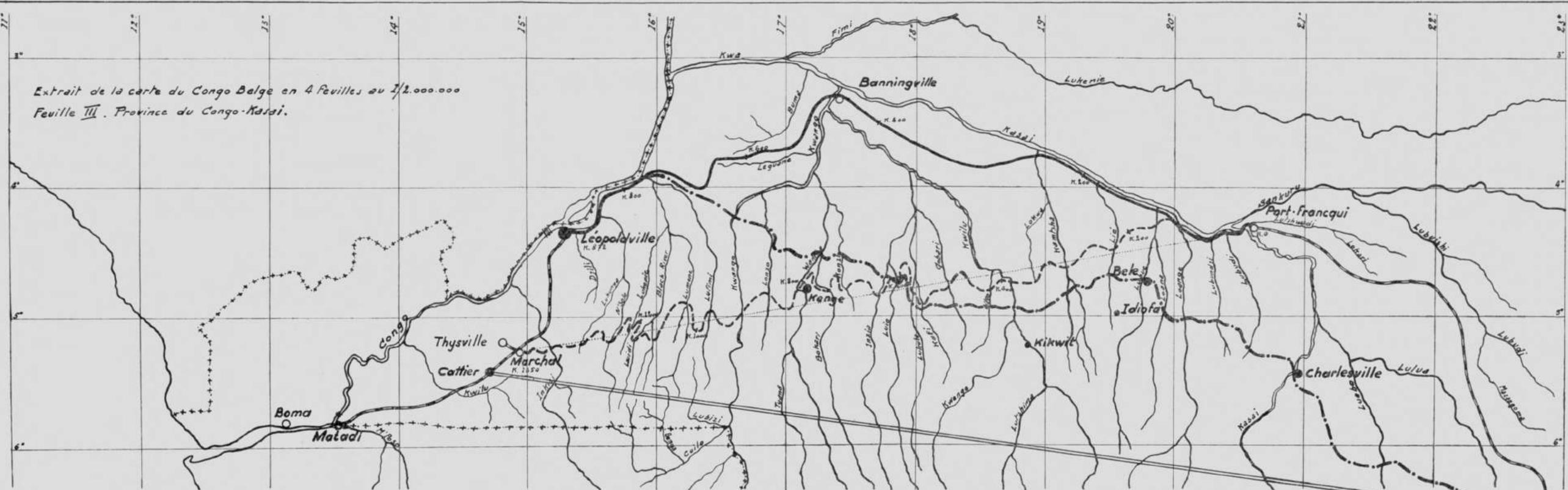


# AFRIQUE

- Chemins de fer.
- ⋯ Projets en présence
- Voies fluviales.

Echelle: 0 500 1000

Extrait de la carte du Congo Belge en 4 Feuilles au 1/2.000.000  
Feuille III. Province du Congo-Kasai.



"Cité du Chemin de Fer du Bas-Congo au Katanga."  
**Jonction Port-Francqui - Otraco.**  
Comparaison du tracé étudié Rive Gauche Kasai  
avec  
Une liaison en ligne droite Port-Francqui - Marchal (Thysville.)

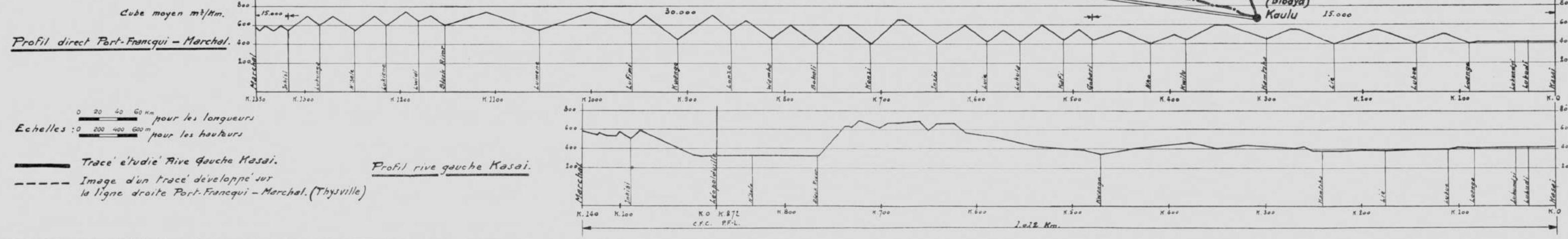
	R.G. Kasai.	Ligne droite
Longueur réelle	872 + 140 Km.	2350 Km.
Coefficient virtuel	2,2	2,8
Longueur virtuelle	2.100 Km.	3.800 Km.
Terrassement moyen	9.600 m <sup>3</sup> /Km.	23.000 m <sup>3</sup> /Km.
id total	8.371.000 m <sup>3</sup>	31.000.000 m <sup>3</sup>

**Distances (Dibaya) Kaulu - Cattier.**

	Le long	Long à construire	Log. virt.	Hayons Zoo
Vol d'oiseau.	920			12,5 compensés (1)
Via Port-Francqui - Banningville	1670	870	3700	10 non compensés
Via Charlesville - Léopoldville	1630	1450	5220	12,5 et 20
Via Charlesville - Kenge	1730	1690	5190	12,5 compensés (1)
Via Port-Francqui - Kenge	1950	1350	5265	

Janv. 1952 **BCK. T 2913.M**

(1) De Port-Francqui vers Kaulu par endroits 15% compensés.



cote qui BCK à Port - Francqui 405.

**J. Lamoën. — Note succincte sur un voyage de mission  
dans l'Itimbiri  
(octobre-novembre 1951).**

**1) Objet de la mission.**

Au cours de sa séance du 23 avril 1951, le Comité hydrographique du Bassin congolais a bien voulu nous charger d'élaborer le programme des études à entreprendre en vue de l'amélioration de la navigabilité de la rivière Itimbiri et d'examiner l'opportunité d'un tel aménagement.

**Description de la rivière Itimbiri (voir fig. 1).**

**2) Rives.**

Les rives sont en général assez peu soumises à l'érosion. Elles sont partout fortement boisées, ce qui augmente leur résistance et ce qui empêche de se rendre compte facilement de leur constitution.

La hauteur des rives au-dessus de l'étiage croît progressivement d'une manière qui semble à peu près régulière de l'aval vers l'amont.

Elle est de l'ordre de 1 à 2 m des km 0 à 25, de 2 à 3 m des km 25 à 65, de 3 à 5 m et davantage en amont.

Les terrains dans lesquels coule l'Itimbiri comprennent des parties basses et des plateaux sablonneux et argileux assez élevés, plateaux qui peuvent dépasser d'une trentaine de mètres les terrains les plus bas.

Des surélévations de terrain se remarquent notamment à Moenge km 26, Lolo km 65, Bokata km 80, Mandungu km 125, Ekama km 135, Bunduki km 143, Ibembo km 210.

## CARTE INDEX

TABLEAU DES DISTANCES

Embouchure	0
Moenge	26
Mongelle	31
Bombuna	37
Lolo	65
Bokata	80
Bongongo	95
Mandungu	125
Papaye	140
Bunduki	143
Laka Mea	161
Basakandu	201
Ibembo	212
Zobia	235
Aketi	255

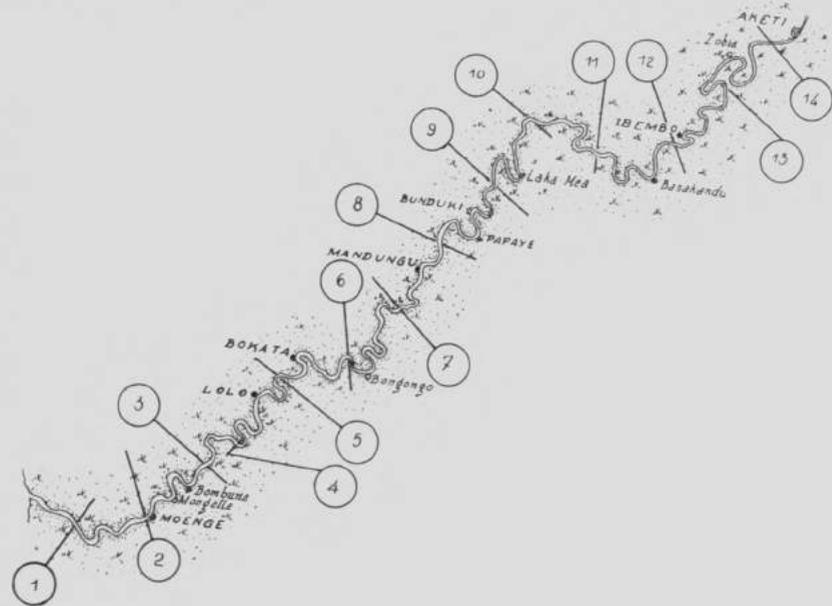


FIG. 1

Aux hautes eaux, il y a assez bien de terrains riverains qui sont inondés.

Il y a de nombreux snags le long des rives, principalement dans les parties concaves. On n'a jamais remarqué la présence d'îles flottantes dans l'Itimbiri.

### 3) Lit.

Le lit de l'Itimbiri est assez mobile.

Le chenal emprunté par la navigation est variable et son balisage nécessite une surveillance pratiquement constante pendant toute la décrue et même en période d'étiage, principalement depuis l'embouchure jusqu'au km 170.

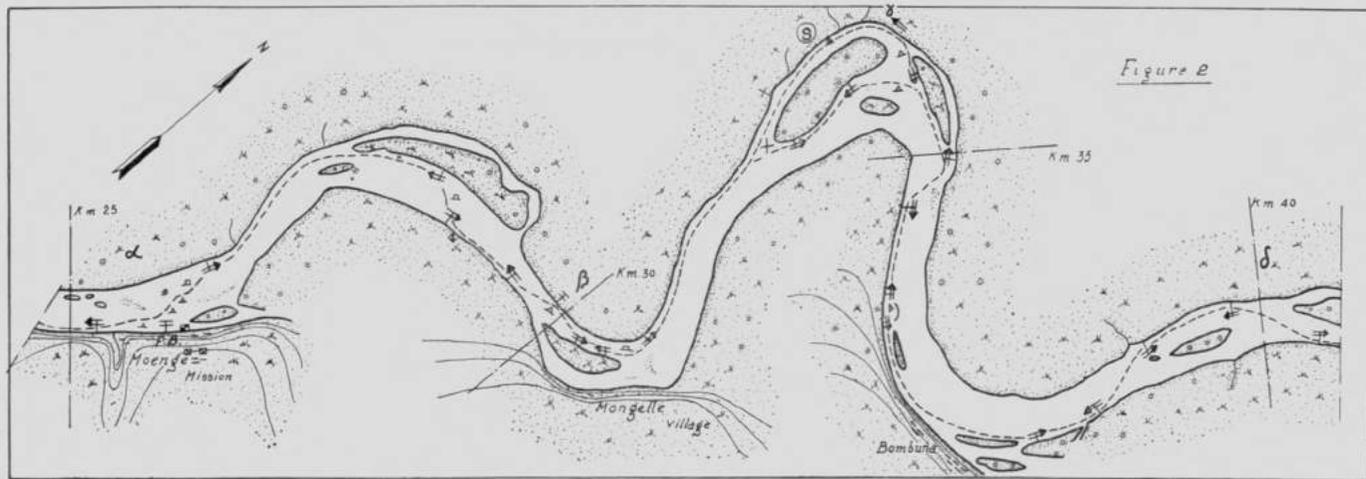
D'une manière générale, on peut diviser l'Itimbiri en deux tronçons présentant des caractères différents :

a) la partie divagante qui s'étend depuis l'embouchure dans le fleuve Congo jusqu'aux environs du km 170. Dans ce tronçon, les difficultés aux eaux basses ne peuvent être localisées de façon précise, mais on doit plutôt parler de « zones de difficultés ». *Exemple* : A la figure 2, les lettres  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  et  $\delta$  indiquent l'emplacement approximatif d'un ensemble de « zones de difficultés ».

Dans cet ensemble, il y a toujours, en basses eaux, au moins une zone très difficile, mais il peut aussi y en avoir plusieurs. La passe la plus mauvaise peut varier d'année en année et même au cours d'une seule saison de basses eaux.

Dans toute cette région divagante, les km 7, 26, 101 et 164 à 169 sont des endroits fort mauvais. Les obstacles à la navigation sont généralement constitués par des seuils de sable barrant le lit de la rivière d'une rive à l'autre et se présentant sous forme d'une succession de petites crêtes se déplaçant continuellement.

b) le tronçon du km  $\pm$  170 à Aketi, qui présente des difficultés localisées de façon précise, le plus souvent



aux points d'inflexion, avec des fosses régulières le long des rives concaves.

Dans le premier tronçon, il ne paraît y avoir que du sable.

Dans la seconde partie, on ne trouve pratiquement que du sable jusqu'au km 205. De là jusqu'Aketi, on rencontre des bancs entièrement sablonneux et des bancs de galets, graviers et sables agglomérés, notamment dans les régions d'Ibembo et du km 222.

La roche peut apparaître, soit aux rives où elle est découverte par l'érosion, soit sous forme de bancs et plateaux isolés qui peuvent constituer un danger pour la navigation.

Elle se trouve notamment aux km 171, 177, 181, 193, 199, 205, 211 à 212, 225, 237, 246 et 255.

Les roches sont en tout cas très localisées et, en aucun endroit, il n'existe de seuil rocheux barrant entièrement le lit de la rivière, ni même une grande partie de celui-ci dans le sens de la largeur.

#### 4) Courants.

La vitesse moyenne des eaux est relativement faible et, aux eaux basses, on a mesuré de 2 à 3 km/h. Elle semble augmenter légèrement à mesure que l'on remonte la rivière et en période de crue.

Le 23.10.1951, pour une lecture d'échelle de 3,75 m à Aketi, nous avons mesuré en cette localité une vitesse de  $\pm 4$  km/h.

#### 5) Régime des eaux.

La période des basses eaux dure généralement de deux à trois mois et se situe en février, mars et avril.

Les eaux considérées comme moyennes (les eaux moyennes seraient à définir d'une façon plus précise) vont de mai à septembre et les hautes eaux s'observent

en octobre-novembre. La décrue se produit de décembre à février.

Il faut noter que, dans la partie aval, le régime du fleuve Congo influence celui de l'Itimbiri ; cette influence paraît se faire sentir jusqu'au km 26 (Moenge).

Les basses eaux du fleuve Congo se situent en juillet-août et il arrive qu'elles provoquent des difficultés de navigation dans la partie aval de l'Itimbiri. Ce fut le cas notamment en 1951, fin juillet, au km 8. Les mouillages minima y furent inférieurs à ceux observés, en cet endroit, lors des plus basses eaux de l'Itimbiri.

Une autre manifestation de l'influence du fleuve Congo est que certains chenaux de la rive gauche de l'Itimbiri, tels que le chenal Mosungu au km 13, coulent, soit de l'Itimbiri vers le fleuve, soit inversement, suivant la position relative des plans d'eau dans chacun de ces deux cours d'eau.

La vitesse de variation  $\left(\frac{\partial h}{\partial t}\right)$  du niveau de l'Itimbiri peut atteindre 50 cm par jour.

#### 6) Échelles d'étiage.

De son embouchure à Aketi, la rivière comporte 9 échelles d'étiage qui se répartissent comme suit : km 6 — km 26 (Moenge) — km 65 (Lolo) — km 80 (Bokata) — km 125 (Mandungu) — km 161 (Laka Mea) — km 166 (Laka Bingiri) — km 212 (Ibembo) — km 255 (Aketi).

Nous avons vu sur place que les échelles d'étiage sont parfois utilisées par les indigènes comme bornes d'amarrage et sont soumises à de nombreux chocs et accidents. Il s'ensuit qu'elles doivent souvent être remplacées par un personnel peu préparé à cette tâche.

De plus, le contrôle des lectures par un Européen étant sporadique, les lectures doivent n'être acceptées qu'avec réserve.

Au cours des dernières années, l'échelle d'Aketi notamment, ainsi que sa borne repère, ont subi plusieurs déplacements.

### 7) Affluents.

De son embouchure à Aketi, l'Itimbiri compte 7 affluents de quelque importance. Ce sont :

- La Loweka,
- La Lise, km 106,
- La Likama, km 135,5,
- La Tshimbi, km 169,
- La Yoko, km 202,5,
- L'Elongo, km 213,
- L'Aketi, km 254,5.

En amont d'Aketi, l'Itimbiri est formé par la réunion de la Likati et de la Rubi.

Elle reçoit en outre la Tele (affluent de gauche) à une douzaine de km en amont d'Aketi.

Les trois affluents principaux de la rive droite de l'Itimbiri (Loweka, Tshimbi, Elongo) se présentent de la même façon à leur rencontre avec la route Bumba-Aketi. Il y a une plaine sur leur rive droite et un plateau élevé sur leur rive gauche. Dans la partie amont de ces tributaires, on trouve du gravier.

Ils ne peuvent pas apporter beaucoup de sable dans l'Itimbiri puisqu'ils traversent des marais avant de se jeter dans cette dernière rivière.

Un débit de 45 m<sup>3</sup>/s au bac de la Loweka (route Bumba-Aketi) se répartirait environ comme suit entre les quatre bras *a*, *b*, *c*, *d* (voir figure 3) de ladite rivière :

bras <i>a</i> .....	± 20 m <sup>3</sup> /s
<i>b</i> .....	± 15 m <sup>3</sup> /s
<i>c</i> .....	très faible
<i>d</i> .....	± 5 m <sup>3</sup> /s.

Le débit au bac de la Loweka varierait entre 35 et 65 m<sup>3</sup>/s.

Lors de notre passage en cet endroit (16.10.1951), nous avons estimé le débit à  $\pm 40 \text{ m}^3/\text{s}$ .

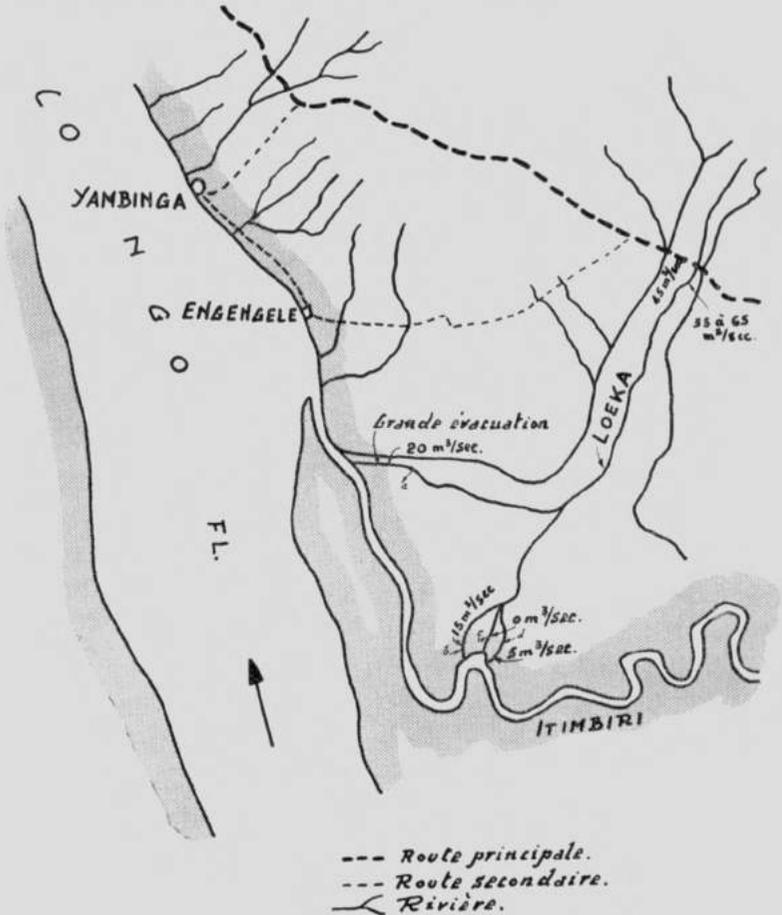


Figure 3

En 1935, des baleinières de 5 tonnes remontaient la Loweka. Actuellement, même les pirogues ne peuvent plus passer à cause de l'envahissement de certains tronçons de la rivière par les papyrus. Un marécage très étendu s'est formé sur la rive droite de l'Itimbiri, marécage qui dépasse au Nord la route Bumba-Aketi, laquelle a

d'ailleurs été rehaussée à quelques reprises dans le voisinage de la Loweka. Près de cette rivière, la route passe sur quelques ponceaux qui laissaient passer (16.10.1951) un certain débit.

Nous avons constaté que la Yoko, dont les eaux sont claires, coule sur un lit de gravier d'un diamètre moyen de 5 mm. A l'embouchure, dans l'Itimbiri, on trouve un mélange de ce gravier et de sable.

#### **Études anciennes concernant le bassin de l'Itimbiri.**

8) Depuis longtemps, l'Itimbiri et ses affluents ont fait l'objet d'études et de projets.

Malgré nos recherches en Belgique et à la Colonie, nous n'avons pu réunir que des documents fort incomplets concernant ces études qui, d'ailleurs, furent menées sans aucune continuité et furent toujours classées sans suite.

9) La première référence concernant des études sur l'Itimbiri se trouve dans un rapport en date du 14.10.1916 du Commissaire de District de Buta. Nous n'avons pas retrouvé la moindre trace desdites études.

A quelques détails près, dus à certaines circonstances qui ont changé (suppression de la navigation sur la Rubi), ce rapport de 1916 pourrait être écrit maintenant.

10) Plus tard, une mission hydrographique (STROOBANTS-OSSOSSOFF) opéra dans l'Itimbiri-Rubi, en 1924. Nous n'avons retrouvé que quelques plans, mais aucun texte s'y référant.

11) En 1934, une autre mission hydrographique fut envoyée dans l'Itimbiri. Elle y travailla du 8 janvier au 15 mars sous la direction de M. l'Ingénieur WILLEMS et, de cette date jusqu'au 2 juin 1934, sous celle de M. DEKEYSER, Hydrographe de 1<sup>re</sup> classe.

Nous n'avons pas retrouvé le rapport de M. WILLEMS. Nous avons pu nous procurer celui de M. DEKEYSER, mais dépouillé des planches et diagrammes y annexés.

12) Par la lecture de ces quelques documents, nous avons pu nous convaincre qu'il est préférable de ne pas tenir compte de ces études dispersées et de repartir sur des bases nouvelles.

**Programme des études préliminaires à entreprendre en vue de l'amélioration de la rivière Itimbiri.**

13) Les renseignements recueillis et notre voyage sur la rivière nous donnent l'impression qu'il doit être possible d'améliorer les conditions de navigabilité et cela justifie l'établissement d'un projet d'études préliminaires à entreprendre dans ce but.

14) Avant de pouvoir dresser avec quelques chances de succès un projet d'amélioration de la rivière, il faut en effet avoir une connaissance suffisamment complète de la topographie, de l'hydrographie et de l'hydrométrie du cours d'eau.

Il faut étudier la rivière sur toute la longueur. Il ne servirait à rien de limiter la campagne hydrographique, et les travaux d'amélioration subséquents, aux quelques endroits où l'on éprouve maintenant les plus gros ennuis, parce qu'il est à peu près certain que l'on ne ferait que déplacer les difficultés. Pour s'en convaincre, il suffit de considérer les données suivantes, relatives aux basses eaux de 1951. Elles sont empruntées à un rapport, en date du 9 avril 1951, de M. J. WARNIMONT, Inspecteur du Balisage.

C'est au début du mois de mars, du 3 au 5, que se situe la période d'étiage pour 1951.

A cette époque, les hauteurs d'eau minima suivantes furent enregistrées :

Moenge	— 0,06 m	Laka Bingiri	+ 0,05 m
Lolo	+ 0,01 m	Ibembo	— 0,03 m
Mandungu	— 0,07 m	Aketi	— 0,15 m

A ces hauteurs d'eau correspondirent les mouillages minima suivants, observés dans la route de navigation, après mise à jour complète du balisage :

km	8	10	dm	km	142,5	10	dm
»	17	8	»	»	144	9	»
»	18,5	8	»	»	148,5	9	»
»	21,5	7	»	»	152	9	»
»	26	5,5	»	»	152,5	9	»
»	28	9	»	»	154	9	»
»	30	9	»	»	157	10	»
»	31	8	»	»	158	10	»
»	33	9	»	»	162,5	8	»
»	43	8	»	»	164	5,5	»
»	46,5	9	»	»	164,5	10	»
»	47	8	»	»	165	7	»
»	49,5	8	»	»	167	5,5	»
»	52,5	10	»	»	169	6	»
»	56	8	»	»	184	10	»
»	60	10	»	»	194,5	10	»
»	62	10	»	»	203	6	»
»	63	8	»	»	206	9	»
»	65	10	»	»	213,5	6,5	»
»	71	10	»	»	219	8	»
»	75	10	»	»	220	9	»
»	76,5	8	»	»	222 (gravier)	6	»
»	82,5	8	»	»	228	8	»
»	85	10	»	»	230,5	10	»
»	86	8	»	»	233,5	9	»
»	95	10	»	»	237,5 (roche)	7	»
»	98,5	8	»	»	238,5	8	»
»	101,5	6	»	»	241	7	»
»	106,5	8	»	»	243,5	7	»
»	110	10	»	»	245	7	»
»	130	8	»	»	248,5 (roche)	5,8	»
»	131	9,5	»	»	249,5	6	»
»	137	9	»	»	253	8	»
»	138,5	8	»	Rade d'Aketi		5	»

15) Nous proposons de dresser le canevas planimétrique au sextant, en mesurant des bases et des azimuts

en nombre suffisant. Cette méthode serait suffisamment précise pour le but poursuivi et aurait le grand avantage de donner rapidement un résultat dans un terrain difficile (rivages très souvent cachés par la végétation).

Les sommets des triangles seraient autant que possible matérialisés de façon durable, de sorte que l'on puisse se rendre compte des changements intervenus dans les formes géométriques de la rivière lorsqu'on reviendrait ultérieurement sur le terrain.

16) La connaissance des lignes d'eau de la rivière étant absolument indispensable, il faudrait, par un nivellement, réduire toutes les lectures d'échelles à un même plan de comparaison. Ce nivellement devrait être effectué avec précision, la pente générale de la rivière étant très faible. Cette pente pourrait être de l'ordre de  $1/10.000$ .

17) Il faudrait aussi faire des sondages en nombre suffisant pour dresser la carte hydrographique de l'Itimbiri. L'échelle de  $1/5.000$  nous paraît convenir. Ces sondages devront être repris si l'on veut se rendre compte de l'évolution du lit.

18) On devrait également connaître les débits en différents endroits et pour divers états des eaux, en vue de l'établissement des courbes limnimétriques des débits.

19) La connaissance des débits solides (charriage et suspension) est également nécessaire.

Leur étude se ferait en relation avec celle des débits liquides et serait complétée par une étude des fonds et des rives de la rivière.

20) De l'avis général des personnes qui ont fréquenté l'Itimbiri, les affluents n'apportent que peu ou pas de matières solides. Or, il est peu probable que les sables dans la partie aval de l'Itimbiri proviennent uniquement des régions en amont d'Aketi.

Nous avons d'ailleurs constaté que, si les rives parais-

sent se conserver assez bien, certains plateaux mentionnés au n<sup>o</sup> 2 sont soumis à une érosion sévère, notamment celui de Moenge.

Il serait donc nécessaire d'étudier l'origine des sables constituant le fond mobile de l'Itimbiri.

21) On étudierait encore l'influence des affluents sur le régime de la rivière et enfin, la relation entre la pluviométrie du bassin versant et les débits.

#### **Moyens nécessaires pour la réalisation du programme proposé.**

22) La seule énumération de ces études préliminaires montre que le travail est très important et, pour le mener à bonne fin, il faudra donc disposer d'un personnel suffisant, tant par la qualité que par la quantité.

23) Nous proposons la constitution de deux équipes composées chacune de trois Européens et travaillant sous une même autorité.

La première s'occuperait, entre autres, du canevas planimétrique et de son calcul, la seconde effectuerait les sondages et dresserait les cartes.

24) De cette façon, ces premiers travaux avanceraient assez rapidement et, en une période de l'ordre de 15 mois, les études préliminaires, y compris le nivellement, seraient terminées.

Entre-temps, ces deux équipes auraient recueilli assez bien de données sur les débits liquides et solides et sur la constitution du fond et des rives.

25) Après la clôture des travaux hydrographiques préliminaires, ces deux équipes pourraient être libérées et affectées à un autre travail hydrographique urgent dans la Colonie.

Il est bien entendu que les mesures nécessaires à

l'établissement des courbes limnimétriques des débits devraient se poursuivre après leur départ. Cette activité incomberait à un service spécial qui serait à créer pour les travaux d'amélioration et de conservation de l'Itimbiri, au cas où l'on se déciderait à entreprendre de tels travaux.

26) La réalisation de ce programme nécessitant un long séjour en brousse il faudrait, en plus d'une collection d'instruments de mesure, fournir au personnel qu'on y attacherait, un matériel flottant assez considérable, ainsi qu'un station wagon.

**27) Mesure des niveaux d'eau.**

Comme il a été dit au n° 6, la mesure des niveaux d'eau sur l'Itimbiri et ses tributaires est très défectueuse et il faudrait l'améliorer.

28) Nous laisserions toutes les échelles existantes aux endroits où les usagers de la voie d'eau ont coutume de les consulter mais, pour les besoins d'une étude correcte, nous proposons d'établir au minimum 15 échelles en des endroits où les bateaux n'accostent pas.

29) Il faudrait placer des limnigraphes dans des cabines montées sur pieux en béton armé.

Déjà en 1922 (le 29.6.1922 exactement), le Commissaire de District à Buta écrivait au Chef du Service hydrographique : « ... Je ne vois pas la possibilité, sans enregistreur automatique, de vous fournir des indications ayant un intérêt quelconque... ».

Nous nous rendons parfaitement compte des difficultés (fonçage des pieux, construction des cabines, aération de ces dernières, lutte contre les insectes, action de l'humidité ambiante sur le papier, choix de l'encre, etc...), mais nous avons la conviction que ces obstacles

ne sont pas insurmontables à condition, entre autres, d'exercer une surveillance efficace.

C'est à ce prix seulement que l'on aura des lectures correctes et simultanées.

Si nous sommes bien renseignés, le SYNDICAT DE LA CELLULOSE ferait usage d'un hélicoptère pour la mesure des niveaux d'eau dans les régions du lac Kisale.

Si l'on attache du prix à l'Itimbiri, nous ne voyons pas pourquoi un effort sérieux ne pourrait y être fait dans le même but.

#### **Travaux d'amélioration éventuels.**

30) Les travaux et études préparatoires fourniront une base solide pour dresser les projets des travaux d'amélioration à effectuer sur la rivière Itimbiri.

Il n'est pas possible, avec les données actuelles, de définir les travaux qui seraient à entreprendre pour améliorer de façon suffisamment durable les conditions de navigabilité.

31) Dès à présent, on peut cependant dire que quatre problèmes d'ordre différent se présenteraient si l'on exécutait de tels travaux :

a) l'amélioration de l'embouchure proprement dite de la rivière dans le fleuve Congo (km 2,5 environ) ;

b) l'amélioration de la partie divagante soumise à l'influence du fleuve ;

c) l'amélioration de la partie divagante non soumise à l'influence du fleuve ;

d) l'amélioration du tronçon allant du km  $\pm$  170 à Aketi.

32) Il va sans dire qu'il faut maintenir une rivière à courant libre ; on ne peut avoir recours aux barrages éclusés employés sur de nombreux cours d'eau.

De tels ouvrages ne pourraient se défendre qu'en amont

d'Aketi, sur la Rubi et la Likati, mais nous croyons que la navigation sur ces cours d'eau est définitivement abandonnée.

33) A notre avis, il faudrait être modeste, au début tout au moins, et se proposer d'atteindre un mouillage minimum de l'ordre de 80 cm en toute section.

En effet, à l'examen du tableau des mouillages minima observés dans le thalweg à l'époque de l'étiage 1951 (voir le n° 14), on constate que, pour atteindre des minima de 80 cm à l'étiage, il faudrait réaliser un approfondissement de 10 à 30 cm sur un total de 17 seuils, dont 7 dans les 170 premiers kilomètres.

Pour obtenir un mouillage d'un mètre, il faudrait enlever une tranche de 10 à 50 cm sur 51 seuils.

Un gain de 30 cm sur les seuils les plus mauvais constituerait déjà un avantage appréciable par rapport à la situation actuelle.

Une fois ce résultat atteint, on pourrait examiner si l'on peut obtenir davantage. La modestie initiale est dictée aussi par le fait que le trafic, tant actuel que prévu à l'expiration du plan décennal, est assez limité (voir nos 55 et 56 ci-après).

34) Comme la rivière doit rester à courant libre, les seuls travaux possibles pour amener une amélioration durable, ne pourraient être que des dragages complétés par des calibrages du lit.

Ainsi, en un seuil situé au point d'inflexion entre deux courbes, on pourrait draguer et tâcher de maintenir l'approfondissement artificiel réalisé en resserrant par des épis ou mieux par des parois guidantes.

35) Il y aurait aussi des faux-bras à barrer à la faveur des basses eaux. Seule la connaissance du régime de la rivière permettrait de déterminer à quelle cote ces barrages devraient être arasés.

Il faudrait encore enlever les snags, ainsi que les roches gênantes.

36) Pour faire les épis, parois guidantes et barrages, certains matériaux, comme les bois et les lianes, existent à profusion dans la région. Seulement, ces ouvrages devraient aussi être défendus et malheureusement, les pierres sont très rares.

Il est à présumer cependant que les érosions ne seraient pas très sévères, étant donné les vitesses de courant généralement faibles.

37) On ne peut pas perdre de vue qu'il s'agit d'un cours d'eau très important dont la partie navigable a 250 km de longueur et une très grande largeur. Ce n'est pas parce qu'il se trouve au Congo belge que son aménagement n'exigerait pas d'efforts. Il se pourrait cependant que le cas de l'Itimbiri soit un peu plus aisé que celui d'autres grandes rivières en Europe et aux États-Unis.

38) Quoi qu'il en soit, il n'est pas inutile d'insister sur le fait que l'amélioration de l'Itimbiri serait un travail de longue haleine et, comme tout travail semblable, elle donnerait parfois lieu à des tâtonnements et même à des déboires. Ce n'est que par la continuité de l'effort que l'on arriverait à un résultat satisfaisant.

39) D'autre part, il faut s'entendre sur le sens du vocable « amélioration durable ». Une fois cette amélioration réalisée, des travaux d'entretien resteraient toujours nécessaires.

40) Pour mener à bien ce travail de longue haleine que constituerait l'amélioration et l'entretien de la rivière, il faudrait créer un service technique qui s'occuperait uniquement de l'Itimbiri et qui aurait son siège à Aketi.

Les effectifs de ce service pourraient être diminués

une fois terminés les travaux d'amélioration proprement dits.

41) Quoique cela semble à l'encontre des habitudes coloniales en matière de répartition du personnel, il faudrait qu'il y ait continuité dans les éléments dirigeants de ce service, qui devrait fournir un effort prolongé et se faire une tradition à l'exemple du Service spécial du Bas-Congo. Il faudrait en effet lui permettre d'acquérir une expérience intime de la voie navigable, chaque rivière à courant libre ayant son caractère propre.

Jusqu'à présent, on n'a pratiquement pas effectué de tels travaux sur l'Itimbiri : on n'y a fait que quelques dragages sporadiques, sans aucune idée directrice et qui n'ont pas donné le résultat que l'on espérait.

#### **Mesures provisoires pour assurer les transports en périodes de basses eaux.**

42) Avant que l'amélioration de l'Itimbiri ne soit réalisée sur toute sa longueur, ce qui nécessiterait assez bien d'années de labeur persévérant, il faut prendre des mesures provisoires pour assurer les transports durant les périodes de basses eaux.

43) Certaines de ces mesures ont trait au matériel de batellerie et sont du ressort de l'OTRACO. Cet organisme s'en occupe activement et son plan de campagne 1952 prévoit la mise en service de 60 barges en alliage léger et de 10 remorqueurs *Equity*, à faible tirant d'eau. Ces derniers serviront à franchir les seuils les plus difficiles.

44) On sait que l'administration a mis en construction un train dragueur à faible tirant d'eau et d'un rendement de 300 m<sup>3</sup>/heure. Cet engin rendrait certes de grands services lors des travaux d'amélioration proprement dits.

45) Néanmoins, pour les interventions de moindre envergure qui seront nécessaires lors des prochaines campagnes de basses eaux, il serait désirable de disposer de quelques petits engins plus mobiles.

Il faut se rendre compte que la quantité de sable à déplacer pour ouvrir passage à un convoi est toujours assez limitée (largeur  $\pm$  20 m ; longueur  $\pm$  50 m ; épaisseur faible).

46) On pourrait placer ces engins à proximité des *Equity* de l'OTRACO et, comme ces derniers, ils devraient se déplacer rapidement, suivant les nécessités, car il est difficile de prévoir l'endroit précis où ils devront intervenir. On est en présence de « zones de difficulté » et l'on ne peut fixer d'avance une zone d'action immuable pour le matériel.

47) Nous pensons que des unités avec un simple grappin de  $\pm$  500 litres pourraient suffire. En effet, on a déjà ouvert un passage avec des indigènes travaillant à la pelle, procédé original qui fut efficace mais qui est peu pratique.

#### **Discussion des propositions — Problème des transports dans la région.**

48) Les propositions que nous avons pu présenter ne sont précises qu'en ce qui concerne les études préliminaires. Elles permettent de faire une estimation rapprochée du coût de ces travaux (frais de personnel, matériel flottant et instruments). Le matériel ne serait évidemment pas amorti à la fin de la campagne de l'Itimbiri.

49) Même quand on sera en possession des résultats de ces études, il ne sera pas possible de supputer exactement le coût des travaux d'amélioration et d'entretien, ni de prévoir leur durée.

C'est là un inconvénient commun à tous les travaux d'ensemble sur rivières à courant libre.

50) La possibilité a été mise en avant d'une modification de structure de la rivière caractérisée par une aggravation continue des étiages. Nous n'avons trouvé aucun fait qui puisse étayer cette hypothèse et nous croyons au contraire qu'il se présente de temps en temps des périodes plus défavorables.

L'examen d'archives nous fait penser, qu'aux environs de 1920, on a connu des étiages très difficiles et que la situation a été plus aisée entre 1930 et 1940 environ.

51) Ces périodes très mauvaises coïncident évidemment avec la pluviosité minimum.

A notre avis, on ne peut mettre en cause les déboisements qui auraient changé le coefficient d'écoulement du bassin versant. Ceux-ci ne représentent qu'un faible pourcentage de la surface totale. En effet, un nombre de 1500 km<sup>2</sup> pour les déboisements (coton, café, etc...) est probablement fort exagéré et la surface du bassin peut être estimée à quelque 52.000 km<sup>2</sup>.

On ne voit pas non plus comment l'évaporation aurait changé dans la région.

52) Nous n'avons pas pour mission de défendre ou combattre un moyen particulier de transport entre Aketi et Bumba. Cependant, il nous semble que ce serait une erreur d'invoquer l'insuffisance actuelle de l'Itimbiri pour l'abandonner.

