

Académie royale
des
Sciences coloniales
—
CLASSE
DES SCIENCES TECHNIQUES
—

Mémoires in-8°. Nouvelle série.
Tome VII, fasc. 1.

Koninklijke Academie
voor
Koloniale Wetenschappen
—
KLASSE
DER TECHNISCHE WETENSCHAPPEN
—

Verhandelingen in-8°. Nieuwe reeks.
Boek VII, aflev. 1.

Les recherches géophysiques et géologiques et les travaux de sondage dans la Cuvette congolaise

PAR

P. ÉVRARD

INGÉNIEUR CIVIL DES MINES
INGÉNIEUR GÉOLOGUE
MEMBRE ASSOCIÉ DE L'ACADÉMIE ROYALE
DES SCIENCES COLONIALES



Avenue Marnix, 30
BRUXELLES

Marnixlaan, 30
BRUSSEL

—
1957

PRIX : F 95
PRIJS : F 95



Les recherches géophysiques
et géologiques
et les travaux de sondage
dans la Cuvette congolaise

PAR

P. ÉVRARD

INGÉNIEUR CIVIL DES MINES
INGÉNIEUR GÉOLOGUE
MEMBRE ASSOCIÉ DE L'ACADÉMIE ROYALE
DES SCIENCES COLONIALES

Mémoire présenté à la séance du 21 décembre 1956.

Les recherches géophysiques et géologiques et les travaux de sondage dans la Cuvette congolaise

INTRODUCTION

En 1954, j'ai eu l'occasion de présenter à l'Académie royale des Sciences coloniales [9] (*), une note qui retraçait l'histoire de la création du « Syndicat pour l'Étude géologique et minière de la Cuvette congolaise », dans le capital duquel l'État s'est réservé une part de 40 %, les 60 % restants étant souscrits par 34 personnes privées et sociétés parmi lesquelles figurent notamment les principales entreprises minières du Congo belge. Le texte de cette note précisait les buts poursuivis par le Syndicat, énonçait le problème général à résoudre et, après une brève discussion du choix des méthodes, indiquait sommairement les travaux effectués depuis 1952, de même que ceux dont le programme avait été tracé pour la poursuite des recherches.

Rappelons que la REMINA (Société belge de Recherches minières en Afrique) a, en vertu d'un contrat de services, été investie par le Syndicat des fonctions d'Ingénieur-conseil et chargée de la direction générale de tous ses travaux. La REMINA exécute elle-même les levés géologiques, topographiques, géodésiques, gravimétriques et magnétiques. L'IRSAC (Institut pour la Recherche scientifique en Afrique centrale) et le FNRS (Fonds national de la Recherche scientifique) ont chacun prêté un gravimètre au Syndicat qui a, d'autre part, emprunté à l'Observatoire royal de Belgique des chronomètres de précision. Le Ministère de la Défense na-

(*) Les chiffres entre [] renvoient à la bibliographie, p. 798.

tionale a bien voulu, sur avis favorable de la direction de l'Institut géographique militaire, mettre à deux reprises, en 1952 et 1954, M. JONES à la disposition du Ministère des Colonies pour le contrôle des travaux gravimétriques et magnétiques. L'exécution des levés sismiques a été confiée à la Société anglaise SEISLIM (*Seismograph Service Limited*); celle des sondages profonds de reconnaissance de Samba et de Dekese à la Société PÉTROFINA, opérant en collaboration avec la Société FORAKY. Le Musée royal du Congo belge à Tervuren a accepté d'assurer le classement et la conservation des échantillons recueillis au cours des travaux du Syndicat, et de mettre ses laboratoires à la disposition des géologues chargés de leur étude. Les Conservateurs de la Section de Géologie de ce Musée supervisent cette étude et orientent le cas échéant le Syndicat vers les spécialistes les plus qualifiés pour l'exécution d'études particulières, notamment paléontologiques. Le Syndicat a de la sorte bénéficié du concours de spécialistes de renom dont les importantes contributions à l'étude de la Cuvette sont énumérées au point B-3-c de la présente note. Enfin, le Syndicat a confié à l'Institut français du Pétrole le soin de déterminer l'intérêt éventuel des formations reconnues du point de vue de la recherche des hydrocarbures.

A l'heure actuelle, il paraît opportun d'établir un état des résultats acquis après quatre années d'études et de travaux, au moment où le Syndicat de la Cuvette congolaise a décidé d'arrêter momentanément la campagne de sondages profonds qu'il a entreprise. Pour orienter au mieux les travaux à poursuivre, il conviendra de tirer toutes les conclusions scientifiques et économiques que peuvent fournir les études sur les matériaux recueillis dans les sondages forés à Samba et à Dekese; en outre, des recherches complémentaires sur le terrain seront effectuées dans la région de l'Aruwimi. Ce n'est qu'après

discussion de cette documentation en voie d'élaboration que le programme ultérieur sera établi.

Au cours de cette première phase des études, qui sera terminée dans le courant de l'année prochaine, on peut affirmer que ce sont les problèmes scientifiques qui ont imposé la ligne générale des programmes de recherches. En fait, ces recherches à caractère géologique avaient pour buts de déterminer l'âge, l'épaisseur, la nature et l'allure des formations qui constituent la couverture du bassin central congolais. La connaissance de ces données est en effet indispensable pour asseoir toute recherche éventuelle à but économique. A ce sujet, il est utile d'ouvrir une parenthèse. Aucune publication n'a jusqu'à présent dégagé de conclusions générales concernant les résultats des travaux entrepris, et ce pour la simple raison que les études ne sont pas terminées. Ce manque d'informations fait que tout ce qui touche aux régions de la Cuvette étudiées par le Syndicat semble entouré de mystère. Ainsi, dans certains journaux, on a parlé de recherches pour pétrole et les suppositions les plus fantaisistes ont été émises ; on a écrit par exemple qu'il suffisait de trouver les poches riches. Tous ceux qui ont quelques notions de géologie savent que le pétrole ne se découvre pas si aisément. Si, pour les travaux du Syndicat, on a utilisé des équipements et appliqué entre autres des méthodes de recherches propres aux prospections du pétrole, c'est pour la seule raison que ces techniques sont les mieux adaptées à l'étude géologique d'un tel bassin sédimentaire.

Qu'il me soit permis de remercier et de féliciter tous ceux qui collaborent aux travaux et études du Syndicat ; c'est grâce à leur labeur, réalisé dans des conditions souvent difficiles, que la présente note a pu être établie. Je prie les membres du Comité technique du Syndicat d'agréer mes vifs remerciements pour les conseils éclairés, dictés par leur vaste expérience, qu'ils n'ont cessé de

me prodiguer lors de l'élaboration des programmes et du contrôle de leur exécution. Enfin, je remercie le Comité de Direction du Syndicat d'avoir bien voulu autoriser la publication de la présente note.

Les résultats scientifiques des missions du Syndicat pour l'Étude géologique et minière de la Cuvette congolaise seront systématiquement publiés dans une série spéciale des *Annales* du Musée royal du Congo belge ; le premier volume de cette série [22] a été édité en 1955 ; d'autres suivront au cours des mois et des années à venir.

* * *

A. LEVÉS GÉOPHYSIQUES

1. Levés gravimétriques et magnétiques.

Dans une publication récente [16], M. Louis JONES, Chef du Service du Nivellement et de la Gravimétrie à l'Institut géographique militaire, qui a collaboré, dès le début, aux travaux de levés gravimétriques exécutés pour compte du Syndicat, a fait le point de la situation actuelle (1956) des recherches gravimétriques au Congo belge et au Ruanda-Urundi.

Avant 1951, aucune mesure gravimétrique n'avait été réalisée au Congo belge.

On trouvera ci-après, repris et complété, le tableau établi par M. JONES, qui résume les travaux effectués depuis 1951 au Congo belge et au Ruanda-Urundi et qui indique les promoteurs de ces travaux et les collaborateurs qui les ont exécutés.

<i>Années</i>	<i>Nombre de stations</i>	<i>Promoteurs</i>	<i>Collaborateurs</i>
1951	3 stations pendulaires reliées à l'Observatoire royal d'Uccle.	I. R. S. A. C.	SANDERS
1951	7 stations du réseau international	O. R. S. O. M. France.	DUCLAUX et MARTIN.
1952	27 stations du réseau de base du Congo belge.	Service météorologique du Congo belge.	HERRINCK
1952	6.550 stations dans la Cuvette congolaise.	Syndicat de la Cuvette congolaise.	JONES (IGM) MATHIEU et STRENGER (REMINA).
1952	95 stations de reconnaissance dans le Graben.	I. R. S. A. C.	JONES (IGM) BONNET (IRSAC)

8 LES RECHERCHES GÉOPHYSIQUES ET GÉOLOGIQUES

<i>Années</i>	<i>Nombre de stations</i>	<i>Promoteurs</i>	<i>Collaborateurs</i>
1955	224 stations de base dans le Graben et dans le domaine du C. S. K.	I. R. S. A. C. et C. S. K.	MATHIEU (REMINA).
1956	...?.. stations chevauchant le NE. du Congo belge et les territoires de l'Uganda et du Tanganyika.	I. R. S. A. C.	SUTTON (<i>Columbia University</i>).
..?..	des travaux de détails dans le NE. du Congo (285) et dans le Bas Congo (?)	Service Météorologique du Congo belge.	HERRINCK.

En outre, cinq profils relie le réseau établi dans la Cuvette congolaise aux stations de base du Graben oriental, ce sont :

Stanleyville-Irumu
 Kindu-Bukavu
 Kasongo-Fizi
 Kamina-Kabalo-Albertville
 Luluabourg-Kamina-Manono-Mitwaba-Baudoinville.

La carte n° 1 ci-jointe schématise les surfaces levées gravimétriquement dans la Cuvette et dans l'est du Congo [16].

La zone « Cuvette » couvre environ 750.000 km² ou 62 degrés-carrés ; la densité des stations est de ± 106 stations par degré carré. La distance moyenne entre stations est de ± 5 km (carte annexe n° 2).

Dans le Graben oriental et dans la partie septentrionale du domaine du CSK, la densité des stations de base est de 13 par degré-carré et la distance moyenne entre ces stations est de 35 km.

Il a paru nécessaire de rappeler ces chiffres car ils permettent, par un examen de la carte annexe n° 3 [16], une comparaison immédiate avec ce qui a été fait dans d'autres régions de l'Afrique.

On constate que les travaux effectués par le Syndicat de la Cuvette congolaise placent le Congo belge au pre-

mier rang des territoires africains pour l'importance des données gravimétriques. A notre connaissance, aucun travail d'une telle ampleur n'a été entrepris dans d'autres régions équatoriales.

Ainsi qu'il a été indiqué précédemment [9], « étant donné l'espacement des stations, les indications obtenues auront un caractère géodésique et pourront peut-être fournir les éléments pour éclairer la géologie du socle de la Cuvette congolaise et en préciser les grandes lignes structurales ».

La carte gravimétrique est en voie d'élaboration et pourra être présentée dans peu de mois. Les premières données calculées montrent que si celles-ci n'apporteront pas de renseignements précis ou nouveaux pour la compréhension des problèmes géologiques propres à la couverture sédimentaire post-paléozoïque, elles apporteront par contre, du point de vue de la connaissance du soubassement de la Cuvette et de celui de la géodésie, une contribution très importante.

Ces levés se trouvent en effet à cheval sur l'Équateur, dans une zone d'une superficie énorme, d'altitude peu élevée et peu accidentée, qui se rattache à une région très tourmentée : le grand arc des fosses tectoniques de l'Afrique centrale. Ceux-ci constituent l'un des traits structuraux les plus importants de l'Afrique et l'un des plus caractéristiques de la surface du Globe.

Il y a lieu d'insister sur ce point, car les données qui seront prochainement publiées permettront de compléter un travail d'importance mondiale. On sait en effet que les mesures de l'intensité de la pesanteur à la surface du Globe permettent d'en déterminer la forme ⁽¹⁾ [6]. Mais il est nécessaire évidemment que ces stations de mesure soient réparties judicieusement et aussi régulièrement que possible à la surface de la Terre.

(¹) Pour plus de détails à ce sujet voir : M. DEHALU : « *La Gravimétrie et les anomalies de la pesanteur en Afrique Orientale* » [7].

