

Institut Royal Colonial Belge

SECTION
DES SCIENCES TECHNIQUES

Mémoires. — Collection in-8°.
Tome I, fascicule 4.

Koninklijk Belgisch Koloniaal Instituut

AFDEELING
DER TECHNISCHE WETENSCHAPPEN

Verhandelingen. — Verzameling
in-8°. — T. I, aflevering 4.

LES
EXPLOITATIONS MINIÈRES
DE HAUTE MONTAGNE

AU

RUANDA-URUNDI

PAR

P. FONTAINAS,

INGÉNIEUR CIVIL DES MINES, PROFESSEUR À L'UNIVERSITÉ DE LOUVAIN,
MEMBRE TITULAIRE DE L'INSTITUT ROYAL COLONIAL BELGE.



BRUXELLES

Librairie Falk fils,

GEORGES VAN CAMPENHOUT, Successeur.

22, Rue des Paroissiens, 22.

—
1938





LES
EXPLOITATIONS MINIÈRES
DE HAUTE MONTAGNE

AU

RUANDA-URUNDI

PAR

P. FONTAINAS,

INGÉNIEUR CIVIL DES MINES, PROFESSEUR À L'UNIVERSITÉ DE LOUVAIN,
MEMBRE TITULAIRE DE L'INSTITUT ROYAL COLONIAL BELGE.

Mémoire présenté à la séance du 24 juin 1938.

LES

EXPLOITATIONS MINIÈRES DE HAUTE MONTAGNE

AU RUANDA-URUNDI

I. — GÉNÉRALITÉS.

Le Ruanda-Urundi se présente sous la forme d'un plateau d'altitude moyenne variant de 1.100 à 2.700 m., incliné vers l'Est et s'appuyant à l'Ouest sur une chaîne de montagnes de direction Nord-Sud.

Ce plateau est découpé de toutes parts par des gorges aboutissant à de larges vallées, souvent sèches, mais devenant marécageuses pendant la saison des pluies, creusées en sillons de 100 à 300 m. de profondeur, à pentes fort inclinées, sillons séparés par des étendues restées généralement presque plates.

Physiographiquement, la région constitue une partie de l'ancienne grande pénéplaine africaine, formée pendant la longue période continentale qui semble avoir suivi le dépôt des couches du Karoo, pénéplaine qui a atteint un stade avancé de perfection parce que les premiers mouvements tectoniques qui l'ont affectée ne se sont manifestés que vers la fin de l'époque crétacique, ou au début du Tertiaire.

Au point de vue géologique, on distingue en Ruanda-Urundi trois formations principales, situées par MM. F. Delhaye et le chanoine A. Salée, après leur remarquable campagne commune de reconnaissance de 1921-1922 (fig. 1).

La série de base est constituée des terrains cristallophylliens, ou « système de la Ruzizi », composés de schistes cristallins, gneiss et micaschistes, amphibolites et quartzites, très fortement plissés et se rencontrant surtout à l'Ouest, entre le bief Sud-Nord de la Nyawarongo et le Kivu.

Reposant sur le système de la Ruzizi, se trouve une série schisteuse, à laquelle il faut rattacher les *systèmes de l'Urundi* et les « *Karagwe-Ankolean* » et « *Pré-Karagwe-Ankolean* » systems (du Geological Survey de l'Uganda). Les roches qui constituent cette série sont des schistes, des grès, quelques arkoses et des quartzites durs formant des bancs parallèles peu épais, mais remarquablement persistants. Cette formation est également plissée et son plus beau développement se trouve dans les régions centrale et orientale du Ruanda-Urundi.

Enfin, recouvrant cette dernière, se trouve une série gréso-schisto-calcaire, à laquelle il convient de rattacher le « Système de la Lumpungu » ainsi que les grès de Bukoba, Butologo et Mityana. La série est constituée par des calcaires divers, des schistes, des psammites et des grès feldspathiques. Ces terrains affleurent dans le Sud-Est.

Les deux premières formations sont coupées de nombreuses intrusions de granite, de pegmatites et de roches basiques diverses.

Les minéralisations stannifères sont en relation bien nette avec les venues granitiques et plus spécialement avec celles qui ont traversé la série schisteuse. On les rencontre à la périphérie des massifs et des apophyses de ces granites, de préférence aux contacts schisteux. Ce sont les variétés à muscovite qui paraissent avoir joué un rôle dans la genèse de plusieurs gisements de cassitérite.

La cassitérite se présente en gîtes filoniens, éluviaux et alluviaux, dans une bande de territoire qui, partant de

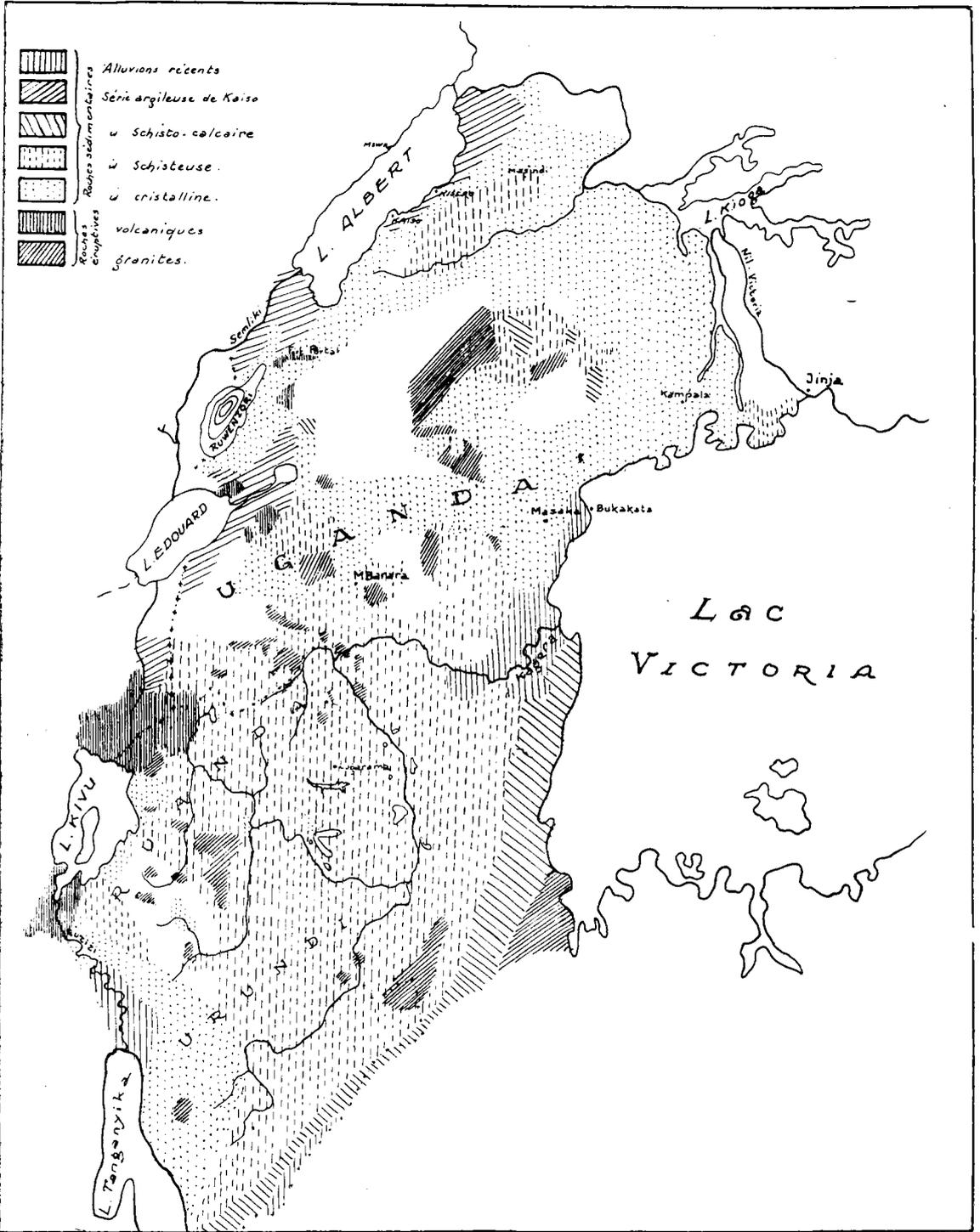


FIG. 1. — Formations géologiques principales du Ruanda-Urundi.

l'Est du Ruanda, rejoint, en s'incurvant vers les rives du lac Kivu, la crête Congo-Nil, qu'elle suit jusque vers les sources de la Ruvuvu.

Les minéralisations aurifères sont localisées en deux régions; la première, limitée à l'Ouest par la Ruzizi et le lac Kivu, à l'Est par la crête Nyawarongo-Akanyaru, est constituée de roches cristallophyliennes du système de la « Ruzizi », entourant une enclave de roches schisteuses du système de l' « Urundi ».

Quant à la seconde région, où dominant, par contre, les formations schisteuses de l'Urundi, on y a découvert, tant dans le Nord du Ruanda qu'au Nors-Est de l'Urundi, des concentrations beaucoup moins importantes, mais revêtant cependant un intérêt économique effectif.

Le fait que les minéralisations aurifères se rencontrent aussi bien dans l'un que dans l'autre des deux systèmes « Ruzizi » et « Urundi » semble pouvoir permettre d'attribuer à ces minéralisations une origine indépendante de ceux-ci, mais qui serait en connexion avec les venues granitiques postérieures à ces systèmes.

La prépondérance du facies schisteux dans ces deux systèmes aurait permis la multiplication sur de grandes distances d'apophyses de contact, de filons de pegmatite et de quartz, générateurs de minéralisations.

En première approximation, on peut admettre que la cassitérite et l'or procèdent d'un même magma, qui serait le générateur des granites de la région. La cassitérite serait liée à la phase pegmatitique de la différenciation; elle le serait peut-être aussi aux premières manifestations de la phase hydrothermale, tandis que l'or serait exclusivement lié à la phase hydrothermale qui a engendré les filons de quartz. Il en résulterait que les gisements stannifères se rapprocheraient du magma, tandis que les gisements aurifères s'en écarteraient. La répartition géographique des gisements actuellement connus au Ruanda-Urundi justifie en gros cette opinion.

Le wolfram et la columbite ont été reconnus comme accompagnateurs normaux de la cassitérite. En outre, on a découvert au voisinage de gîtes stannifères de petites concentrations filoniennes, éluviales et alluviales de columbite, dont seules, à l'heure actuelle, les secondes sont exploitées. Quelques dépôts alluviaux de wolfram ont été repérés et exploités, leurs venues primaires n'ayant pas encore été reconnues.

Les réserves minières développées jusqu'à présent sont de l'ordre de 25.000 tonnes de cassitérite et de 5.000 kg. d'or.

L'exploitation des gîtes d'or, de columbite et de wolfram ne présente pas de difficultés spéciales au Ruanda-Urundi; il n'en est pas de même pour les gisements de cassitérite, dont la mise en valeur n'a pu être réalisée sans procédés spéciaux.

II. — LES GÎTES STANNIFÈRES.

Contrairement à ce qui est habituel en matière de prospection, en pays neufs, les premières recherches minières en territoires sous mandat eurent pour résultat, non de déceler d'abord des placers alluviaux, mais des gîtes primaires.

A la suite d'un complément d'études géologiques sur place par feu le chanoine A. Salée, en 1926, et d'un repérage systématique des pointements granitiques les plus importants, un examen plus soigneux de leurs zones de contact fut entrepris et fit trouver, en 1927, par l'ingénieur Newport, des veines de quartz stannifère dans les monts Kuluti. C'était le long d'un sentier utilisé pendant de nombreuses années par les Allemands et les Anglais circulant entre le lac Mohasi et M'Barara, mais dont l'attention ne s'était point fixée sur les éboulis de gravelas de cassitérite, volumineux souvent, qui auréolaient les affleu-

rements rocheux minéralisés précités. Ce fait fut le point de départ de l'activité minière en Ruanda oriental.

Dans l'Ouest du Ruanda, une venue primaire de pegmatite fut localisée en 1929 par le même technicien et observée sur les flancs du mont Lukendabale. Celui-ci borde la rivière Nyawarongo sur la partie de son cours qui remonte du Sud au Nord.