53) La navigabilité de cette rivière peut être améliorée et, en attendant, la continuité des transports peut être assurée pendant les basses eaux si l'on met en ligne le matériel adéquat et si l'on organise intelligemment le trafic durant ces périodes difficiles.

S'il est vrai que l'Itimbiri crée des ennuis en certaines saisons, il ne diffère pas en cela de ses congénères les plus

célèbres, le Rhin par exemple qui, lui aussi, donne lieu à des désagréments lors des étés très secs. Pourtant nul ne songe à abandonner cette voie navigable.

54) En ce qui concerne la route Bumba-Aketi, des décisions ont été prises et sont mises à exécution. Les trois bacs de la route sont remplacés par des ponts de 40 tonnes et on améliorera cette voie de communication.

55) Le trafic actuel se monte annuellement à 60.000 tonnes à la descente d'Aketi et à 30.000 tonnes à la montée. Ce tonnage pourrait être doublé à l'expiration du plan décennal.

Il faut y ajouter le tonnage apporté le long de la rivière en aval d'Aketi, notamment la production de la plantation des HUILERIES DU CONGO BELGE à Yaligimba, qui se chiffre actuellement à 9.200 tonnes par an et qui pourra monter à 17.000 tonnes en 1960.

Les autres apports en aval d'Aketi sont peu importants.

56) Ce trafic présent et futur peut paraître assez limité et il serait actuellement exagéré d'ajouter un chemin de fer, à créer de toutes pièces, aux deux voies de communication existantes.

En effet, la route sera améliorée et la voie d'eau pourra assurer un trafic continu, si même l'on ne tient compte que des suggestions relatives aux mesures provisoires, à l'exclusion de celles qui visent à l'amélioration permanente du lit de l'Itimbiri.

57) Il faut dire que, pour le moment, la situation économique est très favorable et le prix du transport importe relativement peu.

Mais il peut se présenter, et il se présentera, des périodes où l'on sera heureux d'avoir une rivière, pour profiter des frets plus avantageux.

58) A cette argumentation, on peut opposer qu'en de

telles périodes, la Colonie pourrait supprimer de son budget annuel les sommes prévues pour l'amélioration et l'entretien de l'Itimbiri, tandis qu'elle maintiendrait un chemin de fer existant.

59) Même dans cette éventualité, l'Itimbiri, auquel on n'a pratiquement rien fait jusqu'à présent, ne deviendrait pas, en basses eaux, plus difficile qu'il n'est maintenant et la navigation pourrait être assurée en toutes saisons en s'en tenant aux mesures provisoires préconisées.

60) En appréciant la rivière Itimbiri, on ne peut pas faire abstraction du fait que c'est une voie d'eau magnifique pendant les deux tiers au moins de l'année, permettant la navigation directe d'Aketi à Léopoldville.

Les basses eaux coïncident cependant avec les demandes de transport maxima à Aketi (coton, arachides).

Les crues occasionnent parfois des inondations à Aketi et entravent ainsi le trafic normal.

Le coût du matériel à mettre en ligne durant les campagnes de basses eaux ne peut être imputé au seul Itimbiri puisqu'il servira aussi ailleurs.

61) Si l'on construit le chemin de fer, on abandonne en même temps l'important port d'Aketi et une bonne partie de ses installations serait définitivement perdue, le mur de quai notamment. Le port de Bumba devrait être équipé de façon plus complète qu'il n'est nécessaire pour les seuls transbordements. Si le chemin de fer se terminait à Yaminga, un port devrait être établi en cet endroit.

### **Conclusions et propositions.**

62) Pendant les deux tiers de l'année au moins, l'Itimbiri constitue une bonne voie navigable.

A l'étiage, la navigation devient plus ou moins difficile.

63) Rien ne permet de dire que le régime de la rivière est en train d'empirer. Des périodes avec étiages très bas se sont déjà présentées dans le passé.

64) Les résultats des études antérieurement entreprises sur l'Itimbiri ont été presque complètement égarés et il faut donc repartir à zéro.

65) *Première proposition* : faire l'étude topographique, hydrographique et hydrométrique complète de la rivière.

66) *Seconde proposition* : assurer la continuité de la navigation au moyen d'un matériel adéquat et par une organisation rationnelle des transports.

67) A priori, nous pensons que la rivière se prêterait à une amélioration d'ensemble par des travaux de dragages et de resserrements. Elle devra en tout état de cause rester à courant libre. Il faut d'ailleurs attendre les résultats des études (première proposition) avant de s'engager définitivement dans cette voie.

68) Si l'on considère les faits suivants :

a) tonnage relativement peu élevé,

b) décisions prises en ce qui concerne la route,

c) possibilité de maintenir une navigation continue (seconde proposition),

il semble que la construction d'une voie ferrée serait inopportune, tout au moins dans les circonstances actuelles.

69) Il convient de rappeler ici une remarque judicieuse de M. E. J. DEVROEY dans son ouvrage sur le Kasai (Bruxelles, 1939) : « ... parce que, trop souvent, à la suite d'un ou de quelques incidents de navigation, les sociétés exploitantes et l'opinion publique s'émeuvent et font pression sur l'Administration pour que d'urgence on fasse n'importe quoi. Il faut savoir résister à ces sollicitations et n'engager des dépenses, qui toujours devien-

nent importantes, qu'après une étude approfondie de la question. »

70) Avant d'entreprendre un voyage au Congo belge, on est généralement informé par ses lectures de l'étendue du réseau navigable congolais et de l'ampleur exceptionnelle du fleuve. Il arrive souvent que les idées, que l'on se forme ainsi à la lumière des écrits, dépassent la réalité et, quand on se trouve enfin en présence de cette dernière, on est parfois assez déçu. Pour notre part, il en a été tout autrement lors du parcours que nous avons pu faire dans la Colonie. A plusieurs reprises, nous avons été surpris par les admirables voies fluviales que la nature y met bénévolement à la disposition de l'homme. Dès l'arrivée, le survol du Stanley Pool reste pour nous un souvenir inoubliable, une prestigieuse entrée en matière, et le même spectacle a tellement ébloui un de nos voisins du Nord, hydraulicien de son état, que c'est la première impression dont il nous a fait part à son retour d'une randonnée en Afrique du Sud.

Une seconde impression qui nous restera est la suivante. Pour nous rendre sur l'Itimbiri, nous avons pris l'avion de Léopoldville à Bumba. Nous avons profité d'une escale à Boende pour aller voir la Tshuapa et nous avons été étonnés par l'ampleur de cette rivière, en un endroit éloigné de quelque 441 km du confluent, situé à 3 km 1/2 en amont de Coquilhatville, de la Ruki dans le fleuve Congo.

Ensuite, nous avons parcouru cette belle rivière qu'est l'Itimbiri et nous sommes retournés de Stanleyville à Léopoldville par le fleuve. Ce que nous avons vu nous a donné la conviction que les voies fluviales congolaises constituent une richesse naturelle inestimable. Cette richesse, bien sûr, il faut la dégrossir par endroits, mais il serait inexcusable de ne pas s'imposer les efforts nécessaires à son développement.

Au point de vue des rivières navigables, le Congo belge est sans doute une des régions les plus privilégiées du monde et la mise en état de son réseau fluvial serait probablement moins ardue que l'amélioration de grands cours d'eau situés en d'autres contrées. Pour prendre pleinement conscience du trésor que recèle notre territoire d'outre-mer, il suffirait d'étudier l'histoire de l'aménagement de quelques grandes rivières à courant libre, le Mississippi et le Rhin par exemple. Pour ces cas concrets, on verrait d'abord la situation initiale, très médiocre en comparaison de ce qui, au Congo, existe pratiquement sans intervention humaine, hormis le balisage qui est satisfaisant. Ensuite on verrait au prix de quels efforts (études et travaux), les deux rivières précitées sont devenues les grandes voies hydrauliques que l'on sait.

Pour le Mississippi, on consulterait avec fruit la première partie du mémoire : « Les travaux d'amélioration de la rivière Mississippi et de la navigation », publié par M. AUSTIN B. SMITH dans le *Bulletin de l'Association internationale permanente des Congrès de Navigation* (Bruxelles, 1951, n° 34).

Dans une étude récente, M. L. VAN WETTER rappelle les difficultés que le Rhin, à l'état naturel, présentait entre Bingen et Saint-Goar. On pourrait y ajouter le trajet initialement très difficile entre la frontière suisse et Mannheim dont la correction fut entamée par J. G. TULLA (1770-1828), ingénieur du Grand-Duché de Bade. REHBOCK a publié dans la revue *Der Bauingenieur* (n° 32 de 1928) une étude très attachante sur l'activité de cet ingénieur dont, paraît-il, les ancêtres habitaient Hasselt.

Tous ces travaux, tant sur le Rhin que sur le Mississippi, ont été commencés à une époque où la navigation était très modeste. Du temps de TULLA, les bateaux ne pouvaient remonter jusqu'à Bâle, qui est maintenant

un grand port fluvial où la navigation (1000 à 1500 tonnes) accède par le Rhin à courant libre, à part un trajet, encore minime actuellement, sur le Grand Canal d'Alsace.

71) Il nous reste l'agréable devoir de remercier le COMITÉ HYDROGRAPHIQUE DU BASSIN CONGOLAIS pour la confiance qu'il nous a témoignée en nous chargeant de la mission dont la présente note est un compte rendu abrégé.

Nous remercions également les nombreuses personnes, tant en Belgique qu'à la Colonie, qui nous ont très obligeamment assisté par leurs informations.

Laboratoire de Recherches hydrauliques des Ponts et Chaussées.  
Anvers, mars 1952.

**P. Robert. — Le nouvel aéroport de Léopoldville.**

(Note présentée par M. P. Geulette).

**I. Les motifs de l'abandon de l'aérodrome de Ndolo et du choix de l'emplacement de la Djili.**

Le principe du déplacement de l'aérodrome de Léopoldville et le choix du nouvel emplacement furent des questions longuement controversées.

Une décision de bon sens et favorable à l'intérêt général a finalement prévalu : l'aérodrome de Léopoldville sera construit sur le plateau de la DJILI.

Il n'est pas inutile cependant, et tel est le but du présent exposé, de rappeler les raisons qui ont conduit à cette décision.

Nous examinerons donc les motifs pour lesquels l'aérodrome de NDOLO doit disparaître et, ce principe étant acquis, les raisons pour lesquelles le choix s'est finalement porté sur l'emplacement de la DJILI.

En premier lieu, et pour faciliter la compréhension de la suite de l'exposé, nous esquisserons rapidement les qualités que doit réunir un site choisi pour la construction d'un grand aéroport moderne.

Nous verrons ensuite comment se présentent, entre autre sous l'aspect de ces sujétions, les sites de NDOLO et de DJILI.

Incidemment, nous exposerons dans les grandes lignes les méthodes qui déterminent le choix des caractéristiques des revêtements d'aérodrome et l'application pratique de ces méthodes au cas de la DJILI.

\* \* \*

Quelles qu'aient été les opinions parfois professées à ce sujet, la création d'un grand aéroport international à Léopoldville n'est pas discutable et nous nous devons de la réaliser.

Le prestige de la Colonie et de sa capitale ; les apports, échanges et avantages de toute nature que nous assureront des liaisons internationales aussi nombreuses que possible, tout concourt en faveur de la création d'un aéroport permettant de faire de Léopoldville la plaque tournante du trafic aérien en Afrique.

\* \* \*

Les sujétions pour la réalisation d'un tel aéroport sont fort importantes.

Le plan schématique annexé en indique les caractéristiques principales répondant aux standards fixés par l'Organisation Internationale de l'Aviation Civile (OACI).

La piste doit avoir une longueur minimum de 3.125 m sur 60 m de largeur.

La bande d'atterrissage, aire aménagée entourant la piste, doit avoir 3.845 m sur 300 m.

Une voie de circulation parallèle à la piste doit être implantée à 210 m de l'axe de celle-ci.

Les aires de stationnement, les bâtiments et installations doivent être implantés le long d'une parallèle à la piste, à 265 m minimum de l'axe.

Une étude approfondie de ces questions a en outre amené la conclusion que les bâtiments doivent de préférence se trouver derrière les aires de stationnement ce qui porte à 370 m la distance séparant ces bâtiments de l'axe de la piste.

Pour respecter les conventions sanitaires internationales, les installations doivent être entourées d'une zone de protection anti-amarile de 400 m de profondeur.

Aucune construction ne peut être tolérée dans cette zone.

Les aides à l'approche et à l'atterrissage comportent notamment l'installation de feux d'approche sur un km de distance de part et d'autre de la piste, et l'installation d'appareils radio entraînant également une servitude *non-aedificandi*.

On voit ainsi apparaître l'importance de l'emprise proprement dite d'un tel aéroport.

En ce qui concerne les dégagements, des règles ont été établies dans le but d'assurer les évolutions des aéronefs au voisinage des aérodromes en écartant les risques de collision contre des obstacles naturels ou artificiels.

Ces règles conditionnent le choix d'un site et, le site étant choisi, conduisent à l'institution de servitudes.

On distingue :

*les surfaces d'approche* : plans trapézoïdaux de gradient 2 % s'étendant jusqu'à 3 km de chaque extrémité de bande. L'OACI recommande de prolonger ces surfaces d'approche au-delà des 3 km ;

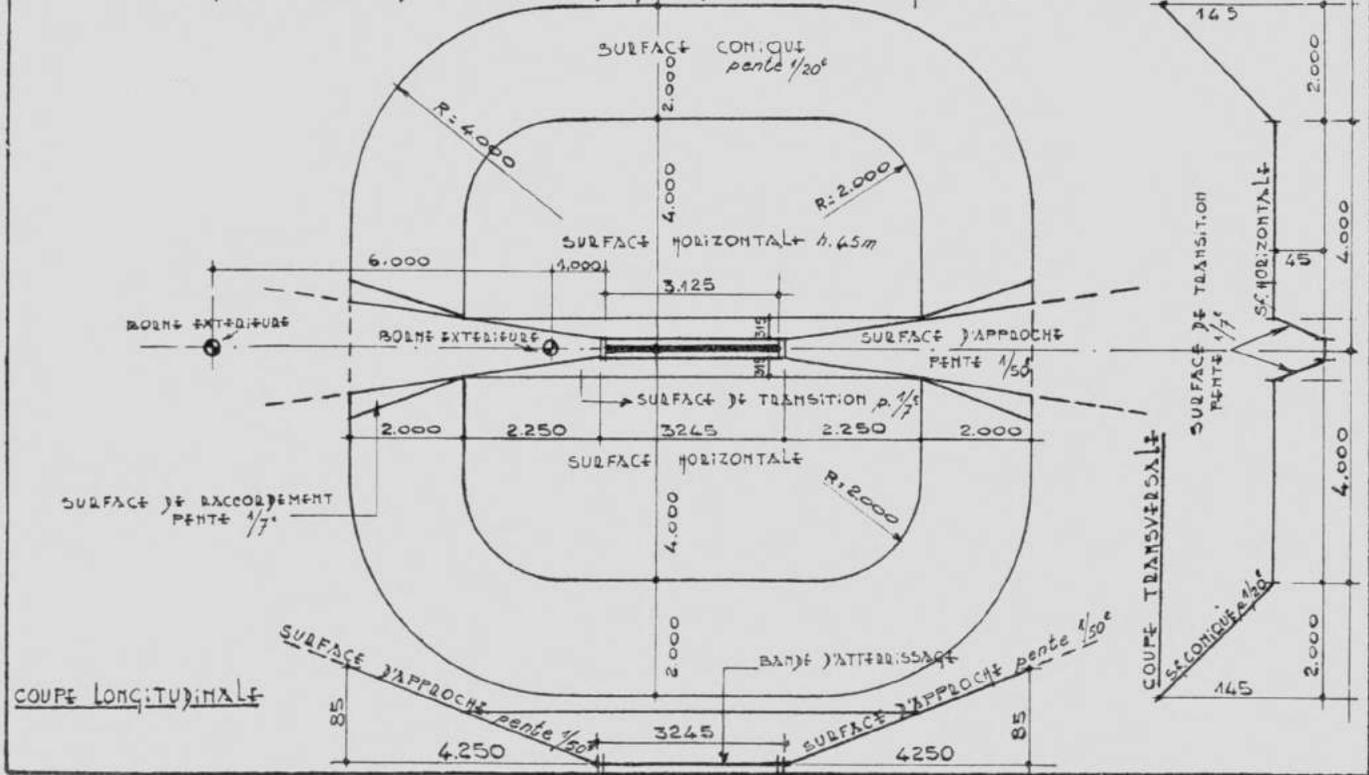
*la surface horizontale* : plan horizontal situé à 45 m au-dessus du point de référence de l'aérodrome et limité comme indiqué au plan ;

*les surfaces de transition* : plan de pente 1/7<sup>e</sup> raccordant les limites latérales des bandes d'atterrissage avec le plan horizontal ;

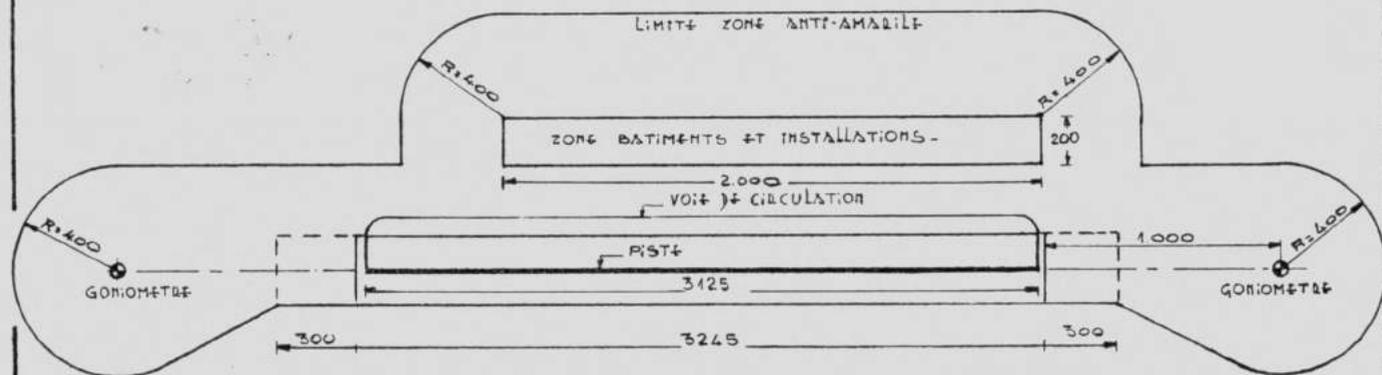
*la surface conique* : surface réglée engendrée par une génératrice de gradient 5 %, de 2 km de longueur et s'appuyant sur le contour extérieur de la surface horizontale.

Nous voyons ainsi apparaître, entourant l'aire d'envol et d'atterrissage, une cuvette idéale constituée par des plans de forme, dimensions et gradients exactement et rationnellement définis. Remarquons que les servitudes de dégagement latéral sont moins sévères que les servi-

PLAN SCHEMATIQUE D'UN AEROPORT INTERNATIONAL DE CLASSE A -  
 SERVIDITUDES DE DEGAGEMENT -  
 IMPLANTATION DES BALISES D'UN SYSTEME D'AIDE RADIO A L'APPROCHE SANS VISIBILITE -



PLAN SCHEMATIQUE D'UN AEROPORT INTERNATIONAL DE CLASSE A -  
 EMPIRE TOTAL ET SERVITUDES NON EDIFICANDI -



Distance axe piste - axe voie de circulation: 210m

Largeur de la piste: 60m

Largeur des bandes de sécurité: 60m

Largeur voie de circulation: 30m.

tudes de dégagement longitudinal qui conditionnent la sécurité de l'approche.

En outre, dans le cas, prévu d'ailleurs à Léopoldville, où on installe un système d'aide radio à l'approche, on doit avoir, sur une distance de 10 à 12 km, une trajectoire de descente inclinée de 2 à 3 degrés ; notamment, la balise extérieure d'un système I. L. S. se situe à 7 km de l'entrée de piste.

Tels sont les problèmes d'*encombrement*, emprise et dégagements, que présente la création d'un aéroport de grande classe.

\* \* \*

Il faut en outre que l'emplacement choisi réunisse des conditions optima quant au volume des terrassements, aux caractéristiques mécaniques du sol et aux possibilités d'assainissement.

Le *volume des terrassements* doit évidemment être aussi réduit que possible.

Les *qualités mécaniques* du sol constituent un facteur déterminant dans le prix de revient d'un aérodrome.

Nous saisissons cette importance par l'application des méthodes de calcul de revêtements que nous développons plus loin.

La question de l'*assainissement* est primordiale et le site retenu doit présenter à ce sujet les possibilités les meilleures, surtout dans une région équatoriale soumise à fortes précipitations. La profondeur à laquelle se trouve la nappe aquifère constitue notamment un élément déterminant.

\* \* \*

En conclusion, le site à rechercher pour la construction de l'aéroport international de Léopoldville devait réunir les conditions suivantes :

permettre une implantation rationnelle de l'aérodrome, de ses dépendances et de ses éléments adjacents ;  
répondre aux normes de dégagements ;

ne pas nécessiter de mouvements de terre trop importants ;

présenter de bonnes qualités aux points de vue caractéristiques mécaniques du sol et possibilités d'assainissement.

Nous allons examiner sous ces aspects les sites de NDOLO et de DJILI, et accessoirement celui de LEMBA ; mais, répondant immédiatement à certaines suggestions qui furent faites, et notamment celle de construire l'aérodrome sur les marais bordant le fleuve, nous précisons que si la technique moderne ne connaît pas d'impossibilité, les dépenses à consentir doivent être limitées.

Et c'est en dernier ressort sous le signe de l'économie, mais d'une économie bien comprise, que nous dégagerons les conclusions de notre examen.

\* \* \*

La disparition de l'aérodrome de NDOLO est commandée par des impératifs d'urbanisation et par les nécessités d'extension et d'aménagement de l'aérodrome lui-même.

La carte annexée <sup>(1)</sup> de Léopoldville mentionne la situation telle qu'elle se présenterait si on avait dû réaliser ces extensions et aménagements en serrant autant que possible les caractéristiques définies ci-avant.

En rouge, nous voyons apparaître la zone qui, au strict minimum, devrait être retenue.

---

(1) Cette carte n'a pas été fournie par l'Auteur.

On constate que cette coupure étendue paralyse tout développement rationnel de la ville.

La zone bloquée est en effet réservée à la construction d'habitations indigènes.

Des expropriations étaient nécessaires dans la cité existante.

La nouvelle cité indigène n'avait aucune communication directe avec la partie commerciale et industrielle de la ville. On imposait ainsi aux travailleurs un détour journalier de plusieurs kilomètres et ceci n'est évidemment favorable ni au bien-être ni au rendement de ces travailleurs non plus qu'à l'économie générale.

Enfin, l'aérodrome était entouré de toute part par la cité indigène et ceci ne peut être admis ni pour la sécurité des habitants non plus que pour la défense de l'aérodrome en cas de conflit.

\* \* \*

Du point de vue purement aéronautique, le problème se présentait d'une façon qui était loin d'être idéale.

Dans le *plan d'aménagement*, nous devions, par souci d'économie, conserver le plus possible des installations et bâtiments existants. Or, ces installations, réalisées au fur et à mesure des besoins, sans plan d'ensemble préconçu, se présentent d'une façon incohérente ; tous les bâtiments notamment sont implantés trop près de la piste. De ce fait, il nous eût été impossible d'atteindre une solution rationnelle dans l'aménagement d'ensemble.

Au point de vue *dégagements* :

1. — la station d'émission de la T. S. F. devait disparaître ;

2. — nous voyons, par une coupe de la surface d'approche OUEST, que le sommet des collines de BINZA se trouvait proche du plan de cette surface.

La présence de ces collines excluait de ce côté l'installation du système d'aides à l'approche sans visibilité.

Du côté fleuve, la réalisation de cette installation se serait heurtée à des difficultés techniques probablement insurmontables.

L'emplacement des balises ILS tombe en effet dans le Pool.

L'existence de la nappe d'eau et du chemin de fer, qui va d'ailleurs être électrifié, est de nature à provoquer des perturbations qui enlèvent toute efficacité aux radiogoniomètres.

Au point de vue *qualités du sol*, l'emplacement de NDOLO n'a pas fait l'objet d'une étude systématique.

Les travaux que nous y avons exécutés nous permettent cependant d'avancer que la plateforme est hétérogène.

Au Sud de la piste et du côté du hangar de l'Aviation Militaire, le terrain est très sablonneux ; du côté des bâtiments et vers l'extension Ouest, on trouve un sable argileux avec plages comportant un fort pourcentage d'argile.

Sans devoir être qualifié de mauvais, ce sol présente des caractéristiques inférieures à celui de l'emplacement de la DJILI.

La *nappe aquifère* a été trouvée à des profondeurs variables mais à certains endroits, et notamment du côté de l'aire de stationnement et de l'ancienne tour de contrôle, cette nappe se trouve à 1,50 m de profondeur.

\* \* \*

Enfin, les travaux d'aménagement auraient été très coûteux.

La réalisation des zones *non-aedificandi* antiamarile et des servitudes radio entraînait des expropriations massives dans la cité indigène.

La piste complète et une partie de l'aire de stationnement, actuellement entretenues à grands frais, devaient être entièrement reconstruites.

Un allongement de plus d'un kilomètre devait être réalisé.

Des aires de stationnement et d'entretien, des voies de circulation, une aérogare et d'importantes installations techniques, hangars, ateliers, magasins, étaient nécessaires.

Un réseau complet d'ouvrages d'assainissement devait être créé et, d'après les renseignements que nous possédons relativement à la nature du terrain et à la nappe aquifère, ces ouvrages auraient été très importants.

Un réseau de distribution d'eau et d'énergie électrique était à établir presque entièrement.

Un ensemble d'aides radio devait être installé.

Enfin, l'électrification de la ligne de chemin de fer Léopoldville-Matadi est prévue.

Pour respecter les servitudes de dégagement, cette ligne électrifiée devait absolument passer, au droit de l'aérodrome, dans une tranchée de 4 à 5 m de profondeur et ce sur une distance de 300 m.

La proximité de la nappe aquifère à cet endroit et la présence de la rivière FUNA rendaient prohibitif le coût de ces travaux.

Bref nous évaluons les dépenses d'aménagement de NDOLO à un total comparable à celui nécessité par la construction du nouvel aérodrome de DJILI et ce pour aboutir à des réalisations entachées de vices dès leur conception.

Sans compter que, tôt ou tard mais inéluctablement, l'aérodrome aurait quand même dû disparaître avec comme conséquence la perte sèche de tous les investissements nouveaux consentis.

Par contre, le déplacement de l'aérodrome restitue

à la ville des terrains d'une valeur immobilière considérable.

\* \* \*

Il en résulte que, pour des raisons d'urbanisation, de possibilités rationnelles d'aménagement et d'économie bien comprise, l'aérodrome de NDOLO doit disparaître.

\* \* \*

Cette conclusion fut atteinte il y a plusieurs années déjà et, dès 1948, la décision de principe était prise.

Une prospection générale de la région conduisit à envisager deux sites : la plaine de LEMBA et le plateau de DJILI.

En première analyse, le site de LEMBA fut retenu et des études complètes furent entamées en 1949.

\* \* \*

Il se révéla rapidement que ce site présentait également des inconvénients très importants.

Au point de vue urbanisme, on bloquait de nouveau toute une zone qui doit normalement être réservée au développement de la ville.

Depuis l'abandon de cet emplacement, celui-ci a d'ailleurs été complètement attribué à des lotissements résidentiels et industriels.

A l'Ouest, les servitudes *non aedificandi* de l'aérodrome empiétaient fortement sur la nouvelle cité indigène et les camps OTRACO.

Des expropriations importantes et onéreuses étaient nécessaires.

Un détournement et un passage en tranchée de la ligne de chemin de fer devaient être exécutés.

Le déplacement de la station de réception de T.S.F. s'imposait.

L'emplacement comporte d'importantes dénivellations et nécessitait des mouvements de terres de l'ordre de plusieurs millions de mètres cubes ; au franchissement de la rivière YOLO, on atteignait une hauteur de remblai de 6 à 7 m et ce sur toute la largeur de la bande d'atterrissage, soit 300 m.

La rivière elle-même devait être voûtée sur cette distance.

Le sol est sablo-argileux, avec pourcentage d'argile important ; des parties étendues de l'emplacement sont recouvertes, sur une épaisseur variant de 50 à 80 cm, par une couche d'humus noir, tourbeux, imperméable.

De vastes plages marécageuses apparaissaient d'ailleurs en saison des pluies ; même aux points les plus hauts, la nappe aquifère était rencontrée à faible profondeur, moins d'un mètre à certains endroits.

Des travaux d'assainissement très importants eussent été nécessaires.

\* \* \*

Lorsque l'étude eut fait apparaître ces inconvénients, une nouvelle prospection fut entreprise au-delà de la rivière DJILI.

Les reconnaissances conduisirent rapidement à découvrir le site qui est maintenant celui choisi pour la construction de l'aérodrome.

Je tiens à préciser ici que les études, qui révélèrent les qualités exceptionnelles de ce site, furent décidées par M. le Directeur Général P. GEULETTE qui, avec un sens aigu des réalités, sut en déceler sur le champ les immenses possibilités et avantages.

M. le Gouverneur Général JUNGERS suivit de très près cette importante question ; dès que des éléments satisfaisants eurent été réunis, il proposa que le site de la DJILI soit adopté et intervint personnellement à plu-

sieurs reprises pour que cette décision fût définitivement confirmée par M. le Ministre des Colonies.

M. L. JANSEN, Directeur Général de la Régie des Voies Aériennes et M. LECOMTE, son adjoint, vinrent au Congo belge pour examiner cette question et approuvèrent entièrement le choix du site de la DJILI.

\* \* \*

L'emplacement choisi se trouve sur un plateau en bordure des marais qui s'étendent à l'Est de la rivière DJILI et au Sud du Stanley-Pool.

L'orientation générale du plateau est Est-Ouest, c'est-à-dire celle des vents dominants.

Le plateau domine les marais d'une hauteur de quelques 35 m ; une falaise abrupte marque la limite Nord.

A l'Est et à l'Ouest, le plateau est flanqué par deux dépressions encaissées, profondes de 25 à 30 m, d'orientation générale Sud-Nord.

La dépression Est s'infléchit vers le Sud-Ouest et revient vers le Sud du plateau.

Les dimensions utiles de l'emplacement sont :

- en longueur : près de 5 km ;
- en largeur : de 1 km minimum à 3 km.

Les *dégagements* sont excellents.

Au Nord et à l'Est se trouve le Pool.

Dans le prolongement Est de l'axe de la piste, la chaîne des collines bordant le fleuve se trouve à une distance de 30 à 40 km.

L'axe de la piste a d'autre part été implanté de façon que l'approche Ouest profite d'une large trouée qui existe au Sud de BINZA dans la chaîne des collines entourant en arc de cercle la plaine de Léopoldville.

Cette chaîne de collines se trouve au plus près à une distance de quelque 12 km de l'extrémité Ouest de l'aérodrome.

Au Sud, cette chaîne et ses contreforts se prolongent parallèlement à l'axe de la piste pour aboutir au pic MENSE.

Partout, ces collines se trouvent largement en dehors des zones de servitudes de dégagements de l'aérodrome.

Le pic MENSE, que l'on a prétendu constituer un vice rédhibitoire du site, se trouve à 10 km du point le plus rapproché de la piste ; ce pic se trouve de ce fait en dehors de la zone dans laquelle sont imposées des servitudes de dégagement latéral, cette zone ne s'étend en effet que sur une distance de 6 km.

L'emplacement réunit par ailleurs des conditions optima pour l'implantation de l'aérodrome.

La vaste étendue disponible a permis de concevoir un plan de masse qui fixe une disposition rationnelle et économique pour tous les éléments tout en ménageant toutes possibilités d'extensions ultérieures.

La distance de près de 5 km a été fort judicieusement utilisée ; au lieu de construire une piste de 3 km avec voie de circulation parallèle, il a été décidé en effet de construire une piste de 4.700 m avec, en position centrale, un complexe de voies de circulation et d'aires de stationnement.

Il s'agit en fait d'une adaptation « à la limite » du système à deux pistes parallèles adopté actuellement sur tous les grands aéroports ; dans le cas présent, les deux pistes parallèles sont mises bout à bout avec recouvrement partiel.

Cette disposition n'entraîne aucune dépense supplémentaire ; au contraire la surface totale à revêtir est légèrement inférieure ; par contre cette disposition présente un gros avantage au point de vue exploitation en réduisant considérablement les distances de « taxi » au sol.

Au point de vue *travaux de terrassements*, le plateau ne présente pratiquement pas de dénivellations et les mouvements de terre seront limités aux travaux de mise sous profil et de creusement des coffres.

Le *sol* est de nature essentiellement sableuse et d'une homogénéité remarquable.

On trouve, sur une épaisseur de 15 à 20 m, des sables fins à moyens et très légèrement argileux ; on trouve ensuite, sur une épaisseur de plusieurs dizaines de mètres, une nappe de sables grossiers et des grès en formation avec quelques lentilles argileuses ou humiques.

Ainsi que nous le verrons par l'étude plus détaillée ci-dessous, ce terrain possède d'excellentes qualités mécaniques.

Enfin, le problème primordial de l'*assainissement* est ici résolu naturellement d'une façon idéale.

Nous avons vu, en effet, que l'emplacement se trouve sur un plateau dominant les marais d'une hauteur de quelques 35 m et flanqué de toutes parts par des falaises et dépressions qui constituent autant d'exutoires naturels pour les eaux de ruissellement.

Le sable, que l'on trouve sur plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, est très perméable.

La nappe aquifère se situe à une profondeur de 15 à 20 m, ce à l'époque la plus défavorable de l'année.

On ne saurait vraiment réunir des conditions plus favorables pour résoudre au moins de frais cet important problème de l'*assainissement*.

\* \* \*

Nous rencontrerons maintenant l'objection qui fut élevée contre l'adoption de cet emplacement : il s'agit de la distance de quelque 20 km qui le sépare du centre de la ville.

Le point de vue de l'exploitant est que cette distance est beaucoup trop grande ; elle entraîne des dépenses supplémentaires d'exploitation, provoque des pertes de temps et un manque de facilité pour les usagers.

Ce point de vue est défendable en soi mais il est inconciliable avec les impératifs respectifs d'un aéroport moderne et de la ville.

Nous avons constaté que ces deux complexes se gênent mutuellement à Léopoldville.

Nous avons enregistré des situations semblables lors des études pour l'aménagement des aérodromes de Stanleyville et Élisabethville avec, comme conséquence logique, la nécessité de déplacer ces aérodromes.

En Europe, tous les grands aéroports ont dû être rejetés *extra muros* ; citons Melsbroeck, Orly, Schiphol, Heathrow, Kloten.

On peut regretter cet état de choses, mais on ne peut le méconnaître et il ne pouvait subsister de doute quant à la décision finale de l'autorité responsable, placée entre des intérêts particuliers et restreints, et les impératifs de l'intérêt général.

Par ailleurs, le fait d'avoir fixé cet emplacement pour l'aéroport offre un autre avantage qui est d'ouvrir au développement une vaste région, salubre et pittoresque, restée jusqu'à présent en friche par défaut de moyens de communication.

L'aérodrome lui-même requiert une route d'accès, actuellement en construction, et la création de cités satellites, européenne et indigène.

La zone intermédiaire le long de la route se prête particulièrement à l'établissement de sites résidentiels que nous verrons se développer rapidement.

Au-delà, se crée le nouveau port de KIMPOKO, qui entraîne à son tour un cortège de besoins en voies de communication, raccordement énergie électrique, cités

satellites ; et certains de ces problèmes sont déjà partiellement résolus par la création de l'aérodrome.

En définitive, et suivant un processus constant, la ville rejoindra une fois de plus l'aérodrome ; nous veillerons toutefois à ce qu'elle ne s'en approche pas trop près.

\* \* \*

Tels sont les motifs du choix de l'emplacement de la DJILI, les avantages de toute nature et les possibilités immenses que présente cet emplacement.

Et nous examinerons maintenant dans les grandes lignes les méthodes qui déterminent le choix des caractéristiques des revêtements d'aérodrome et l'application pratique de ces méthodes au cas de la DJILI.

\* \* \*

## **II. Les méthodes de calcul de revêtements d'aérodromes et leur application au cas de la Djili.**

Les aires d'envol et d'atterrissage, de circulation et de stationnement doivent pouvoir résister par tous les temps aux charges qui leur sont transmises par les trains d'atterrissage des avions.

Les appareils modernes, particulièrement les plus lourds, possèdent des trains d'atterrissage à roues multiples qui répartissent la charge sur un certain nombre de points de contact, de sorte que, dans le calcul des revêtements, il suffit de faire intervenir une charge par roue le plus souvent inférieure à la moitié du poids total de l'avion.

La charge par roue est répartie sur une certaine surface par suite de l'écrasement des pneumatiques ; on suppose cette répartition uniforme et que la charge

exerce sur le revêtement une pression égale à la pression de gonflage des pneus.

Les charges sont majorées de 25 % pour les aires de stationnement, les voies de circulation et pour les parties terminales des pistes d'envol.

Peu de sols peuvent, dans leur état naturel, supporter les charges des avions modernes.

On intercale donc un revêtement qui répond principalement aux besoins suivants :

- répartir la charge sur le sol ;
- éviter les détériorations superficielles (poussières, boue) ;
- améliorer le roulement des appareils.

L'épaisseur, et par conséquent le coût de revêtement, sera d'autant moindre que le sol sous-jacent présente de meilleures qualités.

On améliorera donc ces qualités en augmentant notamment la compaction et la cohésion.

La nature et l'épaisseur du revêtement seront alors déterminées de façon que la répartition des charges et efforts sur une surface de sol naturel soit telle que le taux de travail unitaire reste inférieur à celui qui correspond à la limite d'élasticité de ce sol.

Il conviendra en outre dans tous les cas de limiter le degré d'humidité du sol sous-jacent ; ceci sera obtenu par une imperméabilisation du revêtement et par un réseau d'ouvrages d'assainissement.

\* \* \*

Le présent exposé n'insiste pas sur cette très importante question de l'assainissement ; aussi bien nous avons vu que celui-ci est assuré d'une façon parfaite dans le cas de la DJILI.

On s'en tiendra aux principes des essais et méthodes

qui sont à la base du calcul des revêtements d'aérodromes.

Ces méthodes, mi-empiriques, mi-expérimentales, ont été créées et mises au point aux États-Unis.

Elles constituent à l'heure actuelle les seules bases cohérentes et sûres sur lesquelles on puisse s'appuyer et, à ce titre, elles ont été adoptées par la plupart des organismes chargés de la construction d'aérodromes ; je citerai notamment la Force Aérienne en Belgique et la Direction des bases aériennes en France.

Ces essais et méthodes sont :

— les essais PROCTOR qui fournissent les données nécessaires pour la compaction des sols ;

— la méthode C.B.R. qui permet de calculer un revêtement souple ;

— la méthode de WESTERGAARD qui permet de calculer un revêtement rigide.

\* \* \*

Avant de développer ces méthodes, il est nécessaire d'exposer rapidement quelques données sur l'état des sols et le rôle joué par l'eau.