Les levés exécutés dans la Cuvette vont combler une lacune extrêmement importante dans une région particulière, caractérisée par le bourrelet équatorial, et permettront de mieux déterminer la valeur normale de la pesanteur à l'Équateur. L'absence de données dans ces régions a attiré depuis longtemps l'attention des géodésiens. Nous reprenons ci-dessous *in extenso* la conclusion émise par M. Marcel DEHALU, membre de l'Académie royale de Belgique, au cours d'une conférence faite le 3 octobre 1942 à la Société belge d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe sur *La figure de la Terre et la théorie de l'isostasie d'après les mesures de l'intensité de la pesanteur* [6] :

« A la VI^e Assemblée générale de l'Association internationale de Géodésie et de Géophysique tenue à Édimbourg en 1936, de Graaf Hunter a fait appel à la collaboration de tous les États pour la réalisation de ce programme.

» Notre colonie africaine est particulièrement intéressée à cette entreprise scientifique et il est à espérer qu'au retour de la paix, la Belgique saisira l'occasion de collaborer à cette œuvre importante en faisant procéder à des mesures de l'intensité de la pesanteur sur tout le vaste territoire de sa Colonie. En apportant ainsi sa contribution à l'œuvre internationale envisagée, elle établira par surcroît les éléments fondamentaux de son réseau géodésique et recueillera des données intéressantes au point de vue géologique.

» On doit se convaincre de plus en plus en Belgique que la possession d'un grand empire colonial crée des devoirs auxquels nous ne pouvons nous soustraire si nous voulons nous montrer dignes de notre passé. Je suis persuadé que notre appui à ce projet, comme d'ailleurs à tous ceux qui réclament une collaboration scientifique internationale, ne peut que nous grandir aux yeux des autres nations et nous conquérir leur estime. »

Ces paroles étaient prophétiques et l'on peut affirmer que le Syndicat de la Cuvette congolaise a bien répondu à l'appel de M. Dehalu en décidant de financer outre les autres travaux, ceux de levés gravimétriques dans ces régions.

Les données acquises auront en outre une grande utilité pratique pour la résolution de certains problèmes géodésiques et cartographiques au Congo belge. En effet, l'établissement de la carte des anomalies gravimétriques permettra de calculer les déviations de la verticale dans toutes les régions citées précédemment et jusqu'au 5^{me} parallèle sud dans le Kasai et le Kwango. Ces données seront exploitées à bon escient par ceux qui sont chargés de l'établissement et du calcul des triangulations et des nivellements géométriques de précision [16].

L'établissement de la carte des anomalies gravimétriques a imposé en outre l'exécution d'un levé altimétrique et de mesures de contrôle de certaines latitudes (quatorze points astronomiques).

C'est la première fois aussi que les réseaux altimétriques et les triangulations du Kasai et du Katanga auront été, par des mesures barométriques continues, reliés aux déterminations d'altitudes faites à Stanleyville et dans le nord de la Colonie.

Toutes les mesures faites au voisinage des rivières seront indispensables pour les études hydrographiques relatives à la Cuvette congolaise et intéresseront au premier chef le service des Voies navigables de la Colonie.

Les données recueillies font actuellement l'objet des opérations de calcul, de la détermination des réseaux avec compensation des écarts de fermeture. Ceci représente un travail considérable qui s'applique aux mesures altimétriques, gravimétriques et magnétiques. En tenant compte des mesures répétées à certaines stations principales, on totalise près de 25.000 observations.

Des mesures magnétiques ont été faites aux mêmes stations que les mesures gravimétriques. Comme pour la gravimétrie, ainsi qu'il a été dit précédemment, les données magnétiques fourniront des indications sur la

constitution du socle de la Cuvette congolaise mais non sur la couverture.

Dans la région du Kasai, où les formations anciennes affleurent ou sont proches de la surface, des anomalies très importantes ont été décelées. Dans la région entre Luebo et Charlesville elles sont très vraisemblablement en relation avec des formations d'itabirites connues depuis les travaux de BALL et SHALER, géologues de la Société Forminière [1].

2. Levés sismiques.

Les levés sismiques ont été effectués en trois périodes. Les deux méthodes « réfraction » et « réflexion » ont été utilisées.

a. Durée des missions et localisation géographique des travaux.

Les travaux de la mission de reconnaissance préliminaire débutèrent dans la région de Ponthierville, dans les premiers jours d'août 1952. Cette mission clôtura ses opérations à Basankusu avant la fin de janvier 1953.

La deuxième mission démarra à Boende au début de juillet 1953 et se termina au même endroit début novembre 1954.

La troisième mission a débuté à Dekese fin décembre 1955 pour se terminer à fin octobre 1956.

Les deux premières missions ont comporté l'exécution de 113 lignes de prospection sismique par la méthode « réfraction » ainsi qu'un circuit sur rivière et sur route dans la région de Samba-Befale par la méthode « réflexion ».

Au cours de la troisième mission, des travaux de compléments ont été entrepris en appliquant les deux mé-

thodes aux endroits susceptibles d'être retenus pour l'exécution d'un troisième sondage ainsi qu'aux environs du premier et du deuxième sondages.

Les endroits où ont été exécutées les recherches par les méthodes « réfraction » et « réflexion » sont figurés respectivement sur deux cartes annexes schématiques n^{os} 4 et 5.

b. Statistiques.

Une comparaison des données statistiques permettra de se rendre compte de l'importance du travail exécuté et de l'amélioration des rendements obtenus au cours de la deuxième mission par rapport à la première. L'expérience acquise pendant la mission de reconnaissance préliminaire a été mise à profit, l'organisation des équipes a été revue, le nombre d'Européens a été accru, des véhicules supplémentaires ont été achetés et la technique de travail a été simplifiée.

Réfraction sismique.

	<i>Mission préliminaire</i>	<i>Deuxième mission.</i>
Nombre de lignes tirées	21	92
Durée totale des travaux	157 jours	385 jours
Longueurs cumulées des lignes « réfraction »	95 km	500 km
Consommation en explosifs	11.675 kg	76.547 kg
Nombre d'agents européens	9	11

L'augmentation de la consommation en explosifs durant la deuxième mission est la conséquence de l'allongement des lignes de tirs, ce qui a permis d'accroître les profondeurs d'investigation.

Il n'est pas sans intérêt de rappeler que le programme de la deuxième mission comportait initialement 56 lignes. Mais en fonction des circonstances locales : facilités d'accès, rapidité d'exécution du travail, et vu la nécessité de compléter les informations au fur et à mesure de l'interprétation des résultats, le total des lignes de

réfraction levées au cours de la mission 1953-1954 a été porté à 92.

Ce programme considérablement augmenté a cependant été réalisé dans les limites de temps et de budget initialement prévues.

Sismique réflexion.

Cette courte campagne a duré du 28 juillet 1954 au 10 novembre 1954. Dans ce laps de temps sont compris les jours consacrés aux déplacements jusqu'à Samba des équipes et du matériel depuis l'endroit où s'étaient terminés les travaux en sismique réflexion (Ingende), les jours nécessaires pour le contrôle des instruments, pour l'exécution de tirs d'essais, pour la détermination des meilleures conditions de travail, pour l'emballage du matériel en fin de mission et pour tous les travaux de clôture sur le terrain.

Les opérations ont été conduites sur route et sur rivière.

Le tableau ci-dessous donne les caractéristiques essentielles des travaux :

TABLEAU

	<i>Sur rivière</i>	<i>Sur route</i>	<i>Total</i>
Durée approximative	4 semaines	7 semaines	
Durée essai		1 semaine	12 semaines
Longueurs des circuits	69,3 km	119,75 km	199,05 km
Longueurs cumulées des profils	69,3 km	61,75 km ⁽¹⁾	131,05 km
Longueurs totales des zones non levées.	0,0 km	58,00 km	58,00 km
Nombre de profils enregistrés	360	419	779
Quantités de dynamite utilisée	907 kg	2.505 kg	3.412 kg
Quantités de détonateurs utilisés	363	310	637
Nombre de puits forés	—	233	233
Longueurs totales des puits	—	4.831,2 m	4.831,2 m
Profondeur moyenne des puits forés	—	20,73 m	20,73 m

⁽¹⁾ Trois sections d'une longueur totale de 12,6 km n'ont pas été portées en coupes, la validité des corrélations étant insuffisante.

La comparaison des chiffres de ce tableau est fort utile. On constate que les travaux sur rivière sont beaucoup plus faciles, plus rapides, et moins coûteux en explosifs. Ils demandent moins de matériel de transport et ne nécessitent aucun forage pour enfouir l'explosif à une profondeur suffisante.

Par contre, les levés topographiques sur rivière sont plus difficiles et plus lents à réaliser que ceux effectués sur route.

La méthode « sur rivière » ayant prouvé sa supériorité, elle a été appliquée dans les régions retenues ou susceptibles d'être choisies pour l'exécution des autres sondages.

Au cours de la troisième mission, des recherches ont été exécutées par les 2 méthodes réfraction et réflexion à Dekese et sur la Lukenie, à Yasa (à ± 35 km au sud de Dekese), à Monkoto et sur la Luilaka, à Coquilhatville sur le fleuve Congo, et à Ebeka. Elles ont été poursuivies à Yambuya, à Basoko, sur l'Aruwimi et sur le fleuve Congo, à Stanleyville et à Samba.

c. Buts des études sismiques.

Les études sismiques par la méthode réfraction — première et deuxième campagnes — avaient pour buts :

- 1) de déterminer en certains points l'épaisseur des terrains de couverture, postérieurs aux formations anciennes du substratum, et de préciser l'allure de celui-ci ;
- 2) de fixer les emplacements les plus favorables à des sondages, de manière à traverser les terrains de couverture suivant leur épaisseur la plus grande possible.

La courte campagne de sismique réflexion (juillet-novembre 1954) avait pour buts :

1) de constater la possibilité ou non d'obtenir des réflexions ;

2) de préciser les conditions de travail pour obtenir sur route et sur rivière de bons enregistrements ;

3) de définir la méthode de travail des équipes, en particulier sur rivière, et de déterminer les rendements possibles pour le cas où l'on devrait développer ces techniques ;

4) d'effectuer un levé rapide sur un circuit fermé aux environs du premier sondage pour préciser si possible la tectonique des terrains de couverture et du substratum ; cette interprétation dépendant de la constance de certaines réflexions ;

5) de comparer les résultats fournis par les deux méthodes de sismique réfraction et réflexion.

La troisième mission a été limitée aux endroits où l'on avait déjà sondé (Samba et Dekese) et a été étendue à quelques régions sélectionnées d'après les premiers résultats sismiques et qui faisaient l'objet des discussions dans le choix d'un emplacement pour un troisième sondage.

Dans les zones où les sédiments à faible vitesse sont épais et qui avaient été retenues pour exécuter les premiers sondages à caractère stratigraphiques, la longueur (4 à 6 km) des lignes de prospection sismique initiales n'avait pas permis d'atteindre et de déceler les réfracteurs profonds (plus de 2000 m) et à grandes vitesses (plus de 5000 m/s).

Aussi la mission de travaux complémentaires (décembre 1955-octobre 1956) avait-elle pour buts :

1) par l'application de la méthode réfraction, de

déceler et de calculer la profondeur des réfracteurs de vitesse supérieure à 5000 m/s ;

2) par la méthode réflexion, de préciser si possible la structure géologique en profondeur.

d. Méthodes d'interprétation.

Il n'est pas possible dans le cadre de cette étude d'entrer dans des discussions à caractère technique sur les procédés de dépouillement des enregistrements et sur les méthodes de calculs. Ceux-ci ont été faits sur place par les soins du personnel de la société spécialisée *Seismograph Service Limited* et ont été revus au siège de cette société, à Londres, lorsque toutes les données ont été réunies et comparées, en fin de chaque mission.

De ces résultats ont été tirées des interprétations auxquelles on a tenté de donner une signification géologique.

La méthode par réfraction permet de définir la superposition de séries géologiques à la condition que les vitesses de transmission des ondes sismiques dans ces séries augmentent en même temps que la profondeur. Ce cas se rencontre habituellement dans des bassins sédimentaires peu évolués, tel celui de la Cuvette congolaise.

Cependant un réfracteur présentant une vitesse relativement élevée pourrait ne pas être décelé au milieu d'une série caractérisée par des vitesses moindres dans le cas où il est peu épais.