Au moment des premières découvertes de gisements de cassitérite au Ruanda-Urundi, la question de leur exploitation ne préoccupait point les sociétés qui avaient envoyé des missions de prospection dans cette région. D'autres problèmes plus urgents réclamaient toute leur attention : voies d'accès et de communication, prospection de toute la région présumée stannifère, évaluation et étude des gisements. Au surplus, vu les cotations des métaux à l'époque, il semblait que l'exploitation économique des gisements ne présenterait pas beaucoup de difficultés, de sorte qu'on remit à plus tard l'examen approfondi de cette question.

Par ailleurs, la calamiteuse famine de 1929 fit réquisitionner pour des travaux routiers toutes les possibilités de travail européen local.

Quoi qu'il en soit, on put faire le point ⁽¹⁾ et, au sujet des gîtes secondaires, constater l'existence de trois types de gîtes, qui furent classés en éluvions, fonds de vallées, alluvions.

Par le type « fonds de vallées », étaient visées les concentrations formées par l'accumulation des éléments détritiques ayant glissé le long des pentes. Ces accumulations, entraînées par les eaux de rivière, ne l'ont été que sur un parcours trop réduit pour que l'enrichissement résultant du classement des éléments par ordre de

(1) FONTAINAS et ANSOTTE, Perspectives minières de la région comprise entre le Nil, le lac Victoria et la frontière orientale du Congo belge (*Mémoires de l'Institut Royal Colonial Belge*, 1932).

densité ait pu se produire, ce qui fait que les dépôts ainsi créés n'ont pas le caractère nettement défini de véritables alluvions.

C'est seulement après 1930 que commencèrent les premiers essais d'exploitation industrielle des gisements et que continuèrent les études des gisements à développer. Malencontreusement, la dépression des cours de l'étain survint et l'on dut restreindre les effectifs.

Les venues *primaires* à exploiter ont nécessité certains procédés particuliers.

Il en est de même pour l'exploitation des *éluvions*, pour laquelle ont été imaginés des procédés spéciaux, conçus en fonction des caractéristiques locales.

Quant à l'extraction de la cassitérite des dépôts de *fonds de vallées*, elle procéda tantôt de modalités utilisées pour les gîtes alluviaux, tantôt de celles utilisées pour les gîtes éluviaux.

L'exploitation des gîtes *alluvionnaires* s'est faite en général par les méthodes classiques habituelles, mais elle a cependant nécessité des procédés particuliers pour les gisements en vallées sèches.

D'autre part, dans la zone stannifère, que nous avons située par les premières lignes de cette étude, mettant à part la série de gîtes importants des environs de Kigali, on n'a repéré que peu de dépôts de quelque importance. Le tiers environ des réserves de cassitérite est réparti en multiples petits gisements plus ou moins isolés, qui, par eux-mêmes, n'auraient guère d'intérêt, mais dont l'ensemble présente une certaine valeur économique.

Pour extérioriser cette constatation, rappelons que l'un des principaux groupes agissant dans les T. S. M. a développé parmi ses divers groupes de réserves, un ensemble de plus de 2.000 tonnes de cassitérite primaire et secondaire, réparti entre plus de 60 gisements différents, ce qui revient à considérer que la réserve moyenne de chacun de ces derniers ne dépasse guère 30 tonnes.

Se rappelant ensuite que cet ensemble est localisé dans une bande de territoire longue d'environ 500 km., on se rend compte de ce que le problème de l'exploitation n'y peut être résolu par l'utilisation d'appareillages mécaniques coûteux. L'importance des concentrations est, en effet, trop faible pour supporter les charges financières résultant de l'emploi de semblables moyens.

Il s'en suit donc que les méthodes d'exploitation ont dû différer de celles qui sont retenues par les organismes miniers d'autres zones minéralisées d'Afrique.

D'un autre côté, en leur plus grande partie, les gisements éluviaux des territoires sous mandat sont situés à proximité des crêtes, du fait qu'ils sont des produits de désagrégation de pointements ou émergences, dans les strates supérieures de formations sédimentaires profondément érodées, de veines de quartz ou de pegmatites, C'est ainsi que la plupart des nappes éluviales sont situées à des altitudes variant de 50 à 200 m. au-dessus du niveau des vallées voisines. Certaines, mais c'est l'exception, sont juchées, si l'on peut dire, à plus de 300 m. au-dessus de ces vallées (fig. 2, 3, 4, 5).

Enfin, du point de vue de l'eau, les secteurs minéralisés sont incontestablement défavorisés.

Dans l'Est, le régime des pluies est très irrégulier, parce que la plupart des nuages venant d'Ouest précipitent en ordre principal leurs eaux sur la crête Congo-Nil.

D'un autre côté, les vallées sont généralement sèches. L'écoulement de l'eau s'y fait par ruissellements souterrains au travers de dépôts sableux et lacustres, accumulés parfois sur des épaisseurs de plusieurs dizaines de mètres. Ce phénomène, assez particulier à l'Est du Ruanda et de l'Urundi, semble avoir pour cause un ample mouvement d'affaissement des terrains, qui paraissent avoir été une dernière manifestation des mouvements orogéniques de



— 2,800 m
Ligne de Faite
Congo-Nil.

— 1,900 m., camp.
— 1,800 m., mine.

FIG. 2. — Placer dans la région de la crête Congo-Nil.

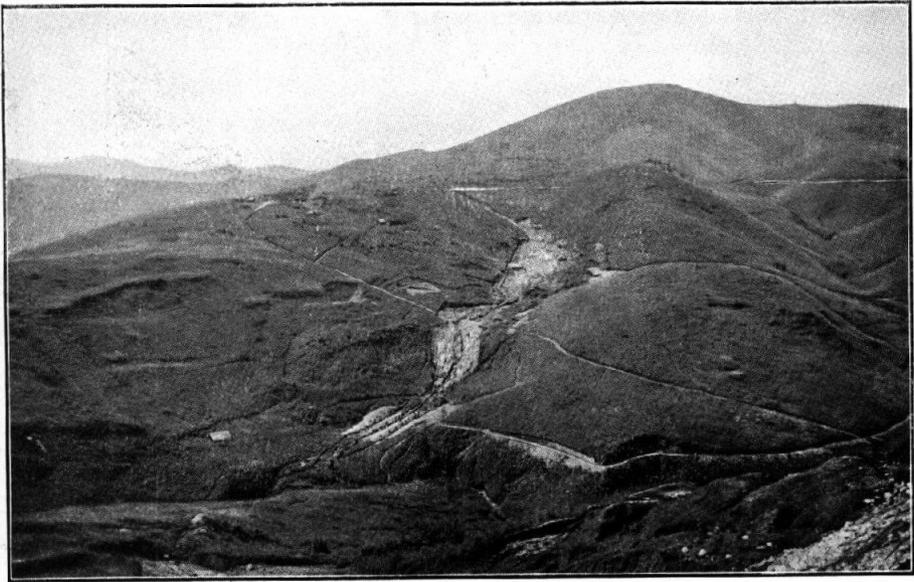


FIG. 3. — Gîte de montagne.

Gol
« Races »
P. 100



FIG. 4. — Gîte de montagne.

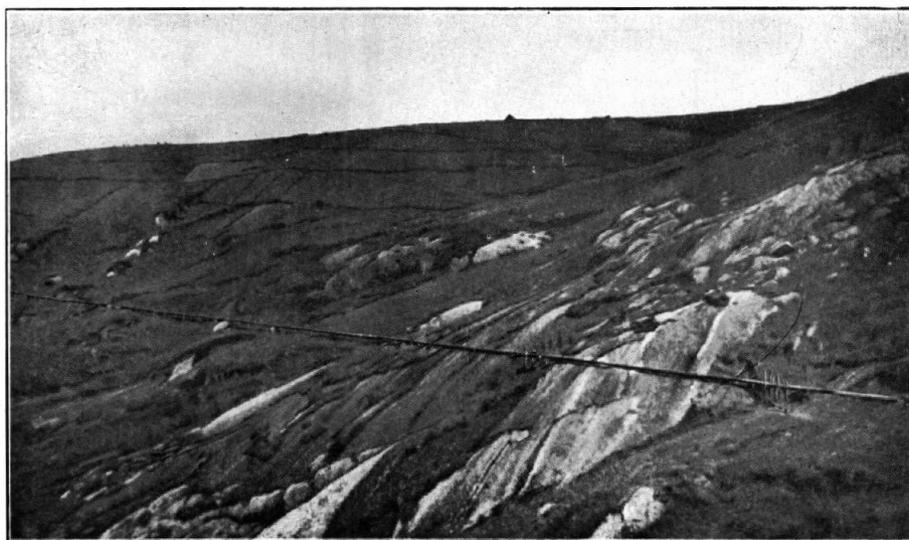


FIG. 5. — Gîte de montagne
et chenaux métalliques d'adduction d'eau.

la fin de l'époque tertiaire, mouvements qui affectèrent le régime hydrographique local.

Quant aux territoires de l'Ouest, ils sont essentiellement mouvementés, puisque constitués par les montagnes de la crête Congo-Nil courant le long de la bordure Est du grand effondrement centro-africain axé par les lacs Tanganyka et Kivu. Aussi, comme les gisements à exploiter dans ces régions se trouvent en hautes altitudes, de 1.500 à 2.500 m., on ne trouve généralement à leur proximité que des venues d'eau insuffisantes pour alimenter des appareils de lavage des types habituels.

Enfin, à part les quelques lambeaux de forêt tropicale situés sur le versant Ouest de la crête Congo-Nil et sur les hauteurs Est de la Ruzizi, lambeaux allant s'amointrissant d'année en année par suite des déboisements inconsidérément opérés par les populations autochtones, l'entière des territoires sous mandat est quasi totalement dépourvue tant de bois d'œuvre que même de bois de chauffage. Il s'ensuit que les sujétions de construction et de boisage de mines, entre autres, sont à la fois difficiles à vaincre et très onéreuses.

Ces différents facteurs : le manque d'eau, le peu d'importance des réserves minières, la dissémination trop grande de celles-ci et leur situation vers le haut des crêtes, le manque de bois et l'obligation de s'entendre avec les cultivateurs dont les champs couvrent, en certaines régions, les collines à pellicule d'éluvions minéralisées (fig. 6), se montrèrent, à l'origine, tellement défavorables que certains gisements furent pendant plusieurs années considérés comme de peu d'intérêt, et ce d'autant plus que les territoires sous mandat étaient et restèrent dépourvus assez longtemps d'un système routier suffisamment développé pour permettre l'accès aisé vers les secteurs minéralisés.

En outre, aucun des procédés d'exploitation habituellement employés ne s'était avéré payant. Parmi ceux-ci, certains exigeaient des immobilisations trop élevées pour les petites réserves à extraire, tandis que d'autres présentaient le grave inconvénient de n'être applicables qu'à certaines fractions des réserves, ce qui devait entraîner l'abandon d'une part trop importante de celles-ci.

Ce n'est qu'après de longs tâtonnements que furent mis au point des processus simples permettant l'extraction presque intégrale de la cassitérite dans des conditions économiques acceptables.

III. — EXPLOITATION DES GÎTES PRIMAIRES.

Comme nous le disions ci-dessus, les gîtes stannifères se rencontrent, en la majorité des cas, dans la série schisteuse et semblent en relation avec des granites.

La cassitérite s'est cristallisée de préférence dans des veines de quartz ou dans des pegmatites à gros éléments.

Les veines de quartz sont habituellement encastrées dans des schistes métamorphisés, souvent au contact d'un banc de quartzite. Le quartz se trouve associé très fréquemment au mica et à la tourmaline (fig. 7).

C'est dans l'Est du Ruanda que ces veines quartzieuses stannifères se rencontrent le plus communément.

Les pegmatites stannifères apparaissent fréquemment dans la région Ouest du Ruanda, caractérisée également d'ailleurs par la présence de diorites (fig. 8).

La texture de ces pegmatites est irrégulière. Elles contiennent du quartz en abondance, des paquets de muscovite en grandes plaques, et plus ou moins de feldspath, avec, comme éléments secondaires, tantôt de la tourmaline, tantôt de la cassitérite.



FIG. 6. — Parcelles de cultures indigènes à exproprier pour l'ouverture d'exploitations.