Un sol est constitué par un mélange de grains solides plus ou moins gros et d'eau.

L'eau joue un rôle primordial dans le comportement des sols ; elle y existe sous deux formes :

— l'eau adsorbée à la surface des grains ;

— l'eau interstitielle libre.

L'eau adsorbée constitue des films extrêmement minces qui tendent à enrober complètement les grains et à s'insérer entre grains à leurs points de contact, donc à écarter les grains.

C'est ce qui produit le gonflement des sols sous l'effet de l'eau.

Ces films sont très minces, d'une épaisseur de quelques couches moléculaires et cette épaisseur varie peu avec les dimensions du grain ; aussi l'action de l'eau adsorbée est-elle d'autant plus sensible que les grains du sol sont plus petits.

Ainsi les graviers et les sables grossiers sont pratiquement insensibles à l'eau, les sables fins et très fins gonflent légèrement et peuvent devenir bouillants, les argiles fines peuvent doubler et même tripler de volume sous l'addition d'eau.

L'eau *interstitielle* par contre s'écoule normalement entre les grains.

Si les espaces intergranulaires sont assez petits, les phénomènes de capillarité interviennent.

Ces phénomènes sont dus à l'attraction moléculaire des grains sur l'eau et sont d'autant plus importants que les espaces intergranulaires sont plus petits.

La traction qui en résulte se transmet dans l'eau même grâce à sa tension superficielle et a pour effet de relier les grains entre eux par une *cohésion*.

Cette cohésion sera d'autant plus forte que les grains sont plus petits. Elle est nulle dans les graviers et les gros sables, sensible dans les sables fins et forte dans les argiles.

En fait, on ne peut distinguer aussi nettement l'eau adsorbée de l'eau interstitielle ; en réalité on passe progressivement de l'une à l'autre quand on s'éloigne de la surface des grains, mais cette distinction permet d'expliquer le mécanisme suivant lequel un sol passe d'un état caractéristique à un autre.

L'eau interstitielle, comme nous l'avons dit, par un effet de capillarité, introduit dans les sols une traction qui tend à rapprocher les grains les uns des autres.

Par contre, les molécules d'eau adsorbée se pressent à la surface des grains qui les attirent et tendent ainsi à repousser les grains voisins.

Quand un sol est gorgé d'eau, il ne s'y produit pas de traction capillaire et les grains sont entièrement enrobés de leur eau adsorbée ; les grains sont séparés d'au moins deux fois l'épaisseur de la couche d'eau adsorbée. Les mouvements relatifs des grains sont alors très aisés ; le sol est à l'état *liquide*.

Si l'eau interstitielle s'évapore en partie, des tensions capillaires vont y prendre naissance qui creuseront des ménisques aux surfaces libres de l'eau dans les pores du sol. Cette traction rapprochera les grains du sol et, pour une certaine valeur de cette traction, les grains ne seront plus séparés que par une seule couche adsorbée.

Ce film lubrifie les contacts et facilite le mouvement des grains les uns par rapport aux autres ; le sol est à l'état *plastique*.

Si l'eau interstitielle continue à s'évaporer, les tractions augmentent et les grains arrivent en contact en chassant les molécules d'eau adsorbée autour de ces points de contact.

Dans cet état, le sol se comporte comme un solide indéformable, et se trouve à l'état *solide sans retrait*.

Nous pouvons maintenant saisir le mécanisme de la compaction des sols.

La compaction est une opération qui vise à obtenir un serrage des grains mais pour ce, il est nécessaire de mettre le sol traité dans un état de plasticité caractérisé par une teneur en eau déterminée appelée *teneur optimum*.

Pour une teneur en eau *inférieure* à cette valeur, les grains sont insuffisamment enrobés, l'eau joue mal son rôle de lubrifiant, le mélange ne peut être compacté à son volume minimum.

Pour une teneur en eau *supérieure*, l'eau adsorbée tend à faire gonfler le matériau ; de plus la pression rapide du rouleau est amortie par l'eau ; le sol est peu compacté.

\* \* \*

Nous en arrivons ainsi à l'essai PROCTOR qui, *pour un compactage déterminé et toujours le même*, vise la détermination du pourcentage optimum d'eau à incorporer au sol traité.

A cet effet, on confectionne dans un moule de dimensions fixées des éprouvettes du matériau en faisant varier la proportion d'eau.

Le compactage est réalisé avec un mouton d'un poids déterminé tombant un certain nombre de fois d'une hauteur déterminée ; il est censé donner le même résultat dans le moule que les moyens de compaction utilisés sur chantier.

A titre indicatif, l'essai Proctor modifié correspond à l'utilisation des moyens modernes.

On trace alors la courbe des densités sèches obtenues sur chacune des éprouvettes en fonction de la teneur en eau de l'éprouvette. Cette courbe passe par un maximum qui est la teneur en eau Proctor.

Le degré de compaction Proctor est alors le rapport entre le poids volumétrique sec d'un échantillon quelconque du sol et le poids volumétrique sec maximum obtenu dans l'essai Proctor.

\* \* \*

La méthode CBR (Californian Bearing Ratio) permet, *pour une piste à revêtement souple*, la détermination de l'épaisseur combinée fondation-revêtement et le choix de la nature et de l'épaisseur des différentes couches constitutives.

Cette méthode est basée sur la mesure de l'*indice portant*.

L'indice portant est un nombre sans dimension exprimant en pourcentage le rapport entre les pressions produisant un enfoncement donné dans le matériau étudié d'une part et dans un matériau type d'autre part.

L'indice portant, pour un échantillon de matériau dont les constituants ont une granulométrie bien définie et des qualités physiques et mécaniques bien déterminées, est fonction de deux paramètres indépendants l'un de l'autre : la compacité de l'échantillon et sa teneur en eau.

L'indice portant peut être mesuré soit en laboratoire soit sur le terrain.

Pour faire cette mesure en laboratoire, on commence par tamiser le sol, de façon à éliminer tous les éléments supérieurs à 20 mm que l'on remplace poids pour poids par des éléments compris entre 5 et 20 mm.

Puis on détermine la teneur en eau optimum Proctor.

Ensuite on compacte l'échantillon dans un moule à cette teneur en eau optimum et on sature l'échantillon.

L'essai CBR consiste alors à enfoncer, à une vitesse déterminée, un piston de dimension déterminée dans l'échantillon.

On note les charges indiquées par la presse lorsqu'on atteint des enfoncements de 2,5 mm et 5 mm.

Le rapport de ces charges à celles trouvées sur un macadam type exprime l'indice portant du matériau expérimenté.

A titre indicatif, le macadam type donne une résistance au poinçonnement de 70 kg/cm<sup>2</sup> pour un enfoncement de 2,5 mm et 105 kg/cm<sup>2</sup> pour un enfoncement de 5 mm.

On peut répéter cet essai en faisant varier les paramètres « compacité » et « teneur et eau » et on obtient ainsi toute une gamme de valeurs d'indice portant du matériau pris dans différents états.

Pour l'application de la méthode, on fait usage de l'indice portant obtenu à l'état saturé et à un taux de compaction égal à celui que l'on escompte obtenir sur chantier compte tenu des moyens de compaction mis en œuvre.

Remarquons que ce choix équivaut à l'adoption d'un coefficient de sécurité car le sol de la plateforme ne se mettra pas nécessairement en état de saturation ; au contraire toutes les mesures prises au point de vue assainissement visent à éviter ce processus.

La connaissance de cet indice portant  $i$  permet alors, compte tenu de la charge appliquée  $P$ , de fixer l'épaisseur combinée fondation-revêtement et l'épaisseur  $h$  des, différentes couches constitutives. La relation  $f(P, i, h)$  est représentée graphiquement par un abaque.

L'indice portant  $i$  est porté en abscisse, les épaisseurs  $h$  en ordonnées, et chaque courbe correspond à une charge donnée  $P$  par roue.

L'épaisseur totale de l'ouvrage est définie par la profondeur  $h$  correspondant à l'indice  $i$  de la plateforme ou mieux du sol naturel non compacté, car, dans la généralité des cas, la couche supérieure du sol en place subit une amélioration par compactage et constitue la première couche de fondation.

Les couches suivantes seront réalisées par des matériaux dont l'indice  $i$  est croissant ; les épaisseurs de ces couches sont données par l'abaque en relation avec l'indice  $i$  du matériau constituant chaque couche.

Ces règles s'appliquent seulement aux couches situées à une certaine profondeur, précisée ci-dessous.

Les couches supérieures, soumises à des efforts et actions particuliers, doivent satisfaire aux conditions suivantes :

1. — *La couche d'usure* doit résister aux efforts d'arrachement et présenter une étanchéité aussi parfaite que

possible ; elle répondra aux normes d'un revêtement asphaltique, c'est-à-dire entre autres une épaisseur de 4 cm minimum.

2. — La couche placée immédiatement sous la couche d'usure est soumise à des efforts de cisaillement importants ; elle doit avoir, sur 15 cm au moins, un indice portant minimum variable suivant la classe d'aérodrome et qui est de 85 dans le cas qui nous occupe.

Voyons maintenant l'application de cette méthode au cas de la DJILI.

Les données de base étaient :

— charge P : 45 tonnes ;

— indice CBR : (à l'état saturé)

27 pour un taux de compaction 100 % Proctor Modifié ;

18 pour un taux de compaction 95 % PM ;

— indice du sol naturel non compacté : 6 %.

L'épaisseur totale  $h$ , conditionnée par l'indice  $i = 6$  %, est égale à 100 cm.

Suivant que l'on escompte un taux de compaction de 100 % PM (soit 27 CBR) ou 95 % PM (soit 18 CBR) on a alors :

Indice CBR	Profondeur compaction en cm	Épaisseur fondation revêtement
27	68	32
18	49	51

Dans le cas de l'indice CBR 27, on a donc :

— compaction du sol de la plateforme sur 68 cm, le degré de compaction variant de 100 % à 95 % P. M. pour les 49 cm supérieurs et variant ensuite de 95 % jusqu'à la compacité du sol naturel ;

— une fondation comportant :

10 cm d'empierrement d'indice CBR minimum = 40

15 cm de macadam d'indice CBR minimum = 85 ;

— un revêtement asphaltique de 7 cm d'épaisseur.

Cette technique avait été fixée en accord avec un des soumissionnaires.

Toutefois, comme elle consistait à escompter l'obtention sur chantier des résultats atteints à *la limite* en laboratoire, il avait été spécifié que si le compactage à 100 % P. M. n'était pas effectivement réalisé, il s'ensuivrait automatiquement une augmentation de l'épaisseur d'une ou plusieurs couches, en relation avec une application stricte de la méthode CBR.

\* \* \*

*Pour le revêtement rigide*, nous avons fait application de la méthode de Westergaard.

Dans cette méthode, les éléments suivants sont pris en considération :

1. — La charge appliquée P et la surface d'impact.

On adopte conventionnellement le cercle équivalent à cette surface, le rayon *a* de ce cercle étant calculé en fonction de la pression *p* de gonflage des pneus par la formule :

$$a = \sqrt{\frac{P}{\pi p}}$$

2. — Le sol apporte un appui continu qui intervient dans le calcul par le module de réaction K.

Celui-ci exprime la qualité du sol et s'obtient :

— soit par essai direct, consistant à appliquer une plaque rigide circulaire de 0,75 m de diamètre sur le sol et à mesurer l'enfoncement en fonction de la charge ;

— soit par mesure de l'indice portant CBR et utilisation de tables de correspondance entre cet indice et le module de réaction.

3. — Le revêtement en dalles de béton répartit bien la charge mais n'est pas apte à subir sans détériorations les déformations admissibles pour le sol ; on est donc

amené à considérer la résistance de la dalle à la flexion et à introduire dans les calculs la tension de rupture du matériau à la traction.

Un coefficient de sécurité de 1,75 est adopté par rapport à ce taux de travail.

L'épaisseur d'une dalle de béton se calcule donc à partir de la charge appliquée, de la pression des pneus, du module de réaction du sol et du taux de travail admissible pour la traction du béton, à l'aide des formules établies par Westergaard et qui ont été traduites en graphiques.

Voyons l'application de ces graphiques au cas de la DJILI ; les données de base étaient :

- charge P : 45 et 56 tonnes ;
- pression de gonflage des pneus : 10 kg/cm<sup>2</sup> ;
- module de réaction du sol :

K = 6,7 pour une compaction à 95 % P.M. ;

K = 9 pour une compaction à 100 % P.M. ;

— taux de travail du béton : soit 45 kg/cm<sup>2</sup> à la rupture correspondant à 25,7 kg avec coefficient de sécurité de 1,75.

Nous obtenions dans ce cas les épaisseurs suivantes :

Charge	K = 6,7	K = 9
45 T.	35 cm	33 cm
56 T.	38 cm	36 cm

Pour l'exécution du revêtement de l'aérodrome de DJILI, une certaine liberté a été laissée à l'entrepreneur.

L'épaisseur du béton à réaliser est fonction des deux variables  $\sigma$  et K qui sont liées entre elles par les relations des abaques.

L'épaisseur définitive à réaliser sera fixée d'après résultats obtenus sur chantier pour ce qui concerne le degré de compaction du sol et la qualité du béton.

Au terme de cet exposé, nous pouvons conclure que le sol de la DJILI présente d'excellentes qualités portantes pour l'établissement de revêtements d'aérodrome.

L'indice CBR est en effet de 18 % à 95 % de compaction P.M. et atteint 27 % au taux de compaction de 100 % P.M.

On peut escompter atteindre sans difficultés un indice CBR de 20 à 25 %.

A titre comparatif, les résultats obtenus lors des études des aérodromes de STANLEYVILLE, ÉLISABETHVILLE et USUMBURA sont respectivement de :

- 9 % à STANLEYVILLE ;
- 4 à 8 % à ÉLISABETHVILLE ;
- 2 à 7 % à USUMBURA.

Ces faibles résultats, conjugués avec d'autres facteurs tel notamment la nature argileuse du sol, conduisent à envisager des revêtements d'une épaisseur relativement beaucoup plus considérable.

\* \* \*

Restait enfin, pour DJILI, à choisir le type de revêtement, *souple* ou *rigide*.

D'une façon générale, les avantages et inconvénients de ces types de revêtement sont les suivants :

Le *revêtement souple* est plus économique en ce qui concerne les frais de premier établissement et se prête mieux à des réparations éventuelles.

Par contre, il nécessite un entretien périodique et est sujet à des détériorations locales en cas d'exploitation par des avions à réaction.

Le *revêtement rigide* nécessite des frais de premier établissement plus élevés mais, s'il est bien construit, ne nécessite d'autre entretien que celui des joints.

Par contre, les réparations éventuelles sont difficiles et onéreuses.

Il n'est pas sensible à l'action des avions à réaction et des solvants.

Tenant compte du fait que toutes les garanties ont été prises pour obtenir une exécution de haute qualité, la décision a finalement été prise d'adopter le revêtement rigide.

\* \* \*

L'aérodrome de la DJILI est maintenant entré dans le stade de l'exécution.

Nous disposons d'un site exceptionnellement favorable et répondant à toutes les nécessités.

Les méthodes éprouvées qui ont présidé à la détermination des caractéristiques des revêtements, les garanties prises dans les spécifications techniques imposées et le choix du revêtement rigide nous assurent un ouvrage de haute qualité.

Dès à présent, nos conceptions sont fixées pour ce qui concerne les installations, bâtiments et équipements de l'aérodrome ; pour la mise au point des détails, nous bénéficions des services d'un bureau d'études privé.

Et je conclurai, sans vaine prétention, en affirmant que nous construirons à Léopoldville, sur le plateau de la DJILI, un aérodrome digne de la capitale du Congo belge.

Direction de l'Aéronautique.  
Léopoldville, le 12 décembre 1951.

BIBLIOGRAPHIE

Instruction sur l'aménagement des bases et routes aériennes, publiée par le Ministre des travaux publics et des transports (France).

PELTIER, Contribution à l'étude de la géotechnique routière en France et dans nos territoires d'Outre-Mer.

## **A. Saccasyn. — La construction des routes économiques.**

(Note présentée par M. E. J. Devroey).

### **A. — But de l'étude.**

Le but de cette étude est double. Nous désirons d'abord apporter une contribution au développement des routes économiques dans les territoires peu développés en faisant le point de la question. L'importance que ce genre de construction routière a acquise dans des pays à grande étendue mais à densité de population relativement faible, comme aux États-Unis d'Amérique, par exemple, justifie de consacrer quelques pages à cette question.

Le second but de cette étude est de faire connaître aux lecteurs une excellente publication de 1951 du BUREAU CENTRAL D'ÉTUDES POUR LES ÉQUIPEMENTS D'OUTRE-MER. Cette brochure française constitue, en un raccourci de 50 pages environ, un manuel comportant les recommandations du Comité Technique créé pour l'étude générale des routes économiques. Le BUREAU CENTRAL D'ÉTUDES POUR LES ÉQUIPEMENTS D'OUTRE-MER (service des Routes), a été créé par arrêté du Ministre de la France d'Outre-mer en date du 10 février 1949 ; son siège se trouve à Paris 8<sup>e</sup>, 89 rue de Miromesnil.

### **B. — Classement des routes.**

Les différentes routes peuvent être classées, suivant la qualité de leurs fondation et revêtement, successivement en :

1) Pistes ou routes en terre, c'est-à-dire complètement en sol naturel ; le compactage est assuré par les véhicules ; une légère humidité est favorable à la tenue de la piste, mais un excès d'eau est une source d'ornières et rend rapidement la route impraticable.

2) Routes économiques, c'est-à-dire avec fondations ou revêtements peu coûteux ; ces routes ont une surface étanche et sont destinées à supporter un trafic léger ou moyen.

3) Routes ordinaires, à fondation et revêtement classiques, à base de matériaux pierreux.

Dans les lignes qui suivent, nous ne nous occuperons que des routes économiques, mais en fait, celles-ci sont en général construites à partir de pistes ou de routes en terre existantes mais dont les caractéristiques et les qualités sont devenues insuffisantes pour supporter le trafic croissant ; les deux premiers types de routes sont donc intimement liés.

### **C. — Bases pour le choix entre routes économiques et routes ordinaires.**

Le facteur principal qui conduit un Service des Routes à envisager la création d'une route économique ou la transformation d'une piste existante en route économique ou en route ordinaire, est le volume de trafic ou nombre de véhicules qui passent en un point donné en une unité de temps donnée.

Cependant, le volume de trafic peut n'avoir qu'une importance secondaire ; ce fut le cas, aux U.S.A., lorsque les Postes Fédérales se développèrent ; la nécessité d'assurer le passage journalier de la malle-poste a été à l'origine, en de nombreux endroits, de la création ou de l'amélioration de routes. Un autre exemple célèbre est celui des routes reliant les fermes aux grandes routes

ou aux chemins de fer conduisant aux marchés (farm-to-market roads) ; l'impérieux besoin des villes en produits des fermes entraînait l'obligation, pour les fermiers, d'amener avec certitude leurs produits à la « highway » ou au chemin de fer ; et pourtant, les quelques « miles » à parcourir, en saison des pluies, constituaient parfois une aventure ; les États et les Comtés, qui ont compris l'importance des transports sur ces routes fort peu fréquentées mais vitales pour l'approvisionnement, ont pris à leur charge leur amélioration.

Dans ces deux exemples américains, des routes « économiques » furent construites ; mais tandis que des routes économiques suffisaient entre ferme et highway, on passa bientôt à la construction de routes « ordinaires » pour les Postes, parce qu'un trafic croissant n'allait pas tarder à les emprunter.

Un autre facteur important dans le choix entre routes économiques et ordinaires est celui du poids des essieux des véhicules qui empruntent ou emprunteront la route à améliorer ; ce facteur intervient en effet directement dans le calcul des épaisseurs des revêtements et des fondations.

Enfin, il y a lieu de tenir compte de la nature du trafic, c'est-à-dire de la répartition entre les différents genres de véhicules, et parmi ceux-ci, on contrôlera si des roues à bandages métalliques circulent sur la route. Ces bandages métalliques, de même que les fers des chevaux, constituent en effet des agents destructeurs sérieux de certains revêtements ; l'importance de leur nombre peut dès lors conduire à adopter un autre type de revêtement moins sujet à usure rapide.

A titre d'indication, signalons qu'un volume journalier de 50 véhicules peut justifier la construction d'une route économique, tandis que 200 véhicules peuvent exiger une route ordinaire.

#### D. — Technique de base.

La technique de base par excellence nécessaire à l'étude des routes économiques est la géotechnie ; en tête de ce chapitre, nous soulignerons donc avec force la nécessité quasi absolue, dans un pays où l'on envisage de créer un réseau de routes économiques, de posséder un laboratoire équipé pour l'étude des sols et de recourir de manière systématique à des essais préalables des sols à utiliser et de leur comportement en mélange avec des produits divers dont nous parlerons plus loin.

Il n'est pas question d'entrer ici dans des détails de géotechnie ni même de donner les grandes lignes des essais et méthodes qu'elle comporte, mais nous voudrions simplement souligner que dans ce domaine, les Américains ont établi plusieurs classifications des sols, en fonction de leurs propriétés géotechniques, de leurs caractères physiques et de leurs qualités au point de vue « construction routière » ; disons, pour ne pas allonger inutilement cette étude, que la classification du BUREAU OF PUBLIC ROADS, établie avec la collaboration du HIGHWAY RESEARCH BOARD, constitue un guide excellent pour l'Ingénieur routier amené à rencontrer des sols de natures très diverses et à se demander comment ils peuvent être classés au point de vue de leur utilisation comme matériaux de construction de routes.

Que le lecteur non averti ne se méprenne pas : une classification n'est pas une clé qui donne la solution du problème ; par exemple, si l'étude d'un certain sol, en laboratoire (granulométrie, limites d'Atterberg, indice de groupe) conduit à un classement A-2-4 par exemple, on possédera une indication relative de la valeur de ce sol au point de vue de son utilisation possible comme fondation.

La classification du B.P.R. de Washington comporte

11 groupes et sous-groupes ; elle est simple et donne une idée assez précise du type de sol étudié.

D'une manière générale, la construction classique d'une chaussée consiste à prévoir des couches successives d'épaisseurs variables, mais d'autant plus dures que l'on se rapproche de la surface par laquelle se transmettent les contraintes dues au trafic ; les lois de répartition de ces contraintes entre les différentes couches et en différentes directions ne sont pas encore connues d'une manière précise, notamment lorsque l'on a affaire à des couches multiples ou hétérogènes ; quoi qu'il en soit, on admet très approximativement que la répartition des efforts se fait suivant un cône s'ouvrant de la surface vers le sous-sol, à partir du point ou de la zone d'application de la charge, et à  $45^{\circ}$ .

Bien que cette loi approchée ne permette pas de calculer les contraintes qui se développent en divers points du cône, on peut cependant conclure que les contraintes les plus grandes se font sentir à la surface, et cela quel que soit le type de revêtement ou de fondation. C'est pourquoi il faut toujours chercher à construire des couches d'autant plus dures que l'on approche de la surface de roulement. C'est bien ce que l'on poursuit dans la construction des routes économiques ; la plupart du temps, on réalise en effet des économies sur la fondation, en remplaçant les matériaux pierreux coûteux ou introuvables à faible distance, par le sol en place travaillé au moyen de produits spéciaux utilisés en faibles quantités ; mais on a toujours soin de recouvrir la fondation par un revêtement qui sert à la fois de protection contre les eaux de pluie ou la dessication trop rapide, et de couche dure ou couche d'usure ; nous y reviendrons plus loin.

### E. — Procédé de base.

Le procédé qui est à la base de la construction des routes économiques est celui de la stabilisation du sol de fondation, celle-ci étant ensuite recouverte d'un revêtement ou d'une couche de protection genre couche de scellement ou d'enduisage.

Dans la construction des routes ordinaires de nos pays, on crée « de toutes pièces » une fondation et un revêtement par apports extérieurs de matériaux pierreux et de liants ; dans le cas des routes économiques, au contraire, on s'efforce d'utiliser au maximum le terrain existant et de n'apporter de matériaux étrangers pour en améliorer la stabilité que dans une mesure aussi faible que possible, de manière à justifier le nom de route « économique » donné à ces chaussées.

L'économie porte donc sur deux points :

- peu ou pas de matériaux pierreux à acheter,
- peu ou pas de transport pondéreux et à longue distance.

Les agents stabilisants ou des liants, comme le ciment, les produits hydrocarbonés ou des produits chimiques divers ne se trouvent pas en général à pied d'œuvre, sauf exception, mais on ne trouve pas toujours sur place non plus, un sol qui convient entièrement pour une route économique, même avec apport d'un agent stabilisant. Il faut donc parfois avoir recours à un matériau de complément bon marché et peu éloigné, c'est-à-dire à un autre « sol » facilement exploitable ; c'est pourquoi, avant de fixer le tracé de manière définitive, il convient, après en avoir reconnu les grandes lignes, de prospecter systématiquement une zone comprenant trois bandes de terrain : celle où le tracé peut passer et une bande d'une certaine largeur de part et d'autre de la première ; on dresse ensuite une carte des ressources locales en maté-

riaux situés dans ces trois bandes et on prélève des échantillons qu'on envoie au laboratoire routier.

Ce procédé concerne bien entendu la construction de routes d'une longueur de plusieurs dizaines voire centaines de kilomètres. Nous devons à ce sujet souligner le grand intérêt que présente la photogrammétrie aérienne ; mais l'avion permet également de dresser des cartes pédologiques, donnant pour la zone étudiée les divers terrains rencontrés et leur nature ; nous avons pu nous rendre compte, à l'Université de Purdue, Indiana, combien cette technique était intéressante et utile pour des études routières étendues. Beaucoup d'États d'Amérique disposent de grandes quantités de graviers ; leur exploitation ne coûte presque rien et on les utilise sans les concasser ; le repérage des « borrow-pits » de gravier dans les zones routières définies comme plus haut est donc devenu l'objectif n° 1 chaque fois qu'une route doit être améliorée ou créée.

#### F. — Procédés utilisés.

Dans le présent chapitre, nous passerons en revue une série de procédés utilisés pour la construction des routes économiques. Il va de soi que nous ne pouvons entrer ici dans des détails trop poussés ; nous donnerons les grandes lignes des procédés, étant entendu que les analyses et essais en laboratoire doivent avoir le dernier mot et donner les formules précises d'application.

L'ordre dans lequel sont classés les divers procédés examinés n'implique aucune hiérarchie suivant la valeur du procédé ; seuls sont donnés en dernier lieu des procédés spéciaux ou à la limite entre les routes économiques et les routes ordinaires.

*Remarque préliminaire :* Il va de soi que la construction de routes économiques ne dispense pas d'établir des

pentcs transversales convenables pour l'écoulement des eaux superficielles, et surtout des fossés ou autres moyens de drainage de la plate-forme.

### 1. Sols améliorés.

Ce procédé consiste à incorporer au sol existant, de qualité insuffisante pour former une fondation stable, un autre matériau naturel, disponible à une distance pas trop grande et bon marché. C'est le cas des routes en argile, dont un excès d'humidité ou des alternances d'humidité et de sécheresse rendent l'emploi impossible comme fondation ; cependant, si on y mêle intimement du sable de qualité appropriée, on obtient un excellent sol de fondation qu'il suffit de compacter ; l'épaisseur qui doit être traitée de la sorte dépend de l'importance du trafic et surtout du poids des essieux, mais elle dépend dans une certaine mesure également des disponibilités en sable ; l'addition de sable a pour but de diminuer l'indice de plasticité du sol en place.

Inversement, un sol sableux ne convient pas comme fondation, parce qu'il manque de cohésion ; une addition d'argile permet de l'améliorer considérablement.

Le mélange de sable et d'argile est en général effectué sur 0,15 m d'épaisseur au moins, au moyen d'un « grader » ou d'un « pulvi-mixer », ce dernier engin donnant une meilleure homogénéité. Un compactage est ensuite effectué, la plupart du temps avec des rouleaux « à pied de mouton » ou à pneumatiques.

La pratique générale américaine consiste à répandre sur le sol ainsi amélioré une couche de scellement ou d'imprégnation au moyen de cut-back asphalt R.C. et à la sabler ou gravillonner ; le cut-back asphalt sert en fait à imprégner la partie supérieure du sol amélioré.

La chaussée ainsi traitée peut servir telle quelle, mais en vue d'une meilleure conservation, il est indiqué de prévoir un ou deux enduisages de la surface avec gra-

villonnage, lesquels formeront une couche d'usure dure qui diminuera les efforts dans le mélange sable-argile.

Le double enduisage peut être remplacé par un revêtement véritable à base de pierrailles enrobées soit en plant soit sur la route elle-même ; nous parlerons plus loin de ce dernier procédé « mix-in-place » ; mais en attendant le revêtement, la route en sol amélioré et enduit peut servir à un trafic léger.

Cependant, lorsqu'on se trouve dans une région où l'on dispose de sable en grande quantité et où l'on doit donc amener de l'argile ou tout autre produit stabilisant, il est tout indiqué de choisir comme revêtement un « sand-asphalt » préparé en plant à proximité ; nous reparlerons plus loin de ce procédé.

## 2. Béton d'argile ou béton de sol.

Sur les routes établies en terrain argileux et le long desquelles on dispose de graviers peu coûteux, il est courant, aux U.S.A. et en Scandinavie, de répandre tout simplement des graviers sur la surface, de les étaler au moyen d'un balai tracté ou d'un grader, puis de laisser le trafic circuler sur ce gravier qui enfonce peu à peu dans le sol les matériaux pierreux.

Elles constituent donc en fait des routes déjà quelque peu améliorées économiquement, mais leur surface se désagrège plus ou moins vite, selon le trafic, les pluies ou la sécheresse ; c'est pourquoi on a cherché à les stabiliser ; de là est venu le nom de « routes en gravier stabilisé » donné au début à ce procédé.

Le produit chimique nécessaire pour donner une stabilité au béton d'argile est le chlorure de calcium, qui garde à l'argile la plasticité voulue pour éviter la désagrégation en temps de sécheresse. La mise en œuvre du produit requiert une analyse préalable du sol, afin de déterminer, compte tenu des graviers dont on dispose et qui ne doivent pas dépasser 20 mm, les quantités de  $\text{CaCl}_2$  et d'eau ;

la quantité d'eau a une importance capitale, puisque c'est d'elle que dépendra la plasticité du sol après compaction ; la compacité doit être maximum, d'où nécessité d'éléments fins et d'une granulométrie convenable.

Le mélange du  $\text{CaCl}_2$  au sol peut se faire soit en bétonnière (procédé coûteux mais valable pour de petites surfaces) ou mieux par incorporation directe au sol, suivie d'épandage terminal ; le mélange au sol se fait en hersant le sol au moyen de disques et en mélangeant le produit au sol avec un grader ; un compactage suit.

L'épaisseur de route traitée est de 8 cm en général ; la quantité de  $\text{CaCl}_2$  exigée est d'environ  $1 \text{ kg/m}^2$ , suivi de  $0,3 \text{ kg/m}^2$  pour l'épandage terminal ; le coût du produit est généralement moindre que celui de la main-d'œuvre.

Le sol ainsi stabilisé peut évidemment recevoir une ou plusieurs couches de protection à base de liant hydrocarboné, ce qui est surtout à conseiller dans les régions trop pluvieuses ; dans les régions sèches, le béton d'argile reste exempt de poussière en saison chaude, mais il ne faut pas oublier que sa confection nécessite des quantités d'eau assez élevées, tant pour le malaxage que pour l'arrosage final.

### 3. Sol-ciment.

Le titre parle de lui-même : on mêle au sol en place une certaine quantité de ciment et d'eau et on compacte le mortier ainsi formé, puis on protège la surface, après séchage, au moyen d'un enduisage ou d'un revêtement noir quelconque.

Tous les sols ne se prêtent évidemment pas à ce traitement (notamment ceux trop plastiques ou les sables fins) et c'est toujours vers le laboratoire routier qu'il y aura lieu de se tourner ; ce dernier déterminera d'abord si le mélange est possible et dans l'affirmative, quelle quantité de ciment et d'eau il y a lieu de prévoir. Signalons que

l'épaisseur de sol stabilisé est de 15 cm en général et que la quantité de ciment varie de 7 à 15 % en poids du sol sec et compacté ; si l'on prend une moyenne de 12 %, cette quantité représente environ 25 kg de ciment par m<sup>2</sup>, contre 90 ou 70 kg /m<sup>2</sup> pour les dalles en béton de ciment de 20 cm construites sur nos routes ; le prix de revient du sol-ciment est donc relativement élevé, lorsqu'on le compare aux autres procédés.

Contrairement au cas des sols améliorés, où une imprégnation au cut-back asphalt est réalisée, cette opération est difficile avec le sol-ciment ; on se contentera donc soit d'enduire superficiellement (avec gravillonnage) soit de poser un revêtement noir.

Le sol-ciment a l'avantage sur les autres procédés d'être une fondation insensible à l'eau soit superficielle soit du sous-sol ; comme il exige une assez grande consommation d'eau, tant pour le mélange au ciment que pour l'arrosage pendant la prise, ce procédé peut devoir être écarté, outre son prix, dans les régions trop sèches et trop chaudes.

L'appareil utilisé pour le mélange sol-ciment est un pulvi-mixer avec tank à eau ; il existe sur le marché un engin spécialement conçu pour ce travail.

Signalons pour terminer que les essais de laboratoire qui consistent à déterminer les caractéristiques du sol et les quantités de ciment, de sol et d'eau, comprennent également des essais de comportement du mélange compacté à des alternances d'humidification et de séchage ; pour les pays froids, on effectue en plus des essais d'alternance de gel et dégel.

#### **4. Sols stabilisés au moyen de liant hydrocarboné ou sols-bitume.**

D'une manière générale, les sols trop argileux ne peuvent convenir pour ce procédé ; si l'on désire néanmoins y recourir, il y a lieu de diminuer l'indice de plasticité du sol en lui incorporant au préalable un autre sol,

comme dans le cas des sols améliorés ; en fait les sols améliorés peuvent recevoir une stabilisation supplémentaire en les soumettant au procédé des sols-bitume ; mais si le sol naturel convient, on pourra tout simplement éviter les premières opérations d'amélioration.

A la différence d'avec les sols enrobés dont question plus loin, les sols pour sols-bitume doivent comporter des éléments fins et être cohérents ; ils ont l'avantage de couvrir une gamme bien plus étendue de spécifications que dans le cas des sols enrobés ou améliorés. La présence d'humidité dans le sol est favorable, car elle facilite le cheminement du liant ; on fait usage de cut-back asphalt éventuellement dopé.

Comme pour tous les autres procédés, c'est le laboratoire qui déterminera les quantités et natures exactes de liant à utiliser en tenant compte des conditions climatiques locales et de la saison.

L'épaisseur de stabilisation est variable entre 5 et 10 cm, selon la qualité du sous-sol ; la stabilisation est opérée au mieux, comme dans le cas des sols améliorés, au moyen de pulvi-mixers.

Après compactage par pneumatiques, on attend quelque temps jusqu'à ce que le solvant du cut-back asphalt soit en partie évaporé, puis on répand une couche de scellement ou un revêtement, comme dans le cas des sols améliorés ou des sols-ciments.

A titre d'indication, signalons que la quantité de cut-back asphalt à utiliser par m<sup>2</sup> est de l'ordre de 5 à 10 kg.

##### 5. Sols enrobés.

Au contraire des sols stabilisés, les sols à enrober ne peuvent contenir trop de fins éléments, sinon il y a lieu de les stabiliser. On distingue deux méthodes.

a) *Sand-asphalt* : utilise des sables plutôt secs ; l'enrobage se fait à chaud, au moyen de cut-back asphalte

à haute viscosité ou même de bitume 80/100 ; le produit est répandu tiède sur la plate-forme, en couches de 5 à 8 cm.

Signalons qu'afin d'augmenter la stabilité du produit enrobé, on ajoute parfois une certaine proportion d'éléments granulaires tels que du laitier granulé et surtout un filler calcaire ou de la chaux ; ce dernier produit joue un double rôle : il améliore la granulométrie et il augmente l'adhésivité du liant au sable ; l'adjonction de ce filler est surtout aisée lorsque le mélange sable-liant a lieu en plant (plant fixe ou travel-plant).

*b) Wet-sand* : comme son nom l'indique, le sable est utilisé à l'état humide ; cette humidité est d'ailleurs favorable à la stabilité du mélange, même si elle retarde un peu la prise. L'enrobage a lieu à froid et le liant est traité spécialement pour assurer l'adhésivité au sable soit par un « dope » soit par une huile spéciale.

Dans les deux procédés précédents, *a)* et *b)*, il y a lieu, après compactage, d'établir une couche de scellement avec gravillonnage de protection, mais seulement après évaporation partielle du solvant ; c'est pourquoi, dans nos pays, ces procédés ne peuvent être exécutés trop tard dans l'année, à cause des solvants qui ne s'évaporent plus.

Par ailleurs, il y a lieu de veiller à ne pas abuser des dopes dont un pourcentage légèrement trop élevé risque d'émulsionner le bitume sous l'action du cylindre ou du trafic.

La stabilité des sols enrobés est mesurée de deux manières ; il y a d'abord le procédé Hubbard-Field, qui est un essai d'extrusion d'une éprouvette cylindrique, dans lequel on mesure la force nécessaire pour procéder à cette extrusion. Le second procédé est celui du cone-test ou essai de pénétration d'un cône dont l'angle au sommet a 90° ; ce deuxième essai donne plusieurs renseignements intéressants, notamment la viscosité du

mélange et sa force portante. Une fois de plus, des essais de laboratoire sont nécessaires.

#### 6. Stabilisation au moyen de produits divers.

Jusqu'à présent, les agents stabilisants examinés étaient les produits classiques utilisés dans la construction des revêtements ordinaires, c'est-à-dire le ciment ou les liants hydrocarbonés. On a cependant recherché d'autres produits, pour diverses raisons, les unes d'ordre économique, les autres d'ordre militaire.

Le souci que l'on doit avoir, dans la construction de routes économiques, d'utiliser dans toute la mesure du possible les disponibilités locales, a conduit à rechercher les possibilités d'emploi de produits végétaux ou de sous-produits d'industries locales. A cet égard, nous ne pouvons mieux faire, en ce qui concerne le Congo belge, que de renvoyer le lecteur à l'étude de M. A. DE BOECK, *Stabilisation des routes en terre dans la Province de Léopoldville*, et dont un résumé a été donné dans le *Bulletin des Séances de l'Institut Royal Colonial Belge*, (1941, pp. 112-133), sous la signature de M. E. DEVROEY.

Cette étude, valable pour les districts du Bas-Congo et du Kwango, conduit en effet à envisager l'emploi de produits tels que le *bolaka*, l'*huile de palme*, le *copal* et le *palmocopal*, nom donné par M. DE BOECK à une solution de copal pyrogéné dans l'huile de palme.

Pour des raisons militaires, les Américains ont recherché des produits chimiques susceptibles de durcir très rapidement le sable des plages de débarquement ou les pistes d'avion ; deux grandes Administrations ont opéré des recherches et sont arrivées à des produits différents :

La *U. S. Navy* utilise de la résine furfurale, du chlorhydrate d'aniline et du brai de houille comme filler ; le chlorhydrate d'aniline agit comme catalyseur. Ces produits liquides sont directement mêlés au sol au moyen

d'un malaxeur mobile qui avance à une vitesse de 250 mètres à l'heure ; l'épaisseur traitée atteint 15 cm. Les sables des plages conviennent bien mais les argiles et limons ne donnent pas de bons résultats.