Les effets de compaction des terrains dus à des charges de sédiments de plus en plus grandes peuvent augmenter, dans les parties profondes d'un bassin, la vitesse observée à moindre profondeur et latéralement dans une même série géologique. En outre, les modifications latérales de faciès : série argileuse devenant par exemple gréseuse ou calcaireuse, entraînent aussi des variations dans les vitesses observées.

Il n'y a donc pas un parallélisme automatique ni une corrélation univoque possible entre vitesses des ondes sismiques et séries ou étages géologiques, surtout lorsque les études portent sur une région aussi vaste que la Cuvette congolaise. Cependant, au stade de dégrossissage du problème tel qu'il se présentait en 1952 et pour créer un schéma structural de cette aire de sédimentation immense, la méthode sismique était le procédé le plus rapide et qui donnait le plus d'informations. Les renseignements que cette méthode a fournis, explicités par les sondages, permettent actuellement de formuler certaines hypothèses sur la géologie de l'ensemble de ce bassin.

Cette question sera reprise plus loin.

En réfraction, d'après les diagrammes habituels « temps-distances » et en fonction des vitesses apparentes, on a calculé les vitesses vraies, les profondeurs et les pendages des divers réfracteurs observés en chaque ligne de prospection. Les altitudes moyennes de ces mêmes réfracteurs par rapport au niveau actuel de la mer ont été calculées en tenant compte de l'altitude moyenne des endroits d'observations pour rattacher toutes les données à un niveau repère commun.

L'interprétation des résultats de la sismique réflexion exige la connaissance de la loi de variation des vitesses verticales des ondes sismiques en fonction de la profondeur. On mesure en effet à la surface les temps de réflexion des ondes provoquées par les explosions. Pour connaître les profondeurs des niveaux réflecteurs il faut évidemment connaître les vitesses. En l'absence de données obtenues par des mesures faites directement dans des sondages, on utilise des méthodes spéciales de calcul à partir des enregistrements eux-mêmes. Ce procédé est moins précis. Il est cependant suffisant pour les buts poursuivis actuellement dans la Cuvette. Il n'aurait pas été justifié ni raisonnable d'engager des dépenses

considérables pour amener sur place du personnel et du matériel spécialisés, pour n'effectuer en un an qu'une ou deux déterminations des vitesses verticales dans les deux sondages et dans des endroits distants de ± 400 km à vol d'oiseau (Samba et Dekese). Ces techniques ne s'utilisent que dans les cas où les travaux sont entrés dans une phase de systématique et où la recherche détaillée et précise des structures géologiques est devenue le but essentiel.

Il ne faut pas perdre de vue qu'on se trouve encore dans la phase initiale des recherches où l'on tente d'orienter au mieux les sondages stratigraphiques.

Toutes les données recueillies présentent un caractère plus qualitatif que quantitatif : on recherche avant tout à créer des ébauches et des schémas.

La sismique réflexion, au stade de reconnaissance préliminaire, avait pour buts de vérifier si des anomalies structurales étaient décelables, si elles existaient à des profondeurs dépassant la capacité du matériel de forage mis en service ou supérieures aux profondeurs atteintes par la sismique réfraction.

e. Discussion des résultats.

Tous les résultats relatifs à la 3^{me} campagne de sismique ne sont pas encore disponibles puisque cette campagne est à peine terminée. Aussi la discussion ne pourra-t-elle être aussi complète qu'il serait souhaitable.

On se bornera à indiquer d'une manière résumée les allures schématiques de la Cuvette telles qu'elles ont été déduites des résultats sismiques et les relations qui ont pu être établies après étude du matériel recueilli dans les sondages de Samba et Dekese. On signale aussi certains points douteux ou non expliqués à l'heure actuelle.

Des cartes ont été dressées en portant en chaque point correspondant à une ligne de tir les vitesses et les profon-

deurs calculées pour les réfracteurs de vitesses égales à ± 4200 m/s, ± 5200 m/s et ± 6200 m/s ; un écart de 5 % en plus ou en moins entre les profondeurs réelles et les profondeurs calculées est considéré comme normal. Le choix des vitesses précitées a été orienté d'après la fréquence des vitesses observées et d'après des essais de déterminations directes dans des régions où les roches du substratum ou du socle étaient apparentes ou situées à faible profondeur.

On désirait en effet déterminer l'épaisseur des sédiments de la couverture. Dans les régions septentrionale et orientale de la Cuvette, sur la base des connaissances géologiques, cela équivalait à rechercher la profondeur du système gréseux du groupe de la Lindi.

Au contraire, au Kasai et au Kwango, les formations de la couverture reposent soit sur des gneiss ou des granites soit sur des formations sédimentaires analogues et peut-être de même âge que les calcaires du groupe de la Lindi (système de la Bushimaie).

Les déterminations directes suivantes de la vitesse des ondes sismiques ont été faites :

- | | |
|--|-----------|
| 1) à Ponthierville au voisinage de grès que l'on considère comme appartenant au groupe de la Lindi | 4.175 m/s |
| 2) à Kasongo — en surface : grès et quartzites attribués à la formation gréseuse du groupe de la Lindi | 5.200 m/s |
| 3) à 13 km à l'est de Luluabourg — granite | 5.365 m/s |

On voit donc qu'il peut y avoir ambiguïté quant à la nature du substratum déduite de la seule valeur physique mesurée.

Cependant, il a été admis en première approximation — avant de connaître les résultats de sondage — que dans la partie septentrionale de la Cuvette l'enregistrement de vitesse de 4200 m/s ou supérieures décelaient le substratum, et que dans la partie méridionale les vitesses de 5200 m/s et supérieures (6000 m/s) correspondaient au socle ; mais que par contre, il n'était pas

exclu que dans cette zone Sud des vitesses de 4200 m/s puissent caractériser des couches de la série de la Lukuga.

Les couches de couverture (à part les formations de la série de la Lukuga) devaient présenter des vitesses toujours inférieures à 3600 m/s.

Sur ces bases et en faisant la synthèse statistique des observations sismiques on obtenait le schéma structural suivant.

Comme dit précédemment, deux régions se distinguent immédiatement.

La première est située au nord d'une ligne joignant Kindu à Coquilhatville. Dans cette région, le réfracteur 4200 m/s a été décelé dans chaque ligne ; le réfracteur 5200 m/s a été rarement atteint, bien que les lignes de tir aient la même longueur que celles situées dans la seconde zone au Sud de l'axe Kindu-Coquilhatville. Au contraire, dans la zone méridionale les réfracteurs à grandes vitesses 5200 m/s et même 6200 m/s ont été observés dans presque toutes les lignes situées dans les régions de Kindu à Poie, de Coquilhatville au lac Tumba, et au sud du Kasai-Sankuru. En outre dans ces mêmes régions le réfracteur 4200 m/s est le plus souvent absent ou, s'il existe, il doit être de faible épaisseur et non décelable dans ce cas par les observations sismiques.

La séparation est bien marquée entre les deux régions de Kindu à Katak-Kombe et Poie ainsi qu'au sud de Coquilhatville ; elle s'atténue dans la zone centrale aux environs de Monkoto.

Ce qui a été qualifié de dépressions sont donc des régions de superficie importante dans lesquelles on a observé une surépaisseur de terrains caractérisés par des vitesses égales ou inférieures à 3600 m/s, considérés comme formations de couverture.

La dépression septentrionale s'approfondit régulièrement du nord ou de l'est jusqu'à un maximum de 1140 m

environ à Samba, qui correspond à la profondeur du contraste de vitesses 3600 m/s et 4400 m/s.

Ensuite, l'axe de cette dépression s'infléchit vers le nord-ouest en direction du fleuve Congo et passe au nord de Coquilhatville en se relevant légèrement avant d'atteindre l'Oubangui.

La dépression méridionale est beaucoup plus importante. Elle est représentée entre Bakwanga et Kasongo par un large sillon orienté nord-ouest sud-est. Ce chenal s'incurve ensuite à la bordure nord du socle ancien du Kasai, il prend une direction est-ouest et il s'approfondit progressivement. Une grande fosse est axée sur la Lukeinie entre Kole-Dekese-Bumbuli. Elle est interrompue par une crête secondaire passant par Oshwe-Mantantale-Monkoto. Une nouvelle dépression peu marquée se situe aux environs du Lac Léopold II.

Dans les régions du Kasai et du Kwango au sud du 4^{me} parallèle, le substratum est peu profond et les vitesses qui lui correspondent sont élevées : 5200 m/s à plus de 6000 m/s. Le réfracteur 4200 m/s est rarement décelé ; les terrains de couverture ont des vitesses inférieures à 2800 m/s sauf dans le sillon sud-oriental.

L'examen des cartes des profondeurs des réfracteurs 5200 m/s fait ressortir un autre trait caractéristique de la grande fosse méridionale.

Le substratum ancien du Kasai s'abaisse tout d'abord lentement en direction du nord, puis entre les parallèles 3° 30' Sud et 4° Sud il s'enfonce rapidement pour prendre à nouveau une allure relativement calme à l'aplomb de l'axe Kole-Dekese-Bumbuli.

C'est sur l'ensemble de ces constatations que j'ai tenté de fournir une interprétation très schématique de la structure géologique profonde de la Cuvette congolaise [10].

Mais, ainsi que je l'ai écrit :

« Ces hypothèses devront être revues et complétées au fur et à mesure que des données nouvelles fournies par les autres méthodes géophysiques et les sondages seront disponibles. Rappelons, en outre, que les corrélations sont établies sur la base d'un seul caractère physique : la vitesse des ondes sismiques, et que celui-ci ne s'identifie pas d'une manière absolue avec les subdivisions stratigraphiques. La grandeur des aires explorées doit engager a priori à la circonspection dans toute tentative de corrélation entre régions éloignées parfois de plusieurs centaines de kilomètres. »

En conclusion, je résumais comme suit l'interprétation des résultats sismiques :

« Au nord d'un axe Kindu-Coquilhatville qui se situe légèrement au nord d'une surélévation du substratum, existe un bassin d'allure régulière. Le substratum serait constitué de formations géologiques équivalentes à celles du groupe de la Lindi et la couverture serait représentée par les séries lualabiennes et plus récentes.

Au sud, le substratum et la couverture sont d'âges plus anciens que leurs équivalents respectifs du bassin septentrional (1). Une structure remarquable a été décelée : c'est le sillon qui suit le Lomami et la Lubefu ; il s'enfonce de Tshofa vers Lubefu-Kole-Dekese-Bumbuli, en s'incurvant au Nord du Kasai ; le socle ancien descend faiblement depuis Luluabourg en direction du nord ; puis, à l'aplomb du Sankuru, une flexure accentue brusquement la profondeur du bassin pour constituer la fosse majeure de Bumbuli-Kole. Dans la région occidentale de Banningville à Coquilhatville, existe une dépression qui ne se compare à aucune des précédentes. Il semblerait que celle-ci soit une cuvette de dépôts « Kwango » sur un socle sédimentaire assez évolué, peut-être même métamorphique. »

Quant à la méthode suivie pour le choix des emplacements de sondage, j'ajoutais :

« ... (ce) choix guidé par le modelé du fond du bassin sédimentaire, a pour but d'obtenir des coupes stratigraphiques aussi complètes que possible des terrains de couverture.

(1) Un correctif est à apporter à ce texte rédigé avant l'exécution des sondages. La succession géologique rencontrée à Samba est différente de celle de Dekeze. A Samba, on n'a pas trouvé l'équivalent de la série de la Lukuga recoupée à Dekese. En outre, Lindi calcaire au nord et Bushimaie au sud pourraient être équivalents mais aucune de ces formations du substratum n'a été rencontrée à Samba ou à Dekese. Les deux sondages ont été arrêtés dans des formations analogues mais dont l'âge est indéterminé.

Si cette façon d'entreprendre les recherches est justifiée pour une première étude géologique d'ensemble, elle n'est pas nécessairement favorable à la découverte de gisements d'hydrocarbures. La localisation de ceux-ci est en grande partie déterminée par la tectonique des masses de remblayage de la Cuvette, dans lesquelles ils pourraient éventuellement être présents. On sait, en effet, que les hydrocarbures s'accumulent généralement dans les points hauts des structures tectoniques. Cependant, le faciès des couches recoupées par les sondages de reconnaissance montrera si ces sédiments sont de nature favorable à la naissance et à la conservation de gisements d'hydrocarbures. C'est alors seulement, si la réponse à ce problème est favorable, qu'il sera justifié de s'engager dans une nouvelle phase des travaux : la recherche des endroits susceptibles de contenir des accumulations exploitables d'hydrocarbures. Cette nouvelle phase comprendrait des études géophysiques détaillées pour la détermination des structures locales, puis l'examen du contenu de ces structures par des campagnes systématiques de sondages. Il va sans dire que le coût de ces travaux éventuels est, par unité de surface explorée, d'un ordre de grandeur sensiblement plus grand que celui des travaux de reconnaissance actuels.