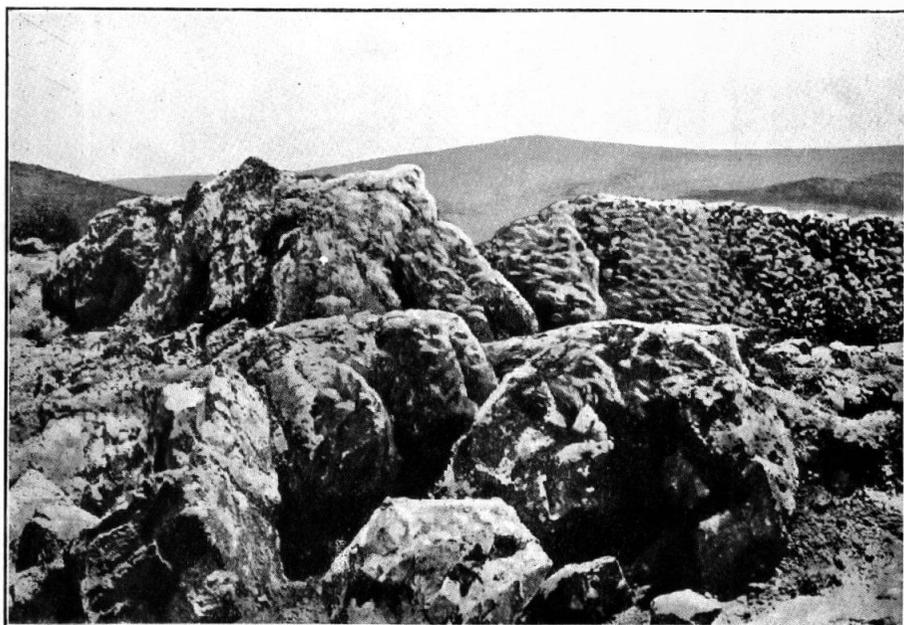


FIG. 7. — Filon de quartz stannifère.

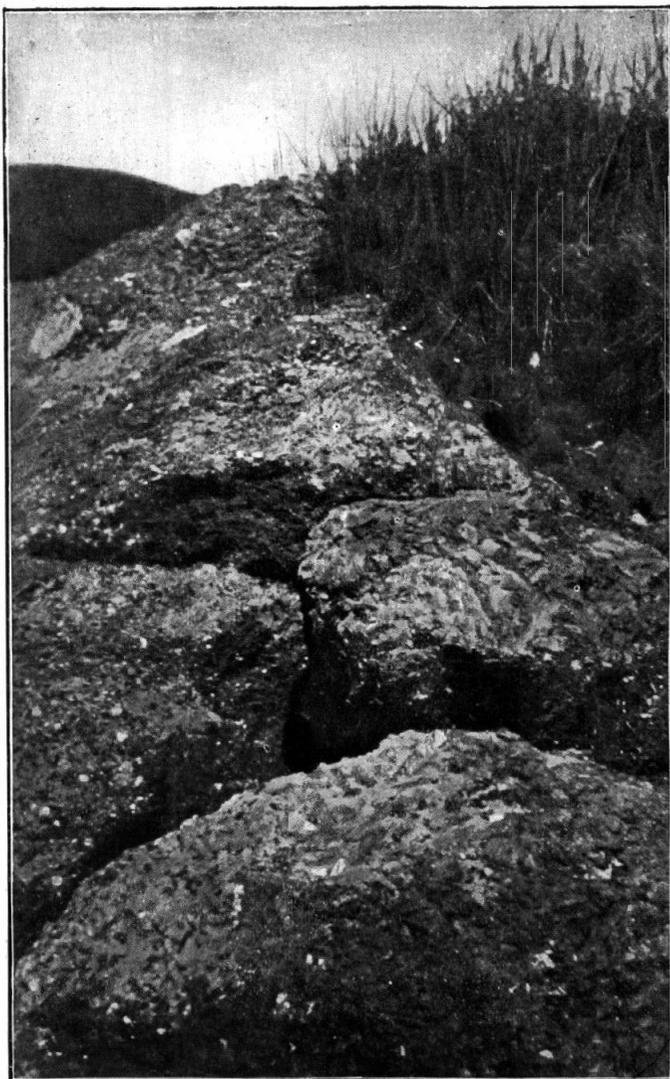


FIG. 8. — Affleurement de pegmatite stannifère.

a) Exploitation des veines de quartz stannifère.

Ces veines, fréquemment très redressées, ont une forme lenticulaire et se reliaient souvent l'une l'autre. Leur extension, très variable, peut être de quelques mètres seulement ou de quelques dizaines de mètres et davantage. Ces lentilles quartzieuses ont émis des ramifications dans le schiste voisin.

La cassitérite est très inégalement répartie dans ses multiples veines et souvent la teneur est dans l'ensemble trop faible pour permettre une extraction complète. On doit se contenter d'essayer de repérer les poches locales présentant une valeur suffisante. On le fait par des tranchées en surface et en profondeur.

En surface, on décape entièrement les têtes de veines; on échantillonne à distances très courtes, et aux endroits d'enrichissement, on fonce des puits alternativement au toit et au mur.

Pour le repérage et l'évaluation des poches *en profondeur*, on creuse des travers-bancs aux endroits favorables des flancs de colline, et à des niveaux préalablement choisis en fonction des renseignements recueillis en surface. On tente aussi de recouper les lentilles que l'on suppose riches. A partir des travers-bancs, on chasse des galeries le long des veines.

Lorsqu'une lentille est reconnue payante, un montage est aussitôt entrepris au centre de celle-ci, afin d'établir le circuit d'air. Pour exploiter, on ouvre, à partir du montage, dans les deux directions, deux séries de tailles en gradins renversés qui progressent latéralement et du bas vers le haut.

L'abatage se fait à la dynamite. Les trous de mine sont forés à la masse et à la barre à mine, étant donné que la multiplicité et l'exiguïté des fronts ne permettent pas d'utiliser économiquement l'air comprimé. Les mineurs

indigènes, qui travaillent en deux traits de 8 heures, arrivent à creuser un trou de mine de 0,80 m. par poste, dans un quartz de dureté moyenne.

La roche abattue est examinée et triée au fur et à mesure, sur place. On remonte les produits stannifères à la surface, où ils sont concassés à la main (fig. 15) et traités dans des jigs (fig. 9). Ces produits ne constituent généralement qu'une petite fraction des roches abattues, et le transport, qui se fait par Decauville ou par brouettes, suivant la distance et l'importance des travaux, est ainsi réduit à un minimum.

Les produits stériles restent dans la taille et servent au remblayage en arrière du front. La cassitérite perdue dans ces produits n'excède guère 0,5 kg par tonne de roche déplacée.

Le boisage est sommaire, car les terrains encaissants, schistes et quartzites sont consistants. Seuls les cheminées et le toit des chassages sont solidement boisés. Les fronts d'abatage sont protégés des éboulements par des étaçons.

L'aérage est naturel, comme nous l'avons vu. Pendant la période d'ouverture, lorsque les fronts se trouvent en cul-de-sac, le circuit d'air est établi au moyen de ventilateurs à main et de canars en toile ou en tôle (fig 10). L'éclairage se fait à la lampe à carbure et à pétrole. Les étages inférieurs actuels sont à la cote de —70 m.

L'entreprise de semblables travaux souterrains, très onéreux, comporte un grand risque économique, étant donné le manque de continuité des veines minéralisées et la conformation irrégulière de celles-ci. Le risque est d'autant plus grand que, d'une façon générale, la teneur a tendance à diminuer en profondeur.

Aussi, dans de nombreux cas, doit-on se borner à exploiter en surface les poches découvertes.

On entame alors la veine sur toute sa longueur minéralisée et l'on approfondit tant qu'aucun éboulement n'est

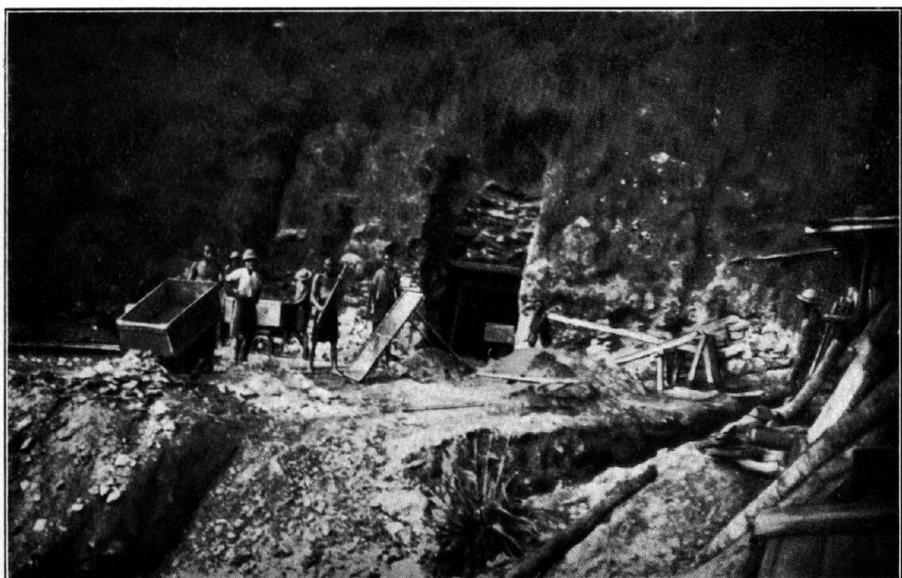


FIG. 9. — Entrée d'une galerie et traitement au « jig ».

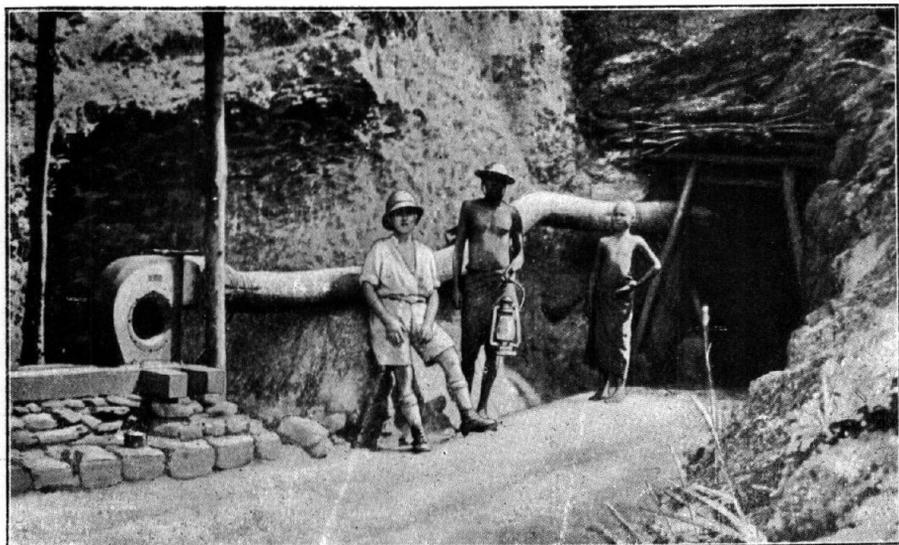


FIG. 10. — Ventilateur de galerie.

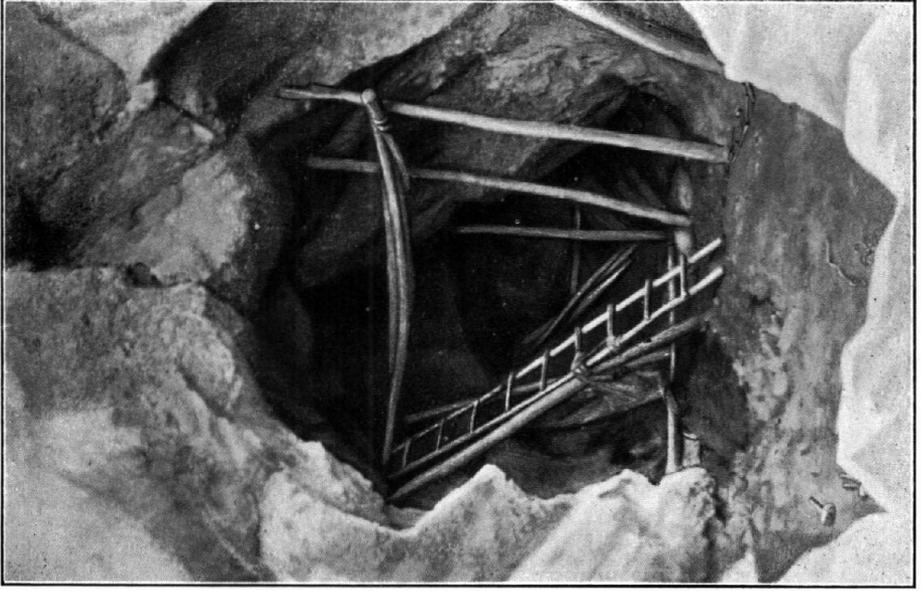


Fig. 12. — Poche de pegmatite stannifère.