La quantité de produit atteint environ 5 % en poids du sol traité ; un compactage du sol est effectué soit au moyen d'un appareil vibrant soit de rouleaux. La durée de prise est rapide : une voiture légère peut rouler sur le sol traité après 2 heures ; après 24 heures, les lourdes charges peuvent passer.

L'*Armée Américaine* a de son côté utilisé de l'acrylate de calcium, du persulfate d'ammoniaque et du théosulfate de soude, ces deux derniers produits comme catalyseurs ; la consommation d'acrylate est en moyenne de 10 kg/m<sup>2</sup>, les catalyseurs étant utilisés en faibles quantités.

L'épaisseur traitée varie entre 4 et 8 cm ; le produit a l'avantage de pouvoir être utilisé avec des sols mouillés et de convenir même avec les argiles et limons.

La durée de prise varie, en fonction des quantités de catalyseurs, entre 20 minutes et 2 heures ; l'acrylate est malheureusement fort coûteux.

#### 7. Les latérites.

L'importance des sols latéritiques, au Congo notamment, justifie de leur consacrer un paragraphe spécial ; ces sols ont des compositions fort variables et leur identification est une source de discussion ; on les caractérise en général, au point de vue chimique, par les rapports  $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$  ou  $\text{SiO}_2 / \text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Pour la *stabilisation*, de nombreux agents ont été essayés avec plus ou moins de succès : la chaux, le silicate de soude, le ciment Portland, le cut-back asphalt (MC 3), un mélange aniline-furfural dans la proportion 2 : 1, etc. Les meilleurs résultats ont en général été obtenus avec le ciment et dans certains cas avec l'aniline-

furfural ; selon leur dureté et leurs indices de plasticité, certaines latérites peuvent être employées comme les autres sols, en vue de sols-bitume.

Dans d'autres cas, la dureté des latérites permettra de les utiliser sans devoir les stabiliser, c'est-à-dire comme macadams ou empierrements, mais la protection de la surface au moyen d'enduisages ou de pénétration ou de revêtement hydrocarboné est nécessaire.

#### 8. Les « mix-in-place ».

Nous citons ce procédé de « mélange sur place » parmi ceux utilisés pour les routes économiques parce qu'en fait, comparé aux procédés d'enrobage en plant, il est nettement plus économique, d'autant plus que l'engin utilisé pour ce mélange sur place, le « grader » est celui qui sert la plupart du temps pour les travaux de mise sous profil de la plate-forme, creusement des fossés, voire pour les sols améliorés ou les sols-bitume ; lorsqu'on considère le prix de revient de l'ensemble des opérations, la méthode du « mix-in-place » peut être particulièrement intéressante.

#### 9. Procédés spéciaux.

Il existe bien entendu des procédés divers ne rentrant pas dans ceux décrits ci-avant ou bien présentant un aspect particulier ; nous en citerons deux.

##### a. Routes en lave.

La lave peut constituer un excellent matériau de fondation ; elle présente plusieurs avantages : étant parfois peu dure, elle s'exploite à peu de frais ; ayant un poids volumétrique peu élevé, son transport est beaucoup moins coûteux que celui des pierrailles ; l'absence d'éléments très fins en fait une excellente matière de fondation où les remontées d'eau ne sont pas à craindre par

capillarité ; il n'est pas nécessaire d'avoir une granulométrie bien étudiée, les calibres « tout-venant » convenant parfaitement pour les fondations, quitte à couvrir par une couche de 3 à 4 cm d'un calibre plus petit ; en s'écrasant, la lave ne forme pas de poussière comme les cendrées.

Ces laves sont utilisées en Allemagne, en Californie, à Hawaii ; la lave « tout-venant » est déversée des camions sur le coffre ou l'assiette de la chaussée en une couche de 30 à 35 cm par exemple puis cylindrée immédiatement ; l'épaisseur finale devient 25 cm environ ; on réalise ensuite une pénétration et deux enduisages ou bien une pénétration et un revêtement noir quelconque. La rapidité d'exécution est remarquable.

Signalons que la détermination des épaisseurs à mettre en œuvre doit faire l'objet de mesures préalables en laboratoire afin de déterminer la diminution de volume sous compaction et la résistance ; l'essai C.B.R. classique ne peut être utilisé et doit être remplacé par un essai de compression statique.

#### b. *Revêtements hydrocarbonés préfabriqués.*

Ce procédé a été développé pendant la guerre à des fins militaires, pour hâter l'utilisation des aérodromes ; ces « prefabricated bituminous surfacings » consistent en membranes minces imperméables, ressemblant au papier d'étanchéité placés sous les dalles en béton, mais plus solides.

Ces membranes sont posées directement sur le sol nivelé et compacté.

En outre, elles permettent d'abriter le sol contre les pluies, dans une mesure non négligeable, d'où possibilités de travail de terrassement et de compactage ; leur emploi permet également de protéger les talus contre l'érosion et le ruissellement des eaux, d'où possibilité d'économiser des terrassements en donnant des inclinaisons plus grandes.

### G. — Exécution des travaux et équipement.

Le problème de l'exécution des travaux peut être envisagé de deux manières, selon les crédits dont dispose un service des routes et l'urgence éventuelle des constructions : on peut sélectionner les procédés compatibles avec les matériaux, le matériel et la main-d'œuvre existants ou bien l'on peut établir un programme des besoins en matériaux et matériel et attendre que ce dernier soit à pied d'œuvre pour travailler.

L'élément dominant dans la construction des routes économiques est en effet la question des engins mécaniques ; une route d'une certaine importance ne sera économique que si la mécanisation est poussée aussi loin que possible ; une main-d'œuvre bon marché, comme c'est le cas dans les colonies, ou même qualifiée, ne peut remplacer des machines comme des graders, des pulvimixers, des répanduses de liant, des malaxeurs, des pelles mécaniques, des camions, des rouleaux ou des transporteurs à courroie ; or ce sont ces engins qui « fabriquent » la route et non la main-d'œuvre.

Dans nos routes d'Europe, une partie importante de la main-d'œuvre est nécessaire pour des travaux que l'on n'exécute pas dans les routes économiques et que les Américains n'exécutent pas davantage dans leurs grandes routes ; ce sont : les bordures enterrées ou en saillie, parfaitement néfastes ; les fossés creusés à la main alors qu'un fossé triangulaire est facilement creusé par un grader ; les pavages de contrebutage des bordures ou de durcissement d'accotements ; les puisards, les saignées, les nombreux raccordements aux propriétés riveraines, etc.

Le métré d'un programme de construction de route économique ne doit comporter que très peu de postes, mais de grandes quantités exécutable mécaniquement.

Parmi les engins mécaniques, celui dont l'usage est sans doute le plus multiple est le « grader », qui sert non seulement aux terrassements de profilage, aux mix-in-place, et au creusement des fossés, mais aussi à l'entretien ultérieur des routes et des accotements.

Dans l'ensemble, l'équipement nécessaire à la construction d'une route économique d'un type choisi est relativement peu nombreux ; à part les postes d'enrobage (en plant) qui exigent un personnel très qualifié et un petit laboratoire de contrôle, le personnel nécessaire à la conduite des camions, graders, pulvi-mixers, rouleaux de tous types, herses, etc. n'exige pratiquement pas d'aides sur routes.

Une conséquence de la mécanisation et de l'utilisation presque générale de liants hydrocarbonés pour les enduisages, les couches de scellement, les enrobages, etc. est de nécessiter une étude préalable des transports et un approvisionnement suffisant en carburants et liants : c'est un point à ne pas perdre de vue lorsqu'on ne dispose pas, avant de commencer, des accès convenables.

#### **H. — Coût des routes économiques.**

Nous ne sommes pas entrés dans les détails d'exécution et de prescriptions dans les chapitres qui ont précédé ; nous ne pouvons davantage le faire en ce qui concerne le prix de revient des divers types de routes économiques : tout est fonction des conditions locales et des distances de transport.

L'essentiel est d'utiliser, dans la généralité des cas, les ressources locales et de n'apporter de loin qu'aussi peu que possible de matériaux étrangers. Nous avons cependant souligné que les routes en sol-ciment coûtaient généralement plus cher que celles faisant appel à d'autres procédés.

Contrairement à ce qu'on croit souvent, les Américains

ne gaspillent pas leurs dollars en travaux inutiles : nous l'avons déjà souligné au chapitre G ; mais le trafic croissant de l'immense réseau de routes en terre et gravier des U.S.A. justifie des améliorations qui sont réalisées par les procédés des routes économiques, et non par des modernisations coûteuses.

**I. — Recommandations du comité technique créé pour l'étude générale des routes économiques.**

Nous ne pouvons mieux faire, pour donner une idée de cette publication du BUREAU CENTRAL D'ÉTUDES POUR LES ÉQUIPEMENTS D'OUTRE-MER (Service des Routes), que de donner ci-dessous le sommaire de cette brochure de 50 pages :

- TITRE I. — Conception technique et économique.  
— II. — Tracés.  
— III. — Emprise et réglementation domaniale.  
— IV. — Plate-forme.  
— V. — La route en terre.  
— VI. — Autres types de chaussées.  
Chapitre I. — Dispositions générales.  
— II. — Les macadams.  
— III. — Les bétons de sol.  
— IV. — Les latérites.  
— V. — Les sols stabilisés par incorporation dans la masse d'un liant hydrocarboné.  
— VI. — Les sols-ciment.
- TITRE VII. — Problèmes relatifs aux liants hydrocarbonés.  
Chapitre I. — Les imprégnations  
— II. — Les revêtements enrobés.  
— III. — Les revêtements superficiels ordinaires.  
— IV. — Le choix du type de liant.  
— V. — L'organisation des approvisionnements en liants.  
— VI. — L'organisation des chantiers de répandage des liants.
- TITRE VIII. — Les carrières.  
— IX. — Les accessoires de la route.

Outre les textes faisant l'objet des titres et chapitres indiqués, la brochure du B.C.E.O.M. comporte une série de tableaux et de figures dont la liste est la suivante :

FIG. 1 : Corrections de surlargeur des plates-formes étroites.

FIG. 2 : Profils en travers types de la plate-forme.

FIG. 3 : Types de fossés triangulaires.

FIG. 4 : Largeur et profil en travers de la chaussée.

TABLEAU 1 : Caractéristiques hydrauliques d'un fossé normal.

TABLEAU 2 : Longueurs critiques d'un fossé de route.

TABLEAU 3 : Zones climatiques. Précipitations et débits unitaires.

TABLEAU 4 : Largeurs des chaussées.

TABLEAU 5 : Spécification des agrégats pour couche de roulement.

TABLEAU 6 : Périodes probables d'exécution des bitumages généraux.

TABLEAU 7 : Consommation probable en liant.

Les « Recommandations » faisant l'objet de la publication ont été approuvées le 23 avril 1951 par le Secrétaire d'État à la France d'Outre-Mer ; elles sont destinées à modifier ou compléter les prescriptions de la circulaire 5468/TP du 16 juin 1949 du Ministère de la France d'Outre-Mer.

Nous n'avons pas l'intention de faire un résumé des « Recommandations » ; le seul fait d'avoir réuni une telle documentation en cinquante pages constitue un travail remarquable ; nous soulignerons simplement quelques points particuliers.

L'influence des zones climatiques, des précipitations atmosphériques et des conditions d'humidité ou de sécheresse, a dans les territoires d'Outre-Mer une importance capitale qui détermine bien souvent le choix de tel ou tel procédé, ou de tel ou tel type de liant. Les « Recommandations » conduisent donc à des caractéristiques géométriques (pentes transversales) et à des dimensions et longueurs critiques de fossés dépendant de ces facteurs climatiques ; des tableaux, établis avec le souci d'obtenir des formes géométriques économiques et facilement réalisables, sont donnés ; en terrain plat, par exemple, les fossés sont prévus en forme de triangle et

une compensation est réalisée entre le déblai du fossé et le petit remblai sur le sol naturel en vue de donner une pente transversale. Les fossés sont toujours de forme triangulaire, de manière à pouvoir être réalisés aisément au moyen d'un « grader ».

Le tableau donne, pour une centaine de localités, réparties dans tous les Territoires Français d'Outre-Mer, les périodes de sécheresse absolue, de sécheresse relative, les pluvieuses et très pluvieuses, ainsi que des indications relatives aux liants à employer.

Nous ne pouvons que recommander aux Ingénieurs que la question des routes économiques dans les territoires d'Outre-Mer et les Colonies intéresse, de placer cette publication dans leur bibliothèque et de la consulter avant chaque projet ; les nombreuses données géométriques qu'elle contient constituent d'excellentes bases d'études.

#### **J. — Conclusions.**

L'étude qui précède n'a pas d'autre prétention que de constituer une mise au point de la question des routes économiques, d'énumérer et de décrire brièvement les procédés employables, et enfin d'indiquer les idées qui sont à la base de ces techniques.

Les détails d'application doivent être recherchés dans les ouvrages spécialisés, les manuels et surtout dans les enseignements des résultats d'essais en laboratoire.

Le développement rapide des réseaux routiers est devenu une nécessité vitale tant pour les régions peu développées que pour nos pays ; les techniques des routes économiques permettent de travailler vite et moyennant des crédits relativement faibles ; dans l'avenir, si des améliorations de revêtement s'avèrent nécessaires, les routes économiques pourront servir d'excellente fondation, mais pendant de nombreuses années,

elles auront été utilisées pour le plus grand profit des capitaux investis. Mais avant de développer un réseau, quelques idées claires et un programme sont nécessaires. Nous espérons que les lignes qui précèdent pourront servir à ces fins.

Bruxelles, le 15 mars 1952.

**Séance du 25 avril 1952.**

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

Présents : MM. J. Beelaerts, E. Devroey, G. Gillon, membres titulaires ; MM. G. Bousin, C. Camus, L. Descans, R. du Trieu de Terdonck, P. Lancsweert, M. Leygraye, P. Sporcq, membres associés ; M. J. Van der Straeten, membre correspondant.

Excusés : MM. H. Barzin, F. Campus, E. Comhaire, I. de Magnée, P. Fontainas, J. Lamoën, F. Leemans, G. Moolaert, F. Olsen, J. Quets, P. Van Deuren.

**Constructions cellulaires en palplanches.**

M. L. *Descans* résume l'étude qu'il a rédigée à ce sujet et qui paraîtra dans les mémoires in-8°.

**La rivière Kasai et la voie nationale du  
Bas-Congo au Katanga.**

M. E. J. *Devroey* développe une série d'arguments en faveur du maintien de la voie mixte rail-eau-rail de Matadi au Katanga (voir page 629).

**Emploi des méthodes statistiques au Congo belge.**

M. E. J. *Devroey* présente une note de M. P. GILLIS sur quelques considérations concernant l'emploi des méthodes statistiques au Congo belge (voir page 667).

### Zitting van 25 April 1952.

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

Aanwezig : De Heren J. Beelaerts, E. Devroey, G. Gilion, titelvoerende leden ; de Heren G. Bousin, C. Camus, L. Descans, R. du Trieu de Terdonck, P. Lancsweert, M. Legraye, P. Sporcq, buitengewone leden ; de Heer J. Van der Straeten, corresponderend lid.

Verontschuldigd : De Heren H. Barzin, F. Campus, E. Comhaire, I. de Magnée, P. Fontainas, J. Lamoën, F. Leemans, G. Moulaert, F. Olsen, J. Quets, P. Van Deuren.

#### Celconstructie in damplanken.

De Heer *L. Descans* vat de studie samen die hij opgesteld heeft onder de titel : « Constructions cellulaires en palplanches » en die in de verhandelingenreeks in-8° zal opgenomen worden.

#### De Kasai-rivier en de nationale weg van Beneden-Congo naar Katanga.

De Heer *E. J. Devroey* geeft een uiteenzetting over een reeks argumenten in het voordeel van het behoud van de gemengde spoor-water-spoor-verbinding van Matadi naar Katanga (zie blz. 629).

**Géologie de certains gisements stannifères du Maniema.**

M. M. *Legraye* donne lecture de son rapport (voir page 678) ainsi que de celui rédigé par M. I. de *Magnée* (voir page 674) sur cette étude de M. M. VARLAMOFF.

La section décide l'impression du travail de M. VARLAMOFF dans les mémoires in-8°.

**Concours annuel 1954.**

La section arrête comme suit les questions du concours annuel 1954 :

5. — « *Il est demandé une étude comparative des différents modes de transport à la Colonie, par fer, eau, route, air, et câble aérien, au triple point de vue technique, prix de revient et influence sur le développement économique du Congo belge.* »

6. — « *On demande une étude concernant l'utilisation des ressources végétales au Congo belge pour la fabrication de la pâte à papier.* »

**Hommages d'Ouvrages.**

**Aangeboden Werken.**

Le secrétaire général dépose sur le bureau les ouvrages suivants :

De secretaris-generaal legt op het bureau de volgende werken neer :

1. FRITHIOF I. N. NIORDSON, Transmission of shock waves in thinwalled cylindrical tubes (Royal Institute of Technology, Stockholm, Transactions n° 57, 1952).
2. *Deutsche Hydrographische Zeitschrift* (Deutsches Hydrographisches Institut, Hamburg, Band 4, Heft 4/5/6, 1951).
3. *L'Echo des Mines et de la Métallurgie* (Publications Minières et Métallurgiques, Paris, n° 3442, mars 1952).
4. *Machinery Lloyd* (Londres, Vol. XXIV, n° 7A, 5 April 1952).
5. *The Journal of Air Law and Commerce* (Northwestern University, Chicago, Vol. 18, n° 4, Autumn 1951).

**Gebruik van statistische methodes in Belgisch-Congo.**

De Heer *E. J. Devroey* legt een nota voor van de Heer *P. Gillis* betreffende enkele beschouwingen over het gebruik van statistische methodes in Belgisch-Congo (zie blz. 667).

**Geologie van enkele tinhoudende lagen van Maniema.**

De Heer *M. Legraye* leest zijn verslag (zie blz. 678) en dit van de Heer *I. de Magnée* (zie blz. 674) over de studie van de Heer *M. Varlamoff*, getiteld : « Géologie de certains gisements stannifères du Maniema ».

De Sectie beslist dat het werk in de verhandelingenreeks in-8<sup>o</sup> zal opgenomen worden.

**Jaarlijkse Wedstrijd 1954.**

De Sectie legt de tekst der vragen als volgt vast :

5. — « *Er wordt een vergelijkende studie gevraagd over de verschillende transportwijzen in Congo, per spoor, langs het water, langs de baan, door de lucht en door zweefvervoer, onder het oogpunt der techniek, kostprijs in invloed op de economische ontwikkeling van Belgisch-Congo.* »

6. — « *Men vraagt een studie over het aanwenden van de plantaardige hulpbronnen van Belgisch-Congo voor de bereiding van papierdeeg.* »

6. *Annalen der Meteorologie* (Meteorologischen Amtes für Nordwestdeutschland, Hamburg, Heft 7-9, 1951).
7. *Deutsches Meteorologisches Jahrbuch-Britische Zone, 1950* (Meteorologisches Amt für Nordwestdeutschland, Hamburg, Teil I-III, 1951).
8. *Technisch - Wetenschappelijk Tijdschrift* (Vlaamse Ingenieursvereniging, Antwerpen, n<sup>r</sup> 4, April 1952).
9. *Annuario Climatologico de Portugal — II Parte — Territorios Ultramarinos* (Serviço Meteorologico Nacional, Lisbonne, Volume III, 1949).

Les remerciements d'usage  
sont adressés aux donateurs.

Aan de schenkers worden de  
gebruikelijke dankbetuigingen  
toegezonden.

La séance est levée à 15 h 50.

De zitting wordt te 15 u 50 opgeheven.

**E.-J. Devroey. — La rivière Kasai et la voie nationale  
du Bas-Congo au Katanga.**

RÉSUMÉ.

S'appuyant sur les caractéristiques hydrauliques du fleuve Sénégal et du Niger, dont on a invoqué à tort l'analogie avec le Kasai, l'étude met en évidence les possibilités considérables de cette dernière voie d'évacuation sur laquelle, grâce à des investissements modestes, plus de 300.000 tonnes de produits à destination ou en provenance du Katanga sont transportées annuellement à la satisfaction générale.

Il est rappelé ensuite que le bateau d'intérieur est un moyen de transport qui coûte peu, qui dure longtemps, dont l'entretien et l'équipage sont réduits, qui exige une faible énergie de traction et dont l'exploitation requiert peu de frais généraux.

Les statistiques prouvent d'ailleurs que les frais de transport sur le Kasai sont dès à présent trois fois moins élevés que sur les chemins de fer congolais. Cette circonstance permet à la voie nationale du Katanga de soutenir la concurrence avec les voies plus courtes de Lobito et de Beira. Il n'en serait plus de même si l'on doublait par un rail de 872 km, les 801 km de voie d'eau d'un seul tenant et sans aucun éclusage, de Port-Francqui à Léopoldville.

Du point de vue de l'économie congolaise, dont les énormes distances et la pénurie de main-d'œuvre constituent les faiblesses congénitales, l'interconnexion des chemins de fer ne doit donc être réalisée qu'avec discernement.

SOMMAIRE.

AVANT-PROPOS .....	630
Les idées préconçues .....	631
Le préjugé favorable .....	637
L'habituel prétexte .....	639
Rail ou eau ? .....	643
Les issues du Katanga .....	654
Les voies nationales .....	656
CONCLUSIONS .....	661
BIBLIOGRAPHIE .....	665

---

AVANT-PROPOS.

Dans sa communication du 28 mars 1952 sur *Le Programme ferroviaire du Congo belge* [16] <sup>(1)</sup>, notre distingué confrère O. JADOT explique la formation du réseau ferré desservant la région comprise entre Dakar, en Afrique Occidentale Française (A. O. F.), et Port-Harcourt, dans la Nigérie.

Ce réseau a été constitué progressivement, au fur et à mesure qu'étaient abandonnés des tronçons plus ou moins navigables du Sénégal et du Niger.

Après avoir déclaré que ces deux cours d'eau présentent les mêmes caractéristiques que la plupart des fleuves africains et beaucoup de similitude avec le Kasai, M. O. JADOT estime que la décision prise en A. O. F. et en Nigérie consacre définitivement l'abandon, dans les régions analogues de l'Afrique centrale, des voies d'eau en faveur d'un réseau ferré homogène.

C'est donc à juste titre, poursuit l'auteur, que les gouvernements passés et présents du Congo se sont abstenus d'accorder des « crédits sérieux » pour l'aménagement du Kasai, lequel est décrit sous des couleurs

---

(1) Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie, p. 39.

fort sombres, et dont la déficience justifie, dit-il, en fin de compte, le doublement par une voie ferrée.

Au cours du bref échange de vues qui a suivi la communication du 28 mars, le soussigné n'a pu s'empêcher d'interjeter immédiatement appel contre la condamnation sans rémission qui venait de frapper le Kasai. Ce Kasai, a-t-il ajouté, malgré tous les péchés dont on le charge, n'en a pas moins transporté les 300.000 tonnes qui se sont présentées à lui pendant l'année qui vient de s'écouler et ce sans qu'aucun incident de navigation ait été signalé <sup>(1)</sup>.

Avec les mouillages minima mentionnés dans les derniers documents officiels, soit 1,30 m [21, p. 310], il est évident que cette voie d'eau tant décriée peut faire face à un trafic qui n'a d'autres limites que celles de son équipement portuaire, du matériel que l'on voudra bien y mettre en service, et des deux chemins de fer à simple voie qui aboutissent à ses extrémités.

\* \* \*

### LES IDÉES PRÉCONÇUES.

Dans le total de plus de 14.000 km de voies d'eau intérieures congolaises, il en est près de 12.000 qui constituent le réseau s'étendant en deux éventails en amont de Léo sous forme de biefs sans sujétions d'écluse, longs de 809 à 1.742 km.

(1) Trafic du Kasai.

	1950	1951
Descente	146.913 tonnes	177.813 tonnes
Montée	111.255 id.	123.484 id.
Total	258.168 id.	301.297 id.
Dont :		
Descente	14.580 id.	24.903 id.
Montée	7.037 id.	8.012 id.
Total	21.617 id.	33.915 id.

pour trafic interrégional c'est-à-dire, non de bout en bout.

Pour comprendre immédiatement ce que de tels chiffres représentent, il suffira de signaler que des rivières canalisées telles que la Seine, la Saône et l'Oise ont une écluse tous les 17 km en moyenne [6, p. 102], et que le canal de Charleroi à Bruxelles en comporte 37 sur 75 km [29, pp. 9-10].

Une étude publiée en 1939 par les *Annales des Travaux Publics* [9, voir aussi 10], a consacré 334 pages au Kasai et à son bassin hydrographique ; on peut en retenir ce qui suit.

#### LEVÉS.

Grâce à la mission cartographique du colonel WEBER (1928-1931), la triangulation du Bas-Congo a été étendue jusqu'à Port-Francqui, avec nivellement de précision rattaché au niveau de l'océan à Banana. La planimétrie a permis d'éditer en 1932 un album au 25.000<sup>e</sup> donnant le détail des rives. Un chalutage serré (dragage au rail) a décelé en outre tous les récifs dont la situation était imprécise, ce afin de pouvoir délimiter sans ambiguïté les passes rocheuses.

Il n'est donc pas exact d'écrire :

« à part des cartes assez élémentaires dressées par des capitaines de vapeurs, ... rien n'a été fait dans le sens d'un effort préalable de mise en valeur » [16, p. 4].

#### DÉBITS.

##### A *Port-Francqui.*

Bassin versant :	232.560 km <sup>2</sup>
Minimum :	900 m <sup>3</sup> /s
Maximum :	4.500 m <sup>3</sup> /s
Rapport :	$\frac{900}{4.500} = \frac{1}{5}$

##### A *Lediba.*

Bassin versant :	878.580 km <sup>2</sup>
Minimum :	5.000 m <sup>3</sup> /s
Maximum :	20.000 m <sup>3</sup> /s
Rapport :	$\frac{5.000}{20.000} = \frac{1}{4}$

Ces chiffres mettent en évidence la remarquable stabilité du régime du Kasai [10, p. 514].

Quant au *Niger*, on mentionne, pour 1949, les débits suivants [1, p. 67].

*A Koulikoro.*

Bassin versant :	120.000 km <sup>2</sup>
Minimum :	70 m <sup>3</sup> /s
Maximum :	7.040 m <sup>3</sup> /s

On a toutefois observé auparavant un maximum de 10.000 m<sup>3</sup>/s.

Rapport :	$\frac{70}{7.040} = \frac{1}{101}$
	$\frac{70}{10.000} = \frac{1}{143}$

Ces chiffres dénotent une irrégularité considérable et corroborent l'opinion classique que le Niger constitue « l'exemple le plus grandiose de l'influence que peuvent exercer les conditions d'écoulement dues au relief sur le régime des eaux courantes » [19, p. 130].

Pour le *Sénégal*, dans son cours inférieur, on cite simplement un débit minimum de 1.700 cfs ou 48 m<sup>3</sup>/s (*Encycl. Britann.*, 1947).

L'*Annuaire hydrologique de la France d'Outre-Mer* de 1952, actuellement sous presse, fournira d'autre part les renseignements suivants pour l'unique station mentionnée du fleuve Sénégal (année 1951 seulement) <sup>(1)</sup> :

*A Bakel.*

Bassin versant :	186.500 km <sup>2</sup>
Minimum :	5 m <sup>3</sup> /s
Maximum :	6.700 m <sup>3</sup> /s
Rapport :	$\frac{5}{6.700} = \frac{1}{1.340}$

<sup>(1)</sup> Renseignements aimablement communiqués par le Service des Études d'Outre-Mer de l'Électricité de France (Service national).

Tous ces chiffres attestent combien il est peu pertinent de comparer le régime du Kasai, qui participe à la zone équatoriale à humidité élevée, à ceux du Sénégal et du Niger, qui confinent aux régions subdésertiques, et l'« analogie » qu'attribue M. O. JADOT à ces trois voies d'eau [16, p. 4] — et qui est en réalité un « contraste » — se trouve contredite de surcroît par quelques appréciations glanées parmi beaucoup d'autres.

Le fleuve *Sénégal* finit en aval de Saint-Louis par une embouchure difficile et dangereuse qu'obstrue une barre se déplaçant fréquemment sous l'action des courants (*Larousse du XX<sup>e</sup> siècle*).

Le Sénégal ne constitue qu'une voie naturelle médiocre, navigable sur le bief de Saint-Louis à Kayes 4 ou 5 mois seulement chaque année [23, II, p. 13].

Le *Niger*, artère traditionnelle des échanges de l'Afrique Occidentale intérieure,... comporte deux grands biefs, accessibles pendant 6 mois de l'année à des chalandes de 150 tonnes : le bief Koulikoro-Gao (1.235 km) et le bief Bamako-Siguiri aboutissant à Kankan, sur la rivière Milo. Ces deux tronçons sont séparés entre Bamako et Koulikoro, soit sur 60 km, par des bancs rocheux entrecoupés de rapides. Enfin, avant son entrée en territoire britannique, le Niger est navigable entre Niamey et Gaya, pendant environ 4 mois de l'année... Du fait de sa navigabilité intermittente, le Niger, avec les conditions économiques actuelles des régions qu'il traverse, n'est qu'une voie de rendement très médiocre [23, II, p. 13].

La constitution de la Commission mixte franco-britannique permet maintenant d'avoir des renseignements détaillés sur le régime et l'étiage du Niger. On examine la possibilité d'augmenter la capacité des flottilles en service sur le Niger et le Bénoué... Le tonnage de ces flottilles est déterminé par l'importance du trafic sur le Niger et il est certain qu'il serait peu rentable

d'entretenir des flottilles plus importantes simplement en vue d'assurer le trafic sur le Bénoué pendant les 6 semaines de l'année où cette rivière est navigable. Ce problème inquiète fort le gouvernement de la Nigeria, dont les besoins futurs ne pourront vraisemblablement pas être couverts [23, II, p. 115].

Ainsi donc, pour les deux voies d'eau prises pour référence, à savoir le Sénégal et le Niger, on cite des unités fluviales de 150 tonnes et des durées de navigabilité de quelques mois par an seulement, séparées par de longues périodes de chômage causées par la sécheresse.

Ces chiffres prendront toute leur signification lorsqu'on saura que le Kasai est navigable toute l'année pour des convois de 2.000 tonnes à la montée, pouvant atteindre 3.000 tonnes à 1,80 m de tirant d'eau aux hautes eaux.

Pendant les basses eaux (mai-septembre), la capacité des convois peut s'abaisser à 1.500 tonnes à la descente avec un mouillage qui n'est généralement pas inférieur à 1,30 m.

Ces résultats se comparent favorablement aux conditions offertes sur le Rhin (voir ci-après).

On peut signaler encore que, pour le Niger et le Sénégal, on voulait relier l'arrière-pays à l'océan. Or, le delta du Niger et le cours inférieur du Sénégal aboutissent à une côte inhospitalière où la « barre » constitue un redoutable obstacle. C'est pourquoi le rail s'amorce respectivement à Lagos et à Dakar.

Pour le Kasai, au contraire, il suffit de le relier à la tête de ligne du chemin de fer de Matadi, et cette liaison est assurée par le « Chenal » ou « Couloir » de Kwamouth ainsi que par le Stanley-Pool, où la navigabilité est parfaite.

Il ne faut pas oublier, en effet, que, sur les 801 km de voie d'eau que l'on prétend déclasser entre Port-Francqui

et Léopoldville, se trouvent 195 km de la meilleure partie du fleuve Congo lui-même.

Cependant, malgré l'évidente précarité de la navigation sur le Sénégal et le Niger, on n'en continue pas moins à utiliser ces cours d'eau, et la carte en couleurs jointe à la communication de M. O. JADOT montre qu'aucun bief navigable comparable au Kasai n'y est doublé par un chemin de fer ; ce sont, au contraire, les terminus de navigation sur le Sénégal (Kayes) et sur le Niger (Koulikoro) qui sont reliés par rail [15bis, p. 84].

Le programme des voies de communication mixtes fut donc bel et bien conservé et non pas, comme on l'a dit [16, p. 7] « remplacé par étapes successives par un réseau ferré homogène très complet ».

Qu'on nous permette encore de signaler qu'en 1949, l'A. O. F. a décidé de consacrer un effort tout particulier à l'équipement hydraulique et notamment à l'aménagement des voies navigables lorsqu'il s'avère que de pareils travaux présentent un intérêt certain. Tel est le cas pour le Sénégal et pour le Niger.

Pour le premier de ces fleuves, une étude très détaillée a été confiée à une société privée d'après une convention signée au début de l'année 1950. Les perspectives ouvertes par ces aménagements sont très vastes, le projet consistant à construire dans le cours supérieur du fleuve un grand barrage destiné à régulariser son débit.

Pour le Niger, les études se continuent en vue de déterminer les possibilités d'améliorer le tronçon navigable Koulikoro-Ségou (1).

\* \* \*

---

(1) L'Équipement de l'A.O.F. (Notes et études documentaires, Min. de la France d'Outre-Mer, Paris, 11 avril 1951, pp. 13-14).

## LE PRÉJUGÉ FAVORABLE.

### PASSES ET SEUILS.

M. O. JADOT écrit :

« L'érosion des berges du Kasai se poursuit sans entraves depuis des millénaires ; des parois de falaises boisées s'écroulent chaque jour dans le lit de la rivière ; les arbres de ces falaises sont entraînés au gré du courant ; les sables des éboulis forment des bancs migrants qui s'ajoutent aux anciens bancs ; les bateaux s'échouent souvent sur ces bancs et déchirent parfois leur coque sur ces troncs dérivant entre deux eaux » [16, p. 4].

Il est exact que des accidents se sont produits dans le Kasai comme il est exact que deux bateaux viennent de couler dans l'Escaut pas plus tard qu'avant-hier <sup>(1)</sup>. Mais au Kasai, les accidents datent de 1929 [9, p. 51] et c'est grâce, pourrait-on dire, à l'émotion qu'ils ont provoquée dans l'opinion publique que des mesures énergiques furent prises par le Ministre H. JASPAR, qui en confia l'exécution, avec pouvoirs dictatoriaux, à notre éminent confrère EUD. DE BACKER, alors ingénieur en chef-adjoint honoraire. C'est sous son énergique impulsion que fut entrepris le balisage méthodique qui est toujours en vigueur, à l'entière satisfaction des usagers [9, p. 135].

Au moyen des levés hydrographiques détaillés et complets entamés à Port-Francqui en 1929 et qui se sont terminés à Kwamouth en 1931, on a pu, d'autre part, s'assurer que le mouillage minimum est bien de 1,20 m sous l'étiage de référence conventionnel <sup>(2)</sup>,

---

<sup>(1)</sup> Il s'agit du vapeur anglais *Holdernile* coulé le 23 avril 1952 après une collision, entre les écluses Royers et Kruisschans, à Anvers. Quelques heures plus tard, le bateau à moteur néerlandais *Rabenhaupt* heurta l'épave de l'*Holdernile* et coula à son tour.

<sup>(2)</sup> La surface d'étiage de référence du Kasai correspond aux basses eaux de 1919, les plus basses connues depuis 1916 [9, p. 100].

et localiser exactement tous les seuils offrant moins de 2 m et moins de 3 m de profondeur sous cet étiage. Les longueurs cumulées de ces seuils totalisent respectivement 13.400 m (7.650 m) et 34.370 m (9.750 m) [9, p. 117], les chiffres entre parenthèses se rapportant à des passes rocheuses.

Les endroits difficiles sur fond rocheux se répartissent en 4 passes seulement, dont la principale, celle de Kandolo-Dima, a 5.500 m de longueur avec une pente moyenne de 24 cm par kilomètre ; celle-ci est donc inférieure à la déclivité de la Meuse belge (30 cm/km de Rivière à Liège) et la moitié de celle que le Rhin présente de Bingen à Saint-Goar sur 22 km. Les dérochements nécessaires pour porter le mouillage minimum de la passe de Dima à 1,60 m sont de l'ordre de 6.000 m<sup>3</sup> (1). Les déblais déjà entrepris dans cette passe ont fait apparaître qu'ils étaient d'une exécution relativement facile attendu que le fond est parsemé de gros blocs de grès enfouis dans une couche d'argile. Il semble ainsi qu'il soit question davantage du dragage de blocs erratiques que de dérochements de bancs proprement dits.

Ce travail a été arrêté parce que les seuils de sable offrent un mouillage moindre.

On remarquera qu'il ne s'agit pas d'aménagements pouvant être considérés à priori comme pratiquement inexécutables, et la longueur totale des 13,4 km de passes à calibrer pour avoir en tout temps un mouillage de 2 m ne représente pas même 2 % du parcours de Léo à Port-Francqui. A égalité d'investissements avec un chemin de fer reliant ces deux ports, on pourrait affecter 250 millions à chaque kilomètre à aménager au Kasai, et l'on disposerait d'une voie de transport autrement puissante qu'un chemin de fer à voie unique.

---

(1) Citons, à titre de comparaison, que la jonction B.C.K. suivant le « seul tracé réalisable » de ses promoteurs exige 8.371.000 m<sup>3</sup> de terrassements.

Si donc, un jour, on se décide à entreprendre des travaux d'amélioration, on sait dès à présent où l'attention doit se porter. Mais il convient ici de rappeler que dans son état actuel, et sans grands frais par conséquent de mise en valeur préalable, le Kasai permet d'assurer un trafic important qui fut, en 1951, de 301.000 tonnes (123.000 t à la montée et 178.000 t à la descente).

D'une étude faite récemment pour déterminer les besoins probables en matériel de transport et de manutention, il appert qu'on peut, en toute sécurité, simplement en augmentant les unités fluviales et la capacité des ports de Léopoldville et de Port-Francqui, garantir le trafic futur du Kasai, évalué pour 1959 à 250.000 tonnes à la montée et 400.000 tonnes à la descente.

Il est d'ailleurs hors de doute qu'au point de vue capacité de transport, le Kasai peut satisfaire à tous les besoins, non seulement pour le transit Port-Francqui à Léopoldville, mais aussi pour le trafic local et le trafic affluent.

On n'est donc pas fondé à conclure que :

« en évitant les dépenses inutiles de main-d'œuvre, de capitaux et de temps qu'aurait nécessité l'essai d'aménager le Kasai, et se servant de l'expérience des autres en Afrique centrale, le gouvernement du Congo aura tiré le meilleur parti des possibilités de transport de sa colonie » [16, p. 8].

Que penser d'ailleurs de l'argument qui consiste à exploiter contre le Kasai le fait même qu'on lui refuse des « crédits sérieux » pour son amélioration ?

\* \* \*

#### L'HABITUEL PRÉTEXTE.

M. O. JADOT écrit encore :

« Depuis 1912, j'entends périodiquement une voix officieuse qui célèbre

les mérites de la rivière Kasai comme voie de transport idéale pour prendre sa part à la jonction du Bas-Congo au Katanga.

« ...La voix officieuse compare volontiers le Kasai avec le Rhin et le Danube, et le parcours fluvial de Port-Francqui à Léopoldville (806 km) avec le trajet par eau de Bâle à Anvers (955 km).