» C'est pourquoi, si même le premier sondage de Samba révèle des indices favorables à l'existence de gisements d'hydrocarbures dans le paquet de sédiments qu'il recoupera, il est indiqué, avant de s'engager dans une recherche systématique coûteuse limitée à ce paquet de sédiments, de tester préalablement les deux autres accumulations de couches sédimentaires repérées dans la Cuvette (Dekese et Lac Léopold II) et qui pourraient déceler des possibilités se présentant de manière plus favorable. »

f. Comparaison avec les résultats des sondages.

Deux sondages ont été exécutés jusqu'à présent. Les études des échantillons ne sont pas terminées, mais dès maintenant certaines des conclusions peuvent être comparées aux données géophysiques.

Si on se limite aux faciès lithologiques, on peut présenter comme suit un essai de corrélation entre le *sondage de Samba* et les résultats de la ligne de réfraction, comme des essais en réflexion, exécutés au voisinage de ce sondage.

Aux profondeurs approximatives de 565 m, 850 m et 1170 m, les contrastes lithologiques coïncident avec des limites stratigraphiques. A 310 m, il s'agit d'une variation de la lithologie au sein d'une série.

Le sondage n'a pas montré de différence lithologique appréciable entre 1600 m et 1800 m, profondeur à laquelle on pensait recouper le contraste 4400 m/s-5200 m/s d'après l'extrapolation des résultats obtenus à Mangania à 40 km environ au nord de Samba. Aussi un complément de sismique réfraction à Samba a-t-il été prévu, au cours de la 3^e mission sismique, en vue de déceler ce contraste et d'en calculer la profondeur.

<i>Sondage de Samba</i>		<i>Sismique</i>	
Profondeurs approximatives m	Limites lithologiques	Contrastes de vitesses ou réflecteurs m/s	Profondeurs
0 à 90	sables argileux non consolidés	2.100 et 2.450	à 100 m
90 à 200	argilites et sables peu consolidés	rien observé.	
200 à 310	argilites et grès terrains consolidés	rien observé.	
à 310	changement lithologique; des argilites succèdent à une série de grès tendres	2.450 et 2.870	à 320 m
565 à 845	grès fin et argilites	2.870 et 3.600	à 565 m
845 à 1.167	série argilo-gréseuse	changement assez brusque en réflexion de la vitesse verticale à 850-900 m	
1.167 à 2.040 (fin du sondage)	série gréseuse rouge psammitique	3.600 et 4.440 bon réflecteur	à 1.140-1.170 m vers 1.100 m

On peut admettre que la correspondance est très bonne entre résultats géophysiques et changements lithologiques.

L'allure générale des couches géologiques, d'après

l'examen des carottes, est subhorizontale à l'endroit du sondage de Samba. Ceci est en accord avec les déductions tirées des observations sismiques. Il y a une légère tendance à la montée des réflecteurs en direction du nord-ouest. Celle-ci s'accroît pour les horizons les plus profonds et confère à l'ensemble une disposition en biseau, ce qui est vraisemblable d'après ce que l'on connaît à la périphérie au nord de la Cuvette.

La série rouge grésifeldspathique, parfois psammitique, recoupée dans le sondage de 1167 m à 2040 m a tout d'abord été considérée comme étant d'âge Lindi. Ultérieurement cette assimilation a paru moins certaine et on a émis l'hypothèse qu'il pouvait aussi s'agir d'une formation plus récente que le Lindi mais antérieure au Lukuga. En effet, des roches très semblables à ces psammites rouges ont été rencontrées à Dekese sous des formations attribuées au Lukuga.

Ces couches rouges n'ont pas fourni de fossiles jusqu'ici ; la question sera donc bien difficile à trancher d'autant plus que par certains caractères elles se rattachent à la couverture, tandis que par d'autres elles sont apparentées aux roches du soubassement. Du point de vue économique, l'intérêt de traverser ces formations par des sondages dépendra de la probabilité de trouver des roches mères d'hydrocarbures dans les couches sous-jacentes.

Cette question fait l'objet des recherches actuelles du Syndicat, à la fois sur le terrain et au laboratoire, avec la collaboration de l'Institut français du Pétrole.

Pour le *sondage de Dekese*, les données se comparent comme suit :

<i>Sondage de Dekese</i>		<i>Sismique</i>	
Profondeurs approxima- tives m	Limites lithologiques	Contrastes de vitesses ou réflecteurs m/s	Profondeurs
715 à 860	argilites et grès fins d'attribution dou- teuse		
750	début des symptômes de dérangements tec- toniques	3.000 et 3.600 (cette couche serait mince)	740 m
860 à 1.680	série de la Lukuga avec fortes déforma- tions tectoniques	3.850 et 4.600	1.450 m 1.550 m
1.680 à 1.859 (fin du sonda- ge)	série gréseuse rouge d'aspect comparable à la série anté-Lua- laba de Samba	4.600	

La corrélation est beaucoup plus difficile à établir que pour le sondage de Samba.

Aucune corrélation n'a pu être établie entre les limites géologiques et les contrastes de vitesses pour les séries moins profondes que 740 m.

Les dérangements observés dans la série Lukuga où des varves présentent des pentes verticales, l'inclinaison des contacts et les pentes (en moyenne 30°) observées dans les carottes de sondages dans la formation inférieure à la série Lukuga n'ont pas été enregistrés par la sismique réflexion.

Les levés sismiques réfraction et réflexion passent au Sud du lieu de sondage. Étant donné la pente générale des réflecteurs vers le Nord observée depuis le Kasai, il est très probable que le contact entre réflecteurs 3850 m/s et 4600 m/s calculé à 1450 m-1550 m corresponde au contact normal mais ravinant entre le Lukuga

et la série gréseuse sous-jacente observée dans le sondage à 1680 m de profondeur.

Les grès sont assimilés sur une analogie lithologique aux couches rencontrées à Samba à partir de 1170 m de profondeur. Dans ce cas, il y aurait une bonne constance de la vitesse 4400 m/s à Samba et 4600 m/s à Dekese ⁽¹⁾.

De ces comparaisons, on peut tirer les conclusions suivantes :

les formations de la série du Lualaba et plus récentes ont bien, ainsi qu'il avait été supposé, des vitesses de 3600 m/s et moindres ;

la formation de la série du Lukuga inférieure recoupée à Dekese présente une vitesse de ± 3900 m/s ;

les formations gréseuses rouges rencontrées à Samba à partir de 1170 m et à Dekese à partir de 1680 m sont caractérisées par des vitesses de ± 4400 m/s. Pour autant qu'il soit prouvé que cette série soit plus récente que les couches gréseuses du groupe de la Lindi avec lesquelles on les avait d'ailleurs confondues étant donné leur similitude lithologique, on doit admettre que la vitesse ± 4400 m/s ne correspondrait pas au système gréseux du groupe de la Lindi dans la partie nord de la Cuvette congolaise ; ces couches se trouveraient à des profondeurs non déterminables avec précision à l'heure actuelle.

(1) On pourrait croire aussi que ce contraste de vitesse 3850 m/s-4600 m/s correspond soit à un contact schistes à varves sur tillite observé dans le sondage à 1538 m de profondeur soit à un contact qui se situe à 1551 m entre tillites et roches gréseuses de compacité et de degré d'évolution qui se rapprochent de ceux de la série gréseuse rouge.

Cela n'est pas impossible, mais nous estimons plus vraisemblable que la vitesse moyenne de 4.600 m/s mesurée pour les couches profondes correspond à celle des roches gréseuses rouges et non aux formations qui les surmontent. En effet ces dernières sont d'aspect moins homogène et moins massif que les roches sous-jacentes.

Nous préférons l'hypothèse suivant laquelle l'unité de caractère plus constant a imposé ses caractéristiques physiques et nous associons plus volontiers les roches rouges gréseuses feldspathiques et psammitiques à la vitesse moyenne 4600 m/s enregistrée à Dekese.

On a décelé à plusieurs endroits — Samba — Dekese — Monkoto — des réflexions jusqu'à des profondeurs de 3500 m et 4000 m. Des séries géologiques ante-Lukuga stratifiées et plus ou moins métamorphiques existent donc jusqu'à ces profondeurs au moins. Ceci confirme les résultats antérieurs et l'hypothèse qui avait été émise que le socle — au sens « complexe de base » — est au moins à 3500 m de profondeur. On rappellera que l'absence de réflexions est un critère négatif : le socle pourrait donc se trouver à plus grande profondeur encore.

A Samba le contact entre Lualaba et série gréseuse rouge, à Dekese les contacts entre Lualaba-Lukuga, et Lukuga-série gréseuse rouge ont été déterminés avec une précision très suffisante. On peut s'appuyer sur les déterminations sismiques pour apprécier l'épaisseur d'ensemble des séries du Lualaba et plus récentes. Mais dans cette couverture les contrastes de vitesses ne sont pas parallèles aux limites géologiques entre les étages ; aussi faut-il être circonspect dans toute tentative de détermination des épaisseurs des étages d'après les seules données de la sismique. La charge variable sur des sédiments peu consolidés entraîne une modification des caractéristiques physiques.

Les pendages dans les séries de la Lukuga et dans la formation gréseuse sous-jacente, observés dans les carottes du sondage de Dekese, n'ont pas été enregistrés en sismique réflexion. Cette question n'a pas reçu jusqu'à présent d'explication satisfaisante.

B. LEVÉS ET ÉTUDES GÉOLOGIQUES

Les travaux du Syndicat apportent une contribution fondamentale à la connaissance des couches qui remplissent la Cuvette et qui affleurent à son pourtour. Il serait prématuré de donner actuellement le bilan complet de ces acquisitions, de nombreux travaux étant encore en cours, soit sur le terrain, soit au laboratoire. Ces travaux peuvent modifier et surtout préciser certains résultats obtenus actuellement.

L'exposé qui suit restera donc volontairement en deçà des connaissances acquises à ce jour.

1. Études géologiques de surface.

Une première mission d'études sur le terrain a été confiée à M. André LOMBARD, géologue de la Société REMINA de mai 1952 à février 1954.

M. LOMBARD a tout d'abord préparé cette mission au Musée royal du Congo belge à Tervuren pendant deux mois environ, avec l'aide de MM. CAHEN et LEPERSONNE.

M. SLUYS a guidé M. LOMBARD sur le terrain dans la région de Stanleyville-Ponthierville-Lubutu en juillet 1952 (voir carte annexe n° 6).

Ensuite, M. LOMBARD a suivi à peu près le même itinéraire que la mission sismique. Il a traversé à pied et en pirogue la région comprise entre Ponthierville et Opala et a levé une série d'itinéraires le long de la route Ikela-Bokungu-Boende, puis en direction de Coquilhatville et Basankusu.

De janvier à juin 1953, M. LOMBARD a poursuivi l'exploration de la bordure est de la Cuvette en remontant le Lualaba de Ponthierville à Kindu ; de là, il s'est dirigé vers l'ouest, a traversé le Lomani, la région du Sankuru étudiée auparavant par F. DELHAYE et G. BORGNEZ [8], plus récemment par L. CAHEN [2], et a rejoint le nord du Kasai. Il s'est rendu ensuite dans les environs de Tshikapa, pour relier ses observations à celles faites par J. LEPERSONNE [11] et par les géologues de la société FORMINIÈRE [12].

De juillet 1953 à février 1954, il a parcouru divers itinéraires entre Tshikapa et Port-Francqui, et dans la région située entre le Sankuru-Kasai et la Lukenie ; il a dressé un profil du Sankuru à la Lubefu et de Dekese à Tshofa par Lusambo. Il s'est rendu ensuite à Kindu par Katako-Kombe et a établi ainsi un raccord avec les observations faites plus au Nord.

Après son congé, M. LOMBARD, de mai 1954 à mars 1955, a étudié à Bruxelles le matériel recueilli. L'hospitalité que lui a offerte le Musée royal du Congo belge à Tervuren lui a permis de disposer de conditions favorables à la poursuite de ses recherches et de bénéficier en outre directement des conseils et des avis éclairés de MM. LEPERSONNE et CAHEN.