Fig. 11. — Décapage d'une tête de filon.

à craindre (fig. 11). Cette première phase de l'exploitation permet de se faire une opinion plus nette de la valeur du gisement.

On commence alors le fonçage de descenderies espacées de 15 en 15 m. environ, qu'on boise solidement. Dès que celles-ci ont atteint une profondeur jugée suffisante, on creuse dans leur fond des chassages que l'on boise également. Puis, on abat à intervalles par tailles montantes, en remblayant devant chaque front. S'il y a lieu, on entreprend un second étage dans le premier.

b) Exploitation des pegmatites stannifères.

Dans la région Nord-Sud du bief de la Nyawarongo supérieure, entre une assise de schistes métamorphisés inclinés de 15° vers l'Est et une intrusion sous-jacente de gabbros et diorites, a été injectée une masse de pegmatite plus ou moins minéralisée, dont, sur une distance de 40 km., on a repéré des apophyses, émergeant en de multiples endroits, ou mises à découvert par l'enlèvement de nappes de terres stannifères éluviales, qui couvraient les flancs des vallées.

Ces intrusions, qui sont de forme et de teneur irrégulières, sont assez souvent disloquées par de multiples petites failles et lorsqu'elles sont de nature particulièrement feldspathique, présentent un caractère de faible minéralisation, uniformément répartie dans la roche. En ce cas, elles nécessitent l'abatage de volumes considérables. La valeur de l'ensemble à exploiter n'est, par conséquent, pas très grande, et l'extraction, facilitée par la friabilité du minerai, doit être pratiquée à ciel ouvert.

Lorsque ces intrusions ont le quartz comme élément dominant, ce qui rend la roche dure et compacte, elles offrent, au contraire, des minéralisations à teneurs très

fortes et qui se présentent en poches incluses dans la masse de la pegmatite quasiment stérile (fig. 12).

Pour tirer parti de ces poches, on est obligé d'effectuer des travaux souterrains de recherche, un peu au hasard.

L'exploitation de ces poches est toujours entreprise d'une manière plus ou moins analogue à celle décrite ci-dessous à titre d'exemple (voir fig. 13) et qui est relative à un gîte où deux poches « A » et « B » furent découvertes en affleurement.

Si l'exploitation du pointement « B » n'a pas présenté de difficultés, par contre, il n'en a pas été de même de l'amas « A », dont la section allait s'élargissant en profondeur, disposition qui, pour éviter l'extraction d'importants stériles, entraîna la constitution d'un très épais surplomb.

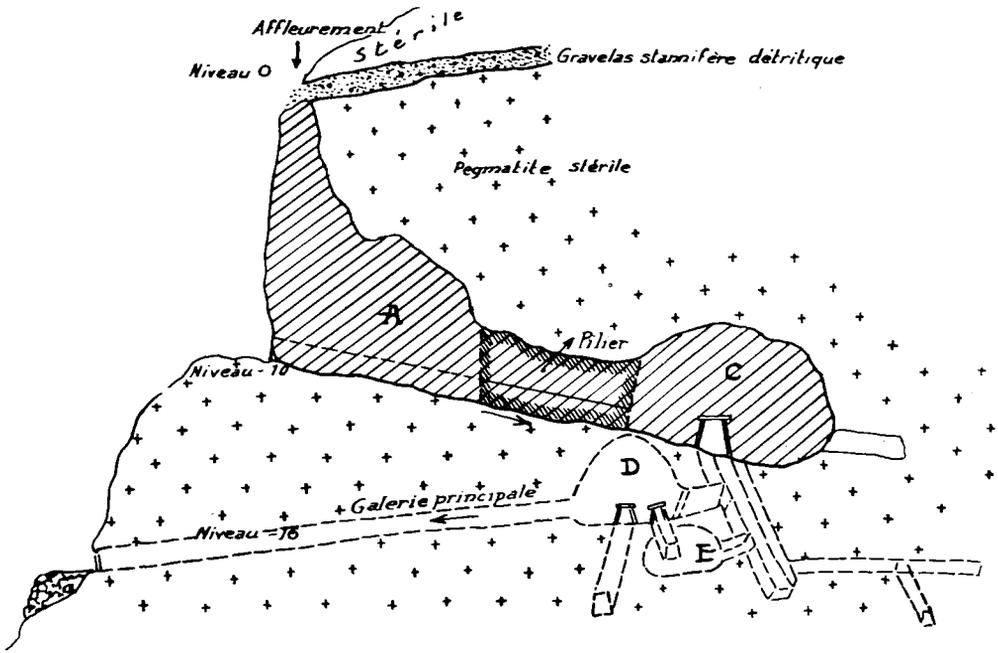
A la base de l'excavation, la minéralisation fut reconnue comme orientée vers le Nord. On estima devoir en déterminer l'étendue, et, à cet effet, on poussa une recoupe dans cette direction, jusqu'en « C », où l'exploitation fut poursuivie après avoir créé une galerie destinée à la fois à de nouvelles investigations et à l'évacuation des produits d'abatage (galerie principale).

Cette galerie, établie Sud-Nord, rencontra, selon les prévisions, une nouvelle poche « D », et plus à l'Ouest, une autre recoupe permit de découvrir une cinquième poche « E ».

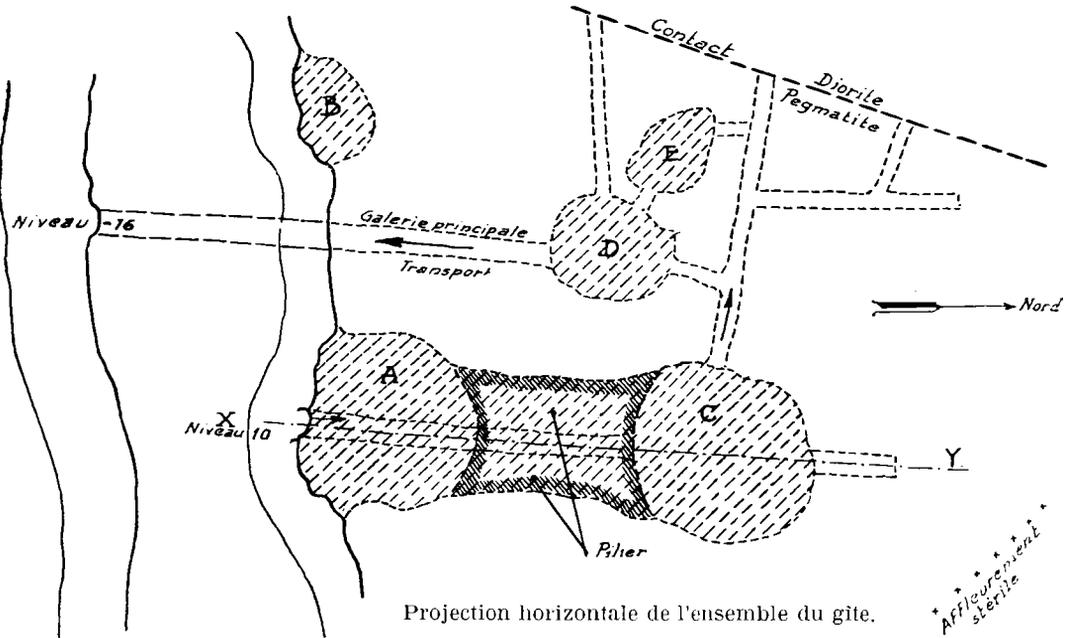
Les investigations, poussées ensuite vers le Nord, furent interrompues à cause de la modification de la nature de la roche, dont la texture évoluait nettement vers celle d'une pegmatite antérieurement reconnue stérile dans son affleurement, au Nord du prolongement même de la zone fouillée.

D'autres recoupes furent orientées vers la zone de contact diorite-pegmatite, mais sans succès.

L'exploitation des poches se termina par l'abatage du pilier important de minerai fortement minéralisé réservé



Coupe en X-Y.



Projection horizontale de l'ensemble du gite.

FIG. 13. — Exploitation de pegmatites stannifères.

provisoirement entre « A » et « C », en vue de soutenir pendant la durée des travaux la voûte de pegmatite stérile devenue de plus en plus étendue.

La reconnaissance et l'exploitation de tels gisements, on s'en rend compte, revêtent toujours un caractère assez aléatoire.

c) La préparation des minerais.

Etant donné le peu d'ampleur des venues minéralisées précitées, il n'était pas possible d'installer de grandes unités de broyage. On tenta l'emploi de petites unités mécaniques, mais celui-ci fut reconnu prohibitif, parce que les produits quartzeux ou pegmatitiques, à éléments de quartz très durs, détériorent rapidement des appareils de type forcément léger (fig. 15).

On dut maintenir la préparation du minerai selon des méthodes élémentaires, consistant, notamment, en un concassage à la massette de mineur, suivi, en cas de gros éléments, d'un « scheidage » à main (fig. 14).

Lorsque la cassitérite du complexe minéralisé est très fine, un pilonnage à main dans de petits mortiers complète la préparation au « setzage » par jopling-jig, dont il n'y a pas lieu de donner de description.

IV. — EXPLOITATION DES GÎTES ÉLUVIONNAIRES.

a) Le problème de l'ouverture des chantiers.

La mise en exploitation des *petits dépôts* de montagne est entièrement conditionnée par la possibilité d'enrichir les terres minéralisées *sur le lieu même* de leur gisement.

Les seuls appareils qui permettent pratiquement de réaliser cet enrichissement sont : le « sluice » de fonctionnement élémentaire, peu coûteux; le « pan rotatif léger », à commande mécanique, mais d'emploi onéreux. Ils nécessitent : le premier, un gros débit d'eau (40 à 80 m³ heure), le second, un faible débit (3,5 m³ heure).

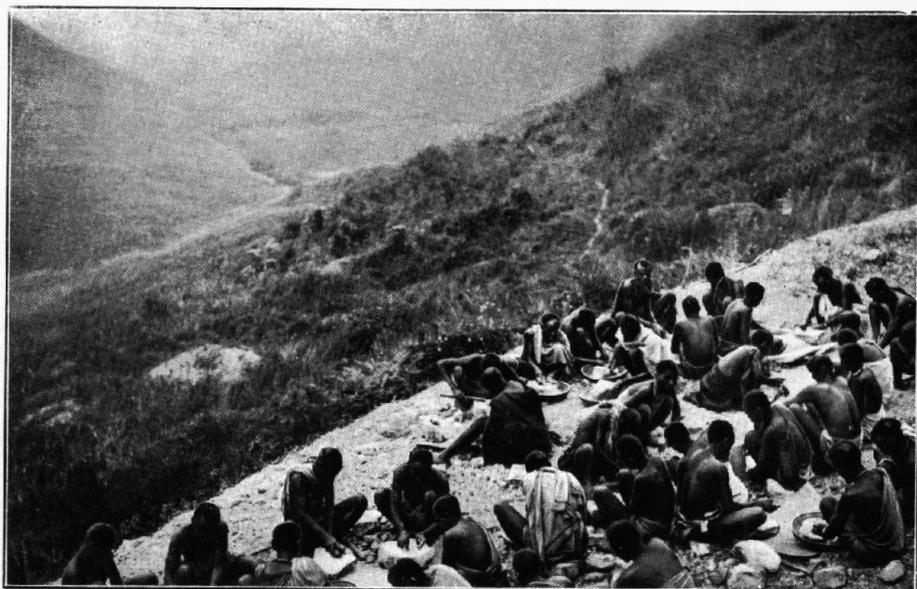


FIG. 14. — Concassage et scheidage manuels.



FIG. 15. — Broyage mécanique.