« Comme j'essaierai de l'expliquer, je pense que l'erreur de la voix officieuse a son point de départ dans une telle comparaison.

« Je crois qu'il est plus exact de comparer le Kasai au Sénégal et au Niger » [16, pp. 3-4].

Dans les paragraphes précédents, on s'est attaché à montrer que, précisément, cette dernière comparaison est peu justifiée. Au contraire, l'exemple du Rhin peut conduire à d'utiles réflexions et à d'encourageantes perspectives.

Examinant tout d'abord les caractéristiques physiques, on constate que l'écart entre les débits extrêmes (à Dusseldorf, minimum 610 m<sup>3</sup>/s, maximum 11.200 m<sup>3</sup>/s ; rapport  $\frac{610}{11.200} = \frac{1}{18}$ ) est trois fois plus grand pour le Rhin que pour le Kasai (rapport  $\frac{1}{5}$ ).

Une autre indication se déduit de la pente moyenne, que l'on apprécie souvent par la distance qu'il faut franchir pour racheter une différence de niveau de 100 m sur le bief navigable.

Voici cette distance pour quelques cours d'eau [8, p. 89] :

Rhône	315 km
Meuse	450 km
Seine	556 km
Rhin	621 km
Danube	1.000 km

Sur le Kasai, la différence de niveau entre Kwamouth et Port-Francqui est de  $365,15 - 284,61 = 80,54$  m

pour 606 km, ce qui équivaut à une dénivellation de 100 m en 750 km (1).

Quand on se rappelle que la pente influe très fortement sur la puissance de traction nécessaire, on voit que le Kasai se classe fort honorablement.

M. L. VAN WETTER a d'autre part rappelé le parti que la Suisse tire du Rhin de préférence à la voie ferrée qui la relie au port maritime le plus proche, Rouen [28, p. 9]. Malgré un allongement très considérable du parcours puisque Bâle n'est qu'à 500 km de Rouen à vol d'oiseau, et le transbordement qui en résulte, le trafic en ce port approche de 5 millions de tonnes, ce qui représente la moitié du commerce extérieur de la République helvétique, et l'on a pu écrire que le rôle joué par la navigation rhénane dans le trafic suisse de marchandises avait dépassé celui de l'automobile dans le transport des personnes [5, p. 92].

Le dernier rapport sur la navigation du Rhin mentionne comme suit le trafic passant à la frontière germano-néerlandaise (Lobith) non compris celui n'ayant emprunté du Rhin que le secteur néerlandais [22, p. 22].

*Trafic rhénan à Lobith (en milliers de tonnes).*

1936	46.035	1943	16.230
1937	57.697	1944	7.324
1938	55.528	1945	1.513
1939	42.070	1946	7.348
1940	8.191	1947	8.533
1941	19.344	1948	16.119
1942	16.139	1949	21.089

Ces chiffres sont significatifs, non seulement de l'importance du trafic, mais encore de l'étonnante faculté

---

(1) Le parcours fluvial de Léopoldville-Est, tête de ligne du chemin de fer vers Matadi, à Port-Francqui est de 801 km (195 km jusqu'à Kwamouth, plus 606 km pour le Kasai). En y ajoutant les 8 km qui séparent Léopoldville-Est de Léopoldville-Ouest, on arrive à 809 km pour la longueur totale du bief navigable.

de redressement de la voie d'eau à la suite des violents bombardements dont elle a été l'objet pendant la dernière guerre.

Le rapport précité n'omet pas de signaler très objectivement les difficultés que l'on rencontre sur le Rhin. C'est ainsi que le mouillage minimum constaté en 1949 fut de 1,20 m et que par suite des basses eaux, les chargements durent être réduits jusqu'à 40 % environ pendant 6 mois dans le secteur franco-allemand [22, p. 11].

De même, on ne cache pas que sur les centaines de kilomètres du Rhin, il existe des tronçons de moindre qualité. On cite notamment les mauvais passages causés par l'état défectueux des épis dans le secteur Offendorf-Drusenheim, où eurent lieu de nombreux échouages dont l'un causa une interruption totale pendant  $2\frac{1}{2}$  jours. Enfin, parmi les 516 accidents de navigation de 1949, on compte 126 collisions et 118 échouages ; les causes sont attribuables aux fausses manœuvres (221), au brouillard (15), à la tempête (14), ou à des passages étroits (49) ; comme conséquences, on mentionne 6 pertes de vies humaines, 22 bâtiments coulés et 307 endommagés [22, p. 20].

Des incidents de ce genre ne sont, bien entendu, pas inexistantes sur d'autres modes de transport, mais l'on aurait tort de les représenter comme vices rédhibitoires de la seule voie d'eau <sup>(1)</sup>.

Encore une fois, la comparaison avec le Kasai depuis 1929 n'est pas au désavantage de celui-ci...

Et le fait d'invoquer l'insuffisance du Kasai pour justifier la construction d'un chemin de fer destiné à lui « enlever » son trafic n'est qu'un prétexte en opposition avec les faits. L'attitude qui consiste à dénigrer un concurrent est cousue de fil blanc, mais le procédé commence à être rebattu car on y a recouru récemment

---

<sup>(1)</sup> En 1951, on compta en Belgique 6 voyageurs et 15 agents tués sur les chemins de fer.

encore, contre Matadi et l'estuaire du Bas-Congo, en faveur de Banana (*Bull. I. R. C. B.*, 1951, p. 1046) et d'un téléphérique (*ibid.*, p. 235).

\* \* \*

### RAIL OU EAU ?

Voyons maintenant le projet proprement dit de la jonction Port-Francqui/Léopoldville.

Le rail katangais a atteint Port-Francqui en 1928 ; la liaison en question est en discussion depuis un demi-siècle et diverses variantes ont été étudiées. L'exécution en a toutefois été différée à de nombreuses reprises et notamment à la suite du vaste et consciencieux tour d'horizon auquel il a été procédé en vue de l'élaboration du plan décennal pour le développement économique du Congo belge [20].

Les auteurs dudit plan ont donc admis qu'à la lumière des éléments d'appréciation en leur possession, on ne pouvait accorder un caractère d'urgence à semblable projet.

La leçon à tirer de la récente crise des transports est-elle de nature à faire revenir sur cette prise de position ?

Cette crise a été provoquée par une insuffisance de matériel fluvial. Car il se fait que la livraison d'une barge ou d'un remorqueur au Congo peut exiger 2 ou 3 ans. Nos chantiers navals construisent en ce laps de temps, même pour l'étranger, de superbes paquebots et des pétroliers de plus de 20.000 tonnes. Et il arrive que ces belles réalisations se traduisent par une exportation à crédit.

Le manque de matériel fluvial congolais rabattant les marchandises sur les diverses voies ferrées desservant le Congo les a successivement encombrées, de même que leurs ports terminus où des navires ont dû rester en

attente pendant des semaines. Le mal s'est ainsi propagé par la voie maritime jusqu'aux docks d'Anvers.

La construction d'un chemin de fer de Port-Francqui à Léo peut-elle être présentée comme un moyen de pallier les conséquences de pareille méconnaissance des services rendus par la navigation tant intérieure que maritime ?

Comme l'a déclaré maintes fois M. le ministre A. DEQUAE, la crise de l'an dernier a été causée par l'impossibilité de la flotte fluviale d'évacuer à la cadence voulue les marchandises importées à Léopoldville. Mais, a-t-il ajouté, il est apparu qu'il n'existe aucune marge de sécurité permanente dans le système des transports, marge qu'il estime devoir être de 30 % et qui sera vraisemblablement atteinte pour la fin de 1952.

On ne s'explique pas dès lors que la crise ait pu faire surgir soudain la nécessité complémentaire de construire un chemin de fer comme s'il s'agissait de remédier à un défaut congénital de la navigation...

Ceci dit, nous nous empressons de nous ranger à l'avis de tous ceux qui estiment indispensable d'accroître rapidement l'équipement de l'Afrique centrale en moyens de communication. Cet accroissement devra procurer à toutes les lignes existantes et surtout aux points de rupture de charge, un volant appréciable pour faire face aux à-coups. C'est là ce que nous appelons la coordination des transports.

Nous reconnaissons d'autre part bien volontiers que, du point de vue de l'exploitant, les interconnexions que recommande M. O. JADOT peuvent se défendre. Tout le monde est d'ailleurs d'accord sur la jonction Kamina-Kabalo retenue au plan décennal et qui répond à une utilité économique autant qu'à un objectif stratégique. Cependant l'idée des interconnexions ne doit pas devenir une règle de conduite, et l'attrait de la formule ne

saurait nous dispenser de réfléchir car, quand un hiatus entre deux chemins de fer — dont l'un n'a que 365 km — est à combler par un autre chemin de fer de 872 km de longueur, de multiples aspects méritent de retenir l'attention.

Tout d'abord le *financement*; mais ce point de vue a perdu de son acuité, depuis qu'il a été certifié que le capital serait assuré par le secteur privé sans la garantie d'intérêt de l'État.

La dépense de premier établissement est estimée à 3 milliards de francs. C'est un chiffre élevé, reconnaît M. O. JADOT, mais il ne faut pas perdre de vue, ajoute-t-il, qu'elle aura comme contre-partie une diminution d'autres dépenses, telles que celles prévues au plan décennal pour l'équipement du port de Léopoldville et des voies navigables.

Savourons, en passant, la finesse du raisonnement.

Il faut considérer aussi les *possibilités d'exécution*, lesquelles ont fait écarter l'entreprise du plan décennal, afin de ne pas porter préjudice à la réalisation des travaux prioritaires qui y sont retenus.

On doit noter encore que 872 km de voie nouvelle, à 160 kg par m, représentent 140.000 tonnes de matériel à importer, soit, en admettant un délai de 5 ans, une surcharge d'importation via Matadi, de 2.300 tonnes par mois.

Voyons ensuite la *rentabilité*, pour laquelle on a reconnu qu'un trafic de 400.000 tonnes était nécessaire. On a estimé par contre que, jusqu'à 300.000 tonnes, le transport par route est indiscutablement moins cher que par fer [20, p. 127]. Mais il est notoire que les transports par eau sont encore plus économiques parce que le bateau d'intérieur est un instrument qui coûte peu, qui dure longtemps, dont l'entretien est presque nul, dont

l'équipage est réduit, dont la traction n'exige pas une grande dépense d'énergie et dont l'exploitation requiert peu de frais généraux [7].

La valeur économique des grandes voies de navigation intérieure et les moyens de développer leur trafic ont été le thème de nombreuses conférences internationales. Les rapports présentés à ce sujet par des spécialistes de renom au dernier congrès de navigation qui s'est tenu à Lisbonne en août 1949, ainsi que les discussions auxquelles ces rapports ont donné lieu, constituent une documentation de toute première valeur que nous ne pouvons ici que signaler [4, 5, 6].

Pour l'économie congolaise, les avantages de la voie d'eau ressortent à l'évidence du tableau ci-contre, basé sur des réalités et non pas sur des hypothèses plus ou moins conventionnelles qui enlèvent parfois le plus clair de leur caractère objectif aux calculs des prix de revient [20, II, pp. 585-601 ; 6, pp. 159 et 161]. Ce tableau part, en effet, de critères qui ne trompent pas, car il mentionne les coûts respectifs supportés par les usagers des divers modes de transport, tels qu'ils apparaissent indiscutablement des recettes et des trafics accusés par les exploitants eux-mêmes.

Il en résulte que les tarifs de transport congolais sont actuellement trois fois moindres par eau que par rail, et cette différence est susceptible de s'accroître encore, eu égard à la modicité des investissements consacrés jusqu'ici à l'aménagement des voies fluviales. Il est admis, en effet, comme un principe, que le moyen de transport qui a bénéficié le moins des progrès de la technique est aussi celui qui permet d'escompter la plus forte réduction du prix des transports [27].

On doit savoir en outre que le prix de 35 centimes la t/km par eau figurant au tableau est le prix moyen de l'Otraco-Fluvial, comprenant par conséquent les charges supplémentaires qui grèvent le transport sur

COÛT, POUR LES USAGERS, DES TRANSPORTS DE  
MARCHANDISES AU CONGO [11, p. 31].

Ligne	Longueur exploitée en km.	Année	Trafic t/km millions	Recettes en milliers de francs	Coût de la t/km en francs.
Matadi-Léo	366	1947		201.093	0,729
	»	48		283.866	0,821
	»	49	348	316.402	0,883
	»	50	401,3	364.675	0,907
Mayumbe	140	1947	10	23.358	2,33
	»	48	10	27.002	2,70
	»	49	9	23.373	2,60
	»	50	9,5	24.483	2,57
Kivu	94	1947	7	21.898	3,13
	»	48	7	23.265	3,34
	»	49	3,2	7.856	2,45
	»	50	4,5	11.266	2,50
Chemin de fer Katanga	823	1947	406	398.243	0,982
	»	48	452	498.656	1,088
	»	49	448,8	465.442	1,037
	»	50	473,7	493.652	1,04
Bukama-Port Francqui	1.123	1947	308	223.297	0,725
	»	48	312	257.759	0,826
	»	49	324,1	278.283	0,858
	»	50	335,7	296.207	0,88
Tenke-Dilolo	522	1947	134	101.052	0,754
	»	48	171	156.903	0,918
	»	49	185,6	171.838	0,925
	»	50	207	190.024	0,92
Vicicongo	840	1947	25	43.432	1,74
	»	48	27	56.511	2,09
	»	49	28	60.085	2,14
	»	50	28,5	81.640	2,86
Otraco-Fluvial	10.082	1947	769,890	251.668	0,326
	»	48	882,644	328.565	0,372
	»	49	941,116	314.977	0,334
	»	50	1.062,755	373.244	0,351
Routes Vicicongo	20.776	1947	9	33.981	3,78
	»	48	11	45.241	4,10
	13.750	49	12	51.721	4,30
	»	50	10,4	47.889	4,61
Routes Otraco	63	1949	1,8	7.754	4,31
	»	50	2,7	11.073	4,10
M.A.S.	8.600	1949	5,9	21.439	3,65
	9.000	50	6	21.856	3,64

les petits affluents ; pour un transport massif comme celui du Kasai, le prix réel est évidemment inférieur à la moyenne. Notons en passant que la comptabilité de l'Otraco, pas plus d'ailleurs que celle du C. F. L., ne permet d'établir le coût des transports par section <sup>(1)</sup>. Pour le Kasai cependant, on reconnaît que le coût réel est de 10 % inférieur à la moyenne générale du réseau.

Comment dès lors le chemin de fer, qui vend actuellement la t/km aux environs de 90 centimes pourra-t-il, sur 872 km, soutenir la concurrence avec 801 km de voie d'eau où la t/km se vend vers 32 centimes ? De bout en bout, la tonne coûterait ainsi  $872 \times 0,90 = 785$  F par fer, contre  $801 \times 0,32 = 256$  F par eau...

Ce calcul ne tient pas compte des frais de maintenance que l'on gagnerait par la suppression des ruptures de charge à Port-Francqui et à Léopoldville, ni des abattements que l'on pourrait trouver dans une tarification dégressive, mais nous craignons fort qu'on n'arrive jamais à l'égalité du rail et de l'eau, ce qui d'ailleurs alors, ne réaliserait encore aucun progrès.

L'on affirme il est vrai que, dans dix ans, « les tarifs » de la voie nationale ferrée seront restés à la parité de » Beira et égaux à ceux de Lobito » [16, p. 24].

L'on ne peut certes avoir ainsi perdu de vue que, comme nous le montrerons plus loin, le recoupement de la boucle de 1.200 kilomètres existant actuellement sur la ligne de Beira aura pour effet de handicaper la voie nationale de plus de 1.000 kilomètres, soit la distance à vol d'oiseau de Londres à Marseille. Mais l'interconnexion des réseaux ferrés, leitmotiv du projet qui nous est présenté, devrait permettre d'y parer...

Ne parvient-on pas, déjà maintenant, par le jeu des tarifs interréseaux, à rendre le coût du transport Matadi-

---

(1) Au C.F.L., les statistiques relatives aux recettes ne comportent même aucun scindement pour le rail, le fleuve et le lac.

Élisabethville inférieur au tarif normal des gares intermédiaires, inférieur aussi au tarif Élisabethville-Lobito, bien que la ligne portugaise soit de 642 kilomètres plus courte ? Et l'on prétend, tout en tablant sur les tarifs interréseaux, qu'« il ne sera pas question de dumping pour capturer le trafic des autres voies ».

Cette politique tarifaire étant déjà âprement critiquée, il pourrait être difficile de l'accentuer jusqu'à pouvoir compenser un handicap de plus de 1.000 kilomètres. Mais si l'interconnexion de réseaux ferrés comprenant les chemins de fer aboutissant à Lobito et Beira est logique, pourra-t-on arrêter aux frontières du Congo, l'application de tarifs « interréseaux » de la part des lignes concurrentes ?

On peut toutefois dévoyer du trafic vers la voie nationale par d'autres moyens encore. En effet, les produits importés par Lobito sont d'ores et déjà surtaxés, car ils supportent les droits de douane sur la valeur des marchandises à la frontière du Congo à Dilolo.

Mais alors se pose la question de savoir si la marchandise est faite pour le transporteur ou le transporteur pour la marchandise...

Tout ce que l'on gagnera à la jonction ferrée de Port-Francqui à Léopoldville, c'est pousser au relèvement des tarifs concurrentiels et rendre un peu plus lourd le fardeau à supporter par la collectivité.

En matière de transports, la technique moderne permet toutes les audaces, mais elle devrait agir surtout pour mettre en valeur des avantages naturels.

N'est-il pas dès lors plus indiqué de s'orienter vers un objectif beaucoup plus accessible, et qui consiste à faire baisser les prix sur une voie d'eau restée pratiquement à l'état sauvage et où tout par conséquent est encore à tenter avec la quasi-certitude du succès ?

Car moins la dîme prélevée par les intermédiaires

est élevée, plus la valeur finale des marchandises est grande pour la collectivité, puisqu'on ouvre ainsi des possibilités nouvelles d'utilisation.

Là se trouve, en réalité, le véritable but à atteindre : assurer les transports aux moindres frais. On ne peut, en effet, présumer que les produits congolais, y compris les métaux non ferreux, échapperont au caractère cyclique des prix mondiaux et que les cours ne subiront pas de baisses sensibles. Il sera alors particulièrement bienvenu pour l'industrie minière katangaise comme pour le Trésor et l'économie générale du Congo, que ces activités puissent continuer à s'exercer même en période de crise, grâce à une compression au minimum des charges de transport.

Le développement du Congo implique une évolution de la gamme actuelle des marchandises vers un accroissement du volume des matières de beaucoup moindre valeur que les métaux non ferreux : combustibles, produits agricoles, engrais, matériaux de construction, pour lesquelles la charge des transports peut devenir très lourde et même prohibitive. L'exemple actuel des oléagineux du Kwango est significatif puisque d'aucuns ont été jusqu'à envisager d'y suspendre l'application des lois sociales dont bénéficient les indigènes <sup>(1)</sup>.

Il est donc de nécessité absolue de maintenir des prix de transport aussi réduits que possible afin que, en période de dépression conjoncturelle et sans le subterfuge des ristournes gouvernementales, ils restent compétitifs. La rentabilité doit, en effet, être recherchée par l'abaissement des prix et la qualité des services rendus, et non par « la mise sous pressoir » du consommateur ou du contribuable. Parmi tous les facteurs influençant les prix de revient, il n'en est pas qui se prêtent plus facile-

---

<sup>(1)</sup> La tonne d'huile de palme qui coûte à Kikwit 8.744 fr revient à Anvers à 14.500 fr... pour un cours de 10.750 fr (*Courrier d'Afrique*, Léopoldville, 8-9 mars 1952).

ment à un abaissement que les frais de transport par eau sur les énormes distances qui, avec la pénurie de main-d'œuvre, constituent la faiblesse de toute l'économie congolaise.

Un autre argument que l'on a invoqué contre les transports par eau est la *durée* d'acheminement. Notons tout d'abord que la vitesse se paie et qu'en matière de transport elle entraîne des dépenses qui croissent beaucoup plus vite que les résultats obtenus. Au delà d'une limite rapidement atteinte, la vitesse des transports massifs de marchandises ne correspond plus à aucun besoin économique. Nous avons d'ailleurs déjà fait remarquer qu'au Congo surtout, la voie d'eau n'a pas le monopole de la lenteur [11, p. 22], mais nous avons souligné également qu'une exploitation rationnelle des « interréseaux » a permis, dès 1938, de réduire à 39 jours la durée totale du trajet Anvers-Katanga via Matadi [12, p. 331]. Nous savons aussi que les durées des transports par eau seront notablement réduites quand les opérations terminales seront accélérées par un meilleur équipement portuaire et lorsqu'on aura porté un effort suffisant sur le balisage lumineux afin de permettre une navigation sûre et rapide aussi bien de nuit que de jour.

Au surplus, si l'inconvénient de la lenteur relative de la voie d'eau avait la gravité que les partisans du rail se plaisent à lui attribuer, on ne comprendrait pas la faveur grandissante dont jouit la navigation intérieure <sup>(1)</sup>. Sait-on, par exemple, que le trajet par eau de Charleroi à Anvers dure 6 jours, contre quelques heures seulement

---

(1) Trafic total de la navigation intérieure belge.

1945	.....	15.167.027 tonnes
1947	.....	23.200.660 id.
1949	.....	30.540.824 id.
1951	.....	41.649.226 id.

en chemin de fer ? C'est d'ailleurs pour cela que l'on pousse si activement les travaux de modernisation du canal de Charleroi qui auront pour résultat de réduire à 2 jours le trajet jusqu'à Anvers <sup>(1)</sup>.

Sait-on, de même, que les quelque 42 millions de tonnes transportées en 1951 par la navigation intérieure en Belgique ont représenté une économie dépassant largement le milliard ?

Pourquoi ne pas dire, dans le même ordre d'idées, que le mouvement des marchandises du port d'Anvers, cependant reconnu pour ses facilités ferroviaires, s'alimente de plus en plus par voie fluviale tandis que le chemin de fer y perd du terrain ? <sup>(2)</sup>

Qu'on nous permette encore de porter au crédit de la voie d'eau ce lieu commun que la navigation intérieure partage avec la navigation maritime et la navigation

<sup>(1)</sup> Les bateaux parcourent actuellement le trajet Liège-Anvers en 2 jours, voire en 1  $\frac{1}{2}$  jour, alors qu'il leur fallait une quinzaine de jours avant le creusement du canal Albert (22 écluses pour 132 km).

Sur les 832 km séparant Rotterdam de Bâle, on se contente d'une durée de 10 à 14 jours.

Au Congo, de Léopoldville à Port-Francqui (801 km), les convois remorqués, à savoir les plus lents, mettent 17 jours à la montée et 7 jours à la descente; les nouveaux cargos de l'Otraco en cours de montage (integrated towboats) auront la vitesse des bateaux-courriers : 7  $\frac{1}{2}$  jours à la montée et 4  $\frac{1}{2}$  jours à la descente.

<sup>(2)</sup> Mouvement des marchandises au port d'Anvers, en tonnes.

A. Tonnage passé par voie fluviale.

	Entrée	Sortie	Total	Augmentation
Janvier 1938	501.913	766.420	1.268.333	—
Janvier 1952	560.759	929.453	1.500.212	+ 18 %

B. Trafic par chemin de fer.

Janvier 1938	479.354	306.190	785.544	—
Janvier 1952	480.811	287.642	768.453	— 2,2 %

C. Rapport  $\frac{\text{Voie fluviale}}{\text{Chemin de fer}}$

Janvier 1938 :	$\frac{1.268.333}{785.544} = 1,62$
Janvier 1952 :	$\frac{1.500.212}{768.435} = 1,95$

(Agence Economique et Financière, Bruxelles, Supplément, 1<sup>er</sup> avril 1952).

aérienne, le privilège d'échapper aux suggestions qu'implique l'infrastructure quant à la capacité d'évacuation.

Doit-on rappeler aussi l'étonnante disproportion entre la puissance de traction nécessaire par tonne transportée qui est de 12 à 20 fois plus forte sur le chemin de fer que sur eau ? <sup>(1)</sup>

Faut-il souligner enfin l'avantage — prépondérant pour des régions à faible densité de population — de la voie d'eau sur tous les autres modes de transport quant à l'économie de main-d'œuvre ?

On a montré [2, p. 283] en effet, que la capacité de transport par homme employé ressort à

0,45	tonnes pour l'avion,
5	tonnes pour la route,
15	tonnes pour le chemin de fer,
140	tonnes par eau.

L'expansion du bassin industriel de la Ruhr eut été impossible s'il n'avait disposé des possibilités pratiquement illimitées du Rhin et celui-ci a procuré au port de Ruhrort un trafic qui se compare avec celui des grands ports maritimes.

En se plaçant au point de vue de l'utilisateur, il n'y a pas de doute que la voie d'eau réalise au mieux les deux desiderata primordiaux pour les transports massifs : maximum de capacité en haute conjoncture afin de faire face aux pointes de trafic, et minimum de frais pour lut-

---

(1) Le long de nos canaux, deux chevaux halent une péniche de 600 tonnes, tandis qu'un train, de charge utile équivalente, exige une locomotive déployant 1.000 CV [7, p. 15] parce que, pour chaque tonne payante, il faut transporter par rail 2 tonnes de matériel roulant et de produits de consommation [26, p. 653].

Pour le transport des personnes, le rapport entre charge utile et poids mort est encore plus ahurissant, si l'on en croit les statistiques pour 1951 de la Société Nationale des Chemins de fer belges : le nombre de voyageurs par 100 tonnes remorquées a été de ... 65, soit un peu plus d'une tonne et demie par tête. On comprend mieux dès lors que, pour le dernier mois de l'année, l'insuffisance des recettes totales ait été de quelque 10 millions de francs par jour (*Libre Belgique*, 25 avril 1952).

ter contre la concurrence en basse conjoncture. Il y a d'ailleurs aussi le point de vue du contribuable, lequel entend que la mise en valeur du Congo s'effectue aux moindres frais pour la collectivité. Mais, comme nous l'avons mentionné précédemment, s'il se confirme que le chemin de fer Port-Francqui à Léopoldville doit se réaliser sans la garantie d'intérêt du Gouvernement, ce dernier « point de vue » devient secondaire.

On voudrait toutefois espérer que si malgré tout, le chemin de fer se construit, il n'aura pas pour objectif n° 1 d'« enlever » — comme on l'a écrit — le trafic que la voie d'eau achemine à la satisfaction de tous. Mais ce n'est là qu'une illusion, puisque le B. C. K. ne peut vivre que par l'étouffement de son rival...

\* \* \*

#### LES ISSUES DU KATANGA.

M. O. JADOT a attiré à bon droit l'attention sur la *voie nationale* qui, en 1940, évacuait 40 % des produits miniers du Katanga, soit 80.000 tonnes sur 200.000 et qui, en 1950, n'en transportait plus que 29 %, soit 96.000 tonnes sur 332.000 [16, p. 22]. Il compte sur la jonction ferrée du Bas-Congo au Katanga, pour redonner sa prééminence à cette voie nationale.

Ce que nous avons dit précédemment des frais respectifs par eau et par rail semble bien aller à l'encontre de la thèse de M. O. JADOT puisque, en ne comptant, au point de vue tarif, la voie d'eau que pour moitié de la voie ferrée (<sup>1</sup>), on arriverait, « dans dix ans », pour les voies d'accès d'Élisabethville à la mer [16, p. 23], à la situation suivante :

---

(<sup>1</sup>) Au Comité de coordination des transports congolais, on admet généralement l'équivalence 3 km Otraco-Fleuve pour 1 km Rail (Matadi-Léo ou B.C.K.)

1) Voie nationale entièrement ferrée.

Longueur réelle 2.820 km ; sans transbordement ; durée d'acheminement, 11 jours.

2) Voie nationale mixte (Port-Francqui, Kasai et Fleuve, Léo et Matadi).

longueur réelle  $(2.820 - 872 + 801) = 2.749$  km.

Longueur équivalente rail  $2.747 - \frac{801}{2} = 2.347$  km ;

deux transbordements ; durée d'acheminement,  $11 + 3 + (2 \times 2) = 18$  jours.

3) Voie de Lobito.

Longueur réelle 2.107 km ; durée d'acheminement, 8 jours.

4) Voie de Beira (jonction Kafue-Sinoia).

Longueur réelle, 1.791 km ; durée d'acheminement, 7 jours.

5) Voie de Lourenço Marquès (jonction Shabani-Ginja).

Longueur réelle, 2.578 km ; durée d'acheminement, 10 jours.

6) Voie de Port Élisabeth.

Longueur réelle, 3.523 km ; durée d'acheminement, 14 jours.

Il résulte de ces chiffres que la voie nationale (BCK intégral) entièrement ferrée sera handicapée de plus de 1.000 km par rapport à la voie de Beira et de plus de 700 km par rapport à celle de Lobito ; même la voie de Lourenço Marquès sera plus courte qu'elle de 250 km.

Il n'est donc pas téméraire de déclarer que ce n'est pas en substituant 872 km de rail aux 801 km d'eau entre Léo et Port-Francqui que l'on servira la cause de la voie nationale du Katanga à Matadi, et ce qui précède tend à montrer qu'on aurait tort de ne pas

associer le Kasai à ladite voie nationale si l'on veut conserver à celle-ci sa raison d'être qui consiste, en transportant au plus bas prix, à corriger au maximum le handicap d'un pays dont les cinquante-neuf soixantièmes se trouvent à plus de 500 km de la mer.

Mais il est un autre motif pour lequel il ne serait pas sage d'écarter — comme l'écrit M. O. JADOT — la voie d'eau. C'est que, comme le démontre notre confrère tout au long de son exposé, la *capacité* de la voie ferrée est limitée :

« La production de l'Angola nécessite la presque totalité de son chemin de fer et de son port.

« La voie de Beira et son port sont embouteillés.

« Par suite de la déficience des RHODESIA RAILWAYS, le Katanga n'a reçu en 1951 que 119.000 tonnes de coke et de charbon contre 132.000 tonnes en 1948, alors que ses besoins n'ont fait que croître... » [16, p. 22].

C'est d'ailleurs l'évidence même que les possibilités d'un rail à simple voie sont fort limitées et le Congo nous offre le coûteux exemple d'un chemin de fer qu'il a fallu reconstruire de bout en bout pour lui permettre de faire face — momentanément — à un accroissement de trafic, et à côté duquel on devra établir bientôt une seconde voie, pour finir ensuite par l'électrifier.

\* \* \*

#### LES VOIES NATIONALES.

Dans sa communication, M. O. JADOT fait état d'un article dans lequel *L'Essor du Congo* d'Élisabethville, jusqu'alors « adversaire déclaré de la jonction Katanga-Léopoldville vient de changer d'avis » [16, p. 10].

Il s'agit d'un article, intéressant à plus d'un titre <sup>(1)</sup>, qui rend compte de la polémique qui a opposé à *La*

---

(1) M. M. Polémique au sujet de la question des transports (*L'Essor du Congo*, Élisabethville, 27 février 1952).

*Libre Belgique*, deux journaux démocrates-chrétiens, *Het Volk* et *La Cité*, au sujet des transports congolais et plus spécialement, de la voie nationale.

A vrai dire, *L'Essor du Congo* ne se prononce pas précisément en faveur du rail Port-Francqui /Léopoldville et il prend même nettement position contre le tracé prôné par le B. C. K. <sup>(1)</sup>, mais il préconise, une fois de plus, la nécessité de doter le Congo du réseau national le meilleur, le plus adéquat et le plus complet, pour assurer dans des conditions optima son développement économique et social.

« Mais, continue *L'Essor*, cela ne veut pas dire que nous devons tendre à assurer tous nos transports par nos propres voies et par nos propres moyens, comme il (*Het Volk*) le souhaite. Non seulement la configuration du Congo s'y oppose, mais encore, dans un pays aussi étendu que la terre belge d'Afrique, les lois de la géographie acquièrent un pouvoir dictatorial. Elles ne permettent pas qu'on les viole impunément.

« La voie la plus courte, la plus géographiquement normale, garde une primauté qu'il est difficile de lui enlever par des artifices tarifaires ou autres. Le Congo n'a pas réussi hier, comme il ne réussira pas demain, à réserver tout son trafic à son seul réseau national. Ce n'est d'ailleurs pas son intérêt. Ce qui compte avant tout selon nous est de permettre au Congo de se développer harmonieusement, sans heurts et au mieux des intérêts de l'ensemble de la communauté.

« Or, ce développement ne peut se concrétiser aujourd'hui, comme il ne pourra se concrétiser demain, que par l'utilisation rationnelle de tous les chemins, et notamment des plus courts, qui viennent des océans ou qui y conduisent.

« L'Afrique, qui prend progressivement la place de l'Asie comme pour-

---

(1) Voir l'article de *L'Essor du Congo* du 28 février 1952, intitulé « Éville-Matadi : oui ; Éville-Léo : non » dans lequel l'idée est émise de la construction d'une route à grand trafic entre le B.C.K. et Matadi.

« Tout prouve, en effet, lit-on dans cet article, que dans la lutte qui oppose aujourd'hui dans le monde la route et le rail, la route sort victorieuse. La concurrence rail-route joue indiscutablement au profit de la seconde ». C'est là d'ailleurs le point de vue auquel s'en sont tenus les auteurs du plan décennal en éliminant le rail au profit d'un axe routier à gros trafic passant par Kenge-Kikwit-Idiofa-Charlesville-Luluabourg. C'est aussi la raison pour laquelle M. A. JACOBSON a écrit : « Bien que les territoires (de l'Union française) possèdent 10.000 km de voies ferrées, l'administration a tendance à se détourner de ce mode de transport qu'elle considère comme désuet et porte tout son effort vers les voies aériennes et le transport routier » [28, p. 15].

voyeur mondial des matières premières, aura besoin de toutes les voies de transport actuelles et de toutes celles qui existeront dans l'avenir pour acheminer vers ses portes de sortie la masse de plus en plus grande de ses richesses minérales et agricoles.

« Il ne s'agit donc pas... d'accorder un monopole de fait à l'une ou l'autre voie d'évacuation. Le Katanga a un besoin égal de la voie nationale, de la voie de Lobito et de la voie de Beira. Et il est aussi illogique ou présomptueux de songer à faire passer tout le trafic par la seule voie nationale — même lorsque celle-ci sera améliorée et renforcée par une jonction directe entre l'hinterland katangais et Matadi — que de songer à n'utiliser que les seules voies étrangères ».

\* \* \*

Ces judicieuses remarques de *L'Essor du Congo* visent plus particulièrement la voie nationale destinée à desservir le Katanga. Mais il est une autre région où notre politique des transports — étroitement égocentrique, comme l'a qualifiée ce journal — a créé le même malaise. Nous voulons parler de tout l'Est congolais (Kivu et Ruanda-Urundi), que l'on tente également de rattacher à l'hinterland de Matadi au détriment des intérêts belges que nous possédons sur la voie de Dar es Salam et que nous devons à la vaillance des troupes belgo-congolaises lors de la campagne de l'Est-Africain en 1916.

Nous disposons, en effet, tant à Kigoma qu'à Dar es Salam, de bases belges jouissant de tous les droits de l'extra-territorialité et, en vertu de la convention du 15 mars 1921 entre la Grande-Bretagne et la Belgique, nous pourrions même faire circuler du matériel de chemin de fer belge sur les TANGANYIKA RAILWAYS de Kigoma à Dar es Salam. En ce dernier port, la Belgique procède en ce moment même à d'importants travaux portuaires, afin de donner plus de facilités à la ligne de navigation belge qui dessert la Côte Orientale.

Il s'agit donc bien là d'une seconde voie nationale ainsi que l'a déclaré très opportunément notre Adminis-

trateur général des Colonies lors d'une interview qui a éveillé quelque intérêt <sup>(1)</sup>.

On ne peut, d'autre part, négliger la comparaison entre les deux voies nationales au départ du Tanganika :

a) Albertville-Matadi, 3.246 km et 4 ruptures de charge ;

b) Kigoma-Dar es Salam, 1.244 km sans rupture de charge.

C'est pourquoi, on a été heureux d'entendre confirmer tout récemment par M. le ministre A. DEQUAE qu'il n'entre nullement dans les intentions des autorités de pratiquer la politique dangereuse consistant à axer tout le trafic sur une seule voie nationale <sup>(2)</sup>.

D'autres territoires d'Afrique que ceux administrés par la Belgique, nous offrent d'instructifs exemples de la complexité du problème des voies dites nationales et de la nécessité d'une compréhension mutuelle de la part des diverses nations intéressées.

Il y a notamment l'Afrique occidentale où plusieurs possessions étrangères s'enclavent dans les territoires français : Gambie, Guinée portugaise, Sierra-Leone, Liberia, Gold Coast, Togo et Cameroun sous mandat britannique, Nigérie...

Le problème des voies d'accès ne peut y être résolu que par des ententes internationales, dans lesquelles, entre parenthèses, la voie d'eau ne sera pas exclue (Gambie, Moa, Niger, Milo, Bénoué...).

On peut encore citer le cas des territoires du Tchad où la « voie nationale » n'a pu encore, non plus, s'imposer.

Si nous considérons, par exemple, le transport d'une tonne de marchandises depuis la mer jusqu'à Fort-Lamy, on arrive aux constatations suivantes :

---

<sup>(1)</sup> « A propos de l'incartade de Costermansville » (*Le Courrier d'Afrique*, Léopoldville, 1<sup>er</sup> avril 1952) ; voir aussi « La Cité récidive » (*L'Essor du Congo*, Élisabethville, 29 mars 1952).

<sup>(2)</sup> *Echo de la Bourse*, 13 mars 1952.

- a) Voie fluviale anglaise (Niger-Bénoué)  
1975 km ; coût en francs belges : 2.200 F ;
- b) Voie ferrée Lagos-Nguru (1.365 km) et route  
2.110 km ; 2.600 F ;
- c) Voie nationale mixte (fer, eau, route) Pointe-Noire  
— Bangui  
3.200 km ; 4.200 F [15bis, p. 85].

Malgré les difficultés très sérieuses de la voie d'eau, c'est elle qui reste la plus économique, et le projet de voie nationale ferrée homogène Douala-Yaounde-Fort Lamy (1.950 km) présenté depuis 20 ans [17bis] a de moins en moins de chances d'aboutir eu égard aux travaux en cours pour relier Fort-Lamy à Douala par un « axe lourd routier ».

Dans ce qui précède, on a essayé de rencontrer les divers griefs soulevés contre le Kasai dans l'exposé de M. O. JADOT.

Il reste toutefois une comparaison à retenir ; c'est celle de la bataille de Waterloo [16, p. 12].

Il est exact que l'Angleterre n'a pas voulu calculer la rentabilité de cette bataille avant de donner ses instructions à Wellington.

Mais pour le prolongement du B. C. K., l'urgence de la décision à prendre est heureusement moins grande puisqu'il y aura bientôt un demi-siècle que l'opportunité et non seulement la rentabilité, en sont contestées.