En résumé, M. LOMBARD a étudié la série du Lualaba dans le secteur Nord-Est de Ponthierville à Stanleyville objet des travaux, anciens déjà, de HORNEMAN et PASSAU [21] ainsi que de revisions faites par MM. CAHEN et LEPERSONNE [3 et 4]. Il a aussi détaillé une série assimilée au Lualaba dans la région du sud-est de la Cuvette ; il a établi des raccords provisoires entre toutes ces régions.

Dès avril 1955, M. LOMBARD prépare une nouvelle mission. Il repart au Congo en mai de la même année ; en juin 1955, il complète ses observations de la mission précédente dans les régions d'Ikela-Lomela et dans la Haute-Tshuapa. De juillet à décembre 1955, il se rend

à nouveau dans les régions de Kindu, Katako-Kombe, Lubefu, Tshofa ; de janvier à avril 1956, il parcourt les régions de Stanleyville, Lisala, Buta, Banalia, Basoko.

En mai, il retourne dans la région de Tshofa, Lubefu, Lusambo, Bena Dibele, Luluabourg et Bakwanga. Cette dernière mission est toujours en cours.

Avant de repartir pour sa seconde mission, M. LOMBARD avait rédigé des rapports complets sur les observations qu'il avait faites au cours de sa première mission, à savoir : un premier rapport sur la série du Lualaba dans la partie Nord-Est de la Cuvette congolaise, un deuxième sur les couches attribuées à la série du Lualaba dans le secteur Sud-Est de la Cuvette congolaise et un troisième sur les observations géologiques effectuées dans le Sankuru et dans la partie nord du Kasai [17 et 18].

Un autre géologue de la REMINA, M. VERBEEK, a été chargé en août 1956, en collaboration avec M. FIEREMANS, géologue de la Société FORMINIÈRE, d'une courte étude des affleurements d'itabirites de la région Luebo-Charlesville qui se trouvent vraisemblablement en liaison avec les anomalies magnétiques et gravimétriques observées dans cette région. M. VERBEEK a commencé tout récemment une mission le long du Kasai de Charlesville à Makaw et dans l'entre Kasai-Kwilu à l'est de Bagata.

Il est prévu qu'à partir de l'année prochaine M. HAARSMAN, géologue, chef de la mission de sondages, accompagné de M. VERBEEK, entreprendra une étude de la région de l'Aruwimi, de Basoko à Mupele, et de la partie située à l'est de cette zone jusque dans la région de la rivière Tshopo.

Ensuite, pour terminer l'étude géologique des terrains de la Cuvette congolaise, il restera à exécuter la mission de l'Ouest-Ubangi, au nord du fleuve Congo, de manière à préciser la stratigraphie, l'âge, la tectonique des formations de couverture dans ces régions et définir leurs relations avec les séries de couverture connues ailleurs.

2. Études de laboratoire.

Tout le matériel recueilli au cours des levés de surface et dans les forages a été envoyé au Musée royal du Congo belge à Tervuren qui a bien voulu en assurer la conservation.

MM. CAHEN et LEPERSONNE ont accepté d'organiser les études paléontologiques, lithologiques et sédimentologiques de ces matériaux. Ils ont dirigé l'examen des carottes des sondages de Samba et de Dekese et y consacrent une partie importante de leur temps.

Les descriptions sommaires faites sur place à Samba par M. HAARSMA [14] étaient revues et complétées à Bruxelles par MM. FERRAND et VERBEEK. Pour la conduite des opérations du deuxième sondage à Dekese, il a paru préférable de pousser les diagnostics sur place : M. VERBEEK a été adjoint à M. HAARSMA. Cette manière de procéder a permis de suivre de plus près l'évolution des travaux de sondage et de mieux orienter ceux-ci [15].

Des études particulières ont été confiées à des spécialistes. Nous citerons ceux-ci au chapitre des résultats.

Ces études feront l'objet de publications groupées dans les *Annales du Musée royal du Congo belge*, série des Sciences géologiques, sous l'intitulé général : « *Résultats scientifiques des missions du Syndicat pour l'Étude géologique et minière de la Cuvette congolaise et travaux connexes* ».

3. Résultats préliminaires et schématiques.

a. Des levés de surface.

Les travaux de terrain de M. André LOMBARD ont eu pour effet de préciser certains points de la stratigraphie de l'étage de Stanleyville de la série du Lualaba et de grandement améliorer la connaissance de l'étage de la Loia de la même série.

Ils ont permis la mise en évidence de couches gréseuses encore non datées, comprises entre l'étage de Stanleyville et la partie inférieure de la série de la Lukuga.

M. LOMBARD a étudié les relations entre ces différentes séries et entre celles-ci et les couches déjà connues du sud du bassin du Congo. Il a recueilli les premières données sérieuses sur la stratigraphie des terrains mésozoïques de l'Ubangi.

Un des points les plus importants des missions de M. A. LOMBARD réside dans la découverte de nombreux gîtes fossilifères nouveaux et l'exploration de certains autres déjà connus.

b. Des sondages.

Le sondage de Samba a traversé depuis la surface jusqu'à 1170 m environ des couches cénozoïques et mésozoïques avant de pénétrer jusqu'à la profondeur de 2.040 m (fin du sondage) dans des couches gréseuses et feldspathiques rouges, toujours horizontales, mais d'âge inconnu [5].

Ce sondage recèle jusqu'à 1170 m de nombreux fossiles, ostracodes, phyllopoques, pollens et vertébrés.

Son échelle stratigraphique peut être déterminée avec sécurité et il en est de même des raccordements entre les couches rencontrées par le sondage et celles qui affleurent sur le pourtour de la Cuvette.

Le sondage de Dekese a traversé 715 m de couches cénozoïques et mésozoïques, puis 965 m de couches paléozoïques (série de la Lukuga) avant d'atteindre à 1.680 m de profondeur des couches non datées et sans fossiles, analogues lithologiquement aux roches rouges dans lesquelles a été arrêté le sondage de Samba. Malheureusement, dans le sondage de Dekese les fossiles trouvés jusqu'à maintenant sont peu nombreux et les raccords entre les couches traversées et les formations connues en

affleurement au Kasai et entre le Sankuru et le Lualaba reposeront sur des bases moins sûres qu'en ce qui concerne le sondage de Samba.

c. **Des études de laboratoire.**

PALÉONTOLOGIE.

Nous énumérerons les travaux paléontologiques suivant les groupes zoologiques étudiés par les divers spécialistes.

Ostracodes — L'examen préliminaire sur une partie du matériel a été fait par M. MARLIÈRE, de la Faculté Polytechnique de Mons [19 et 20].

A la demande conjointe du Musée royal du Congo belge et du Syndicat de la Cuvette congolaise, M. N. GREKOFF, de l'Institut français du Pétrole, a entrepris l'étude détaillée des Ostracodes mésozoïques du bassin du Congo. Il a commencé ce travail par l'examen d'échantillons — 184 au total — de la série du Lualaba et du sondage de Samba, et a rédigé un rapport très complet sur cette première phase de ses observations micropaléontologiques [13].

Il est souhaitable que ce remarquable travail puisse être publié aussitôt que possible.

Les problèmes à résoudre comportaient l'établissement :

- 1) d'échelles stratigraphiques pour les régions du Lualaba, du Lomami, et pour le sondage de Samba ;
- 2) de corrélations stratigraphiques entre les régions du Lualaba-Lomami et le sondage ;
- 3) la détermination de l'âge géologique des formations étudiées ;

4) la corrélation éventuelle de ces formations avec celles d'autres régions africaines et avec celles d'autres continents.

M. GREKOFF a pu répondre aux questions posées et conclure que : « les Ostracodes des formations sédimentaires de la région de Stanleyville (série du Lualaba) et du sondage de Samba peuvent être utilisées dans les études stratigraphiques du bassin du Congo ».

Il donne aussi, dans son rapport, des indications sur les conditions de dépôt des sédiments étudiés et leurs variations de faciès.

Dans le sondage de Samba, quelques horizons bitumineux ont été repérés dans l'équivalent de l'étage de la Loia. Cependant, par suite du mauvais état des affleurements dans la région du Lomani et de la Tshuapa, il est difficile de tirer une conclusion quant aux variations des faciès de l'étage de la Loia.

A Samba, l'étage de Stanleyville est moins épais et beaucoup plus gréseux que dans la région type ; des cinq ou six faisceaux bitumineux connus en affleurement dans la région de Stanleyville-Ponthierville, un seul, d'ailleurs faiblement bitumineux, persiste à Samba.

L'âge des couches gréseuses rouges reconnues à Samba à partir de ± 1170 m et qui n'ont pas fourni de fossiles est malheureusement indéterminé.

Nous nous abstenons de présenter une échelle stratigraphique quoique celle-ci soit déjà bien établie, car des perfectionnements dus à des travaux de spécialistes sont encore attendus.

Phyllopodes — Une partie du matériel a été examinée par M. MARLIÈRE. L'étude de l'ensemble a été confiée à M^{me} S. DEFRETIN, de l'Université de Lille, qui a fait parvenir un premier rapport préliminaire très intéressant, confirmant et complétant certains résultats obtenus par l'étude des Ostracodes.

Lamellibranches — L'étude d'une vingtaine de lamellibranches a été confiée à M. L. R. Cox du British Museum.

Poissons — La riche faune ichthyologique recueillie en affleurement par M. LOMBARD a été confiée à P. DE SAINT-SEINE pour compléter le très important matériel que lui-même avait récolté pour compte du Musée royal du Congo belge. Un premier et important mémoire a paru [22] dans les *Annales* du Musée royal du Congo belge, dans le cadre des publications annoncées au chapitre précédent.

Les poissons décrits dans ce mémoire proviennent de 22 gisements, dont 3 ont été fouillés par P. DE SAINT-SEINE, 12 par A. L. LOMBARD et 7 par divers chercheurs dont les ingénieurs de la Compagnie des Chemins de fer du Congo supérieur aux Grands Lacs Africains (C. F. L.).

Les résultats stratigraphiques sont en accord avec ceux déduits de l'étude des Ostracodes, des phyllopoies et les résultats préliminaires de l'étude des pollens.

Nous citerons quelques conclusions de P. de Saint-Seine pour montrer toute l'importance de ces résultats acquis en partie grâce aux travaux du Syndicat :

« ...l'intérêt exceptionnel de la faune des schistes bitumineux ne réside pas dans la question de son âge, lequel sera tôt ou tard résolu, mais d'une part, dans sa richesse, et de l'autre et surtout dans ses particularités qui sont telles qu'elles suggèrent fortement un milieu d'eau douce. Or, comme il s'agit peut-être de la plus importante faune dulçaquicole découverte à ce jour entre le Trias et le Tertiaire, sa connaissance va combler une importante lacune dans nos données paléontologiques presque exclusivement fondées sur des faunes marines. »

Plus loin, P. DE SAINT-SEINE ajoute que « tous les genres et toutes les familles même sont nouvelles, à l'exception de deux ».

Vertébrés du sondage de Samba — L'étude préliminaire des vertébrés recueillis dans ce sondage a été

confiée à M. CASIER, de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique.

Pollens — Une étude préliminaire a été effectuée par M^{me} L. MAGLOIRE de l'Institut français du Pétrole. Il est envisagé de faire procéder à une étude complète.

LITHOLOGIE ET SÉDIMENTOLOGIE.

Des études pétrographiques et sédimentologiques sont poursuivies. Les premières recherches ont été entamées au Musée royal du Congo belge à Tervuren par MM. FERRAND et VERBEEK, géologues de la Remina, sous la direction de MM. CAHEN et LEPERSONNE.

C. LES TRAVAUX DE SONDAGE

La campagne de sondage qui a commencé en novembre 1954 marquait le début d'une nouvelle phase des recherches entreprises depuis 1952 dans la Cuvette congolaise.

Seuls des sondages pouvaient préciser la nature exacte des formations géologiques qui constituaient les deux zones principales définies par les prospections sismiques : celle du nord centrée sur Samba et celle du sud centrée sur Dekese (carte annexe n° 7). Seuls les sondages pouvaient d'autre part prouver la présence ou l'absence d'indices ou de gisements de substances d'intérêt économique. Tous les travaux antérieurs avaient pour but de sélectionner des endroits favorables aux accumulations de sédiments de la couverture.