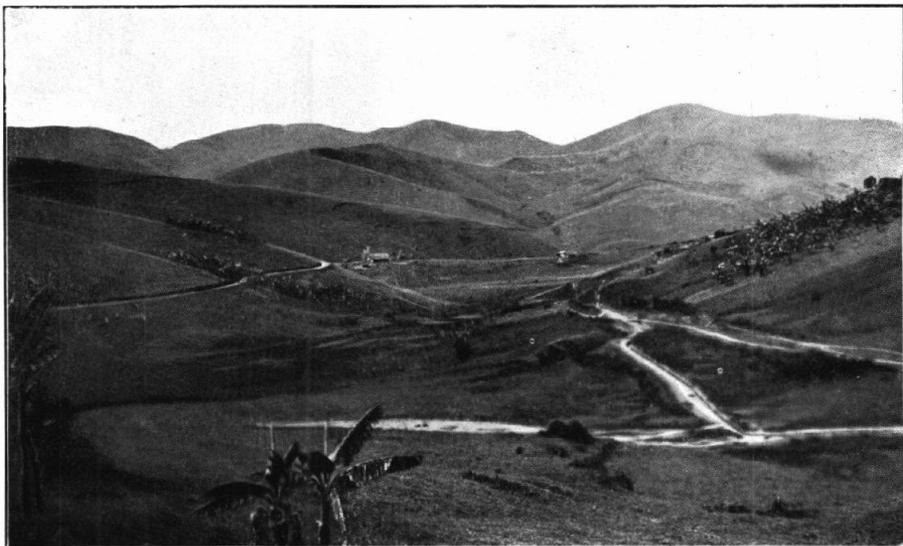


FIG. 16. — Adduction d'eau par « races ».

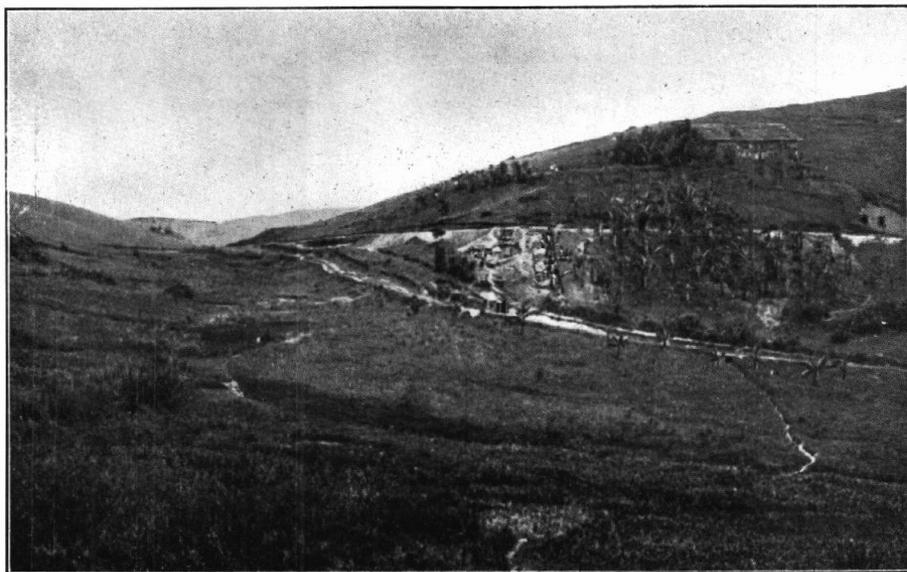


FIG. 17. — Passage d'un col par un « race ».

L'ouverture de sièges en montagne est donc subordonnée à l'obtention de l'eau nécessaire. Le procédé d'exploitation le plus économique dépend entièrement de la façon dont le problème de l'adduction de cette eau peut être résolu. C'est dire combien il importe d'examiner la question avec la plus grande attention.

Pour pouvoir repérer avec certitude les venues d'eau susceptibles d'être utilisées et dirigées vers les points de passage obligés des canaux de captage dits « *racas* » (fig. 16 et 17), la connaissance du modelé général de la région et de la topographie locale de celle-ci est donc primordiale.

Plusieurs solutions se présentent généralement à l'examen.

Chacune d'elles doit faire l'objet d'une étude au point de vue, non seulement du captage, mais aussi de l'exploitation; car, telle solution paraissant trop coûteuse d'exécution peut être remarquablement avantageuse par le mode d'exploitation qu'elle permet d'utiliser.

La solution à rechercher avant tout est celle qui consiste à amener assez d'eau *au-dessus* des gisements pour utiliser le « *sluice* » à même le chantier. Cette solution nécessite l'adduction de forts débits d'eau, quitte à en réaliser le captage, à plusieurs kilomètres, étant entendu, de toute évidence, que cette distance reste fonction de l'importance du gisement.

Dans le cas où cette solution deviendrait trop coûteuse, ou, lorsqu'il est impossible d'obtenir les forts débits nécessaires à l'exploitation par *sluice*, l'ingénieur chargé de l'étude aura à rechercher si toutes les venues d'eau, ruisseaux, ruisselets, sources, etc., qui peuvent exister, sont ou non susceptibles de débiter au moins la quantité d'eau indispensable à l'utilisation de « *pans rotatifs* ».

Il arrive fréquemment que ces faibles ressources sont

insuffisantes. Il conviendra alors, pour les compléter, d'établir un réseau de fossés collecteurs et de bassins d'accumulation des eaux de ruissellement.

Quoiqu'il soit du résultat de ces études, les procédés d'exploitation adoptés se classent pratiquement en deux cas bien distincts, selon que l'eau est utilisable en quantités importantes ou faibles.

1° *L'eau est adductible en quantités importantes* (plusieurs litres seconde) :

a) AU SOMMET DU GISEMENT. — C'est le cas le plus favorable. Il permet l'abatage hydraulique du gravier et le traitement sur place au moyen du « sluice », conditions qui réduisent sensiblement les frais d'exploitation et permettent d'abaisser la teneur limite d'extraction.

C'est ainsi qu'au gîte typique de Kasave-Ganzo (Ruanda occidentale), l'établissement d'un « race » a permis de tirer parti de nombreuses zones à faible teneur séparant des plages à forte teneur; et ainsi notablement augmenter les réserves globales, dont l'exploitation méthodique totale a eu comme résultat inespéré de mettre à découvert des venues primaires insoupçonnées.

b) EN CONTRE-BAS DU GISEMENT. — Cette disposition fixe l'emplacement des sluices en dehors et en dessous du gisement.

Le gravier doit donc être transporté depuis les chantiers d'abatage jusqu'aux installations de traitement.

Comme on le verra plus loin, seul le mode de transport hydraulique du gravier est économique; aussi, pour le réaliser, est-il nécessaire de refouler un petit débit d'eau à partir du « race » jusqu'au sommet du gisement (fig. 18 et 19).

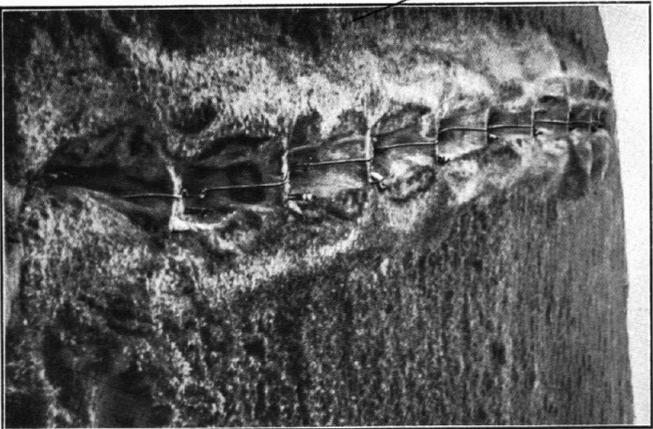
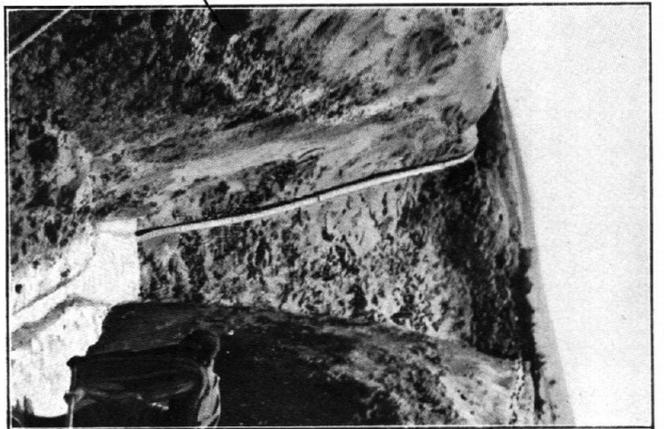
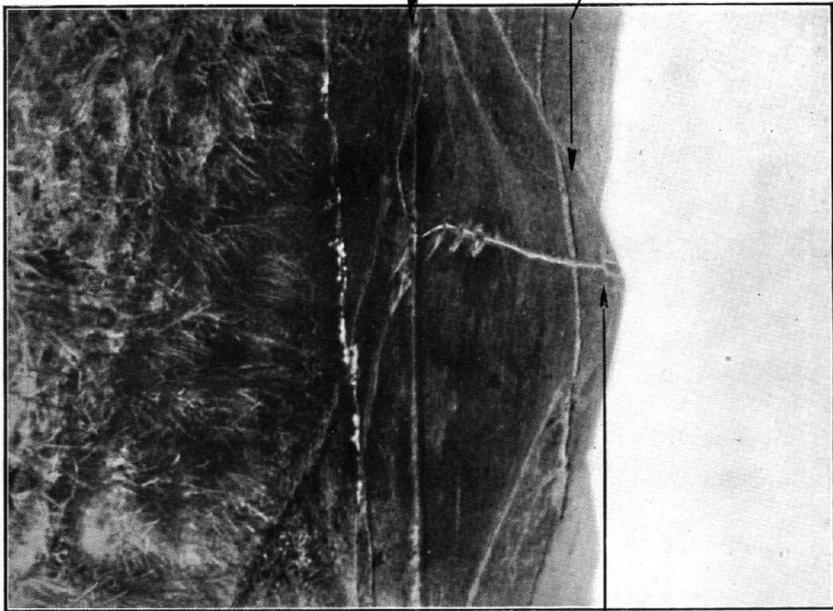
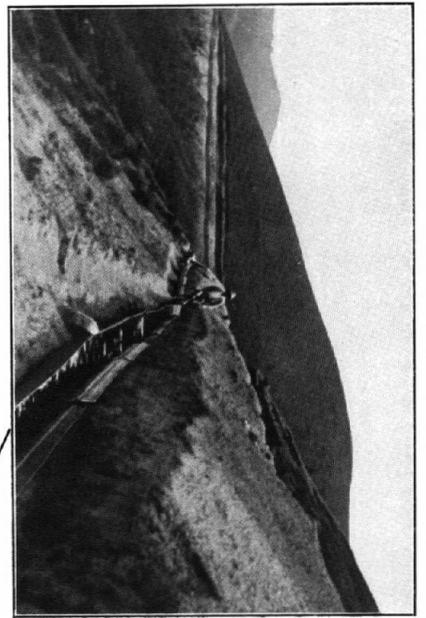
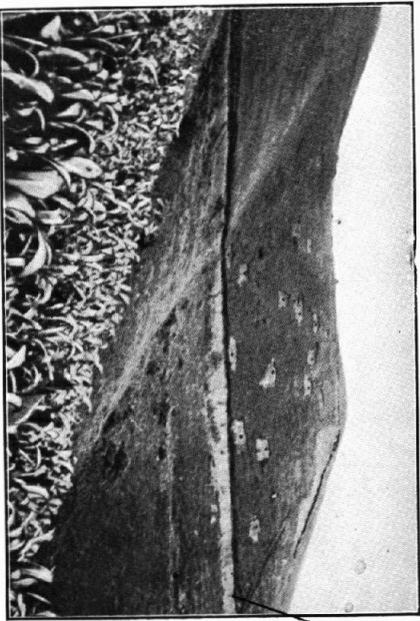
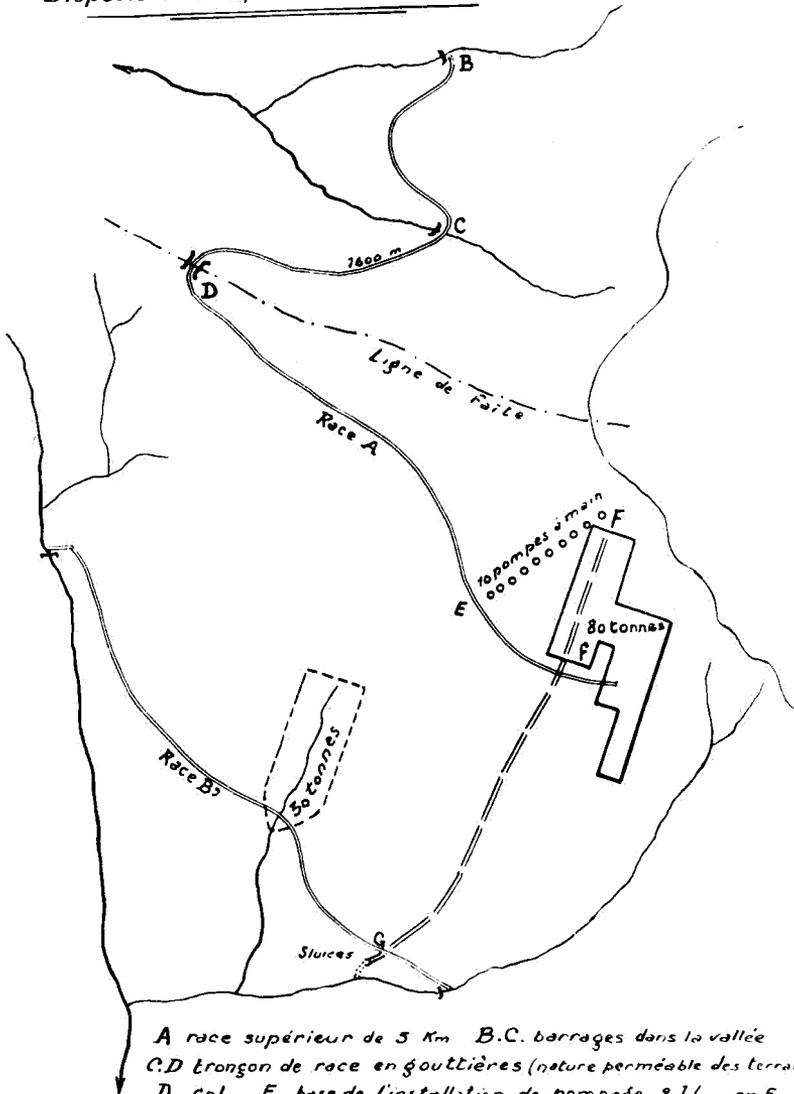