### CONCLUSIONS.

On ne peut se garder de quelque appréhension quant au trafic devant revenir à la jonction Léo /Port-Francqui. Il est bien évident, en effet, que si cette liaison parvient un jour à infirmer l'opinion de son « erreur psychologique » (1), la voie d'eau qu'elle doublera n'en continuera pas moins à satisfaire une partie du trafic que l'on porte dès à présent au crédit de son concurrent, car il y a en tout cas un avantage primordial qui ne pourra jamais être retiré au Kasai : c'est celui d'exister.

La politique des transports congolais doit tenir compte de l'évolution des idées relativement aux territoires dépendants et à l'aide aux pays sous-développés [14, p. 249]. La mise en valeur de notre colonie, l'accroissement de ses échanges commerciaux doivent nous inciter à utiliser plus largement les diverses voies d'évacuation qui se présentent.

Sans collaboration, rien n'est durable, ni en Belgique, ni en Europe, ni surtout en Afrique où le découpage politique des zones d'influence s'est effectué de façon particulièrement arbitraire.

Il s'agit là, a-t-on rappelé en une circonstance solennelle, d'une œuvre commune à réaliser dans un esprit de concorde et de solidarité. Ceci ne sera possible que s'il est fait abstraction de certains points de vue égoïstes (2).

S'il était normal, dans la période de crise économique qui a précédé la dernière guerre, d'attirer le trafic congolais vers les moyens de transport non utilisés à leur pleine capacité, il ne se concevrait plus que les régions périphériques de nos territoires africains renoncent de façon

---

(1) *Echo de la Bourse*, 13 mars 1952.

(2) Discours prononcé par M. E. DE BAKCER, chef de la délégation belge et vice-président de la Conférence pour le développement et la coordination des transports en Afrique centrale et australe [3, p. 9].

permanente aux avantages que leur offrent d'autres voies d'évacuation.

Il se concevrait encore moins que des capitaux importants soient investis pour développer artificiellement des voies de transport que les impératifs de la géographie économique ne peuvent soutenir.

\* \* \*

De même que, lors de la dernière crise des transports congolais, on a exploité contre la voie d'eau une déficience de matériel flottant qui ne lui est pas imputable <sup>(1)</sup>, nous avons voulu montrer, dans la présente communication, que l'insuffisance du Kasai ne peut être invoquée pour justifier la construction du chemin de fer Léo /Port-Francqui.

Au surplus, le prolongement du chemin de fer katangais vers le Bas-Congo doit céder le pas devant des nécessités plus urgentes et, au cas où l'on ne trouverait pas un tracé beaucoup moins contre-indiqué que « le seul jugé réalisable » par ses promoteurs, ce sera faire preuve de bon sens que de ne pas s'obstiner sur une jonction qui va si diamétralement à l'encontre de l'objectif qu'elle poursuit puisqu'elle enlèvera à la voie nationale du Katanga sa seule chance de pouvoir lutter contre la concurrence étrangère.

En outre, si nous comprenons que les exploitants des voies ferrées préconisent les interconnexions de leurs réseaux, nous devons mettre en garde contre la généralisation d'une telle mesure, pour la raison bien simple que, dans cette politique également, on pourrait ne trouver qu'« une spéculation de l'esprit » [16, p. 20].

N'est-il pas, en effet, de chauds partisans du tunnel sous la Manche, sans que pour cela ils critiquent la voie

---

<sup>(1)</sup> *Bull. I. R. C. B.*, 1951, p. 1120.

d'eau sous laquelle seraient interconnectés les chemins de fer britanniques avec ceux du continent ?

Il y a, par ailleurs, interconnexion et interconnexion : en Afrique australe, on s'en sert pour réduire les distances vers Beira et Lourenço Marquès ; au Congo, le parcours vers Matadi en serait dangereusement allongé.

Plutôt que d'interconnecter à tout prix des réseaux de même nature, attachons-nous à coordonner nos divers modes de transport en améliorant les points de rupture de charge.

\* \* \*

En France, lorsqu'on a voulu améliorer les voies d'eau, on s'est heurté à l'opposition des compagnies de chemins de fer... et récemment seulement, on y a sacrifié un peu moins l'intérêt public au nom de ces intérêts privés.

A certains Belges aussi, il faut rappeler périodiquement ce qu'Anvers et nos canaux représentent pour leur pain quotidien. Mais en Allemagne, où les chemins de fer appartiennent à l'État, on transportait par an, avant la dernière guerre, plus de 50 millions de tonnes sur le Rhin à meilleur compte que sur les trains circulant sur ses rives. De même les Pays-Bas, conscients de la valeur économique de la batellerie <sup>(1)</sup>, s'apprêtent à inaugurer le nouveau canal Amsterdam-Rhin, la plus belle voie d'eau artificielle créée en Europe pour des bateaux de 4.300 tonnes et qui aura coûté plus de 100 millions de florins.

Au Congo, on souhaite ne pas assister au contraire au déclassement d'une branche importante de son réseau fluvial, la plus précieuse — quoi qu'on en dise — de ses

---

(1) Pour 100 km<sup>2</sup> de territoire, les Pays-Bas disposent de 13,2 km de voies navigables ; la Belgique en a 5,5 km, la France et l'Allemagne, 2,3 km [29, p.5].

richesses permanentes, en l'absence de laquelle d'immenses régions participeraient au handicap des distances et au régime désertique qui affligent la majeure partie du continent.

On a dit que souvent les adversaires des voies navigables fournissent les meilleurs arguments en faveur des transports fluviaux [6, p. 169]. C'est pourquoi, en terminant, il me reste à remplir l'agréable devoir de remercier notre confrère O. JADOT de l'aubaine que je lui dois d'avoir pu dire aujourd'hui à ceux qui, peut-être, hésitent sur le sort à lui réserver, ce qu'est en réalité ce Kasai que notre Katanga aurait dû inventer si la nature ne l'en avait doté.

Et espérons malgré tout [13] que notre Congo, lui aussi, aura un jour sa politique de l'eau...

Le 25 avril 1952.

### BIBLIOGRAPHIE

1. Annuaire hydrologique de la France d'Outre-Mer 1949 (Office de la recherche scientifique Outre-Mer, Paris, 1951).
2. AUBERT, J., Utilité des voies navigables et nécessité de leur développement (*La Navigation du Rhin*, Strasbourg, juin 1950, p. 283).
3. Conférence pour le développement et la coordination des transports en Afrique centrale et australe. Acte final et documents y relatifs (Johannesburg, 1950).
4. Congrès International de Navigation (XVII<sup>e</sup>) Lisbonne 1949. — Section I Navigation intérieure. — Question 1 : Accélération des transports sur les voies de navigation intérieure. — Rapports (*Ass. Intern. Perman. des Congrès de Navig.*, Bruxelles, 1949).
5. — id. id. Question 3 : La valeur, au point de vue économique, des grandes voies de navigation intérieure et moyens particuliers de développer le trafic dans la navigation intérieure (id.).
6. — id. Compte rendu des travaux (id., 1950).
7. DELMER, A., Le rôle de la navigation intérieure dans l'économie belge. (Fonds de la batellerie rhénane belge, Bruxelles, 1937).
8. — Les transports de marchandises (Éd. R. Louis, Bruxelles, s. d.).
9. DEVROEY, E., Le Kasai et son bassin hydrographique (*Goemaere*, Bruxelles, 1939).
10. — Le régime hydrographique du Kasai (*Bull. I. R. C. B.*, 1940, pp. 503-541).
11. — Réflexions sur les transports congolais à la lumière d'une expérience américaine. (*Mém. I. R. C. B.*, Bruxelles, 1949).
12. — Note sur les chemins de fer du Congo belge (*Bull. I. R. C. B.*, 1949, pp. 320-348).
13. — Pour une politique de l'eau au Congo belge (*Bull. Soc. belge d'études et d'expansion*, Liège, janvier-février, 1950, pp. 60-66).
14. DEVROEY, E. et VANDERLINDEN, R., Le Bas-Congo, artère vitale de notre colonie, 2<sup>e</sup> éd. (Goemaere, Bruxelles, 1951).
15. FROMAGET, Cap<sup>ne</sup>, L'hydrographie du fleuve Sénégal (*Bulletin de Géographie Commerciale de Bordeaux*, 35<sup>e</sup> année, n<sup>o</sup> 3, 15 mars 1909, pp. 49-55).
- 15bis. HARTHOORN, A. M., Het transportprobleem in Tropisch Afrika (*Mededelingen van het Afrika Instituut*, Leiden, mars et avril 1952, pp. 57-61 et 82-86).
16. JADOT, O., Le programme ferroviaire au Congo belge (*Bull. I. R. C. B.*, 1952).
17. LAMBERT, R., Contribution à la connaissance hydrologique de la colonie du Niger (*Bulletin du Service des Mines n<sup>o</sup> 1 du Gouvernement général de l'A. O. F.*, Dakar, 1938).

- 17bis. MILHAU, G., Le chemin de fer Douala-Tchad (Impr. A. Tournon, Paris, s. d., 1934?).
18. MOURGUES, G., La mise en valeur de la vallée du Niger (*Géographie*, Paris, LXIII, 2, 1935, pp. 77-101).
19. PARDÉ, M., Fleuves et rivières (A. Colin, Paris, 1947).
20. Plan décennal pour le développement économique et social du Congo belge, 2 vol. (Éd. De Visscher, Bruxelles, 1949).
21. Rapport sur l'administration de la colonie du Congo belge pendant l'année 1950 (Chambre des Représentants, Bruxelles, 1951).
22. Rapport annuel 1949 de la Commission centrale pour la navigation du Rhin (Palais du Rhin, Strasbourg).
23. Réunion spéciale sur les problèmes de transport en Afrique au sud du Sahara, 2 vol. polycopiés (*O. E. C. E.*, Paris, 13 février — 2 mars 1950).
24. RODIER, J., Données de base sur les régimes hydrologiques de l'Afrique noire française, polycopie mise à jour 1951 (*Office de la recherche scientifique Outre-Mer*, Paris).
25. TISON, L. J., Les transports par eau (*Mercur*, Bruxelles, 3-10-17 avril 1949, pp. 300-302, 330-332, 361-362).
26. VAN WETTER, L., Les transports sur la Meuse liégeoise et les travaux de l'île Monsin (*Revue Universelle des Mines*, Liège, 1934, pp. 649-657).
27. — Rapport général du groupe des transports par voies navigables, (Compte rendu du Congrès de l'A. I. Lg., Liège, 1947).
28. — A propos de la crise des transports congolais. (*Bull. I. R. C. B.*, 1952).
29. WILLEMS, G., Avenir de notre réseau de voies navigables et les grands problèmes qui s'y rattachent (*A. I. G.*, Association des Ingénieurs sortis des Écoles Spéciales de Gand, Bruxelles, 1<sup>er</sup> fasc. 1952, pp. 3-20).

**Paul P. Gillis. — Quelques considérations concernant l'emploi des méthodes statistiques au Congo Belge.**

(Note présentée par E. J. Devroey).

## INTRODUCTION

On utilise, aujourd'hui, les méthodes statistiques dans toutes les disciplines expérimentales : en physique, en chimie, en astronomie, en biologie, en psychologie, en météorologie, etc... D'une manière générale, ces méthodes sont les seules qui permettent d'interpréter correctement les observations, d'en déduire des conclusions valables. Bien souvent, l'emploi de ces méthodes a profondément influencé l'organisation des expériences, car la précision du résultat final est fonction du dispositif expérimental adopté.

Au Congo belge, en particulier, la statistique déductive est appelée à jouer un rôle important dans l'étude de nombreux problèmes. Citons, à titre d'exemple, celui relatif à l'éducation de la main-d'œuvre, les problèmes concernant l'amélioration de l'alimentation de l'indigène et l'amélioration de certaines cultures industrielles (palmier, coton,...), les nombreux problèmes de nature industrielle (amélioration de la qualité du produit fabriqué, mise au point de nouveaux procédés de fabrication ou d'exploitation), etc... De tels problèmes ne se posent pas seulement au Congo belge. Cependant, pour des raisons évidentes, l'étude systématique de problèmes de ce genre n'a pas encore été poussée aussi loin, au Congo belge, qu'en certains pays d'Europe ou d'Amérique.

Nous ne pouvons dans cette note, décrire les diverses méthodes statistiques qu'on utilise dans les applications, car le sujet est très vaste et il nécessiterait des développements techniques assez considérables. Il existe d'ailleurs d'excellents traités que le lecteur intéressé pourra consulter <sup>(1)</sup>. Nous nous bornerons, dans ce qui suit, à faire quelques remarques d'ordre général.

1. Le sens du mot « Statistique » a fort évolué au cours des derniers siècles. Jadis, ce mot évoquait essentiellement l'idée de *dénombrement* ou de *recensement*. Comme on le sait, la statistique permet de réduire des tableaux numériques, parfois compliqués, à des données plus simples, plus intelligibles. Le rôle joué par la statistique, dans ce cas, est descriptif.

L'outil qui permet d'interpréter les données, de déduire d'un ensemble d'observations des conclusions valables et, éventuellement, de formuler certaines prévisions, est appelé la « Statistique Mathématique déductive ». Cet outil mathématique a été construit pour l'étude d'une certaine classe de phénomènes, les phénomènes aléatoires ou phénomènes obéissant aux lois du hasard. On a observé qu'un grand nombre de phénomènes, dans les diverses

---

<sup>(1)</sup> Mentionnons, à titre d'exemple, quelques traités dans lesquels le lecteur pourra également trouver d'autres références.

G. U. YULE et M. G. KENDALL, *An introduction to the theory of Statistics* (Ch. Griffin, London, 1946).

M. G. KENDALL, *The advanced theory of Statistics* (Ch. Griffin, London, 1946).

H. CRAMER, *Mathematical methods of Statistics* (Princeton Un. Press, 1946).

R. A. FISHER, *Statistical methods for research workers* (Oliver a. Boyd, London, 1946).

R. A. FISHER, *The design of experiments* (Oliver a. Boyd, London, 1947).

C. EISENHART, M. W. HASTAG, W. A. WALLIS, *Techniques of statistical analysis* (Mac Graw-Hill, New York, 1947).

H. A. FREEMAN, M. FRIEDMAN, F. MOSTELLER, W. A. WALLIS, *Sampling inspection* (Mac Graw-Hill, New York, 1948).

L. H. C. TIPPETT, *Technological applications of Statistics* (John Wiley, New York).

disciplines expérimentales, pouvaient être considérés comme des phénomènes aléatoires ; il en est généralement ainsi pour les phénomènes dépendant d'un grand nombre de causes, connues ou inconnues, qui peuvent influencer dans un sens ou dans l'autre les résultats des expériences. Ainsi, lorsqu'on organise une expérimentation agricole en plein champ, pour comparer le rendement de deux variétés de blé, une foule de facteurs interviennent : l'hétérogénéité du sol qui dépend de facteurs physiques, chimiques, de l'humidité, de la flore adventice, des parasites, des micro-organismes ; les facteurs climatiques ; la constitution génétique des plantes ; les soins culturaux ; etc...

S'il n'est pas possible, pour un phénomène aléatoire, de prédire avec certitude le résultat d'une expérience, on constate cependant, si on répète la même expérience un grand nombre de fois, que les résultats donnent lieu à une certaine « régularité statistique ». Par exemple, lorsqu'on jette un grand nombre de fois une pièce homogène, les nombres d'arrivées de pile et face seront approximativement les mêmes. Cette notion de régularité statistique, idéalisée, joue un rôle essentiel ; elle a permis d'introduire le calcul des probabilités en statistique et de construire la statistique mathématique déductive.

Pour une théorie mathématique quelconque, on peut se poser la question : a-t-elle une valeur pratique, c'est-à-dire constate-t-on un accord, plus ou moins précis, entre la théorie et les faits ? Les nombreux tests auxquels on a soumis les propositions de la statistique mathématique ont montré que, pour l'étude d'une certaine classe de phénomènes, cette théorie avait une valeur pratique.

2. D'une manière générale, lorsqu'on organise une suite d'expériences, on se propose d'étudier l'effet de un ou plusieurs facteurs intervenant dans le phénomène considéré. Les résultats enregistrés permettront d'appré-

cier le rôle joué par ce ou ces facteurs, éventuellement d'énoncer une loi. Jadis, on se proposait essentiellement de trouver des lois fonctionnelles, des lois mathématiques; aujourd'hui, on se contente bien souvent de lois statistiques, de lois formulées en termes de probabilité.

Lorsqu'on considère un phénomène déterminé et qu'on effectue une série d'expériences en faisant varier un seul facteur mettons, on observe, généralement, qu'à une valeur fixée de la variable, correspondent des résultats différents. En d'autres termes, en répétant une même expérience, sous des conditions dites uniformes, on obtiendra des résultats variables. Cette variabilité est bien naturelle car il est pratiquement impossible, au cours de deux ou plusieurs expériences, de maintenir constants les différents facteurs intervenant dans les expériences et dont dépendent les résultats expérimentaux. S'il est possible, bien souvent, de contrôler convenablement le facteur qu'on se propose d'étudier, il n'en est pas de même des autres facteurs, connus ou inconnus, qui peuvent influencer les résultats. Il en est ainsi, plus particulièrement, pour les expériences réalisées sur le « terrain », par opposition aux expériences réalisées en « laboratoire ». La présence de ces facteurs auxiliaires fait que, dans certaines limites, les résultats des expériences semblent obéir aux lois du hasard. Il est logique, dans ces conditions, de songer à appliquer les méthodes statistiques à l'étude de ces classes de phénomènes. Dans le cas particulier que nous envisageons ici, ces méthodes nous permettront, pour chaque valeur assignée au facteur pris en considération, de déterminer, avec une approximation plus ou moins grande, la distribution des résultats expérimentaux. De ces distributions nous pourrons déduire, notamment, des intervalles de variation pour les observations, associés à des coefficients de probabilité choisis à priori. Ainsi, nous pourrons calculer un intervalle, pour chaque valeur prise par le

facteur considéré, tel que la probabilité pour que le résultat de l'expérience appartienne à cet intervalle, soit égale à 0,95 ou 0,99 ou 0,999. La connaissance de ces distributions permettront de résoudre les divers problèmes qui se posent. Par exemple, comparer les résultats correspondant à deux valeurs distinctes du facteur envisagé ; ces résultats sont-ils significativement différents ou non ?

Dans l'étude de certains phénomènes, il est préférable de faire varier simultanément plusieurs facteurs. L'étude statistique des résultats se fera en utilisant la théorie des distributions à plusieurs variables. Dans ce cas, des problèmes nouveaux peuvent se poser ; notamment, l'analyse de l'interaction des différents facteurs.

Lorsqu'il n'est pas possible de mesurer directement les effets dus à un facteur, on essayera de trouver un autre facteur mesurable lié au précédent ; la théorie de la corrélation nous permettra alors de résoudre le problème. La statistique mathématique intervient encore sous un autre aspect dans les sciences expérimentales. Dans beaucoup de cas, lorsqu'on se propose d'organiser une série d'expériences, plusieurs schémas ou plusieurs arrangements sont possibles. On a fait l'étude théorique d'un certain nombre de tels schémas. Cette étude a donné naissance à un chapitre important de la statistique mathématique : l'organisation de l'expérimentation (*design of experiment*). Il convient de prendre en considération les résultats obtenus dans ce domaine pour choisir le schéma le meilleur.

3. Nous ne comptons pas énumérer les nombreux problèmes, que l'on rencontre au Congo belge, dont l'analyse des résultats exige l'emploi de méthodes statistiques ; ils sont bien connus et la plupart ont fait l'objet de recherches dans d'autres pays.

A titre d'exemple, citons cependant les travaux im-

portants entrepris par l'I.N.É.A.C. Les recherches de R. A. FISHER et de ses collaborateurs ont montré combien la statistique mathématique déductive était un outil précieux pour les expérimentations agricoles. Dans ce domaine, notamment, la planification des expériences constitue un élément important. Il est regrettable, croyons-nous, que de nombreuses expériences agricoles effectuées par les agents territoriaux n'aient pas été conçues suivant un plan déterminé qui aurait permis une analyse statistique des résultats ; de nombreuses observations n'ont pu être validées.

Dans un autre domaine, celui de la psychologie appliquée, mentionnons certaines études concernant les facteurs de rendement dans le travail des noirs ; elles présentent un grand intérêt pour l'utilisation et l'éducation de la main-d'œuvre indigène. D'autres problèmes, tels que la comparaison des noirs en milieu coutumier et en milieu blanc du travail, la comparaison du comportement du noir au comportement du blanc, l'analyse des différences constatées et leur réductibilité, sont également importants. Des recherches, dans ce domaine, ont été entreprises depuis trois ans par le professeur A. OMBREDANE et seront poursuivies au cours des années à venir. Dans ce cas, on fait appel à la statistique déductive pour l'organisation des expériences, le choix des échantillons et pour l'analyse des résultats.

Nous ne citerons pas les diverses applications de la statistique à l'industrie qu'on pourrait envisager au Congo belge. Ces méthodes, utilisées sur une grande échelle dans certains pays, en particulier aux États-Unis, ont donné d'excellents résultats ; leur emploi systématique dans certaines entreprises congolaises est à préconiser.

4. L'objet de ces brèves considérations était de mettre en évidence le rôle important joué par les méthodes sta-

tistiques dans divers domaines. Nous n'avons pas pu montrer, dans cet article, la véritable portée de ces méthodes, car cela aurait exigé des développements mathématiques assez considérables. La statistique déductive ne constitue pas une fin en elle-même ; elle est au service de la science expérimentale. D'autre part, l'expérimentateur doit songer, avant d'effectuer une série d'expériences, à quelle analyse statistique il compte soumettre ses résultats, car ce point peut conditionner, dans une large mesure, l'organisation de ses expériences. La science expérimentale doit s'imposer une certaine discipline, car une interprétation correcte des résultats et leur validation exigent que le schéma expérimental obéisse à certaines règles.

Il est souhaitable, indispensable, que le chercheur connaisse la statistique. Il n'en est pas toujours ainsi aujourd'hui ; c'est une lacune qu'il faudra combler, dans l'avenir, par un enseignement adéquat.

Fréquemment, l'emploi de certaines méthodes statistiques conduit le chercheur à utiliser des formules mathématiques assez simples. Il serait dangereux, cependant, que ses connaissances en statistique mathématique se réduisent à un tel formulaire. Il est essentiel de posséder les bases de la théorie mathématique, de comprendre le sens des formules, les hypothèses qui conditionnent leur emploi, pour pouvoir en faire un usage judicieux. La statistique mathématique devient une science très vaste. Aussi, dans bien des cas, il faudra songer à un travail d'équipe ; lorsque l'importance des travaux le justifie, il est indispensable d'avoir un ou plusieurs statisticiens dans chaque centre de recherches. Nous croyons que le Congo belge constituera un débouché intéressant pour les statisticiens, car les recherches à poursuivre et à entreprendre y sont nombreuses.

24 avril 1952.

**I. de Magnée. — Rapport sur le travail de M. N. Varlamoff: « Géologie des Gisements stannifères de SYMÉTAÏN (Maniema, Congo belge) »**

M. N. VARLAMOFF, Ingénieur Géologue A. I. Lg., dirige depuis de longues années les prospections que la Société Remina effectue au Maniema, prospections qui ont donné des résultats remarquables à tous points de vue. Il convient de souligner l'esprit scientifique qui a constamment présidé aux recherches. Le mérite en revient en grande partie à M. VARLAMOFF.

Il y a lieu d'être reconnaissant à la Société SYMÉTAÏN et à la Société REMINA de l'avoir autorisé à publier les résultats et les conclusions de ses longues recherches. Les publications de M. VARLAMOFF constituent en fait le meilleur guide pour ceux auxquels incombe le développement minier de la Province Orientale. Elles jettent les bases de la mise en valeur des gisements d'étain primaires, qui est désormais la préoccupation de nos Sociétés minières du Maniema, du Kivu et du Ruanda-Urundi.

Dans la première partie du mémoire sous revue, L'AUTEUR rappelle et précise sur certains points ses publications antérieures. Il montre la liaison extrêmement nette des gisements de cassitérite, wolfram et columbo-tantalite avec les intrusions granitiques et le niveau atteint par l'érosion. Concernant la stratigraphie des terrains anciens du Maniema et leur tectonique, il se tient sur une prudente réserve. Il s'étend davantage sur les caractères du métamorphisme de contact des granites, sans cependant s'engager dans une étude microscopique fouillée.

Au point de vue métallogénique, on sait que M. VARLAMOFF s'est fait le champion des théories de FERSMAN et de leur application aux minéralisations du Maniema. Dans ses dernières publications, on remarque cependant une tendance à assouplir le cadre trop rigide de ces théories en ce qui concerne les températures de formation des minéraux et leur localisation géométrique par rapport aux contacts granitiques. Il conserve cependant, mais avec des réserves concernant les températures, le schéma de classification de FERSMAN en phases magmatique, épimagmatique, pneumatolytique et hydrothermale. La cassitérite se serait formée dans la phase pneumatolytique à des températures de l'ordre de 500° et plus. Outre que ces températures paraissent excessives à la lumière de nos connaissances actuelles, observons qu'il est pratiquement impossible de tracer une limite entre les dépôts filoniens « pneumatolytiques » et « hydrothermaux ». Le terme « pneumatolytique » a été utilisé par certains géologues dans un sens qui est en contradiction avec l'étymologie. Ce terme est un héritage des conceptions physico-chimiques anciennes, qui voyaient une différence fondamentale entre l'état gazeux et l'état liquide.

M. VARLAMOFF se défend d'ailleurs de discuter « la question très controversée de savoir si les venues minéralisantes sont arrivées sous forme de fluides ou de solutions concentrées aqueuses » (chap. V, § 3). Dans ces conditions, il est difficile de maintenir la distinction entre « pneumatolytes » et « hydrothermalites ». Rappelons qu'à l'exemple de W. LINDGREN, les auteurs américains évitent cette difficulté en se contentant de distinguer les gisements pegmatitiques d'une part, les gisements hydrothermaux d'autre part.

Les filons du Maniema rentrent sans ambiguïté dans la catégorie des filons *hypothermaux*. Il ne me semble pas justifié d'invoquer, comme le fait M. VARLAMOFF,

un « telescoping » général pour expliquer la présence simultanée dans les filons des silicates, oxydes et sulfures. A ce titre presque tous les filons stannifères seraient « télescopés ».

Cependant, l'auteur a parfaitement raison d'insister sur le fait que la minéralisation est, au Maniema, confinée dans une zone étroite à cheval sur les contacts du granite, avec intensification et élargissement au droit des coupoles granitiques. C'est ce que les excellentes cartes jointes au mémoire mettent bien en relief, en expliquant du même coup la répartition des placers éluvionnaires et alluvionnaires.

Notons encore que M. VARLAMOFF est un partisan convaincu des théories magmatiques classiques. Comme tel, il fait peu de place aux phénomènes de granitisation métasomatique et considère le système filonien comme un remplissage de fissures, y compris les pegmatites et même, sauf erreur d'interprétation de ma part, les greisens stannifères. A cet égard, il est curieux de noter qu'une observation tout aussi fouillée et minutieuse des faits a conduit M. P. DUHOUX à défendre, pour la mise en place de l'or à Kilo et Moto, un mécanisme très différent de celui invoqué par M. VARLAMOFF.

Faut-il voir dans cette opposition, une amorce de l'explication des relations singulières de l'or et de l'étain au Maniema (voir région de l'Elila, pl. I du mémoire) ? M. VARLAMOFF, dans le présent mémoire, n'aborde pas cette question importante. Nous souhaitons qu'il communique prochainement à notre Institut ses vues à ce sujet.

La deuxième partie du mémoire étudie la répartition et le mode de formation des placers éluvionnaires et alluvionnaires, richesse du Maniema. Cette étude comble une lacune considérable dans la littérature géologique congolaise et sera accueillie avec le plus vif intérêt,

par les géologues et par tous les exploitants de placers.

L'étude contient en effet, non seulement l'étude des « satellites » des concentrés à cassitérite, mais aussi une analyse de la répartition granulométrique de celle-ci en fonction des conditions géologiques et géographiques. Les lois qui président à l'évolution des teneurs, des tonnages, et de la morphologie des minéraux lourds, en fonction du profil de la rivière et de la distance aux gîtes primaires, sont formulées avec clarté et précision. Elles seront d'une utilité incontestable, notamment en posant nettement le problème de l'évaluation et de la récupération de la cassitérite fine dans les placers alluvionnaires « aval ». Rappelons que le sluice, de même que le pan de prospection récupèrent insuffisamment la cassitérite à partir de la granulométrie 65 mesh.

L'auteur, en étudiant le mode de réduction du diamètre des grains au cours de leur transport, arrive à la conclusion qu'il s'est formé de très importants tonnages de cassitérite impalpable. Il pose aux chercheurs la question de savoir si cette cassitérite ultrafine se concentre quelque part dans les grandes rivières ou si elle est définitivement dispersée.

En conclusion, je propose à l'Institut d'imprimer le mémoire de M. VARLAMOFF ainsi que la totalité des planches qu'il comporte.

25 avril 1952.

**M. Legraye. — Rapport sur le travail de M. N. Varlamoff : « Géologie des Gisements stannifères de SYMÉTAÏN (Maniema, Congo belge) ».**

Dans son mémoire sur la géologie des gisements stannifères du Maniema, M. N. VARLAMOFF passe successivement en revue la métallogénie de ces gisements, les caractères des gisements détritiques (éluvionaires et alluvionaires) et les caractères de la concentration et de la dispersion de la cassitérite dans les gisements détritiques.

Après avoir situé les gisements primaires dans leur cadre géographique et géologique, il décrit les grands traits de leur métallogénie : leur détail a déjà été donné par l'auteur dans une série de remarquables mémoires publiés dans les *Annales de la Société Géologique de Belgique* et, tout récemment dans les comptes rendus du Congrès du C. S. K. à Élisabethville.

Dans l'actuel mémoire l'auteur a repris, d'une manière simplifiée et très claire, l'essentiel de ce qu'il a partiellement décrit ailleurs. Il a parfaitement disséqué le mécanisme de la mise en place des granites, des aplites, de la tourmalinisation, des filons de quartz et de la minéralisation en cassitérite, ainsi que les stades successifs d'érosion qui ont décapé les terrains et conditionné la répartition actuelle des gisements. Il s'est abstenu de discuter la nature des fluides minéralisateurs, faisant preuve en cela d'une sage prudence en l'état actuel de nos connaissances.

Il se dégage de sa description des règles simples et claires permettant de guider les recherches.

L'étude des gisements détritiques fait l'objet d'autres chapitres dans lesquels la nature de ces derniers et leur criblométrie ont été décrits. Ils permettent de comprendre les raisons de l'extension de ces gisements en fonction de leur distance des massifs granitiques et du type de réseau hydrographique. Nul doute que ses commentaires conduiront à des études semblables dans d'autres gisements du Congo belge et du Ruanda Urundi.

Enfin l'auteur s'est penché sur le délicat problème de la concentration ou de la dispersion de la cassitérite fine, non récupérée jusqu'à présent et qui, d'après lui, doit constituer des tonnages considérables. L'étude de cette question n'en est qu'à ses débuts ; M. N. VARLAMOFF l'aborde mais n'a pas encore la prétention de la résoudre : il n'est pas possible de prévoir si cette fine cassitérite s'est concentrée quelque part — et il serait intéressant de trouver où — ou si elle s'est définitivement dispersée.

Des diagrammes et des cartes géologiques illustrent les faits exposés dans ce mémoire. Celui-ci sera lu avec intérêt par tous ceux que les problèmes des gîtes d'étain préoccupent ; il pourra servir de guide et les publications plus détaillées de l'auteur, auxquelles il renvoie ou qu'il prépare, compléteront utilement cette étude.

Je me plais à proposer à la Classe des Sciences Techniques de l'Institut Royal Colonial belge la publication de ce mémoire et des planches qui l'accompagnent.

Le 15 avril 1952.

### Séance du 30 mai 1952.

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

Présents : MM. J. Beelaerts, R. Bette, K. Bollengier, E. J. Devroey, G. Gillon, G. Moulaert, membres titulaires; MM. G. Bousin, C. Camus, L. Descans, P. Lancsweert, R. Vanderlinden, membres associés ; MM. J. Van der Straeten, R. Willems, membres correspondants.

Excusés : MM. R. Anthoine, H. Barzin, R. Cambier, F. Campus, E. Comhaire, R. Deguent, P. Fontainas, J. Lamoën, F. Leemans, F. Olsen, P. Sporcq, M. Le-graye, P. Van Deuren.

#### **Considérations sur la voie nationale des transports congolais.**

M. *G. Bousin* donne lecture de sa note intitulée comme ci-dessus (voir page 685).

De nombreux membres prennent part à l'échange de vues qui suit cette communication.

#### **Sur les nouvelles lignes américaines de transport d'énergie à très hautes tensions.**

M. *G. Gillon* présente la communication rédigée sur ce sujet par M. *G. de Rosenbaum*, membre correspondant (voir page 698).

#### **La modernisation des installations de la Géomines à Manono.**

M. *E. Devroey* résume l'étude précitée de M. *H. Barzin*, retenu chez lui pour causes de santé.

Ce travail sera publié dans les mémoires in-8° de la Section.

### Zitting van 30 Mei 1952.

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

Aanwezig : de Heren *J. Beelaerts*, *R. Bette*, *K. Bollengier*, *E. J. Devroey*, *G. Gillon*, *G. Moulaert*, titelvoerende leden ; de Heren *G. Bousin*, *C. Camus*, *L. Descans*, *P. Lancsweert*, *R. Vanderlinden*, buitengewone leden ; de Heren *J. Van der Straeten*, *R. Willems*, corresponderende leden.

Verontschuldigd : De Heren *R. Anthoine*, *H. Barzin*, *R. Cambier*, *F. Campus*, *E. Comhaire*, *R. Deguent*, *P. Fontainas*, *J. Lamoën*, *F. Leemans*, *F. Olsen*, *P. Sporcq*, *M. Legraye*, *P. Van Deuren*.

#### **Beschouwingen over de nationale weg voor het vervoer in Congo.**

De Heer *G. Bousin* geeft lezing van zijn nota, getiteld : « *Considérations sur la voie nationale des transports congolais* » (zie blz. 685).

Talrijke leden nemen deel aan de gedachtenwisseling die op deze mededeling volgt.

#### **Over de nieuwe Amerikaanse lijnen voor het vervoer van energie onder zeer hoge spanning.**

De Heer *G. Gillon* legt de mededeling voor die de Heer *G. de Rosenbaum*, corresponderend lid, over dit onderwerp opgesteld heeft onder de titel : « *Sur les nouvelles lignes de transport d'énergie à très hautes tensions* » (zie blz. 698).

**Nouvelles publications reçues par le Comité Hydrographique  
du Bassin Congolais.**

M. E. Devroey passe en revue une seconde série d'ouvrages reçus par le Comité Hydrographique du Bassin Congolais, par voie d'échange avec ses propres publications (voir page 713).

**Concours annuel 1952.**

Aucune réponse n'a été reçue aux deux questions posées.

**Hommage d'Ouvrages.**

**Aangeboden Werken.**

Les publications ci-dessous ont été offertes par des membres de la Section :

De volgende publicaties werden door leden van de Sectie aangeboden :

1. A. GILLIARD, Sur les parcs nationaux du Congo belge et spécialement le parc national de l'Upemba (*Comptes rendus des travaux du Congrès Scientifique*, Élisabethville, 13-19 août 1950).
2. Aide-Mémoire des Travaux Publics (Direction des Travaux Publics et des Communications du Gouvernement Général, Léopoldville-Kalina, 1950) <sup>(1)</sup>.

Le secrétaire général dépose ensuite sur le bureau les ouvrages suivants :

De secretaris-generaal legt daarna op het bureau de volgende werken neer :

1. *Technique d'Outre-Mer* (Paris, nos 1, 2-3, janvier-février, mars-juin 1951).
2. *La Chronique des Mines Coloniales* (Bureau d'Études Géologiques et Minières Coloniales, n° 189 et 190, Paris, 15 mars et 15 avril 1952).

---

<sup>(1)</sup> La direction des Travaux Publics et des Communications dépend de la 6<sup>e</sup> Direction Générale du Gouvernement local, laquelle est confiée à notre confrère P. GEULETTE. — De directie van Openb. Werken en van Verkeerswezen hangt af van de 6<sup>e</sup> Alg. Dir. van het Plaatselijk Gouv., waarvan het beheer toevertrouwd is aan onze confrater de Hr. P. GEULETTE.

**De modernisatie van de installaties van de Géomines te Manono.**

De Heer *E. Devroey* vat de studie samen van de Heer *H. Barzin*, die wegens gezondheidsredenen weerhouden is.

Deze zal in de verhandelingenreeks in-8<sup>o</sup> gepubliceerd worden.

**Nieuwe publicaties die het Hydrografisch Comité voor het Congobekken ontvangen heeft.**

De Heer *E. J. Devroey* geeft een overzicht van de tweede reeks werken, die het Hydrografisch Comité voor het Congobekken door uitwisseling met zijn eigen publicaties toegezonden kreeg (zie blz. 713).

**Jaarlijkse Wedstrijd 1952.**

Geen enkel antwoord werd op de twee gestelde vragen ingezonden.

3. *L'Écho des Mines et de la Métallurgie* (nos 3443 et 3444, Paris, avril et mai 1952).
4. *Annuaire hydrologique de la France — Année 1950* (Société hydrotechnique de France, avril 1952).
5. *Bulletin mensuel du Comité Permanent de Coordination des Transports au Congo* (n° 14, Bruxelles, 15 mai 1952).
6. *Technisch-Wetenschappelijk Tijdschrift* (Vlaamse Ingenieursvereniging, n° 5, Antwerpen, Mei 1952).
7. *Machinery Lloyd — Européen Edition* (Vol. XXIV, n° 9A, Londres, 3 mai 1952).

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

La séance est levée à 16 h.

De zitting wordt te 16 u opgeheven.

**G. Bousin. — Quelques considérations sur « la voie nationale des transports congolais ».**

On désigne ainsi l'ensemble des transports coloniaux effectués via Matadi tant à l'importation qu'à l'exportation. Des tonnages de plus en plus importants doivent emprunter plusieurs réseaux. Il faut donc que des mesures soient prises en vue d'acheminer, dans les meilleures conditions, les marchandises vers leur destination. Cette nécessité s'est fait sentir, il y a de nombreuses années déjà ; elle est l'origine de la fondation par arrêté ministériel du 8 novembre 1926 du *Comité permanent de Coordination des transports au Congo*, qui groupe les représentants des transporteurs et manutentionnaires publics et un délégué du ministre des Colonies.

Ce comité étudie les dispositions à prendre pour accélérer les envois, assurer les interéchanges, simplifier la documentation, proposer à l'accord du Ministre les tarifs, compte tenu de l'intérêt des usagers, de la politique économique du Gouvernement et des conditions d'exploitation des réseaux. Le but poursuivi consiste à desservir le mieux possible au moyen des grandes voies de communication existantes, les différents points du territoire congolais.

Le problème est d'autant plus complexe qu'il faut, dans la plupart des cas, emprunter des moyens de transport différents : rail, eau, route, nécessitant de nombreux transbordements. Ces transbordements, ainsi que les grandes distances à franchir rendent difficile l'amélioration du facteur « vitesse ». Cependant — et c'est là une des préoccupations du Comité permanent de Coor-

dination — , la correspondance des horaires doit tendre vers l'accélération des expéditions. Par suite de l'extraordinaire accroissement des importations pendant ces dernières années et l'encombrement qui en est résulté il n'a pas été possible de maintenir les dispositions appliquées jadis qui avaient permis une réduction importante des délais de transport.