Aussi les sondages avaient-ils avant tout un but de reconnaissance géologique au sens le plus large : l'établissement d'une stratigraphie détaillée à l'endroit du sondage, la détermination des relations avec les terrains des bordures nord-est de la Cuvette. Ils devaient encore fournir les éléments pour un contrôle et un étalonnage des données obtenues par les méthodes géophysiques et notamment par les méthodes sismiques.

Pour atteindre ces divers objectifs, il a été décidé de procéder à un carottage continu des terrains traversés.

1. Déroulement des travaux.

La Société PÉTROFINA a offert en location-vente un matériel de forage de marque Wirth dont elle disposait en Angola.

Les travaux ont été effectués sous la responsabilité de la PÉTROFINA avec la collaboration de la Société FORAKY.

Les équipements d'un poids total de 240 tonnes ont été embarqués à Loanda le 12 septembre 1954 ; ils sont arrivés à Samba sur la Maringa, à 80 km au nord-est de Boende, le 6 novembre 1954. Un complément de 89 tonnes a été envoyé de Loanda le 4 novembre 1954.

Les opérations de déchargement, de transport, de montage des installations ont duré trois mois.

Le premier forage a débuté le 6 février 1955 et a été arrêté le 31 août 1955, à 2038,65 m de profondeur.

Sur cette durée totale de 207 jours, on compte 174 jours de forage effectif et 33 jours d'arrêt consacrés à des réparations, aux cimentations et à l'attente d'instructions.

L'avancement moyen a été de 9,86 m par jour, calculé sur la durée totale du sondage et de 11,74 m par jour de forage effectif.

Les opérations de déménagement vers Dekese ont commencé dès après le relèvement des mesures de température à Samba et l'achèvement des essais de récupération des casings.

Le transport du matériel lourd a été effectué sur rivière, sur une distance de près de 2000 km de Samba à Dekese sur la Lukenie.

Des services hebdomadaires spéciaux par avions Sabena ont été organisés entre Boende et Dekese pour assurer le déplacement des Européens et des travailleurs noirs. Une partie des véhicules a effectué le trajet par route, via Ikela et Lodja, soit une distance de 1400 km environ.

Dès le mois de juillet 1955, les travaux d'installation du camp de Dekese ont été entrepris ; ceux du chantier ont débuté le 12 septembre 1955. Le matériel et les approvisionnements essentiels sont arrivés en plusieurs fractions les 28 octobre, 2 et 25 novembre et 5 décembre 1955.

Le 31 décembre 1955, l'installation du chantier de Dekese était terminée et le forage a commencé le 2 janvier 1956 ; il a été arrêté le 21 juin 1956, à 1.856,40 m de profondeur.

Cette durée totale de 172 jours se décompose en 162 jours de forage effectif et 10 jours d'arrêt, dont 7 jours pour une cimentation et 3 jours pour la revision du matériel. Pour l'exécution de ce sondage le poids total du matériel, des équipements et des approvisionnements a atteint près de 1200 tonnes.

L'avancement moyen a été de 10,80 m par jour, calculé sur la durée totale du sondage et de 11,46 m par jour de forage effectif.

2. Matériel et équipements.

Voici quelques indications sommaires sur les caractéristiques du matériel utilisé :

Le treuil est de marque Wirth, type GH 504, à deux tambours ; l'effort de traction sur le tambour principal peut atteindre 6 tonnes. Le poids du treuil avec ses accessoires est de 12.250 kg.

La table de marque Wirth-Rotary RTS a un diamètre de 17 1/2 pouces (445 mm) ; son poids total avec accessoires est de 3700 kg.

Les pompes étaient au nombre de deux : Marque Wirth, type LK 5 3/4 " × 10 " Duplex ; le poids de chacune d'elles est de 3700 kg.

La tour est du type « mât repliable », d'une capacité de 100 tonnes statiques et d'une hauteur de 29 m entre le « crown block » et le plancher de travail. Le poids du mât est de 11.250 kg et celui de la substructure de 11.575 kg.

On disposait de quatre moteurs Diesel Deutz 6 cylindres à refroidissement à eau d'une puissance de 108 ch

à 1200 t/min et d'un poids de 3.725 kg chacun. Un moteur servait de réserve, l'un commandait directement une pompe et deux étaient installés sur le plancher de la tour pour actionner ensemble ou séparément le treuil, la table et la deuxième pompe.

Pour l'éclairage du chantier, des ateliers, du camp et des divers équipements d'ateliers, deux groupes Caterpillars de 35 kVA avaient été installés.

Les transports du personnel, des équipements, des approvisionnements et les manutentions ont été assurés par : 14 jeeps, voitures, camionnettes et camions, deux tracteurs avec grues de 5 tonnes, une grue mobile de 10 tonnes et 3 plateaux remorques de 10 à 12 tonnes.

L'atelier mécanique comportait comme équipement principal : un tour, une foreuse sensitive, un étau limeur, un poste de soudure électrique et un poste de soudure autogène.

Trois hangars métalliques de 10 m sur 18 m servaient de magasins de pièces de rechange et d'atelier. Un quatrième hangar non fermé était aménagé en garage ; deux hangars en feuilles, de construction locale, étaient utilisés pour entreposer les produits de boue.

Le camp et le chantier comportaient en outre les bâtiments suivants :

- un laboratoire chimique pour le contrôle des boues ;
- un bureau géologique pour examen des carottes et leur emballage ;

- des bureaux administratifs pour assurer la gestion de la mission ;

- une charpenterie ;

- un dispensaire ;

- un mess ;

- 21 maisons démontables pour loger les agents et leur familles, soit un peu plus de cinquante personnes avec femmes et enfants ;

un camp pour la main-d'œuvre indigène ; celle-ci comptait 165 travailleurs spécialistes, capitas et clercs, en moyenne, en marche normale, auxquels se sont ajoutés au début 150 auxiliaires environ, embauchés sur place pour les premiers travaux d'installation.

Un parc à combustibles avait été installé à trois kilomètres de Dekese.

Pour le chargement et le déchargement du matériel, des beaches ont été spécialement aménagés à Samba et Dekese.

Si nous croyons utile de fournir cette documentation peu « scientifique », c'est dans le but de chiffrer l'importance des moyens en personnel et matériel qu'exige une telle entreprise. Celle-ci a dû s'installer et vivre sur elle-même, sans aide possible de l'extérieur, dans des conditions climatiques peu favorables, en pleine forêt tropicale. Pendant près de deux ans, jamais les travaux n'ont dû être interrompus par manque de pièces de rechange, d'approvisionnements ou d'incidents graves, si fréquents dans des travaux de forage aussi complexes et délicats. Un seul travailleur indigène a été légèrement blessé (perte d'un orteil) sur toute la durée de ces travaux.

Il faut féliciter de ces résultats tous ceux qui ont contribué à la réussite de cette entreprise.

3. Données techniques sur le forage.

Le matériel était équipé pour travailler soit en forage, soit en carottage.

Les premières passes dans les terrains meubles non carottables ou dans des zones trop fracturées et friables ont été forées au trépan. Le reste des formations a été carotté.

Le forage et le réalésage pouvaient s'effectuer aux diamètres de 12 1/4", 8 5/8", 6 1/8", 6", 4 1/2", 4 1/8" et

3 1/2" ; le carottage au diamètre de 6" avec des couronnes diamantées fournissait des carottes de 2 5/8". Au cas où la pose d'un tubage de 5" aurait été rendue nécessaire par suite d'une mauvaise tenue des terrains après la pose d'un tubage de 7", il était prévu de continuer le carottage à l'aide d'un carottier double de 3 1/2" donnant des carottes de 2 1/8". Les couronnes et carottiers étaient de marque Christensen ; les carottiers doubles 4 3/4" avaient 30 pieds ou 60 pieds de longueur.

Nous extrayons des rapports de M. HAARSMA, chef de mission REMINA, les indications suivantes [14 et 15] :

« A Samba, les terrains superficiels altérés, non consolidés et incarottables jusqu'à 88,82 m ont été forés directement en rotary au trépan 12 1/4". A partir de 88,82 m, le sondage a été entièrement carotté au carottier double avec couronnes au diamant. En vue de la pose des tubages 9 5/8" et 7", le trou a été réalisé jusqu'à 385 m en 12 1/4", jusqu'à 1404 m en 8 5/8". Un tubage de 9 5/8" a été placé jusqu'à la profondeur de 370 m et un tubage de 7" jusqu'à la profondeur de 1392 m. Aucun tubage n'a pu être récupéré, la première colonne ayant été cimentée jusqu'à la surface et la seconde se trouvant calée dans la première vers 200 m. On a utilisé en forage et en réalésage, jusqu'à 385 m, deux trépans à molettes Hughes de 12 1/4" ; pour le réalésage de 385 m à 1404 m : sept trépans à molettes Hughes de 8 5/8" ; le carottage de 89 m à 2040 m a consommé cinq couronnes diamantées Christensen ; les diamants de celles-ci ont été en partie récupérés (50 à 75 % suivant le cas). »

« Jusqu'à la profondeur de 1672 m, le train de sonde ne comprenait que des tiges de 3 1/2" ; à partir de cette profondeur la colonne, dont le poids devenait trop élevé, a été remplacée par une colonne mixte comprenant des tiges 3 1/2" et 2 3/8". Le carottier double Christensen a été utilisé en longueur simple, 30 pieds jusque 300 m. Dès lors, la récupération étant généralement bonne, l'utilisation du carottier en longueur double, 60 pieds, a permis de réduire le nombre de manœuvres. Le taux total de récupération pour la longueur carottée a atteint 84 %.

A Dekese, un tubage de 13 3/8" a été placé jusqu'à 6,90 m. de profondeur. Le sondage a été foré et alésé au diamètre de 12 1/4" jusque 581 m. puis on a placé un tubage de 9 5/8" jusque 470 m. Le sondage a été carotté à partir de 39 m de profondeur au diamètre de 6 pouces. Cependant, quelques passes d'une longueur totale de 105 m ont encore

été forées en 8 5/8'' ; elles ont fourni 189 échantillons de cuttings.

Le trou a été réalisé jusqu'à 710 m en 8 5/8''. La pose du casing 7'' n'a pas été jugée indispensable.

Le sondage a été poursuivi jusqu'à la profondeur de 1856 m au diamètre de 6 pouces. Une venue d'eau douce assez importante s'était cependant manifestée vers 880 m. La densité et la viscosité de la boue ont été augmentées et la venue d'eau a pu être arrêtée.

Le tubage de 9 5/8'' cimenté jusqu'à la surface n'a pu être récupéré.

Pour une longueur carottée de près de 1700 m, 7 couronnes diamantées de 6'' ont été mises en service ; les diamants sont en partie récupérables.

On a utilisé en forage 4 trépan à molettes de 12 1/4'', 11 de 8 5/8'', 2 de 6''.

Le train de sonde jusque 1690 m environ était constitué de tiges 3 1/2'', au-delà d'une colonne combinée 3 1/2'' — 2 3/8''.

Le carottier double Christensen a été utilisé en longueur simple (30 pieds) jusqu'à la profondeur de 293 m, au-delà en longueur double (60 pieds).

La récupération a atteint 85,4 % en terrains consolidés, 44,5 % en terrains peu cohérents et près de 78 % sur l'ensemble — 1690 m — carotté. »

Beaucoup d'autres données pourront être fournies à l'occasion d'une publication spéciale ; nous n'avons retenu ici que celles qui nous ont paru les plus caractéristiques.

D. COÛT DES TRAVAUX

La Convention du 20 novembre 1950 avait fixé à 20 millions de francs le capital initial du Syndicat. Le capital a été porté successivement, par décisions des syndicataires, le 1^{er} juin 1953 à 40 millions, le 21 juin 1954 à 100 millions et le 4 novembre 1955 à 160 millions.

D'après la Convention susdite, le Syndicat s'engageait à dépenser un minimum de 100 millions de francs en 15 années.

La Convention a été prorogée par décret du sept février 1956 pour une période de cinq ans, sur proposition du ministre des Colonies, après avis favorable du Conseil colonial. Il a été ainsi reconnu que le Syndicat avait pleinement rempli ses obligations et qu'il convenait qu'il poursuive son action.