Fig. 18. — Adduction d'eau et refoulement en montagne.



Dispositif d'exploitation d'éluviions



A race supérieur de 5 Km B.C. barrages dans la vallée
 C.D. tronçon de race en gouttières (nature perméable des terrains)
 D. col. E. base de l'installation de pompage 2 l/sec en E
 E.F. 10 pompes à main, refoulement 55m
 F. sommet du pisement : débit : 1,5 l/sec
 F.F. Front d'abatage du gravier G. Traitement par sluices
 F.G. gouttière transporteuse de gravier.
 B' race inférieur à gros débit, barrage et captage sur la rivière

FIG. 19.

L'exploitation des gîtes qui requièrent cette élévation mécanique sera évidemment de prix de revient plus élevé, et le facteur « coût de refoulement de l'eau » se répercutera sur la teneur limite d'exploitation et réduira l'importance des réserves en fonction des frais de pompage.

2° *L'eau est adductible en quantités réduites :*

En ce cas, on a forcément recours aux « pans rotatifs » dont certains types fonctionnent avec une quantité d'eau pouvant ne pas dépasser 3 ½ litres par sec. et qu'il faut tendre à amener au-dessus du gisement, sans refoulement, car le pompage mécanique entraîne une charge complémentaire à celle, déjà lourde par elle-même de l'emploi du « pan ».

La solution du refoulement ne peut donc être envisagée qu'en tout dernier ressort, et uniquement pour des gisements riches et importants (fig. 20).

Lorsqu'il n'existe que de petites sources dans le voisinage d'un gîte, il arrive que celles-ci peuvent fournir en débit continu la quantité d'eau nécessaire à un ou plusieurs pans, mais dans l'éventualité où ces venues n'auraient pas le débit horaire suffisant, il peut s'imposer de construire des barrages de retenue pour assurer en heures utiles le débit voulu.

On peut, en outre, être conduit à employer des chenaux métalliques pour réduire les pertes par infiltration dans les fossés d'aménée souvent peu étanches (fig. 5).

Dans le cas le plus général d'insuffisance des venues d'eau, on doit recourir à l'expédient du rassemblement des eaux ruisselant sur des aires étendues, procédé dont l'application exclut la possibilité d'exploiter les gîtes d'ailleurs exceptionnels, et peu importants, situés trop près du sommet des crêtes.

L'eau de ruissellement captée par sillons collecteurs, tracés sur les flancs des collines, est dirigée vers de petits

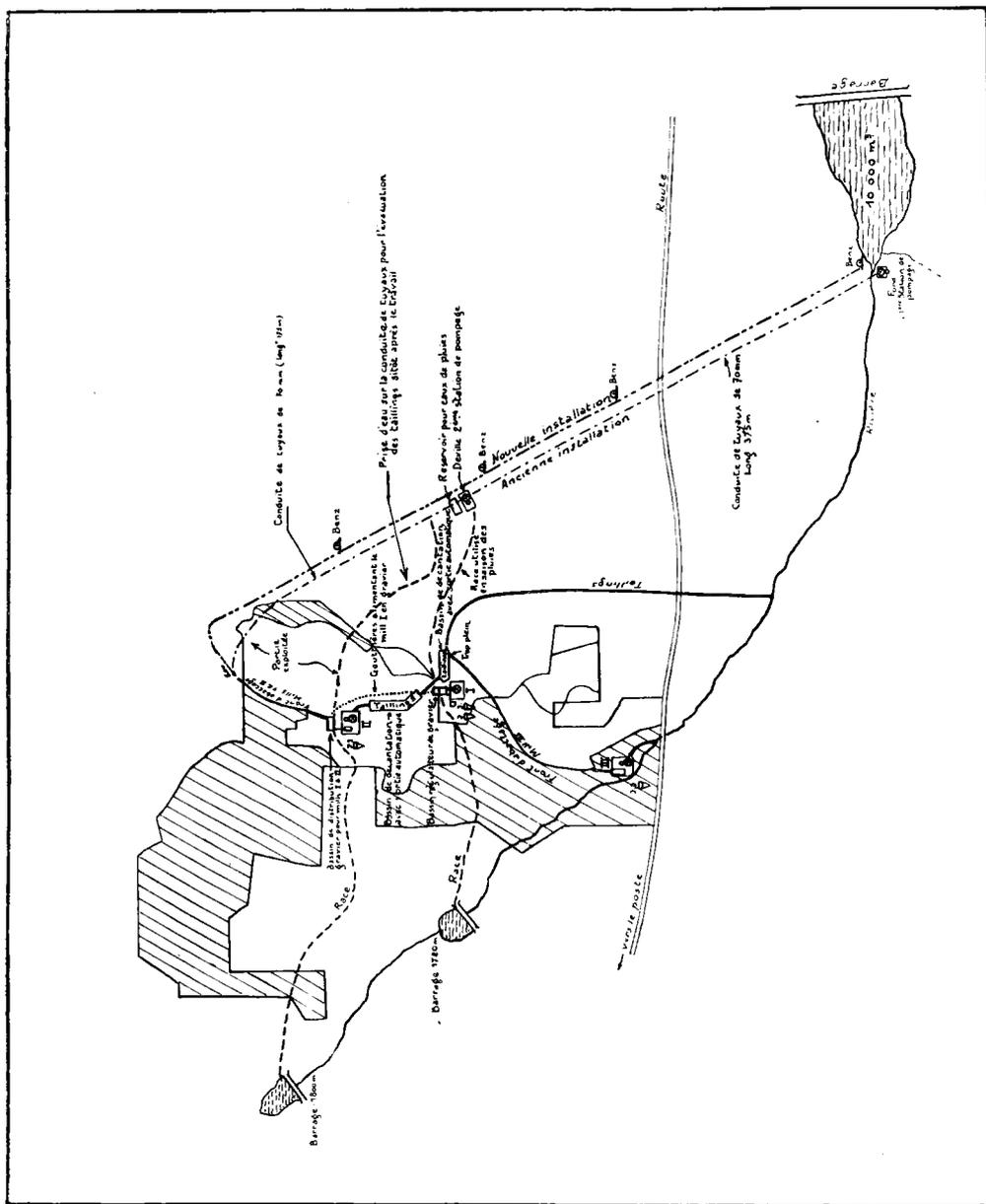


Fig. 20. — Schéma d'exploitation éluvionnaire par réservoirs. Utilisation de l'eau en circuit fermé.

réservoirs à capacité de l'ordre de 100 à 500 mètres cubes (fig. 20, 21).

Ces réservoirs doivent être établis de préférence où il existe, soit un suintement, soit un terrain imperméable et dans les têtes de vallon, dans les cols (fig. 22), sur les pentes peu inclinées, en un mot en tout endroit favorable.

Les réservoirs établis dans des terrains à sources ou suintements peuvent conserver leur eau pendant plusieurs mois, tandis que ceux qui sont établis en terrains secs ne peuvent la garder que durant quelques jours. Par conséquent, lors de l'utilisation des eaux accumulées, il est d'abord fait appel au contenu de ces derniers et ensuite à celle des premiers jusqu'à la pluie suivante. Il y a donc souvent lieu d'établir un jeu de bassins (fig. 21).

Il arrive, lors de pluies spécialement fortes, que le volume des eaux de ruissellement dépasse la capacité de ces petits réservoirs de montagne. Pour éviter la perte de centaines, sinon de milliers de mètres cubes, on a été ainsi amené, aussi paradoxal que cela puisse paraître, à utiliser outre les pans rotatifs : des sluices.

En ce cas, les pans rotatifs constituent l'appareillage de fonctionnement permanent et les sluices l'appareillage d'appoint.

Pour assurer la régularité du travail, le gravier est abattu d'avance et, après enlèvement des boulders qu'il contient, disposé en tas parallèles le long de petites tranchées destinées à guider l'eau.

Aussitôt que, après une pluie, les réservoirs ont été remplis, on dirige dans les tranchées, d'abord l'eau des trop-pleins, ensuite celle qui a été accumulée dans les bassins les moins étanches, et qu'il convient d'employer sans tarder. Des pelleteurs font glisser dans la rigole autant de gravier que le courant d'eau peut en emporter vers les sluices. Parfois, l'eau est tellement abondante pen-

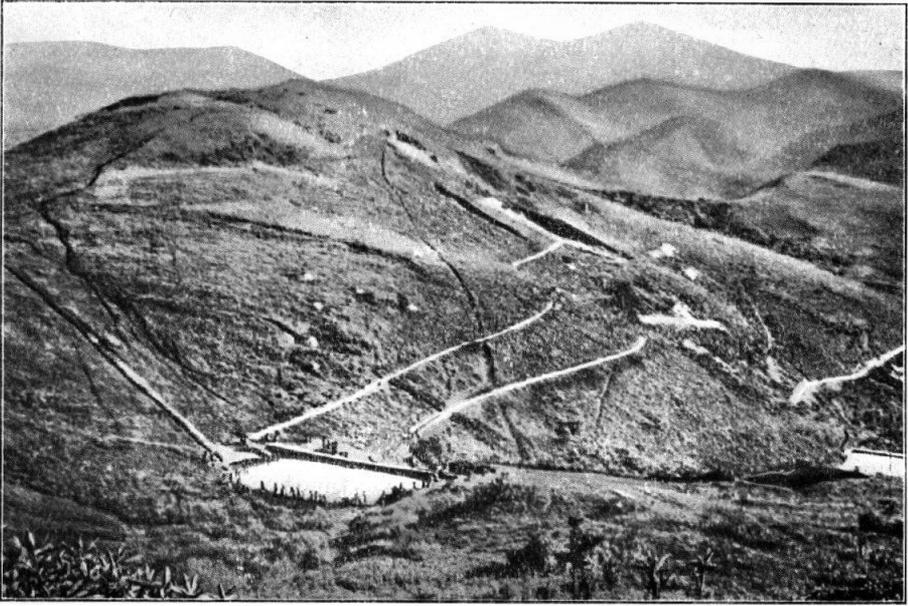


FIG. 21. — Captage par réservoirs jumelés.



FIG. 22. — Captage par réservoirs.

dant un court intervalle après une pluie, que de grosses quantités de gravier peuvent être écoulées vers le bas de la colline. On fait à ce moment absorber aux sluices le plus gros volume de gravier possible, quitte même à avoir des pertes aux tailings. Dès que le gros de la réserve d'eau est écoulé, on évalue ces pertes et l'on traite éventuellement une partie des tailings aux sluices avec le reliquat d'eau, ou bien encore aux pans.