L'accélération de la rotation du matériel roulant ou fluvial est poursuivie continûment par tous les réseaux en poussant l'accroissement de capacité des trains et convois fluviaux ; par augmentation de la puissance des locomotives, des remorqueurs, des charges utiles des wagons, barges et camions ; par la substitution du combustible liquide au charbon et au bois. Il importe de limiter, dans toute la mesure du possible, l'immobilisation du matériel aux points d'interéchange, en facilitant les opérations de déchargement, emmagasinage et chargement par la multiplication des engins de décharge et de manutention.

Dès à présent, l'emploi de palettes et de lift-trucks, l'utilisation de containers, l'application de normes d'emballages pour certaines marchandises (bouteilles, sucre, etc...) ont permis, tout en favorisant les opérations délicates de chargement, d'assurer une meilleure utilisation des wagons et des barges.

Mais là ne peut se borner l'effort à accomplir. Il faut faire face à un tonnage toujours croissant.

Des progrès importants ont été réalisés par l'extension des faisceaux de voies, par la construction de nouveaux magasins et quais, par développement de terre-pleins et de cours, mais il convient d'envisager d'urgence l'ensemble du problème d'extension des moyens de transport dans toute la Colonie. Le programme décennal, en plus de l'aménagement et de l'extension des installations ferroviaires, portuaires et routières existantes, envisage la création de nouvelles voies de

communications dont l'urgence s'impose. Il importe cependant de fixer l'ordre de priorité, tous les travaux ne pouvant être exécutés simultanément. De plus, de nouveaux problèmes se posent chaque jour et modifient les plans arrêtés il y a deux ans. Une solution non prévue au plan décennal a été préconisée par notre collègue M. ODON JADOT <sup>(1)</sup>. Elle rencontre une certaine opposition. Les arguments pour et contre ont été suffisamment développés ici même pour que je ne m'étende pas davantage sur cette question !

Les interéchanges (passages d'un réseau à un autre) se font sur la base de conventions passées entre les membres du Comité de Coordination, conventions tendant à simplifier et à accélérer ces opérations. C'est dans ce but que des standardisations d'emballage de certains produits congolais ont été proposées et appliquées. Ces standardisations facilitent et accélèrent le contrôle aux ruptures de charge.

D'autre part, le Comité de Coordination étudie, en accord avec les fabricants d'emballages et les usagers, une normalisation qui mettrait mieux les marchandises à l'abri des détériorations et des vols. L'augmentation considérable du coût des emballages a poussé les importateurs à utiliser de plus en plus le carton, le prix du bois devenant presque prohibitif dans certains cas. Il s'est révélé à l'usage que, dans bien des cas, des emballages pouvant supporter normalement le transport et les manutentions en régions tempérées, ne résistaient pas aux conditions climatiques des régions tropicales. Les transporteurs coloniaux ont donc dû imposer des réserves à l'acceptation d'envois ainsi conditionnés. Il a été constaté cependant que moyennant certaines précautions, ces emballages pouvaient supporter les efforts et conditions auxquels ils sont

---

<sup>(1)</sup> Voir notamment *Bull. I. R. C. B.*, 1952, pp. 586-586.

normalement soumis. C'est pourquoi, la mise au point d'un laboratoire d'essai des emballages en carton est poursuivie en ce moment, avec l'appui des autorités de la Colonie, du commerce extérieur, des transporteurs de la Société Nationale des Chemins de Fer belges et probablement des assureurs.

La simplification des documents de transport a été appliquée depuis longtemps, par l'admission, sur tous les réseaux, d'expéditions sous connaissements directs, aller et retour, émis à l'origine de l'envoi et garantissant le transport jusqu'à destination, sans intervention de l'expéditeur. Ces documents sont établis au départ d'Anvers ou de Matadi (pour les marchandises provenant d'autres pays) et réciproquement de certains centres principaux de la Colonie vers Matadi ou Anvers.

Je ne m'étendrai pas sur toutes les dispositions tarifaires prises par le Comité de Coordination. Permettez-moi de les résumer succinctement.

Le Comité a procédé à une répartition des marchandises et produits coloniaux en classes tarifaires basées, en principe, sur leur valeur propre.

1<sup>o</sup>) Les produits agricoles et assimilés ainsi que leurs dérivés, sont répartis en six classes d'après des estimations établies en vue de déterminer la valeur d'achat à l'indigène ou la valeur à la sortie de l'usine, considérées comme valeurs minima en période de faible conjoncture.

Ces tarifs sont dégressifs sur une distance de 600 kilomètres à partir du point d'origine et sont applicables aussi bien aux transports intérieurs qu'aux transports à l'exportation. A partir du 601<sup>e</sup> km, ils sont constants.

2<sup>o</sup>) Échelles mobiles.

Les tarifs fixés pour ces six classes de produits sont des tarifs extrêmes, dits de base, qui, appliqués tels quels, apporteraient aux transporteurs une recette insuffisante pour l'équilibre des charges actuelles.

Il est remédié à cette insuffisance des recettes par les fluctuations que subissent les tarifs par l'application des échelles mobiles.

Pour chaque produit, le tarif de base est d'application aussi longtemps que son prix de vente reste inférieur à la valeur de base C I F correspondant à son prix de revient ou d'achat minimum, en période de basse conjoncture, augmenté des frais de transport et divers grevant l'exportation ainsi que d'un bénéfice de 10 pour cent.

Les échelles fluctuent selon les cours de vente enregistrés au cours d'un mois, et sont appliquées le mois suivant.

Les échelles réduites de 50 à 75% s'appliquent dorénavant aux transports de produits de provenance locale à destination des industries de transformation ou des lieux de consommation ; certains produits ne sont pas soumis à ce mode de taxation.

Avant 1951, les tarifs présentaient des échelons positifs et des échelons négatifs, mais les tarifs et cours de base étaient supérieurs à ceux actuellement appliqués.

Dans le système en vigueur, il n'y a plus que des échelons positifs, mais les tarifs de base ne correspondent nullement au strict prix de revient. Ils ont été fixés en multipliant par 2 les tarifs d'avant-guerre. Les frais réels sont actuellement 3 1/2 à 4 fois plus élevés qu'en 1939. En cas de très basse conjoncture entraînant l'application des tarifs de base, l'exploitation se solde-rait infailliblement en déficit.

Les échelons actuels jusqu'à 75 à 100% doivent être considérés comme négatifs.

En d'autres termes, dès l'instant où l'on serait amené à appliquer des échelons inférieurs à 75 ou 100% les transports s'effectueraient à perte.

Il est donc inexact de dire que les transporteurs

appliquent des frets élevés en période de prospérité, sans compensation en basse conjoncture.

Les marchandises, autres que les produits agricoles, sont rangées en 13 classes tarifaires. Cette classification et les tarifs qui les accompagnent, donnent satisfaction à la quasi-totalité des usagers. L'unification du classement sur l'ensemble des réseaux facilite grandement l'application des tarifs.

Les tarifs interréseaux sont appliqués aux importations et exportations en destination ou en provenance des régions de l'Est et du Sud-Est de la colonie. Ils sont basés sur la parité avec les voies étrangères.

En résumé, la politique des transports intérieurs est donc basée sur les intérêts des usagers. Elle favorise les exportations, les échanges interrégionaux, les industries locales, les besoins des indigènes.

Grâce aux tarifs interréseaux, elle permet aussi aux industriels, planteurs et colons fixés dans les régions frontalières, et même dans certaines zones intérieures pouvant être considérées comme, géographiquement parlant, dépendantes des voies étrangères, de recourir, à conditions tarifaires égales, aux transports par la voie nationale.

La politique des transports interréseaux a soulevé des objections que l'on peut résumer ainsi :

1<sup>o</sup>) Elle provoque, artificiellement, des transports qui ne tiennent pas compte des conditions géographiques ;

2<sup>o</sup>) Elle entraîne une augmentation des tarifs de transports intérieurs ;

3<sup>o</sup>) Elle est contraire à l'esprit de collaboration qui devrait exister entre transporteurs africains.

Il est exact que la distance séparant les régions du Kivu et du Katanga, par exemple, des ports mari-

times étrangers est moindre que celle qui les sépare de Matadi. Il semble donc logique de penser à effectuer par la voie étrangère tous les transports destinés ou en provenance de ces zones. Mais il convient de noter que la distance seule n'impose pas les courants de transport. Les questions de prix et de durée interviennent pour fixer le choix. A prix égal, la durée et donc la capacité des liaisons terrestres avec les différents ports doivent être prises en considération. A priori, la voie la plus courte semble sous ce rapport incontestablement la plus avantageuse. Il en serait effectivement ainsi si le port maritime était l'origine ou la destination finale de la marchandise. En ce qui concerne les exportations et importations congolaises, il n'en est jamais ainsi...

Un facteur important, et parfois déterminant, réside dans les possibilités de liaison maritime des ports avec les pays d'outre-mer.

Considérant le nombre de navires des lignes régulières fréquentant le port de Matadi et établissant un contact pour ainsi dire continu avec Anvers, les États-Unis ou la Grande-Bretagne, il peut y avoir avantage à utiliser la voie nationale, malgré le délai plus long des transports intérieurs, délai largement compensé dans certains cas par la rapidité d'embarquement ou de déchargement et la réduction du transport maritime. Il en est d'ailleurs de même en Europe, où les ports principaux drainent un trafic international indépendant des frais de transport continentaux (Comparaison des conditions pour la Suisse qui utilise, selon les cas, Anvers, Rotterdam, Gênes ou Rouen).

On peut donc soutenir que, du point de vue de l'utilisateur, seules les conditions géographiques des transports continentaux doivent entrer en ligne de compte.

C'est d'ailleurs ce qui se passe en fait régulièrement, tant en ce qui concerne le Kivu que le Katanga.

Une des conditions du choix de la direction des transports est, évidemment, le prix de ceux-ci. La mise à parité, récente, des tarifs de certaines marchandises est donc à l'avantage des usagers de ces zones, qui peuvent utiliser indifféremment la voie nationale ou les réseaux étrangers.

Mais cette mise à parité ne peut se faire que moyennant la fixation de tarifs inférieurs (rapportés à la tonne-kilomètre) aux tarifs normaux. Certains usagers d'autres régions de la Colonie ont pensé que cette réduction s'opérait au détriment des tarifs normaux, et par conséquent leur causait un préjudice. Il importe donc de déclarer ici que ces transports, dits « interréseaux » assurent à la voie nationale un trafic qui, dans certains cas, lui apporte un supplément de recettes non négligeable, et au surplus permettent de maintenir en activité une voie de transport indépendante des possibilités offertes par les voies étrangères.

Disons tout de suite que les transporteurs congolais n'ont pu appliquer ces tarifs spéciaux à certaines catégories de marchandises dont le transport eût exigé des sacrifices, dès l'instant où le fret eût été inférieur au prix de revient d'exploitation. Cette réserve faite, tout transport qui vient s'ajouter au trafic de base, se traduit par un bénéfice certain, même si les tarifs réclamés sont inférieurs à ceux reconnus normaux. L'augmentation du volume de trafic et la recherche de l'équilibre de celui-ci sont profitables à l'utilisateur, comme aux transporteurs, car elle conduit à une réduction des frais d'exploitation, les frais fixes restant constants. En d'autres termes, la suppression du trafic « interréseaux » se traduirait, toutes choses égales d'ailleurs, par une augmentation des tarifs normaux.

Le maintien des relations entre les zones éloignées et Matadi permet l'utilisation de la voie nationale quand, comme c'est le cas actuellement, les réseaux étrangers

sont en difficulté. Qu'il s'agisse du Kivu ou du Katanga, c'est là un point capital.

On pourrait soutenir qu'étant donné l'importance actuelle des tonnages importés via Matadi, les tarifs interréseaux pourraient être supprimés. Ceci ne pourrait se faire qu'en sacrifiant délibérément les intérêts de régions importantes de l'Est de la Colonie.

On a reproché aux transporteurs congolais de ne pas collaborer avec les réseaux étrangers, en établissant des conventions de répartition des tonnages pouvant emprunter d'autres voies. Ce reproche n'est pas fondé. Il y a des contacts fréquents entre transporteurs congolais et étrangers, mais, dans l'ensemble, ils n'ont pu porter, jusqu'à présent, sur des engagements fermes de tonnages à répartir. Les transporteurs ne peuvent prendre pareils engagements qu'avec l'accord des clients, et ceci n'est possible que dans certains cas, comme par exemple, quand une très grosse industrie peut avoir intérêt à se réserver l'usage simultané de plusieurs ports.

De telles conventions ne peuvent être conclues que par les gouvernements intéressés. Ceux-ci ont compris l'avantage qu'il pourrait y avoir à faciliter l'écoulement des marchandises et produits par les voies les plus courtes et les plus rapides.

Trois conférences internationales ont eu lieu successivement à Lisbonne fin avril 1949, à Paris le 17 février 1950, à Johannesburg fin octobre — début novembre 1950. Cette dernière groupait les représentants des gouvernements de Belgique, de France, du Portugal, de la Rhodésie du Sud, de l'Union de l'Afrique du Sud et du Royaume-Uni de Grande-Bretagne et de l'Irlande du Nord, ainsi que les représentants des territoires suivants : l'Angola, le Congo belge, y compris le Ruanda-Urundi, l'Afrique Équatoriale Française, Madagascar,

le Mozambique, la Rhodésie du Nord et le Nyassaland, la Haute Commission de l'Afrique orientale pour les territoires du Kenya, de l'Ouganda et du Tanganyika, la Haute Commission pour le Basutoland, le Protectorat du Bechuanaland et du Swaziland. Y assistaient également des observateurs du Gouvernement des États-Unis d'Amérique et de la Banque internationale pour la Reconstruction et le Développement, ainsi que les représentants des transporteurs de ces pays ou territoires.

Cette conférence avait pour objet l'étude des effets du développement économique sur les transports.

Elle a émis une série de vœux relatifs à l'extension des voies ferrées et des routes, à l'aménagement des ports, à la standardisation du matériel, à l'établissement de courants de transports internationaux. Ces courants de transports ne peuvent être encouragés que moyennant des aménagements tarifaires, aussi avait-il été prévu, lors de la Conférence de Paris, que ceux-ci seraient établis à l'intervention d'un secrétariat permanent siégeant à Prétoria. Malheureusement, le Comité s'est trouvé dans l'impossibilité d'arriver à un accord unanime sur la nécessité de créer cet organisme permanent. Par suite, le Comité a recommandé que la question soit soumise aux Gouvernements en vue d'un nouvel examen.

Ceci démontre combien, malgré le désir formel des participants, il est difficile de conclure pareilles conventions, les intérêts en jeu étant souvent contradictoires.

Ce n'est pas à dire que l'esprit de collaboration n'existe pas, et il faut espérer que de nouveaux examens donneront des résultats positifs.

Retenons cependant les vœux émis par la Commission des tarifs, savoir :

« Que des tarifs de transit soient établis pour faciliter le libre écoulement du trafic entre territoires et recommande aussi que dans la négociation d'accords mettant en jeu les tarifs internationaux, les parties contrac-

tantes, gouvernements ou administrations de chemins de fer, soient si possible guidés par les principes suivants :

« Les tarifs internationaux appliqués sur les lignes d'une administration de chemins de fer devraient être établis de manière à faciliter le mouvement du trafic international et à aider au développement économique des territoires desservis, en tenant toujours compte de l'effet de ces tarifs sur le budget de l'administration des chemins de fer en cause et des conditions du trafic local sur ses lignes.

« Sous réserve de ces conditions, des tarifs inférieurs à ceux en vigueur pour le trafic local des réseaux intéressés peuvent, dans certaines circonstances, être justifiés pour ce trafic international, à condition que ces tarifs directs ne soient pas de nature à encourager une concurrence illégitime avec d'autres chemins de fer desservant déjà les territoires intéressés. »

Les principes ci-dessus énoncés sont appliqués par le Comité de Coordination puisque les tarifs interréseaux sont à la parité avec ceux des réseaux étrangers ; ils n'ont rien du dumping et n'encouragent pas une concurrence illégitime.

En ce qui concerne les chemins de fer congolais, des accords existent, concernant les tarifs interterritoriaux et internationaux.

a) Belgique :

1) Un accord existant sur les différents secteurs dans les territoires du Congo et du Katanga, concernant les transports.

2) Entre les chemins de fer du Benguela et du Bas-Congo, les tarifs sont actuellement en vigueur, avec des taux mixtes pour certaines classes de trafic, marchandises inflammables et denrées périssables.

3) Un accord non enregistré qui peut être désigné par le terme « gentlemen's agreement » entre B. C. K. et les chemins de fer Rhodésiens.

b) Congo belge :

Deux accords sont en vigueur :

1) Entre la Belgique et la Grande-Bretagne (mars 1921) concernant le trafic entre le Congo belge via l'Afrique orientale et le Port de Dar-Es-Salam.

2) Entre la Belgique et le Portugal concernant le trafic entre le Katanga et Lobito.

c) Haute Commission de l'Afrique Orientale.

Accord entre les territoires de l'Afrique Orientale et le Congo belge concernant le transit des marchandises entre Dar-Es-Salam et Kigoma.

C'est à ces derniers accords que notre collègue M. E. DEVROEY faisait allusion lors de sa récente conférence, en faisant remarquer que grâce aux dispositions prises tant à Dar-Es-Salam qu'à Kigoma, on peut considérer cette voie comme la deuxième voie nationale. Il en serait effectivement ainsi si la liaison ferroviaire entre Kigoma et le port était capable de faire face aux demandes de transport du Kivu. Tel n'est pas le cas en ce moment, le Gouvernement belge n'ayant pu donner suite à la faculté qui lui est laissée de fournir du matériel de voie pour effectuer les transports de l'Est de la Colonie. Le matériel roulant dont dispose ce chemin de fer (East-African Railway) est à peine suffisant pour assurer les transports qui lui sont propres. D'après les déclarations faites récemment par la direction de ce réseau, il ne pourra accroître le tonnage destiné au Congo belge avant 1953-1954. Il ne s'agit pas, ici non plus, de manque d'esprit de collaboration, mais bien de la nécessité impérieuse de desservir avant tout, les besoins locaux,

Ce bref exposé démontre que la politique suivie par les transporteurs congolais, rencontre les objectifs poursuivis. Sans doute y aurait-il un certain danger à axer tout le trafic sur une seule voie nationale. Tel

n'est pas le but du Comité de Coordination. L'accroissement impressionnant des importations (conséquence du développement industriel et commercial de l'Afrique centrale) doit inciter tous les transporteurs à développer les voies d'accès vers les centres de production et de consommation. Ceci nécessite d'abord l'augmentation de la capacité des voies existantes, ensuite la création de voies nouvelles.

Le volume de trafic à prévoir pour les années à venir est largement suffisant pour écarter tout esprit de concurrence. Encore faut-il en attendant les constructions projetées, tant dans notre colonie que dans les territoires voisins, prendre toutes les mesures pour assurer autant que possible les besoins immédiats.

Qu'il me soit permis, en terminant, d'insister sur l'urgence de l'aménagement des ports du Bas-Congo et de leur liaison avec leur hinterland.

Rien ne sert d'accroître la capacité des chemins de fer, voies fluviales, routes, si, parallèlement et même antérieurement on ne met pas les ports maritimes et leurs liaisons ferroviaires et fluviales avec les réseaux intérieurs en mesure d'écouler le trafic qui doit passer par cette voie.

30 mai 1952.

**G. de Rosenbaum. — Projet américain du transport d'énergie électrique par courants alternatifs triphasés en utilisant des lignes doubles à 315 kV.**

**I. Introduction.**

Le transport d'énergie électrique en utilisant des tensions de plus en plus élevées est à l'ordre du jour dans plusieurs pays. Au Congo belge, une transmission d'énergie électrique en utilisant une très haute tension est probable dans un proche avenir. Il est, par conséquent, intéressant de suivre ce qui se fait dans ce domaine. Dans cet ordre d'idées, nous allons examiner brièvement le choix américain d'une nouvelle transmission aux E. U. A. à 315 kV. Rappelons qu'on utilise aux E. U. A., depuis plusieurs années, la tension de 287 kV (Boulder Dam).

**II. Projet américain.**

**A. Point de vue d'ensemble.**

La société américaine qui vient de prendre la décision de construire un réseau à 315 kV s'appelle « *American Gas and Electric Service Corporation* ». Dans le texte nous désignerons cet organisme sous le nom de « société ». C'est cette société qui possède les installations célèbres du TIDD et qui est à l'origine, avec plusieurs autres sociétés américaines, des études relatives à des tensions extra-hautes et d'une façon générale de l'ensemble du « 500 kV Tidd Test Project ».

La société possède plusieurs milliers de kilomètres de

lignes à 132 kV et dessert tout un vaste territoire des E. U. A. Ce territoire est approximativement délimité par les localités : New Carlisle, Tidd, Fieldale, Holston, Pineville, Tanners Creek, Madison (voir pour détails la référence 1, fig. 7 et 8). En 1939 la charge des lignes de cette société atteignait 900 MW aux heures de forte charge. En 1950, cette charge était devenue de 2.400 MW et on estime qu'en 1962 on atteindra 4.500 MW. Le réseau actuel est à sa limite de charge les pertes et les chutes de tension devenant excessives. Pour améliorer la situation, deux solutions pouvaient être envisagées :

1. Accroître progressivement les installations en fonction des besoins croissants de l'énergie ;
2. Superposer d'office au réseau existant un super-réseau capable d'alléger le réseau existant et permettre en même temps de grandes facilités pour l'avenir.

La première solution rencontrait quelques difficultés sérieuses. Parmi celles-ci il convient de citer la capacité des unités à installer (générateurs et transformateurs). L'industrie américaine utilise de préférence des unités considérées comme économiques, c'est-à-dire celles donnant un rendement élevé et demandant un entretien moins coûteux. La capacité des unités économiques était de 40 MVA en 1925 ; celle des unités en service actuellement dans les installations de la société est de 150 MVA et les unités actuellement en construction ont une capacité de 200 MVA. L'accroissement des installations devrait donc se faire par paliers multiples de 200 MVA et ceci est difficile à réaliser. D'autre part aux E. U. A. l'expérience indique qu'on a choisi, dans le passé, de nouvelles tensions trop rapprochées des tensions en service, quand les demandes d'énergie électrique exigeaient un nouveau palier de tension pour effectuer

le transport de cette énergie. La société s'est résolue d'étudier un palier de tension considérablement plus grand que celui de 132 kV en service.

La société a considéré que le transport d'énergie électrique pouvait se faire par deux espèces de lignes H. T.

1. Lignes doubles c'est-à-dire deux circuits sur les même poteaux.
2. Lignes simples et phases constituées par des conducteurs jumelés.

La seconde façon de faire permet, comme nous le savons, d'utiliser des tensions de service plus élevées tout en employant des conducteurs standards d'un diamètre relativement faible. Le choix d'une des deux solutions dépend des conditions du transport à réaliser et des distances de ce transport. Dans le cas du territoire desservi par la société, les longueurs des lignes du super-réseau envisagé variaient de 80 à 280 km ; pour de telles longueurs de ligne les tensions économiques sont relativement peu hautes. Dans notre étude (réf. 3) nous avons vu que pour le transport à 200 km de distance, la tension de 220 kV était plus économique que la tension de 400 kV. Cependant, l'emploi d'une tension plus basse oblige à multiplier le nombre de circuits. Au Congo belge le coût de la plate-forme pour les lignes parallèles n'est pas un facteur important (sauf près des grandes agglomérations). Il n'en est pas de même pour les E. U. A. Cette considération, du coût relatif au droit de passage, oriente d'une part vers l'emploi des lignes doubles et d'autre part vers l'utilisation des tensions de transport plus élevées qu'au Congo belge pour les mêmes distances de transport relativement faibles.

La société n'a pas envisagé l'utilisation des lignes à phases constituées par des conducteurs jumelés. En somme elle a utilisé la technique américaine bien connue des lignes doubles en portant simplement la tension de

transmission de 287 kV existante aux E. U. A. à la valeur de 315 kV. A la session du mois de mai 1951 de l'A. I. E. E., le rapport relatif au choix de la société a été discuté et des personnalités américaines ont posé aux représentants de la société des questions sur la raison de l'abandon des lignes à conducteurs jumelés. Les autorités de la société ont répondu qu'elles avaient estimé l'emploi des conducteurs jumelés indésirables pour les raisons suivantes :

1. Coût de 1<sup>er</sup> établissement plus élevé.
2. Coût d'entretien des conducteurs jumelés inconnu et probablement plus élevé que celui des conducteurs simples.
3. Capacité de transport accrue et jugée excessive pour une seule ligne.
4. Difficulté de fondre le givre par des procédés de court-circuit en utilisant la tension inférieure de service (132 kV).

Quand nous examinons l'énorme documentation réunie à Tidd, nous sommes surpris de constater que les renseignements au sujet des conducteurs jumelés sont relativement peu nombreux, de toute évidence l'attention des américains s'est portée principalement, pour ne pas dire uniquement, sur l'emploi des conducteurs simples de préférence.

Le Gouvernement des E. U. A. a demandé à l'industrie américaine d'utiliser le moins de cuivre possible. Cette consigne a été suivie par toute l'industrie américaine. L'Ohio Brass s'est mise à étudier du matériel spécialement destiné aux conducteurs en aluminium et ACSR et la société envisageant le super-réseau à 315 kV a choisi d'office l'utilisation des conducteurs ACSR.

**B. Raisons du choix de la tension de transport à 315 kV.**

Le choix a été basé sur le coût du Kilowatt-Kilomètre installé. Cette nouvelle unité s'établit comme suit. On considère la puissance  $P$  transportable à la distance  $d$  et on forme le produit  $P \times d$ . Si le système de transport établi pour le transport de la puissance  $P$  coûte  $A$ , le coût  $B$  du KW-Km installé est de  $(A : P.d)$ .

La puissance  $P$  que la ligne est capable de transporter (1 circuit simple) est déterminée par :

$$P = k.P_n$$

$$P_n = 2,5 \text{ (kV)}^2$$

$K$  est un facteur donné par le tableau

d km	160	320	480	640	800	960
K	1,68	1,3	1	0,8	0,68	0,6

Ce calcul résulte de la considération de stabilité et de la considération de l'impédance naturelle des lignes comme étant approximativement de 400 ohms.

On a fait observer, à la session du mois de mai 1951 de l'A. I. E. E., que cette évaluation de la puissance transportée était un peu trop générale et qu'en fait les lignes devant transporter de l'énergie à 480 km de distance pouvaient être chargées avec une valeur de puissance supérieure à celle de la puissance naturelle et non pas égale à la puissance naturelle, comme cela résulte du tableau ci-dessus.

La société a considéré d'office les lignes du transport comme étant :

- 1 ligne double
- 2 lignes doubles
- 3 lignes doubles

Chaque cas a été considéré pour les tensions de service

de 230, 287, 315 et 345 kV et pour une seule charge déterminée ci-dessus. Pour avoir une vue générale, la distance de transport envisagée était considérée égale à 160, 320, 480, 640 et 960 km. Les lignes à construire réellement tombent dans la catégorie des deux premières distances (160 et 320 km). Cette étude a conduit à considérer que la valeur de B était plus petite en utilisant la tension de service de 315 kV. Les tensions supérieures à 345 kV n'ont pas été considérées car, pour de telles tensions et les phases constituées par des conducteurs simples, les pertes corona et les influences radiophoniques devenaient excessives en envisageant l'emploi des conducteurs de dimensions standard. En conséquence la tension de 315 kV a été choisie.

Un contrôle du coût de l'énergie transportée a été fait. Pour ce contrôle les charges du capital ont été considérées égales à 13,75 %. Dans notre étude (Ref. 3) nous avons considéré les charges du capital comme étant de 14 % en tenant compte des facteurs propres à l'exploitation dans les régions tropicales.

### C. Façon dont se présentent les lignes doubles à 315 kV.

#### a. *Caractère général.*

Ligne double à 315 kV avec neutre directement à la terre.

#### b. *Conducteurs de phase.*

ACSR pleins, section 1.272.000 C. M. (645 mm<sup>2</sup>), section équivalente du cuivre 800.000 C. M. (405 mm<sup>2</sup>). Diamètre extérieur 1,6" (40,3 mm). Distance minima par rapport au sol 10 m 65. 1883, 6 lb par 1000 ft.

#### c. *Isolement.*

18 isolateurs standard 5 3/4" × 10". Utilisation des

anneaux d'équilibre du potentiel le long des chaînes. La rigidité obtenue est considérée comme étant de 965 kV à sec sous onde à 60 p/s, 690 kV sous pluie et sous onde à 60 p/s et 1.585 kV sous onde de choc.

d. *Pylônes d'alignement et portée de ligne.*

La portée d'alignement entre 2 pylônes successifs est prise égale à 520 m environ. Si deux alignements successifs forment un angle de 5°, cette portée est réduite à 331 m.

Les pylônes ont les pieds réalisés en utilisant de l'acier spécial au nickel. La résistance de cet acier spécial est de 36 % supérieure à celle de l'acier ordinaire, il coûte plus cher que l'acier ordinaire, mais le pylône réalisé revient moins cher que s'il était fait entièrement en acier ordinaire. Les caractéristiques essentielles du pylône sont :

Hauteur totale		47,74 m
hauteur hors-sol	45 m	
ancrage dans le sol	2,74 m	
Poids total		Pas indiqué
Hauteur de la 1 <sup>re</sup> traverse au-dessus du sol		26,78 m
Hauteur de la 2 <sup>me</sup> traverse au-dessus de la la 1 <sup>re</sup> traverse		6,54 m
Hauteur de la 3 <sup>me</sup> traverse au-dessus de la 2 <sup>me</sup> traverse		7,14 m
Hauteur de la tête au-dessus de la 3 <sup>me</sup> tra- verse		4,54 m

Les largeurs des traverses, qui sont en même temps les distances horizontales entre phases correspondantes des deux circuits, sont :

1 <sup>re</sup> traverse	11,75 m
2 <sup>me</sup> traverse	14,80 m
3 <sup>me</sup> traverse	10,82 m

e. *Protection contre la foudre.*

1 seul câble de garde fixé dans l'axe du pylône. L'angle de protection offert aux différentes phases est voisin de  $30^\circ$ . Le câble de garde est un conducteur ACSR de  $80,5 \text{ mm}^2$  de section. L'espacement à mi-portée, entre le câble de garde et une phase, est de 14,60 m au moins. En considérant le niveau isokeraunique de 45 et la résistance des prises de terre au pylône comme étant de 20 ohms en moyenne, le nombre probable de déclenchements par an et par circuit est estimé à 0,187 par 100 km de ligne.

f. *Disjoncteurs et ondes de commutation.*

Le pouvoir de coupure des disjoncteurs considérés est de 15.000 MVA. La coupure se fait en 3 cycles, 1 renclenchement automatique entre 15 et 20 cycles ( $f = 60 \text{ p/s}$ ) est prévu et dans ces conditions la valeur de crête de l'onde de commutation prévue est de 2,8 fois la tension normale de service (510 kV par rapport à la terre).

g. *Sectionnement des lignes doubles.*

On prévoit de constituer la ligne double en 3 ou 4 sections suivant le schéma ci-contre :

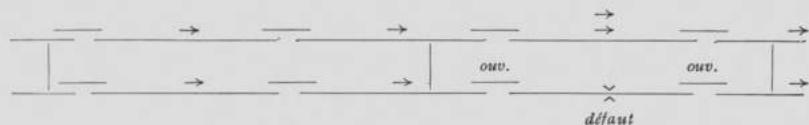


Schéma de la ligne double partagée en sections.

Un défaut sur une section, affectant 1 seul circuit, laisse la ligne en service avec une capacité de transport légèrement réduite, mais permettant pratiquement à la ligne de supporter le transport de la charge avant le défaut (voir la formule établie à ce sujet dans la réf. 2).

La société a estimé, en fonction de son expérience avec les lignes doubles à 132 KV, la probabilité des défauts simultanés sur les deux circuits d'un même tronçon de ligne double comme étant très faible. Un renclenchement automatique, commandé par relais et THF, rétablit la situation normale après un défaut intermittent tel que celui dû à la foudre. L'expérience du réseau à 132 kV indiquait à la société que les renclenchements automatiques ont été réussis dans 90 % des cas de déclenchements et ont permis de maintenir les lignes doubles en service ininterrompu. La technique en question, propre aux lignes doubles, constitue un avantage non négligeable pour le maintien du service sans arrêts d'une façon sûre.

### III. Quelques vues.

Étant donné la réalisation envisagée aux E. U. A., on peut se demander si cette nouvelle réalisation n'est pas meilleure que la technique européenne de l'emploi de tensions plus élevées et de phases constituées par des conducteurs jumelés. Sans entrer dans trop de détails, essayons de nous rendre compte de la valeur relative des lignes doubles à 315 kV et conducteurs simples et des lignes simples à 400 kV utilisant des conducteurs jumelés. Pour fixer les idées considérons la ligne à 400 kV telle qu'elle a été étudiée pour le Congo Belge (Réf. 3).

#### a. Capacité de transport.

Si  $P$  est la capacité de transport de la ligne double à 315 kV à la distance  $d$  et  $P'$  la capacité de transport de ligne simple à conducteurs simples de la ligne à 400 kV à cette même distance, la formule de la page 3 permet d'écrire

$$P' : P = (k.2,5.400^2) : (2.k.2,5.315^2) = 0,805.$$

Si la ligne à 400kV est réalisée avec des phases constituées par des conducteurs jumelés, ce qui est le cas pour la ligne à 400 kV étudiée pour le Congo Belge, la capacité de transport de la ligne augmente de 33 % environ et on a

$$P'' = 1,33.P' = 1,33.0,805.P = 1,07 P.$$

En conséquence la ligne simple à conducteurs jumelés et tension de 400 kV permet de transporter environ 7 % de puissance en plus que la ligne double à 315 kV et phases réalisées par des conducteurs simples.

#### b. Pertes joules.

Considérons que la puissance est transportée à 500 km de distance et qu'elle vaut 500 MW. Nous avons :

$$\begin{aligned} I \text{ par conducteur ligne à } 315 \text{ kV} &= \\ & 500.000 : (2.1,73.315) = 458,5 \text{ A.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I \text{ par conducteur ligne à } 400 \text{ kV} &= \\ & 0,5.500.000 : (1,73.400) = 361 \text{ A.} \end{aligned}$$

(facteur de puissance pris égal à 1 dans les deux cas).

$$\begin{aligned} RI^2 \text{ par km de ligne à } 315 \text{ kV} &= \\ & 6.0,0463.(458,5)^2 \text{ W} = 58,4 \text{ kW} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} RI^2 \text{ par km de ligne à } 400 \text{ kV} &= \\ & 6.0,102.(361)^2 \text{ W} = 77,6 \text{ kW} \end{aligned}$$

(température de 25° C considérée dans les deux cas).

Les pertes en % de la puissance de 500 MW transportée sont alors respectivement de 5,84 % et 7,76 %. La ligne double à 315 kV a moins de pertes que la ligne à 400 kV étudiée pour le Congo belge. Il n'y a pas lieu de perdre de vue que cette considération des pertes et de la plus ou moins forte section des conducteurs dépend du coût de l'énergie perdue (Loi de Kelvin d'une façon plus exacte) et que l'on peut augmenter la section des conducteurs de la ligne à 400 KW si la chose est utile. Pour les lignes

étudiées pour le Congo belge, cette augmentation peut être faite sans augmenter le diamètre extérieur des conducteurs.

**c. Pertes corona.**

Le calcul des gradients superficiels de potentiel à la surface des conducteurs donne les valeurs suivantes :

Ligne à 315 kV, gradient superficiel constant = 15,02 kV eff/cm

Ligne à 400 kV, gradient superficiel moyen, ligne du Bas-Congo = 14,7 kV eff/cm

Les gradients de potentiel sont sensiblement les mêmes, mais les conducteurs de la ligne double à 315 kV sont beaucoup plus gros que ceux de la ligne à 400 kV. Le nombre de conducteurs (6) est le même pour les deux lignes. Nous savons, d'après les essais suisses, que les pertes corona des conducteurs, soumis aux mêmes gradients de potentiel superficiels et placés dans les mêmes conditions, sont proportionnelles *au moins* au carré des rayons des conducteurs en présence. Par conséquent

$$\frac{\text{Pertes corona ligne 400 kV}}{\text{Pertes corona ligne 315 kV}} = \frac{14,3^2}{20,15^2} = 0,5$$

Les pertes corona de la ligne simple à 400 kV, conducteurs  $2 \times 28,6$  mm, sont considérablement plus basses que les pertes corona de la ligne double à 315 kV, conducteurs  $1 \times 40,3$  mm. Or, les pertes corona sont un point essentiel du fonctionnement des lignes à des tensions extra-hautes. Au Congo belge notamment, le comportement des lignes sous pluies torrentielles, nous a conduit à considérer des pertes de 80 kW/km pour les lignes à 400 kV du Bas-Congo et, si c'est la ligne double à

315 kV qui était considérée, c'est une perte de l'ordre de 160 kW qui aurait dû être envisagée. La pointe de puissance aurait alors été franchement excessive. Probablement aux E. U. A., les pluies torrentielles n'existant pas, la comparaison est moins défavorable.

Les pertes corona à considérer font donc pencher la balance plutôt vers la ligne à 400 kV et conducteurs jumelés, tout au moins pour le Congo belge.

#### d. Coût des lignes.

Ce coût est difficile à estimer d'une façon rigoureuse. Le coût des pylônes est une grosse partie du coût total et le coût des pylônes américains nous manque de même que son poids. L'estimation de ce dernier poids, à priori, est également difficile car la société américaine a introduit la conception nouvelle des pieds de pylônes en acier spécial au nickel et le poids est donc modifié par rapport aux constructions standards. Cependant, l'examen des dimensions du pylône américain indique qu'il s'agit des structures des dimensions plus importantes que le pylône du type Chevilly qui conviendrait, comme nous l'avons vu, pour les lignes que nous avons étudiées pour le Congo belge. L'application des formules analogues à celle de Ryle indique que le poids du pylône de Chevilly est plus faible que celui de la ligne double à 315 kV, parce que cette dernière ligne utilise des conducteurs plus gros qui se trouvent plus haut que les conducteurs du pylône de Chevilly. Le pylône de Chevilly est cependant handicapé par le stade initial de la ligne double à 220 kV. En utilisant les pylônes de Chevilly on utilise environ 37 tonnes d'acier par km de ligne. Les lignes à 400kV, prévues d'office pour le stade 400 kV, utilisent beaucoup moins d'acier par km de ligne. La ligne suédoise en utilise seulement 22,6 tonnes et la ligne que nous avons étudiée pour le Bas-Congo en utilise 29,5 tonnes

(calculs approximatifs d'après la formule de Ryle). Il semble donc bien que les lignes à 400 kV et conducteurs jumelés par phase emploient moins d'acier, d'une façon appréciable, par km de ligne que ne le fait la ligne double à 315 kV.