Les dépenses qui auront été engagées à fin 1956 se répartiront approximativement comme suit :

	<i>En millions de F.</i>
Préparation des missions, étude et coordination des résultats	3
Missions géologiques 1952-1953-1954-1955-1956.	4
Missions gravimétriques et magnétiques 1952-1953-1954-1955	6
Missions sismiques 1952-1953-1954-1955-1956	45
Sondage carotté de Samba 1954-1955 (2.040 m)	41
Sondage carotté de Dekese 1955-1956 (1.856 m)	29
Missions de surveillance et de contrôle 1953-1954-1955-1956	1
Droits miniers et frais de gestion	1
Matériel acquis (valeur non amortie à fin 1955)	20
	<hr/> 150

On constate que ce montant total de 150 millions comprend toutes les dépenses pour achats de matériel,

d'équipements et d'approvisionnements ainsi que les dépenses diverses : redevances, frais de gestion, frais administratifs, études complémentaires, missions de contrôle, etc.

En cas d'arrêt des travaux, la valeur de réalisation du matériel et des stocks d'approvisionnements serait à déduire pour chiffrer les dépenses réelles du Syndicat.

A fin 1956, le solde disponible du capital de 160 millions s'élèvera approximativement à 10 millions.

Cette somme doit permettre au Syndicat de poursuivre à partir du 1^{er} janvier 1957 les missions géologiques en cours, d'entreprendre des études complémentaires et d'assurer en outre les frais de gardiennage pendant la période d'arrêt, en attendant qu'une décision soit prise au sujet de l'emplacement d'un éventuel 3^{me} sondage.

Il n'est pas sans intérêt de comparer les chiffres qui viennent d'être produits à des estimations de dépenses ou à des dépenses réelles engagées par des Gouvernements ou par des sociétés privées dans de grandes reconnaissances géologiques, bien qu'il y ait peu de cas comparables en importance à celui de la Cuvette congolaise.

On constatera tout de suite que les dépenses acceptées par le Syndicat et relatives à des études géologiques de surface sont minimales par rapport à celles entraînées par la mise en œuvre de techniques plus poussées comme les méthodes géophysiques et surtout par des sondages déjà importants de l'ordre de 2000 m.

Les éléments qui grèvent anormalement les travaux de forage au Congo et en particulier dans le cas de reconnaissance stratigraphique par des sondages carottés, sont :

les grandes distances à parcourir d'un sondage au suivant : près de 2000 km de Samba à Dekese ;

la lenteur et le coût élevé des transports, même par voie d'eau, étant donné les distances à parcourir ;

l'obligation de se suréquiper aux points de vue puissances disponibles et moyens mécaniques propres à la mission, pièces de rechange, approvisionnements de toute nature. Ces dépenses pour assurer la sécurité de marche sont élevées mais amplement justifiées car tout arrêt du forage est très coûteux. En marche normale, le coût total d'un forage peut être estimé entre F 85.000 et F 90.000 par jour ; il est de F 70.000 par jour en cas d'arrêt du sondage, ce qui constitue une perte totale qui devient très rapidement prohibitive ;

la durée des périodes d'installation par rapport au temps de forage : 5 mois ont été nécessaires pour amener le matériel d'Angola jusqu'à Samba et l'installer tandis que le forage a duré un peu moins de 7 mois, 4 mois se sont écoulés entre l'arrêt à Samba et le démarrage du forage à Dekese alors que celui-ci a duré moins de 6 mois.

Malgré toutes ces difficultés et conditions défavorables, le prix de ces travaux n'a pas dépassé des limites acceptables.

Ainsi on estime aux États-Unis qu'un levé gravimétrique courant, qui comporterait ± 60 stations par jour, à des distances rapprochées (± 500 m) coûterait de F 500 à F 2.500 par station. Dans la Cuvette congolaise, y compris les levés astronomiques, topographiques, altimétriques et magnétiques, le coût par station est inférieur à F 1.000.

Nous ne possédons pas de point de comparaison pour les méthodes sismiques réfraction, car il n'y a pas de travaux ayant présenté un tel caractère de dispersion. Pour les essais en réflexion le coût se tient dans les normes habituelles puisque les performances réalisées par la Société SEISLIM sont du même ordre de grandeur que ce qui est réalisé par la même société dans d'autres régions tropicales du monde.

Dans ce cas aussi cependant, les arrêts et reprises des

opérations sont préjudiciables à l'économie de l'ensemble des travaux. L'aménée sur place pour une courte période et le renvoi en Europe du personnel et du matériel entraînent de fortes dépenses pour la mise en route et la clôture des travaux.

Pour les sondages, si l'on fait abstraction des dépenses de mise en route, le coût au mètre foré se situe, dans le cas de Dekese, aux environs de F 8.500. Ce chiffre est très acceptable quand on connaît le coût en Europe de sondages carottés qui atteignent fréquemment F 7.000 à F 8.000 par mètre pour des profondeurs comparables.

On citait récemment que le coût d'un seul sondage d'exploration pour recherche de pétrole pouvait s'élever à n'importe quelle somme comprise entre 3 millions et 150 millions. Il faut noter que dans ce cas particulier d'une recherche limitée aux hydrocarbures liquides ou gazeux, on se contente le plus souvent de ne carotter que 5 % à 10 % des terrains traversés. Des essais de forage avec récupération des cuttings faits à Dekese ont montré que la vitesse d'avancement du forage pouvait être triplée dans ces conditions, tous autres frais restant semblables.

A ce sujet, il paraît indiqué de citer des chiffres et des ordres de grandeur de ce que peuvent coûter des travaux géologiques, géophysiques et des sondages spécialement orientés vers la recherche d'hydrocarbures. Ces chiffres viennent renforcer l'opinion que, si des indices avaient été décelés dans la Cuvette congolaise, l'intensité des moyens techniques et par conséquent financiers à mettre en œuvre, eût dépassé de loin ce qui a été fait jusque maintenant.

Ainsi, la Société de Recherches et d'Exploitation de Pétroles en Tunisie (S.E.R.E.P.T.) estime avoir dépensé en Tunisie, depuis sa constitution en 1949, 10 milliards et demi de francs français. Elle pense consacrer 1,5 milliards de francs français par an pendant plusieurs années

pour l'étude d'une région de 40.000 km² dans le Sud Tunisien, où elle disposerait de quatre appareils de forage.

La Société des Pétroles d'A.É.F. qui possède un permis de recherches de 24.200 km² situé le long de la côte Atlantique en A. É. F. entre le Cabinda et la Guinée Espagnole, avait dépensé au 1^{er} janvier 1955 :

En forage	4.100 millions francs français ;
En recherches géologiques et géophysiques	3.918 millions francs français.

En 1955, cette même Société a dépensé :

Pour mettre en service pendant un an un appareil de sondage moyen (Ideco H. 40), deux appareils légers (H. 25 et Mogul) et une sondeuse géologique (Failing) :	766,5 millions FF
En travaux géologiques	150,6 » FF
En sismique	978 » FF
En gravimétrie	125 » FF

soit, pour l'ensemble, plus de 2 milliards de francs français en 1955.

En 1955, la SEREPCA, au Cameroun, sur une superficie de 9000 km², a poursuivi des études en vue de reconnaître le bassin sédimentaire côtier. Elle a procédé par sismique réflexion et réfraction en vue de déterminer l'allure de ce bassin et sa profondeur en partant d'affleurements du socle. Elle a aussi fait exécuter un levé gravimétrique. La densité des points de mesure est de l'ordre de 1 au km². Les campagnes de sismiques terrestre et fluviale et de gravimétrie ont coûté respectivement 350 millions et 40 millions de francs français.

Deux forages de 1764 m et 1915 m ont coûté 304 millions de francs français et un forage de 2627 m a coûté 208 millions FF. Les dépenses pour la mise en place d'un appareil lourd et le forage des 115 premiers mètres se sont élevés à 45 millions de francs français.

Les dépenses totales pour 1955 ont ainsi atteint 1.245 millions de francs français.

Loin de nous l'idée d'émettre une critique ou même un avis sur ces dépenses : nous avons reproduit à titre documentaire ces chiffres qui n'ont rien de confidentiel, étant tirés des rapports des Conseils d'Administration de la SEREPCA et de la SPAEF aux assemblées générales ordinaires de ces sociétés.

Mais ils présentent un intérêt indéniable, car ils fixent l'ordre de grandeur de semblables travaux dans des régions assez voisines de la Cuvette congolaise.

Ajoutons que l'effectif moyen de la SPAEF en 1955 s'élevait à :

58 personnes à Paris ;
103 Européens au Gabon ;
1.155 Africains au Gabon.

Ces chiffres situent le cadre de cette société.

E. CONCLUSIONS

On s'est efforcé de présenter aussi exactement que possible, des points de vue scientifique et financier, l'état actuel des travaux entrepris dans la Cuvette congolaise depuis 1952 jusqu'à 1956.

Les résultats acquis pendant ces quatre années sont substantiels. Notre connaissance de la géologie des terrains situés à l'Ouest et au Sud de la grande boucle du Congo était encore très hypothétique en 1952. Actuellement, les observations qui ont été faites sur les matériaux provenant du sondage de Samba et les études géologiques poursuivies à la périphérie septentrionale de la Cuvette congolaise permettent de préciser l'âge et la nature des formations géologiques qui appartiennent aux mille premiers mètres de la couverture récente. Des raccords entre Ponthierville-Samba et Coco Beach sur la côte Atlantique, sont dès à présent établis sur une base paléontologique.

Le sondage de Dekese et les observations faites dans les régions entre le Sankuru et le Lualaba apportent des éléments nouveaux importants pour reconstituer l'histoire géologique de ce grand sillon décelé par les méthodes sismiques à la périphérie du bouclier ancien du Kasai.

La découverte de séries géologiques nouvelles, telle la série gréseuse intermédiaire, la preuve de l'existence de formations qui appartiennent à la série de la Lukuga à moins de 800 m de profondeur à Dekese, la possibilité d'étudier la superposition dans cette région des séries géologiques depuis le Permien jusqu'à l'époque actuelle sont des contributions dont chacun acceptera de reconnaître l'importance.

Les données de la sismique permettront, avec les réserves qui s'imposent, d'extrapoler les résultats obtenus à des régions bien plus vastes.

Les cartes gravimétriques, magnétiques et altimétriques constituent un apport de grande valeur, sur le plan international, à la géodésie et à la physique du globe.

Nos connaissances scientifiques nouvelles sont donc importantes.

Jusqu'à présent, aucune découverte de valeur économique n'a été faite. Est-ce une raison suffisante pour abandonner tout espoir et arrêter tout effort ? Que représentent notamment les roches rouges trouvées en profondeur à Samba et à Dekese et qu'y a-t-il sous celles-ci ? Il faut espérer que les programmes en cours et ceux projetés viendront apporter des réponses à ces questions et que des objectifs bien définis pour la poursuite des recherches pourront être énoncés.

Les dépenses consenties sont importantes déjà, mais modestes lorsqu'on les oppose à celles faites pour l'étude ou pour la mise en valeur d'autres régions du Congo ou de l'Afrique.

Le caractère particulier du Syndicat, qui associe dans un but commun le Gouvernement de la Colonie et un nombre déjà important de sociétés coloniales et de privés, permet à cet organisme de soutenir un gros effort financier puisqu'il répartit les risques entre ses participants lesquels n'en supportent chacun qu'une part correspondant à ses possibilités financières.

Les mobiles de l'action entreprise par le Syndicat subsistent et il faut souhaiter voir son activité se poursuivre dans le but de résoudre certains problèmes qui se posent encore et épuiser toutes les chances de découvertes de caractère économique.