L'équipement de chaque gisement est donc, en dernière analyse, complexe et l'on comprend mieux, à présent, que le choix des appareils, leur nombre, leur disposition et l'évolution des chantiers dépendent essentiellement de l'examen particulier de chaque gisement.

Ce mode d'exploitation saisonnière présente des inconvénients du point de vue de la distribution du travail. Mais il faut convenir qu'on n'a pas le choix de la méthode: c'est la seule possible.

Suivant qu'il pleut ou ne pleut pas, tels ou tels chantiers sont en marche, arrêtés ou en préparation; la répartition du travail est donc constamment variable tout comme le dosage des effectifs en fonction des quantités d'eau momentanées.

Il s'ensuit que le travailleur indigène doit être spécialement éduqué: les chefs d'équipes doivent faire preuve d'initiative dans les cas où il faut agir vite; la liaison entre les équipes, souvent plus ou moins solitaires, doit être bien établie.

Il convient de citer comme essais d'exploitation en chantiers de montagne où le problème de l'eau est insoluble, les tentatives de traitement à sec. On a essayé de concentrer par air comprimé du minerai préalablement classé granulométriquement, mais cette méthode a dû être complètement abandonnée parce qu'elle s'est révélée de prix de revient excessif, à cause, notamment, de la toujours coûteuse compression de l'air.

b) Le refoulement de l'eau.

Les gisements éluviaux sont classés en trois catégories, suivant leur altitude par rapport aux points d'eau.

Pour atteindre chaque catégorie de gisement, on a des groupes moteur-pompe qui refoulent à 35 m., à 90 m. et à 170 m. de hauteur verticale (fig. 23).

Le débit de trois litres par seconde suffit généralement à faire descendre, sur les pentes existantes, le gravier en quantités suffisantes, depuis les chantiers d'abatage jusqu'aux appareils de lavage alimentés alors par une source d'eau complémentaire.

Le débit de cinq litres par seconde est employé, non seulement pour le transport du gravier, mais aussi pour l'alimentation des appareils de lavage.

Les pompes sont centrifuges ou à piston, selon la plus ou moins grande hauteur de refoulement à prévoir. Pour les faibles hauteurs, l'on adopte les pompes centrifuges, parce que légères et mobiles. Pour les grandes hauteurs qui ne sont à considérer que pour les gisements importants, la station de pompage étant de ce fait installée pour une longue durée, l'on emploie les pompes à piston, qui, entre autres avantages complémentaires, ont celui de la robustesse, mais présentent l'inconvénient d'être encombrantes et de nécessiter des fondations en béton.

Les pompes sont entraînées par des moteurs semi-Diesel, monocylindriques ou bicylindriques.

Dans les groupes de refoulement de 3 l./sec., à 35 m., moteur et pompe centrifuge sont boulonnés sur madriers: la transmission est à courroie, la puissance utile du moteur est de 6 HP.

Dans les groupes 5 l./sec., à 170 m., moteur et pompe à piston sont ancrés sur fondations différentes en béton

armé. La transmission est à courroie et engrenages. La puissance utile du moteur est de **20 HP**. Le démarrage se fait à l'air comprimé et le refroidissement par thermosiphon au moyen de trois réservoirs d'une capacité totale de **3 mètres cubes**.

L'alimentation des pompes se fait souvent en charge. A cette fin, le groupe est placé en contre-bas du canal d'amenée de l'eau. L'eau, à son entrée dans le réservoir d'alimentation, est filtrée au moyen de fins tamis métalliques, car le tamis de la crépine ne suffit pas à éliminer toutes les impuretés.

Les colonnes de refoulement sont composées de tuyaux en acier de **5 m.** de longueur et **70 ou 100 mm.** de diamètre, suivant le cas. Ces tuyaux sont assemblés par colliers et boulons. La plus grande longueur de colonne de refoulement utilisée est de **1.200 m.** Sur de semblables longueurs, quelques précautions indispensables, mais simples, sont nécessaires pour éviter autant le glissement sur le terrain par suite de la pente que les dilatations dues à la chaleur solaire, susceptibles de désaxer la pompe et de l'endommager. A ces fins, on dispose une butée de protection en ciment devant la pompe. On a soin d'éviter de laisser reposer la colonne de refoulement sur le sol sur toute sa longueur, de telle façon que l'allongement dû à la dilatation du métal puisse se traduire par une série de flèches. En outre, on recouvre les tuyaux reposant sur le sol d'un peu de terre, sauf aux joints, car ceux-ci doivent être visités fréquemment, et, par conséquent, rester visibles.

Le changement d'orientation d'une colonne de refoulement demande une journée de travail.

Les frais d'élévation d'un mètre cube d'eau à **100 m.** sont de l'ordre de fr. **1,50**. Comme on le voit, la dépense est forte; il s'agit donc d'essayer de tirer un rendement maximum de chaque mètre cube d'eau.

Enfin, on utilise également de petites pompes centrifuges à gros débit pour l'alimentation des sluices en eau. Les petites pompes élèvent 28 litres à la seconde à la hauteur de 7 m., avec une puissance absorbée d'environ 6 HP. Elles sont entraînées par des moteurs identiques à ceux qui élèvent 3 l./sec., à 35 m.

c) L'abatage.

L'eau est amenée au-dessus du front d'abatage et le front est orienté de façon telle qu'elle puisse entamer le gravier à abattre et l'entraîner presque sans intervention de pelleteurs.

Lorsque le gravier éluvial atteint de fortes épaisseurs, 5 à 12 m., par exemple, celui-ci est arraché au pic et à la barre à mine (fig. 24). Une équipe de haveurs est suivie de 6 à 8 abatteurs qui opèrent de concert en provoquant l'éboulement du gravier par paquets volumineux.

Dans ces conditions, et moyennant une pente et une quantité d'eau suffisantes, le rendement à l'abatage est excellent; on atteint, en effet, couramment des rendements de 7 à 10 mètres cubes par homme/jour, malgré la présence fréquente d'une grande proportion de boulers.

Le lavage de ces derniers et le nettoyage du bedrock demandent beaucoup de travail et doivent être effectués avec grand soin.

Lorsque le gravier stannifère est recouvert d'une mince couche de terre stérile, 20 ou 30 cm., par exemple, celle-ci est abattue en même temps que le gravier. Essayer de l'éliminer entraînerait un surcroît de main-d'œuvre et conduirait à des pertes au contact gravier-terre. Il vaut donc mieux subir un léger fléchissement de la production aux appareils laveurs à cause de l'adjonction du volume stérile.

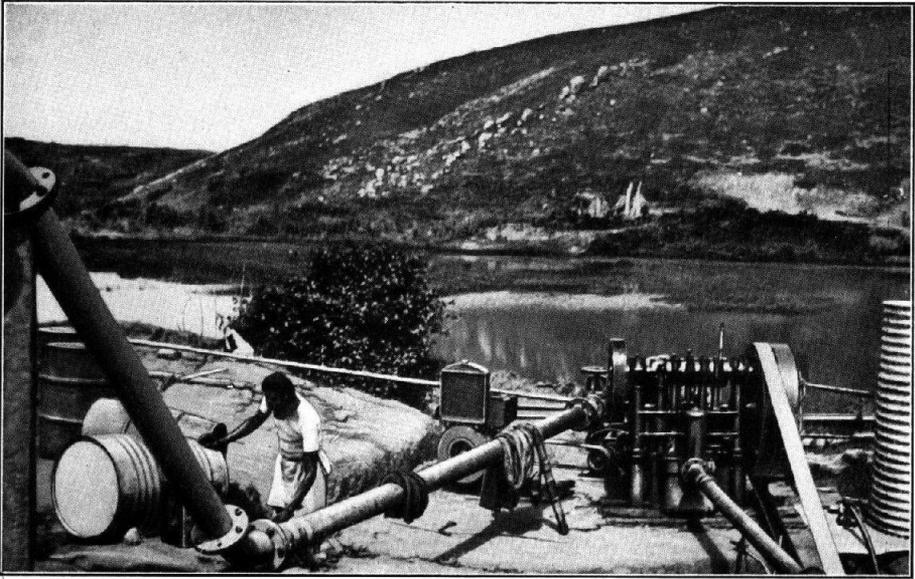


FIG. 23. — Pompage mécanique.

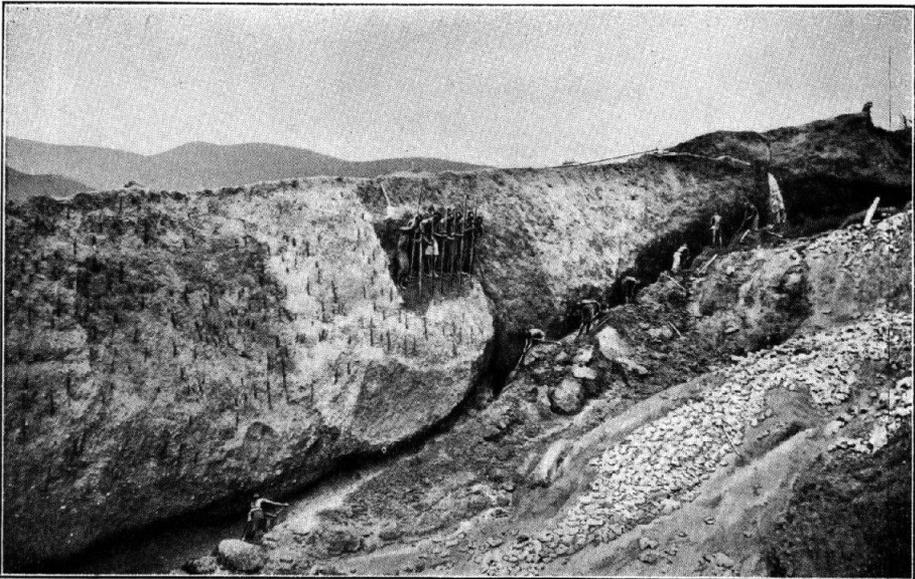


FIG. 24. — Abatage et entrainement hydraulique du gravier.



FIG. 25. — Transport du gravier par glissement.

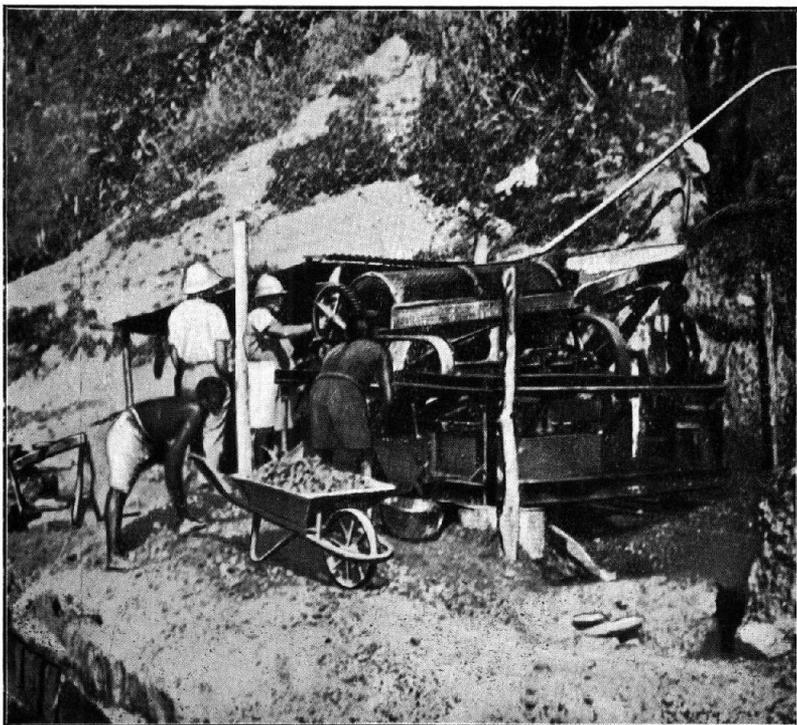


FIG. 26. — Traitement au « pan » de 5 pieds.