Si nous utilisons 3 pylônes par km de ligne, nous utiliserons au Bas-Congo 198 isolateurs, 9 dispositifs de suspension et 9 anneaux de garde pour répartir le potentiel le long de la chaîne d'isolateurs. La ligne double à 315 kV utilisera 216 isolateurs (2 pylônes au km), 12 dispositifs de suspension et 12 anneaux de garde. Par contre nous emploierons des entretoises entre les conducteurs jumelés ce qui n'est pas nécessaire pour la ligne double à 315 kV. Les frais de montage des conducteurs jumelés seront un peu plus élevées que le montage des 6 conducteurs simples (même nombre de conducteurs à monter) de la ligne double à 315 kV.

La ligne à 400 kV utilisera 2 disjoncteurs à 400 kV. La ligne double à 315 kV utilisera au moins 4 disjoncteurs à 315 kV et plus si la technique des sections est adoptée. Même considération pour le nombre de parafoudres aux extrémités des 2 lignes.

En tenant compte des divers facteurs qui précèdent, il ne semble pas que la ligne à 400 kV et conducteurs jumelés pour constituer les phases coûtera plus cher que la ligne double à 315 kV et conducteurs simples par phase, même en tenant compte du coût des transformateurs en bout des deux espèces de lignes. Une conclusion tout à fait nette ne peut évidemment pas être tirée sans une étude stricte, mais les considérations qui précèdent éclairent quelques idées.

#### IV. Conclusion.

En ce qui concerne le Congo belge, la technique de la ligne à 400 kV et conducteurs jumelés semble être pré-

féralable à celle de la ligne double à 315 kV et phases constituées par des conducteurs simples. Le coût des deux genres de constructions est très probablement sensiblement égal. La ligne à 400 kV permet un stade initial à  $2 \times 220$  kV. Le comportement, vis-à-vis du corona, est certainement supérieur pour la ligne à 400 kV utilisant des conducteurs jumelés que pour la ligne double à 315 kV utilisant des conducteurs bien plus gros. Ce point est important dans un pays tropical où l'existence d'une saison des pluies prolongée et des pluies torrentielles pendant cette saison font du facteur pertes corona un facteur important. En ce qui concerne la technique des sections que permet l'utilisation des lignes doubles, il ne semble pas que cette technique soit tellement avantageuse dans un pays tropical de grand niveau isokeraunique (150 environ) car il est à craindre que tout coup de foudre mettra le pylône à un potentiel tel que les 6 chaînes de la ligne double seront contournées toutes les 6 et la ligne sera entièrement hors-service. Si la quantité d'énergie à transporter le permet, il serait intéressant d'étudier une ligne double à 400 kV dont les  $2 \times 3$  phases seraient réalisées avec des conducteurs jumelés. Cette ligne double équivaldra à 2 lignes doubles à 315 kV. La puissance transportée serait alors égale à 1.000 MW au moins, pour la distance de transport de 500 km, et si on introduit encore le procédé de l'utilisation des compensateurs-série intercallés dans les phases, la quantité de puissance à transporter augmenterait encore plus. Une seule ligne double à 400 kV équivaldrait alors à 3 lignes doubles à 315 kV. On se demande pourquoi les américains, plutôt que d'envisager 2 et 3 lignes doubles en parallèle n'aient pas utilisé les procédés indiqués tout en utilisant une tension plus faible que 400 kV. En Suède, on emploie les lignes à 220 kV avec phases réalisées en utilisant les conducteurs jumelés et la compensa-

tion série y a été spécialement étudiée pour les lignes à 220 kV pour commencer.

Quoi qu'il en soit, l'étude américaine est très intéressante et donne quelques aperçus sur les facteurs influençant le transport d'énergie à très haute tension aux E. U. A. et les diverses techniques adoptées qu'il convient de noter.

Shituru-Jadotville, 7 mai 1952.

#### Références.

1. Philip SPORN, E. L. PETERSON, I. W. GROSS, H. P. St CLAIR, The 300-315 kV Extra-High-Voltage Transmission System of The American Gas and Electric Company. (*Transactions of the American Institute of Electrical Engineers*, Vol. 70, part I, 1951).
2. H. P. St CLAIR and E. L. PETERSON, Systeme Economics of Extra-High Voltage Transmission. *Transactions of the A. I. E. E.*, Vol 70, part I, 1951.
3. G. de ROSENBAUM, Transport d'énergie à très Haute tension au Congo belge (*Mémoires de l'I. R. C. B.*).

**E. J. Devroey. — Nouvelles publications reçues par le Comité Hydrographique du Bassin Congolais. (2<sup>e</sup> série) (1)**

Le Comité Hydrographique du Bassin Congolais (Hydrocongo) procède actuellement à l'échange de ses publications avec les institutions ou périodiques suivants :

1. Bundesanstalt für Gewässerkunde,  
Bielefeld (Allemagne)
2. Commission Hydro-Électrique de la province de  
Québec, Montréal (Canada)
3. Le Bureau hydrométrique danois,  
Slagelse (Danemark)
4. Institut hydrographique de la marine,  
Cadix (Espagne)
5. Revue de Géographie, Lyon (France)
6. Service hydrographique de la marine,  
Paris (France)
7. Office de la recherche scientifique Outre-mer,  
Paris (France)
8. Commission centrale pour la navigation du Rhin,  
Strasbourg (France)
9. Algemene Dienst van de Rijkswaterstaat,  
La Haye (Hollande)
10. East African Meteorological Department,  
Nairobi (Kenya)
11. The soil conservation and rivers control council,  
Wellington (N<sup>elle</sup> Zélande)
12. Ministère des Travaux publics, Services hydrauliques,  
Lisbonne (Portugal)

---

(1) Voir *Bulletin de l'I. R. C. B.*, 1952. pp. 225-229.

13. Institut météorologique et hydraulique suédois,  
Stockholm (Suède)
14. Direction des Travaux publics, Hydraulique et  
Aménagements ruraux, Tunis (Tunisie)
15. Uganda Protectorate, Department of Hydrological  
Survey, Entebbe (Uganda)
16. The Geological Survey Office, Entebbe (Uganda)

Indépendamment des publications dont il a déjà été rendu compte <sup>(1)</sup>, il est intéressant de signaler les suivantes :

A. DE L'INSTITUT HYDROGRAPHIQUE ALLEMAND.

Allgemeiner Teil,

*Jahrbuch für die Gewässerkunde des Deutschen Reichs (altes Reichsgebiet)*, Année hydrologique 1940 (Bundesanstalt für Gewässerkunde, Bielefeld, 1950).

Maingebiet, bayrisches Elbegebiet,

*Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch*, Années hydrologiques 1947-1948-1949 (Munich, 1951).

Unteres Elbegebiet unterhalb der Sude,

*Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch*, Année hydrologique 1948 (Hambourg, 1951).

Mittelrheingebiet,

*Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch*, Année hydrologique 1948 (Mayence, 1951).

*Idem, id.*, 1949 (Mayence, 1952).

Donauegebiet,

*Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch*, Années hydrologiques 1947-1948-1949 (Munich, 1951).

Emsgebiet, D. G. J.

---

(<sup>1</sup>) Voir *Bulletin de l'I. R. C. B.*, 1952, pp. 225-229.

*Landesamt für Gewässerkunde*, Année hydrologique 1946  
(Düsseldorf, 1951).

Wesergebiet, D. G. J.

*Landesamt für Gewässerkunde*, Année hydrologique 1948  
(Mayence, 1952).

En plus des annuaires précédents, nous avons reçu les brochures suivantes :

HAHN, A., Wahrscheinlichkeitstheoretische Bestimmung und Erörterung der Abflusskurve (Bielefeld, 1951).  
*Wasser-die Sorge Europas*, Heft 2 (Ardey, Dortmund, 1951).

FRIEDRICH, W., Wassertemperatur und Eisverhältnisse des Steinhuder Meeres, Sonderdruck *Neues Archiv für Niedersachsen*, Heft 21, 1951).

Reinhaltung der Bundeswasserstrassen, Sonderdruck *Verkehrsblatt*, Heft 20, Offenbach /M, 1951).

Besondere Mitteilungen zum Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuch Nr. 4. Gedänkschrift der Bundesanstalt für Gewässerkunde zur 50-jährigen Wiederkehr der Gründung des Preuszischen Landesanstalt für Gewässerkunde (Bundesministerium für Verkehr, Bielefeld, 1952).

*Die Wasser-Wirtschaft*, Numéro spécial, Conférences faites les 19-20 septembre 1951 à Hambourg lors des journées d'hydrologie (Franckh, Stuttgart).

Nous nous bornons à examiner quelque peu en détail l'annuaire du Danube 1947 à 1949 et celui de l'Elbe inférieure 1948.

#### DANUBE 1947-1948-1949.

Trois années paraissent en même temps, pour cause d'économie. C'est la deuxième publication depuis la fin de la guerre. Elle ne contient d'ailleurs que le quart

des relevés limnimétriques, les autres trois quarts peuvent être communiqués aux intéressés qui le demandent.

Une carte annexe au 1 : 500.000 donne l'emplacement des limnimètres et limnigraphes, les limites des bassins versants principaux et secondaires, l'emplacement des stations de mesure de nappe phréatique.

Il existe actuellement 530 échelles, dont 230 sont limnigraphiques. Autrefois, on s'occupait surtout des hauteurs d'eau, actuellement, ce sont les débits qui prennent tout l'intérêt.

Pour la nappe phréatique, le nombre des stations observées régulièrement atteindra bientôt le millier.

L'exploitation des cours d'eau nécessite l'étude de la variation du lit et l'étude des matières de suspension. Ces études ont débuté en 1924. En 1933 il y avait déjà 14 stations sur le Danube.

En 1937, l'édition des Annaires fut centralisée à Berlin ; actuellement ce sont les États fédérés qui ont repris cette charge.

Les tableaux mentionnent les hauteurs d'eau : hautes eaux HW et basses eaux NW, les débits  $Q$  en  $m^3/s$ , les débits  $q$  en  $l/s. km^2$ , la température T.

Un H devant les lettres ci-dessus est l'indicatif du maximum absolu ;

un M devant les lettres ci-dessus l'indicatif de la moyenne ;

un N devant les lettres ci-dessus est l'indicatif du minimum.

L'année débute en novembre.

Le débit solide est donné en  $t$ , en  $g/m^3$  et en  $t/km^2$ .

#### ELBE INFÉRIEURE. ANNÉE 1948.

Une liste de 17 stations, limnigraphiques pour la plupart, renvoie à la page des tableaux. Cette liste

donne la surface du bassin versant, l'altitude du zéro, la situation en km à partir de la source pour l'Elbe, ou du confluent pour les affluents.

Les tableaux fournissent la lecture journalière de l'échelle à marée haute et à marée basse, ainsi que l'heure, les moyennes mensuelles des hautes et basses eaux et les maxima et minima du mois et de l'année, puis les extrêmes connus.

B. De l'INSTITUT MÉTÉOROLOGIQUE ET HYDROLOGIQUE DE STOCKHOLM, nous avons reçu les communications suivantes :

Bibliographie hydrologique des années 1939-1947, D. 2. Investigations concerning ice conditions on lakes and rivers (avec résumé en anglais), D. 1, MELIN, R. Contribution to study of évaporation in Sweden (en anglais), D. 3, BERGSTEN, F.

Divers rapports résumés en anglais, B. 1 ; LINDKOLM, F. ; NODEN, H. ; PERSSON, W. et ANGSTROM, A.

Calculation of the frequency of waterstage distribution on the swedish coasts by use of the 10 mareograph-records (avec résumé anglais), D. 4, BERGSTEN, F. Thunderstorm Prediction, B. 8, SIMILA, A.

A comparison between the VAISALA radiosonde and the FRIEZ radiosonde (en anglais), B. 2, NYBERG, A.

Propagation of air-waves from the explosion at Oslo on December 19th 1943 (en anglais), B. 3, LINDHOLM, F.

A new method for simplifying aerological height computation (avec résumé anglais), B. 4, LONNGVIST, O.

Winter 1946-47 (avec résumé anglais), B. 5, LILJEQUIST, G.

On liquid water content in fogs and clouds, B. 6, NYBERG, A.

On Fluctuations of the Summer mean temperature in Sweden (en anglais), B. 7, LILJEQUIST, G. H.

C. Du BUREAU HYDROMÉTRIQUE DANOIS, nous avons reçu :

- 1° l'Annuaire 1932-38,
- 2° l'Annuaire 1939-43.

Ils comportent 1 carte des bassins et 1 carte des superficies, 1 liste des stations, les débits moyens mensuels et de l'année en l/sec km<sup>2</sup> (module spécifique) et quelques hauteurs d'eau dans certains ports.

D. Du GEOLOGICAL SURVEY OFFICE, Entebbe (Uganda), nous avons reçu le Rapport pour l'année 1950. Il comporte sous la rubrique « Geological Records » :

- a) 5 rapports sur la Géologie de différentes régions,
- b) 2 rapports de géophysique,
- c) 1 rapport de géologie appliquée,
- d) 1 rapport de recherche de ressources minérales,
- e) une liste des nouvelles cartes en préparation et
- f) des nouvelles publications.

E. LA COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN nous a adressé son rapport annuel pour 1949.

Cette publication, bien connue, est divisée en cinq parties : administrative, technique, nautique, économique et juridique ; nous en extrayons quelques particularités qui nous intéressent spécialement.

*Partie technique* : L'année 1949 fut une des trois années de plus faible débit depuis cent ans. Il en résulta de faibles hauteurs d'eau aux douze échelles du rapport annuel et une mauvaise année par l'influence des basses eaux sur la navigation : dans le secteur franco-allemand, sauf en juin, où les convois chargèrent à 84 %, les chargements durent être réduits jusqu'à 40 % environ pendant six mois et à 30 % en novembre. Les automoteurs également, naviguèrent à charge réduite. Dans les

secteurs allemands et néerlandais, les eaux ne furent favorables à la navigation que de mars à juin et durant quelques jours de janvier et de décembre.

Dans le secteur de Bâle à Strasbourg, les sondages ont constaté les plus faibles profondeurs (1,20 m) 12 fois à Petit Landau et 14 fois à Geiswasser.

La navigation aux 14 premières stations du rapport fut gênée par les basses eaux, respectivement pendant 0-250-193-205-192-151-141-152-145-0-152-152-145-145 jours.

*Partie économique:* Le trafic rhénan entre Bâle et la frontière néerlandaise en 1949, atteint 43.736.000 tonnes, contre 85.330.000 en 1938.

#### RIJKSWATERSTAAT LA HAYE.

##### F. JAARBOEK DER WATERHOOGTEN OVER HET JAAR 1950.

405 pages 24 × 34 cm, 8 diagrammes en annexe.

Les relevés sont répartis en 4 groupes :

- le premier (31 pages) A, pour la côte, donne les hauteurs des marées haute et basse, de jour.
- le deuxième (32 pages) B, pour le bassin de la Meuse idem, plus les débits.
- le troisième (60 pages) C, pour le bassin du Rhin, les hauteurs des marées de jour et la hauteur à 8 h.
- le quatrième (282 pages) D, les hautes et basses eaux de jour et de nuit, aux limni-graphes, plus les données relatives au vent.

Une liste alphabétique des stations observées mentionne leur classement dans les catégories A, B, C, D et

renvoie, d'après le mois d'observation, à la page correspondante des relevés.

A. Dans ce chapitre, sont groupées les lectures relatives à la Zélande, la mer du Nord, les Waddensee et Lauwerszee et l'embouchure de l'Ems. Les relevés journaliers des hauteurs d'eau de marée haute et de marée basse sont classés par mois. Ils indiquent pour chaque station, les deux lectures extrêmes du mois, tant pour la marée haute que pour la marée basse. A Terneuzen par exemple, pendant le mois de janvier 1950, la marée haute oscille de 78 cm à 236 cm, la marée basse de — 269 cm à — 158 cm ; à Flessingue, la marée haute varie de 63 cm à 221 cm, la marée basse de — 261 cm à — 148 cm. En finale sont indiquées : les moyennes mensuelles de la marée haute et de la marée basse, les moyennes annuelles et les moyennes semi-annuelles, les plus hautes et les plus basses marées de jour et de jour et nuit.

REMARQUE. Les relevés ne donnent pas l'heure de la marée. Ils mentionnent la présence de glace.

B. Bassin de la Meuse. Les relevés donnent les lectures journalières aux échelles et en plus les débits correspondants pour les stations de Borghaun, Maastricht, Lilth.

En finale : les moyennes mensuelles, annuelles et semi-annuelles de jour et de jour et nuit.

C. Bassin du Rhin, de la Meuse barrée, Hollandsch Diep, Yssel, etc..., mêmes renseignements que sous B.

D. Hauteurs d'eau après l'enregistrement des limni-graphes, direction et force du vent.

Ces relevés, très complets, mentionnent le jour et l'heure des marées, ainsi que les phases de la lune.

Il arrive que l'influence de la crue ou de la décrue est plus forte que celle de la marée, par exemple que la marée basse est plus haute que la marée haute précédente.

En période de forte crue, la marée peut disparaître complètement.

Lorsque la rivière n'est pas sujette à marée, on indique les hauteurs d'eau à 8 h et à 20 h, ainsi que le maximum et le minimum des courbes des hauteurs d'eau.

En finale : les moyennes, plus hautes et plus basses eaux.

Diagrammes-annexes 1-8.

Huit diagrammes donnent les hauteurs d'eau des cours d'eau principaux aux stations principales, en fonction du temps, et permettent de vérifier un parallélisme parfait des courbes :

pour le rhin-Lek, une crue en février et une en décembre,  
pour le Rhin-Waal, id.,  
pour le Bas-Rhin-Yssel, id.,  
pour la Meuse, id.

G. Du SERVICE MÉTÉOROLOGIQUE NATIONAL PORTUGAIS nous avons reçu l'Annuaire Climatologique du Portugal (Territoires d'Outre-mer) pour 1949. Volume III, 2<sup>e</sup> partie. Typographie mathématique. Lisbonne, 1952, 66 pages.

Parmi les Territoires d'Outre-mer portugais, nous nous intéressons spécialement aux stations climatologiques de l'Angola et y relevons les données des stations suivantes : Cabinda, Caungula, Luanda, Gangassol, Texeira de Soura, Vila Luso, Lobito, Nova-Lisboa, localités qui sont figurées sur notre carte du Congo-belge et du Ruan-da-Urundi.

Comme elles se trouvent soit dans le bassin du fleuve Congo soit dans son voisinage immédiat, elles nous sont indispensables pour prolonger les cartes pluviométriques que nous possédons et qui s'arrêtaient à la frontière portugaise.

Les précipitations côtières sont remarquablement basses : Lobito 285 mm. Vers la frontière belge elles se raccordent assez bien avec les lectures de nos services météorologiques mais plus à l'intérieur, vers l'altitude 2.000 m, la station Nova-Lisboa accuse une précipitation annuelle de 1.949 mm.

H. DU SOIL CONSERVATION AND RIVERS CONTROL COUNCIL, Wellington, N<sup>elle</sup> Zélande, nous avons reçu :

- N<sup>o</sup> 1. SCHNACKENBERG, E. C., Slope discharge formulae for Alluvial Streams and rivers (Ferguson and Osborn Ltd., Wellington, N<sup>elle</sup> Zélande, 1951).
- N<sup>o</sup> 2. BENHAM, A. D., The estimation of extreme flood discharge by statistical methods (Ferguson and Osborn Ltd., Wellington, N<sup>elle</sup> Zélande, 1950).
- N<sup>o</sup> 3. GRANT, A. P., Soil conservation in New Zealand (Ferguson and Osborn Ltd., Wellington, N<sup>elle</sup> Zélande, 1950).
- N<sup>o</sup> 4. SCHNACKENBERG, E. C., Extreme flood discharges (Ferguson and Osborn Ltd., Wellington, 1949).
- N<sup>o</sup> 5. GRANT, A. P., Channel improvement in alluvial streams (Ferguson and Osborn Ltd., Wellington, N<sup>elle</sup> Zélande, 1948).

#### I. RÉGENCE DE TUNIS.

De la direction des Travaux Publics de ce protectorat français, nous avons reçu, en trois fascicules, le « Recueil des observations hydrométriques de l'année 1949-1950 ».

*Fascicule n<sup>o</sup> 1.* Débits des cours d'eaux. Année agricole 1949-1950.

Une carte donne la situation des onze postes hydrométriques, débutant en septembre avec la délimitation des bassins dont deux débouchent dans le Golfe de Tunis, un troisième est fermé.

En tête de chaque poste figurent la situation exacte, les coordonnées, l'altitude, la référence à la carte topographique, la nature du poste (limnigraphes pour la plupart), la date de mise en service, la superficie du bassin versant et sa pluviométrie annuelle moyenne, enfin le barème utilisé pour transformer en débits les lectures à l'échelle.

En effet, toutes les lectures d'échelle sont transposées : un 1<sup>er</sup> tableau donne le « débit journalier » en  $m^3/s$ ,

2 <sup>e</sup>	»	débit moyen de la journée en $m^3/s$ ,
3 <sup>e</sup>	»	débit maximum de la journée $m^3/s$ ,
4 <sup>e</sup>	»	la fréquence des débits moyens journaliers,
5 <sup>e</sup>	»	» du débit maximum journalier,
6 <sup>e</sup>	»	» de dépassement du dé- bit moyen journalier,
7 <sup>e</sup>	»	» de dépassement du dé- bit maximum jour- nalier.

Un tableau récapitulatif donne le débit annuel exprimé en  $m^3/an$ ,  $l/s/km^2$ , mm de lame d'eau.

Bornons-nous à reproduire deux chiffres forts différents :

sur l'Oned Mellègue, au barrage de Nebeur, pour un bassin de  $10.500 km^2$ , lame d'eau, 9 mm ;

sur l'Oued El Lil, au barrage, pour un bassin de  $108 km^2$ , lame d'eau, 720 mm.

Les volumes annuels sont respectivement  $90.000.000 m^3$  et  $78.000.000 m^3$ .

*Fascicule n° 2. Composition chimique des Eaux.*  
Année agricole 1949-1950.

Pour chacun des 4 postes considérés, il y a un tableau des analyses d'eau sommaires et un tableau d'analyses

complètes. En même temps que les résultats d'analyse, figurent : la hauteur d'eau, le débit, le résidu sec, la quantité de matières de suspension.

Sur 300 échantillons analysés, 198 proviennent du seul poste de Sidi Saad sur l'Oued Zéroud, bassin fermé de 8.000 km<sup>2</sup>, 27.000.000 m<sup>3</sup>/an. Cette concentration des analyses sur un seul bassin permet d'évaluer la quantité de sels dissous transportés par le cours d'eau (105.000 tonnes) et la quantité de matières en suspension (plus de 530.000 tonnes dans l'année), correspondant à 4,05 grammes de résidu sec et plus de 20,4 grammes de matières en suspension par litre d'eau.

Les plus fortes concentrations d'eau correspondent en général à l'étiage, les plus faibles à la décrue : le front d'onde étant parfois constitué par la masse d'eau d'étiage chassée devant la crue.

*Fascicule n° 3.* Jaugeage de l'Oued Medjerdah et de ses affluents en étiage.

Ce fascicule donne les résultats d'observations ayant pour but de préciser le débit et la qualité de l'eau disponible en été dans les différents biefs du fleuve et de ses affluents, et de délimiter les zones de venue d'eau souterraine le long du fleuve. Celui-ci voit d'abord son débit se réduire considérablement par perte dans les alluvions, puis le débit augmente pour diminuer à nouveau par suite de prélèvements en vue d'irrigation.

J. M. DEBENHAM, F., Professeur de Géographie à l'Université de Cambridge (Angleterre), nous a fait parvenir sa très intéressante nouvelle carte au 1/350.000 du lac Bangweolo et marais environnants. Ce document, annexe I d'un mémoire sous presse, rassemble les croquis au 1/120.000 joints aux notes de voyage publiées dans « Report on the Water Resources of the Bechuanaland Protectorate Northern Rhodesia » (*Colonial Research Publications*, N° 2, H. M. Stationary Office, Londres

1948) et fournit de très utiles précisions sur les rives du lac Bangweolo, les marais qui bordent celui-ci au S.-E., et les tributaires qui s'y déversent, entre autres le Luanenshi et le Chambezi. Ajoutons que le dernier nous intéresse spécialement car il constitue la source la plus éloignée du Fleuve Congo, et la façon dont le Chambezi communique avec le Luapula par une succession de lacs et de « channels » est particulièrement bien dessinée.

La cartes mentionne de nombreux sondages dans le lac Bangweolo, des anciens lits de rivières, des rivières qui perdent leurs eaux dans la plaine, sans doute par évaporation.

Des régions peu explorées y voisinent avec le « Livingstone Memorial » où est décédé Livingstone (le 1<sup>er</sup> mai 1873).

Un jour nouveau est jeté sur la topographie et l'hydrographie de ces lieux car, en dehors de la carte du District du Katanga par H. DROOGMANS, nous ne possédons que notre carte du Congo au 1/1.000.000 dont s'inspirent les cartes au 1 : 3.000.000 et 1 : 5.000.000. Il est intéressant d'en étudier les différences avec la carte du professeur DEBENHAM.

K. UGANDA PROTECTORATE. Annual Report of the Department of Hydrological Survey, 1950 (Government Printer, Entebbe, 1951). Une brochure de 47 pages : 6 pages d'introduction, 43 de relevés hydrographiques, 4 relatives aux marais.

Après un avant-propos historique, mettant en valeur les nombreuses demandes de renseignements auxquelles le Département a pu satisfaire au cours de l'année 1950, (38 stations), le rapport dénombre le personnel européen (10), et africain (40), l'augmentation du matériel hydrologique (2.500 £), et décrit les habitations pour le personnel.

Vient ensuite la liste des stations observées réguliè-

ment (38) plus 6 non régulières, mais dont les observations sont néanmoins publiées.

Une remarque utile concernant la mesure de faibles débits au terminus de bassins versants relativement étendus : parce que le débit était très faible et souvent nul, on avait négligé de continuer les relevés. Or c'était là une grave erreur, dit M. C. L. BERG, directeur de l'Hydrological Survey, car la connaissance de ces débits, nuls ou très petits, donne la mesure de l'évaporation dans une région souvent marécageuse (page 5, n° 18).

Notons ici qu'une carte sur laquelle les stations seraient figurées, serait très utile à la bonne compréhension. A titre d'exemple, nous donnerons ci-après quelques indications tirées des tableaux de la station NGAMBA, sur la *Semliki* en territoire du Congo belge.

1<sup>er</sup> TABLEAU. LECTURE A L'ÉCHELLE LIMNIMÉTRIQUE.

La situation de la station est indiquée par un numéro 842/03 sans plus. On ne mentionne ni altitude, ni borne repère.

Le tableau fournit, pour 5 jours consécutifs, (6 pour la fin d'un mois de 31 jours) les moyennes des 5 jours et les moyennes mensuelles. Voici la suite de ces dernières pour les 12 mois de l'année de janvier à décembre : en mètres : 10,05 - 9,91 - 9,92 - 10,04 - 10,08 - 10,03 - 10,07 - 9,97 - 10,06 - 10,24 - 10,23 - 10,24.

2<sup>e</sup> TABLEAU. DÉBITS RÉELLEMENT (ACTUAL) MESURÉS.

Sans doute signifie-t-on par là que les débits sont mesurés au moulinet (trois caractéristiques apparaissent et la date est indiquée).

Mesures métriques en mètres : 11 décembre 1950.

Lecture à l'échelle	État de la rivière	Largeur	Surface mouillée	Vitesse moyenne	Profondeur moyenne	Plus grande profondeur	Débit m <sup>3</sup> /s
10,27	stationnaire	60'5	91'84	0'959	1,52	2,31	88,1

Les 4 dernières pages traitent des essais d'assainissement de marais et se bornent à poser le problème, la solution n'étant pas encore en vue. Quatre marais ont fait l'objet d'expériences, un tableau donne pour chacun d'eux la situation des prélèvements faits pour analyse, la profondeur de la prise d'échantillon, la teneur en eau, la perte au feu, le pH.

30 mai 1952.

	Pages — Bladz.
Interventions de : M. F. Dellicour ... ..	389-391
Tussenkomsten van : R. P. P. Charles, S. J. ... ..	392-396
M. N. Laude ... ..	397-399
M. F. Van der Linden ... ..	400-402
Subside pour une mission d'étude en Angola. — Toelage voor een studiezending naar Angola ... ..	368, 369
Congrès international des sciences anthropologiques et ethnologiques ; représentation. — Internationaal congres voor anthropologische en ethnologische wetenschappen ; vertegenwoordiging ... ..	368, 369
Présentation par M. G. Smets d'un mémoire. — Voorlegging door de H. G. Smets van een verhandeling : R. P. G. van Bulck : « Orthographe des noms ethniques » ... ..	368, 369
Concours annuel pour 1954 ; texte des questions. — Jaarlijkse wedstrijd voor 1954 ; tekst der vragen ... ..	370, 371
Hommage d'Ouvrages. — Aangeboden Werken ... ..	370-374
Séance du 19 mai 1952 ... ..	404
Zitting van 19 Mei 1952 ... ..	405
Communication de M. P. Rykmans. — Mededeling van de H. P. Ryckmans : « Réflexions sur le problème de la main-d'œuvre au Congo belge » ... ..	404, 405 ; 412-434
Présentation par M. O. Louwers d'une note. — Voorlegging door de H. O. Louwers van een nota : M. H. Depage : « Civil, Civilité, Civiliser, Civilisation. Fortune des mots — Fortune d'une idée » ... ..	404, 407 ; 435-446
Présentation par M. A. Sohier d'une communication. — Voorlegging door de H. A. Sohier van een mededeling : M. B. de Lichtervelde : « Tanger et la zone dite internationale du Maroc » ... ..	406, 407 ; 447-450
XXVII <sup>e</sup> session d'études de l'Institut International des Civilisations différentes ; représentation. — XXVII <sup>e</sup> studiezitting van het « Institut International des Civilisations différentes » ; vertegenwoordiging ... ..	406, 407
Hommage d'Ouvrages. — Aangeboden Werken ... ..	406-411
Ouvrages présentés par des membres de la Section. — Werken aangeboden door leden van de Sectie ... ..	406

#### Section des Sciences naturelles et médicales.

#### Sectie voor Natuur- en Geneeskundige Wetenschappen.

Séance du 15 mars 1952 ... ..	452
Zitting van 15 Maart 1952 ... ..	453
Bienvenue à MM. P. Gourou et J. Gillain. Verwelkoming van de HH. P. Gourou en J. Gillain ... ..	452, 453
Nominations de MM. L. Mottoulle et M. Van den Abeele comme membres titulaires. — Benoeming van de HH. L. Mottoulle en M. Van den Abeele tot titelvoerend lid ... ..	452, 453
Modifications au règlement. — Wijzigingen aan het règlement ... ..	454, 455 ; 240, 241
Biographie Coloniale Belge ; nouveaux critères. — Belgische Koloniale Biografie ; nieuwe criteria ... ..	454, 455 ; 247, 248

Présentation par M. P. Gourou de son mémoire. — Voorlegging door de H. P. Gourou van zijn verhandeling : « Contribution à l'étude de la densité de la population du Ruanda-Urundi »	454, 455 ; 461-462
Communication de M. L. Mottouille. — Mededeling van de H. L. Mottouille : « Exemple de propagande en faveur de la pisciculture en milieu coutumier au Lomami »	454, 455 ; 463-465
Présentation par le secrétaire général d'un mémoire. — Voorlegging door de secretaris-generaal van een verhandeling : R. Baudoux : « Situation psychiatrique au Congo belge et au Ruanda-Urundi ». Rapport de M. A. Duren. — Verslag door de H. A. Duren	... .. 454, 455 ; 466-467
Présentation par le secrétaire général d'un mémoire. — Voorlegging door de secretaris-generaal van een verhandeling : P. Raucq : « Monographie géographique du Maniema »	... 456, 457
Vœu concernant les études anatomo-pathologiques en milieu indigène ; réponse de M. le ministre. — Wens betreffende anatomo-pathologische studies in inlandse middens ; antwoord van de H. minister	... .. 456, 457
Concours annuel pour 1954 ; matière des questions. — Jaarlijkse wedstrijd voor 1954 ; stof der vragen	... .. 456, 457
Hommage d'ouvrages. — Aangeboden werken	... .. 456-460
Séance du 19 avril 1952	... .. 468
Zitting van 19 April 1952	... .. 469
Rapport par M. A. Duren sur un mémoire. — Verslag door de H. A. Duren over een verhandeling : R. Baudoux : « La situation psychiatrique au Congo belge et au Ruanda-Urundi »	468, 469 ; 466, 467
Rapport par MM. P. Fourmarier et P. Gourou sur un mémoire. — Verslag door de HH. P. Fourmarier et P. Gourou over een verhandeling : P. Raucq : « Note de géographie sur le Maniema »	... .. 468, 469
Mémoire de M. Pirlot : « A propos de la maturation sexuelle chez <i>Anopheles funestus</i> » ; remaniements. — Verhandeling van de H. Pirlot ; omwerkingen	... .. 470, 471
Communication de M. L. Hauman. — Mededeling van de H. L. Hauman : « Note sur le genre <i>Berlinia Soland</i> et sur les genres voisins »	... .. 470, 471 ; 475-482
Concours annuel pour 1954 ; texte des questions. — Jaarlijkse wedstrijd voor 1954 ; tekst der vragen	... .. 470, 471
Hommage d'ouvrages. — Aangeboden werken	... .. 470-474
Ouvrages présentés par des membres de la Section. — Werken aangeboden door leden van de Sectie	... .. 470
Séance du 17 mai 1952	... .. 484, 485
Zitting van 17 Mei 1952	... .. 485
Communication de M. M. Sluys. — Mededeling van de H. M. Sluys : « Sur un projet grandiose »	... .. 484, 485 ; 493-494
Présentation par M. V. Van Straelen d'un mémoire. — Voorlegging door de H. V. Van Straelen van een verhandeling :	

M. De Craene : « Essai de pédagogénèse » ... ..	484, 485
Commission de la Biographie Coloniale Belge ; mission de M. P. Staner ; remplacement par M. L. Hauman. — Commissie voor de Belgische Koloniale Biografie ; ontslag van de H. P. Staner ; vervanging door de H. L. Hauman ...	484, 485
Concours annuel pour 1952 ; ouvrages reçus. — Jaarlijkse wedstrijd voor 1952 ; ingezonden werken ... ..	486, 487
Hommage d'ouvrages. — Aangeboden werken ... ..	486-492

### Section des Sciences techniques.

#### Sectie voor Technische Wetenschappen.

Séance du 28 mars 1952 ... ..	496
Zitting van 28 Maart 1952 ... ..	497
Communication de M. P. Sporcq. — Mededeling van de H. P. Sporcq : « De quelques problèmes connexes congolais »	496, 497 ; 503-521
Communication de M. O. Jadot. — Mededeling van de H. O. Jadot : « Le programme ferroviaire du Congo belge »	496, 497 ; 522-544
Présentation par le secrétaire général d'un mémoire. — Voorlegging door de secretaris-generaal van een verhandeling : M. J. Lamoën : « Note succincte sur un voyage de mission dans l'Itimbiri » ... ..	498, 499 ; 545-570
Présentation par M. P. Guelette d'une communication. — Voorlegging door de H. P. Guelette van een mededeling : P. Robert : « Le nouvel aéroport de Léopoldville »	498, 499 ; 571-600
Présentation par M. E. Devroey d'une communication. — Voorlegging door de H. E. J. Devroey van een mededeling : A. Saccasyn : « La construction des routes économiques »	498, 499 ; 601-623
Présentation par le secrétaire général d'un mémoire. — Voorlegging door de secretaris-generaal van een verhandeling : M. R. Anthoine : « Causes et incidences de la mécanisation des gites détritiques (Concessions de la Société SYMETAIN) »	498, 501
Présentation par le secrétaire général d'un mémoire. — Voorlegging door de secretaris-generaal van een verhandeling : M. M. Varlamoff : « Géologie des gisements stannifères de SYMETAIN (Maniema, Congo belge) » ... ..	500, 501
Rapport de M. J. Lamoën sur un mémoire. — Verslag door de H. J. Lamoën over een verhandeling : M. H. Putman : « La station hydrométrique et la courbe de tarage. Application au fleuve Congo » ... ..	500, 501
Rapport par M. I. de Magnée sur un mémoire. — Verslag door de H. I. de Magnée over een verhandeling : M. P. V. Grosjean : « Évaluation mathématique des gisements détritiques »	500, 501
Concours annuel pour 1954 ; matière des questions. — Jaarlijkse wedstrijd voor 1954 ; stof der vragen ... ..	500, 501
Hommage d'ouvrages. — Aangeboden Werken ... ..	502

	Pages. — Bladz.
Séance du 25 avril 1952 ... ..	624
Zitting van 25 April 1952 ... ..	625
Présentation par M. L. Descans de son mémoire. — Voorlegging door de H. J. Descans van zijn verhandeling : « Constructions cellulaires en palplanches » ... ..	624, 625
Communication de M. E. J. Devroey. — Mededeling van de H. E. J. Devroey : « La rivière Kasai et la voie nationale du Bas-Congo au Katanga » ... ..	624, 625 ; 629-666
Présentation par le secrétaire général d'une communication. — Voorlegging door de secretaris-generaal van een mededeling : M. Paul P. Gillis : « Quelques considérations concernant l'emploi des méthodes statistiques au Congo belge » ... ..	624, 627 ; 667-673
Rapports de MM. M. Legraye et I. de Magnée sur un mémoire. — Verslagen van de HH. M. Lagraye en I. de Magnée over een verhandeling : M. M. Varlamoff : « Géologie des gisements stannifères des concessions SYMETAIN (Maniema, Congo belge) » ... ..	626, 627 ; 674-677 ; 678-679
Concours annuel pour 1954 ; texte des questions. — Jaarlijkse wedstrijd voor 1954 ; tekst der vragen ... ..	626, 627
Hommage d'ouvrages. — Aangeboden werken ... ..	626-628
Séance du 30 mai 1952 ... ..	680
Zitting van 30 Mei 1952 ... ..	681
Communication de M. G. Bousin. — Mededeling van de H. G. Bousin : « Quelques considérations sur la voie nationale des transports congolais » ... ..	680, 681 ; 685-697
Présentation par M. G. Gillon d'une communication. — Voorlegging door de H. G. Gillon van een mededeling : M. G. de Rosenbaum : « Projet américain du transport d'énergie électrique par courants alternatifs triphasés en utilisant des lignes doubles à 315 kV ». ... ..	680, 681 ; 698-712
Présentation par le secrétaire général d'un mémoire. — Voorlegging door de secretaris-generaal van een verhandeling : M. H. Barzin : « La modernisation des installations de la Géomines à Manono » ... ..	680, 683
Communication de M. E. J. Devroey. — Mededeling van de H. E. J. Devroey : « Nouvelles publications reçues par le Comité Hydrographique du Bassin congolais (2 <sup>e</sup> série) » ... ..	682, 683 ; 713-727
Concours annuel pour 1952 ; réponses. — Jaarlijkse wedstrijd voor 1952 ; antwoorden ... ..	682, 683
Hommage d'ouvrages. — Aangeboden werken ... ..	682-684
Publications offertes par des membres de la Section. — Publicaties aangeboden door leden van de Sectie ... ..	682