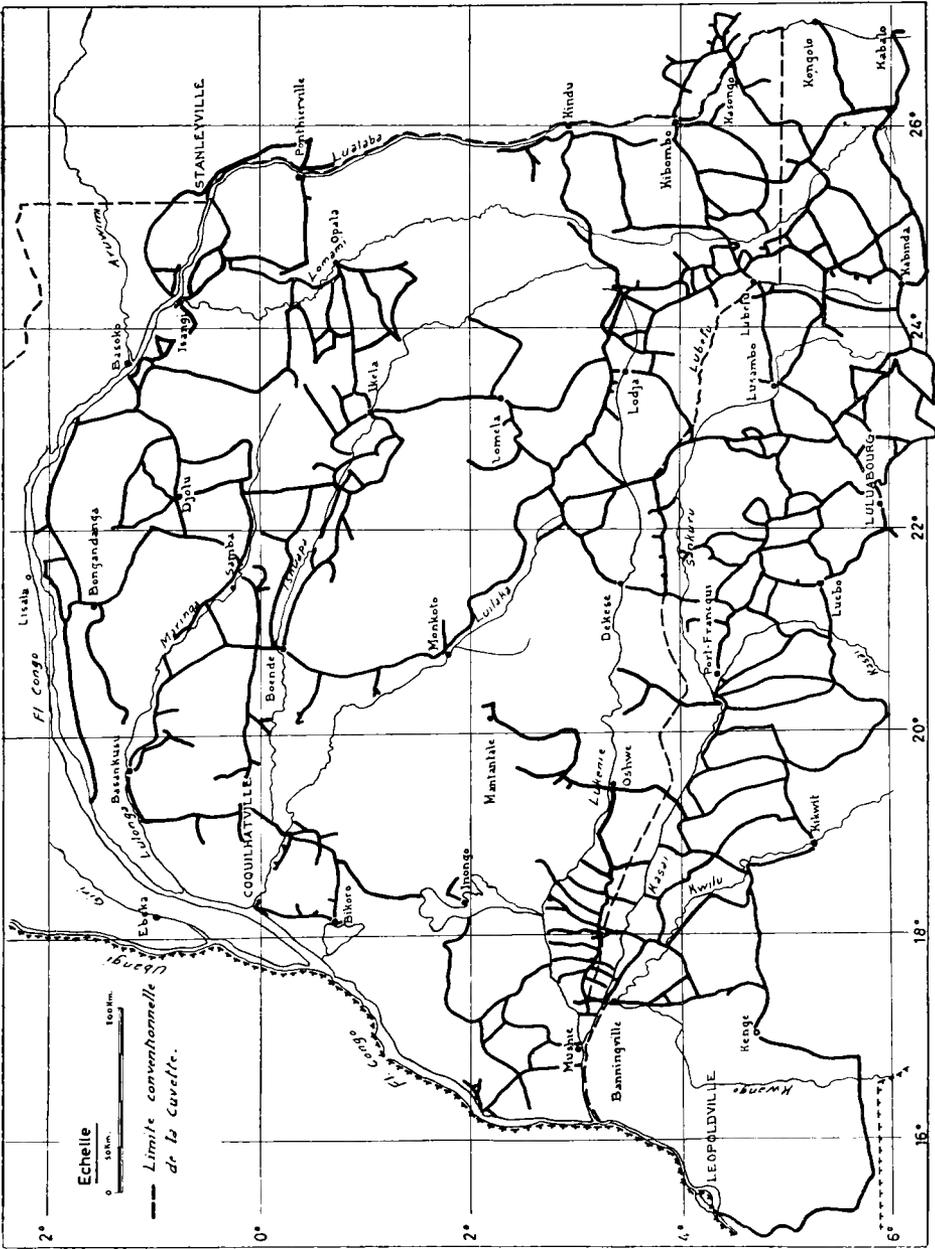


FIG. 2. — Carte schématique des itinéraires des levés gravimétriques et magnétiques dans la Cuvette congolaise.

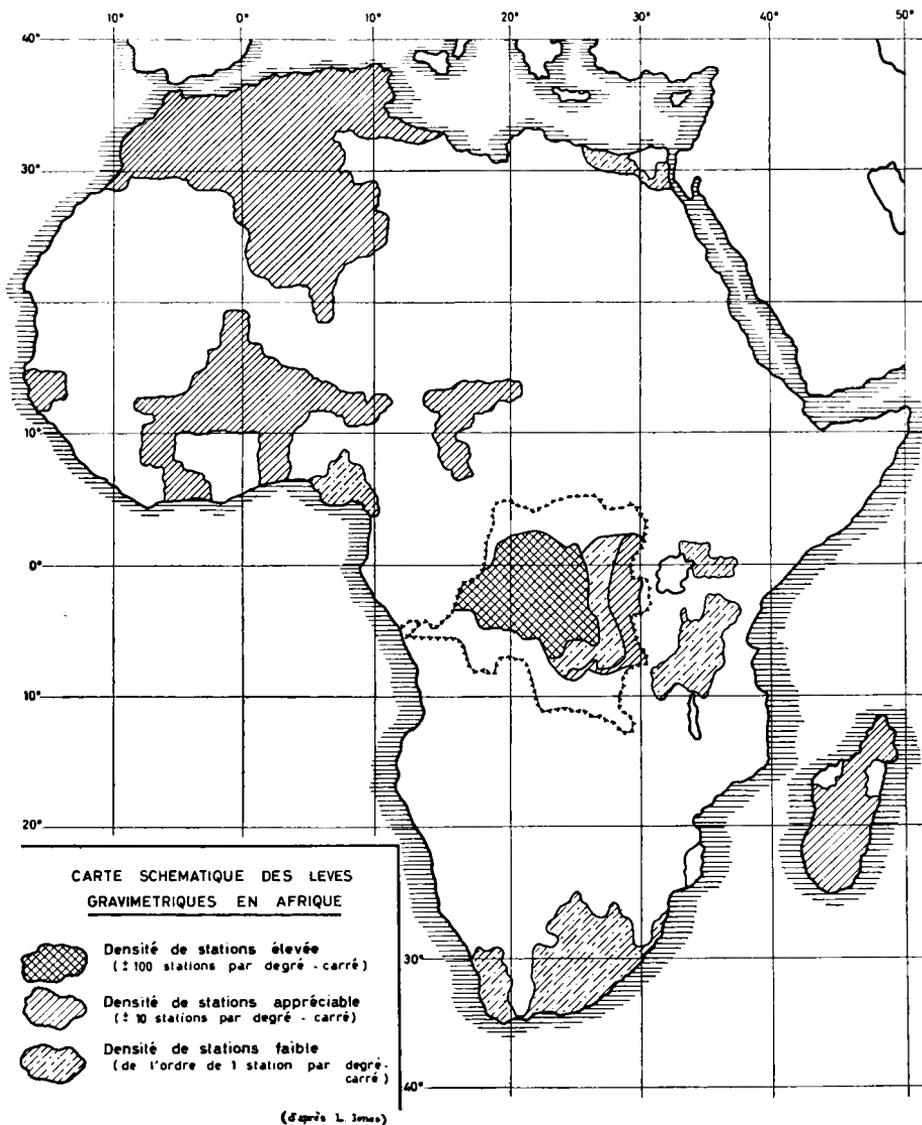


FIG. 3. — Carte schématique des levés gravimétriques en Afrique.

BIBLIOGRAPHIE

1. BALL, S. H. et SHALER, M. K., Contribution à l'étude géologique de la partie centrale du Congo belge, y compris la région du Kasai, (*Ann. Soc. Géol. Belgique*, P. R. C. B., t. XXXIX, 1911-1912, fasc. 2, pp. C. 199-247).
2. CAHEN, L., Données nouvelles concernant la géologie et la géomorphologie du Kasai oriental et l'origine du diamant. (*Ann. Soc. Géol. Belg.*, t. LXXIV, 1950-51, pp. B. 105-122, 4 fig., 1951).
3. CAHEN, L. et LEPERSONNE, J., Les terrains du Congo belge appartenant ou pouvant appartenir au système du Karroo — Résumé des connaissances. (A paraître dans les publications du Congrès Géologique International de Mexico, 1956).
4. *Idem*, État des connaissances sur le Crétacé (et le Jurassique supérieur) dans le bassin du Congo. (*Ibidem*).
5. *Idem*, Premiers résultats de l'étude détaillée des carottes du sondage de Samba (Note inédite du 23.2.1956).
6. DEHALU, M., La figure de la Terre et la théorie de l'isostasie d'après les mesures de l'intensité de la pesanteur. (*Bull. Ciel et Terre*, 59, n° 3-4 ; mars-avril 1943, pp. 3-16 ; 1943).
7. *Idem*, La gravimétrie et les anomalies de la pesanteur en Afrique orientale. (*Mém. Inst. royal Col. belge*, Coll. in 4°, Tome IV, Fasc. 3, 1943, 80 pp.).
8. DELHAYE, F. et BORGNIEZ, G., Contribution à la connaissance de la géographie et de la géologie de la région de la Lukenie et de la Tshuapa supérieures. (*Ann. Mus. Congo belge*, in-8°, Sc. Géol., vol. 3, 1948, 155 pp., 66 fig., 1 pl.).
9. EVRARD, P., Les recherches géophysiques dans la Cuve congolaise. (*Bull. Inst. royal Col. belge*, T. 25, fasc. 2, 1954, pp. 919-932).
10. *Idem*, Rapport sur les missions de prospection sismique effectuées pour le compte du Syndicat pour l'Étude géologique et minière de la Cuvette congolaise en 1952-1953-1954. (Rapport inédit du 6 avril 1955).
11. FIEREMANS, C. et LEPERSONNE, J., Nouvelles observations géologiques sur le Mésozoïque du Kasai occidental. (*Bull. Soc. belge Géol.*, t. LXIII, 1954, pp. 77-89, 3 fig.).
12. FIEREMANS, C., Étude géologique préliminaire des conglomérats diamantifères d'âge mésozoïque au Kasai (Congo belge). (*Mém. Inst. géol. Univ. Louvain*, t. XIX, fasc. II, pp. 223-294, 5 fig., pl. VII-XV, 1955).

13. GREKOFF, N., Étude des Ostracodes mésozoïques du bassin du Congo — 1^{re} Phase : série du Lualaba et sondage de Samba. (Institut Français du Pétrole, Réf. 1014, mai 1956).
14. HAARSMA, M., Rapport préliminaire d'ensemble sur le sondage de Samba. (Inédit, mars 1956).
15. HAARSMA, M. et VERBEEK, Th., Rapport préliminaire d'ensemble sur le sondage de Dekese. (Inédit, juillet 1956).
16. JONES, L., Note introductive sur les levés gravimétriques au Congo belge et au Ruanda-Urundi. (*Bull. Ac. royale Sc. col.* N^elle série, II, 1956, 3, pp. 427-461, 1956).
17. LOMBARD, A. L., La série du Lualaba dans la partie Nord-Est de la Cuvette congolaise (Stanleyville). (Inédit, octobre 1954).
18. *Idem*, Les couches attribuées à la série du Lualaba dans le secteur Sud-Est de la Cuvette centrale congolaise (Kasai oriental). (Inédit, janvier 1955).
19. MARLIÈRE, R., Sur l'âge de quelques Phyllopoïdes et Ostracodes mésozoïques du Congo belge. (*Bull. Soc. belge de Géol., Paléont., Hydrol.*, t. LXIV, fasc. I, pp. 12-21, 1955).
20. *Idem*, Sur quelques Entomostracés de la Cuvette congolaise. (*Bull. Soc. belge de Géol., Paléont., Hydrol.*, t. LXV, fasc. I, pp. 45-52, 1956).
21. PASSAU, G., La géologie du bassin des schistes bitumineux de Stanleyville (Congo belge). (*Ann. Soc. géol. Belg., Publ. rel. Congo belge*, 1921-1922, pp. C. 92-251).
22. DE SAINT-SEINE, P., Poissons fossiles de l'Étage de Stanleyville, 1^{re} partie : La faune des argilites et schistes bitumeux. (*Ann. Musée royal du C. b. Tervuren*, Série in 8^o, Sciences géologiques, vol. 14, 1955).

TABLE DES CARTES

	pages
1. Carte schématique des levés gravimétriques exécutés au Congo belge et au Ruanda-Urundi	54
2. Carte schématique des itinéraires des levés gravimétriques et magnétiques dans la Cuvette congolaise	55
3. Carte schématique des levés gravimétriques en Afrique	56
4. Carte schématique des emplacements des lignes de sismique réfraction (n ^{os} 1 à 117)	57
5. Carte schématique des levés sismiques réflexion	58
6. Carte schématique des itinéraires parcourus par M. A. LOMBARD	59
7. Carte schématique des emplacements des sondages de Samba et Dekese	60

TABLE DES MATIÈRES

	pages
INTRODUCTION	3
A. Levés géophysiques	7
1. Levés gravimétriques et magnétiques	7
2. Levés sismiques	12
B. Levés et études géologiques	30
1. Études géologiques de surface	30
2. Études de laboratoire	33
3. Résultats préliminaires et schématiques	33
C. Les travaux de sondage	39
1. Déroulement de travaux	39
2. Matériel et équipements	41
3. Données techniques sur le forage	43
D. Coût des travaux	46
E. Conclusions	52
CARTES	53
BIBLIOGRAPHIE	61
TABLE DES CARTES	63