Lorsque le gravier stannifère est recouvert d'un stérile d'épaisseur trop forte, on abat généralement celui-ci par simple pelletage, en arrière du front. Parfois aussi, on l'évacue vers le fond de la vallée par la méthode de l'abatage hydraulique décrite ci-dessus pour l'enlèvement du gravier, mais cette méthode est inapplicable lorsqu'elle nécessite des frais excessifs de refoulement ou une consommation trop importante d'eaux d'entraînement.

d) Transport du gravier.

Comme déjà signalé, les gisements éluviaux stannifères sont en général situés sur les flancs de montagne.

Or, lorsqu'on utilise comme appareil laveur le sluice, celui-ci doit fréquemment être placé en contre-bas du gisement, car à une altitude plus élevée ne se trouve pas toujours la grande quantité d'eau requise. La distance qui sépare du sluice le chantier est donc souvent assez grande, et la différence d'altitude l'est aussi.

Lorsqu'on utilise le pan-trommel à moteur, comme celui-ci est d'un déplacement trop difficile pour qu'il soit possible de lui faire suivre le front d'abatage au fur et à mesure de l'avancement des travaux, il est tout indiqué, afin de réduire le nombre de déplacements de l'appareil, de le placer en contre-bas de la plage à exploiter, à poste demi-fixe.

Donc, que l'on emploie le sluice ou le pan, l'appareil laveur est situé sous le gisement à exploiter, et à certaine distance de celui-ci.

Pour transporter le gravier du gisement à l'appareil laveur, on ne peut, dans les conditions locales d'exploitation, avoir recours à des moyens tels que transport aérien ou plans inclinés, Decauville ou brouettes. Les frais d'installation d'un transport aérien et même d'un Decauville ne pourraient s'amortir sur les gisements qui

sont de trop faible réserve. Quant aux brouettes, elles sont d'un mauvais rendement et à proscrire par suite du coût élevé des chemins de roulage en bois.

Le transport par glissement à sec du gravier (fig. 25) a été parfois tenté lorsque les conditions de pente pouvaient théoriquement le permettre, mais l'usure des chenaux et la perte de minerai sous forme de projections rendaient le système peu pratique.

Ailleurs, pour des pentes moindres et devant l'impossibilité d'utiliser des procédés de transport plus économiques, on a même essayé de faciliter la translation du gravier sec dans des couloirs inclinés oscillants, mais le supplément de main-d'œuvre que nécessitait ce moyen semi-mécanique devait en rendre l'application coûteuse et limitée à quelques essais.

On a donc dû recourir à l'eau, malgré son peu d'abondance, même en devant l'élever, au moyen de pompes, au sommet des gîtes à exploiter. Le refoulement mécanique est évidemment une solution onéreuse en elle-même, mais comme il permet de réaliser l'exploitation quasi totale de multiples gisements, il s'impose fréquemment. L'essentiel est de réduire à un minimum la quantité d'eau à pomper dans chaque cas, ainsi que la hauteur d'élévation. On verra plus loin comment y arriver.

L'eau est donc amenée au sommet du chantier d'abatage, dont elle lèche le front, et entraîne le gravier vers la laverie. La ligne de descente du gravier se déplace en éventail de façon à suivre l'avancement du front, jusqu'à ce que la pente devienne trop faible pour que le gravier descende normalement. A ce moment, les appareils laveurs doivent être déplacés. Aucune main-d'œuvre n'intervient dans le transport du gravier.

La ligne de descente de gravier est constituée par des chenaux semi-cylindriques en tôle de fer de 0,40 m. de diamètre, épais de 3 mm. et en sections de 3 m. de lon-

gueur. Les sections se placent les unes à la suite des autres, en partant du bas, chacune recouvrant la précédente de quelques centimètres. La ligne se place à même le sol, et lorsqu'elle doit être constamment déplacée, quelques ancrages au moyen de piquets et de fil de fer sont nécessaires. Si la pente est très forte, il est cependant préférable de placer les chenaux dans une tranchée peu profonde pour éviter le glissement des tôles et les pertes en eau et en cassitérite qui peuvent en résulter. Pour la traversée des passages difficiles, la ligne de chenaux est souvent montée sur échafaudages ou sur talus en pierre. La pente doit être aussi régulière que possible. Il n'est pas indispensable que le chenal de descente soit rectiligne; au contraire, pour maintenir la pente uniforme, il est plus expéditif d'adopter des courbes que d'effectuer des terrassements ou d'ériger des échafaudages coûteux.

Les chenaux généralement utilisés, résistent au passage d'environ 10.000 mètres cubes de gravier. Ils s'usent le plus rapidement suivant leur axe. Lorsque la ligne de descente est longue, les frais d'emploi de chenaux chargent donc le prix de revient. Aussi, chaque fois qu'il est possible, et surtout lorsque l'eau est abondante et peu coûteuse, fait-on descendre le gravier par une rigole entaillée dans le bedrock. Ce procédé est économique, mais il implique certaines précautions, car une partie importante de la cassitérite se concentre à la faveur des irrégularités de la roche, dans laquelle des entonnoirs se forment qui retiennent les concentrés. Si le bedrock est fissuré, la cassitérite sera irrécupérable dans ces fissures. Aussi évite-t-on, en général, d'appliquer ce procédé dans les bedrocks quartzitiques et gréseux. Il convient, de plus, d'éviter les couches redressées. Quoi qu'il en soit, le « clean up » de la tranchée devra être fait fréquemment, la ligne devra être surveillée de près et souvent déplacée.

Passons maintenant à l'examen de la quantité d'eau qu'exige l'entraînement du gravier.

Le débit d'eau minimum nécessaire pour entraîner un

gravier éluvial du type normal est d'environ 2 litres par seconde.

Avec 2 litres par seconde, on peut faire descendre environ 4 à 5 mètres cubes d'éluvions à l'heure sur chenaux, avec une pente de 12 %, ou sur le bedrock avec une pente de l'ordre de 25 %. Ce débit d'eau permet donc de transporter plus de gravier que le pan rotatif n'est capable d'en laver et, très souvent aussi, plus de gravier que le chantier d'abatage n'est capable d'en donner. Car il ne faut pas perdre de vue que les chantiers sont souvent ouverts dans des plages étriquées à boulders nombreux et volumineux, à épaisseurs faibles, à teneurs irrégulières, et, par tant, où le nombre d'abatteurs est limité.

Les gros éléments sont éliminés en tête de la ligne de descente du gravier, au sortir du chantier, afin de réduire l'usure des chenaux et d'assurer un écoulement plus régulier. Cette élimination se fait à la fourche, au grizzly, voire au trommel à main, si le gravier est très compact et renferme trop de gros éléments.

Lorsque la ligne de transport atteint une certaine longueur, il se produit des à-coups dans la descente de la pâte gravier-sable-argile-eau, même si l'inclinaison de la ligne est parfaitement uniforme. Ces à-coups proviennent de l'accumulation des éléments les plus gros, qui ont tendance à descendre moins vite. Ils sont redoutables, surtout pour les pans rotatifs avec lesquels l'alimentation doit être particulièrement régulière; un à-coup violent de gravier suffit pour engorger le trommel et pour bloquer le pan. Or, l'arrêt d'un pan est un accident assez grave, car, pour le remettre en marche, il faut le vider, et cette opération de clean-up demande parfois deux heures d'arrêt. On doit donc prendre des précautions particulières pour obvier à l'irrégularité de l'arrivée du gravier et intercaler entre la base de la ligne et l'appareil laveur un réservoir régulateur.

Quoiqu'il en soit, il n'a pas encore été trouvé de système qui donne satisfaction en toutes circonstances.

On utilise des caissons avec vanne régulatrice, mais la vanne est susceptible de s'obstruer, et elle doit donc être constamment surveillée, ou bien on intercale un puits accumulateur sous le contrôle d'un travailleur qui dirige, arrête ou accélère le passage de la pâte, afin de corriger les irrégularités de sa translation.

e) Le traitement du minerai.

On a vu que les appareils de base pour l'enrichissement du minerai étaient le *pan rotatif* et le *sluice*.

Ainsi qu'il a été dit, chacun de ces deux appareils trouve son emploi bien déterminé, selon que les disponibilités en eau sont plus ou moins grandes.

On sait que le pan (de 1^m50) ne nécessite que 4 à 5 mètres cubes d'eau pour une capacité horaire de 2,5 mètres cubes de gravier, tandis que le sluice (de 0,80 m.) demande 80 mètres cubes d'eau pour une capacité horaire du même ordre : 3,5 mètres cubes.

Néanmoins, et quel que soit le choix de l'appareil, ces consommations pourront être réduites par l'utilisation de certains dispositifs de traitement, consistant notamment à grouper les appareils dans un ordre déterminé en vue de récupérer les eaux de lavage.

Suit maintenant la description de ces appareils et les dispositifs de traitement auxquels ils se prêtent.

1. TRAITEMENT PAR PANS.

Principes.

Le pan rotatif permet d'opérer un classement densimétrique de gravier, moyennant une consommation d'eau *très réduite*, avec une perte en minerai relativement minime et sans qu'il soit besoin, au préalable, d'avoir

recours à un classement volumétrique. Le principe est donc très intéressant.

Le pan est constitué d'une cuve cylindrique fixe, peu profonde, au milieu de laquelle une virole centrale laisse se mouvoir un arbre de transmission.

Placé verticalement dans l'axe de la cuve, et commandé par un renvoi de couronnes dentées, cet arbre entraîne, dans sa rotation, plusieurs bras horizontaux, dont la vitesse angulaire doit être choisie judicieusement.

Sous chaque bras sont fixés quatre ou cinq couteaux, dont la section est un triangle rectangle. La fixation de chaque couteau doit être telle que, dans le sens de la rotation, le tranchant soit disposé vers l'avant, et que la face côté hypothénuse, dite « face concentrante », soit orientée vers la périphérie du plan.

Pour le type établi (fig. 26) en vue des exploitations de montagne du Ruanda-Urundi, choix fut fait d'une cuve de 1^m50 de diamètre, profonde de 0,30 m., et pour laquelle la vitesse angulaire de rotation des couteaux de pan fut fixée à 18 t./m.

Au total, 26 couteaux sont disposés de telle manière que leur succession dans le mouvement giratoire qu'ils doivent accomplir décrive une spirale dont le développement tend vers l'extérieur.

L'appareil (fig. 27, 28) fonctionne comme suit :

Le gravier à traiter doit, préalablement à son entrée dans le pan, être mélangé à une certaine quantité d'eau et être débourbé dans un trommel, qui, en outre, joue le rôle d'éliminateur des éléments trop gros pour être admis au traitement.

Le mélange gravier-sable-argile-eau, formant pâte, est amené au pan proprement dit par un couloir tangentiel à celui-ci, afin que l'alimentation se fasse sans grande perturbation de la masse en rotation et en cours de classement. Pour cette même raison, l'apport de pâte dans le

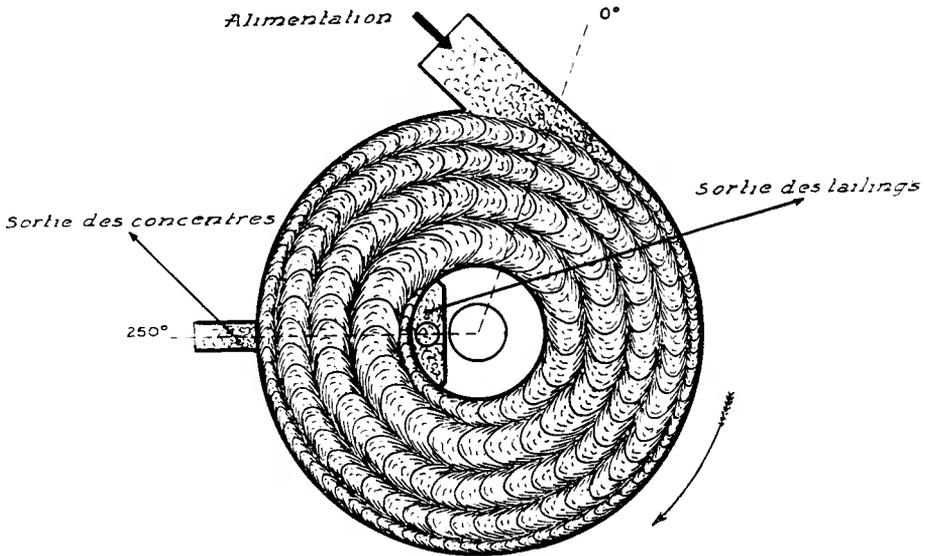
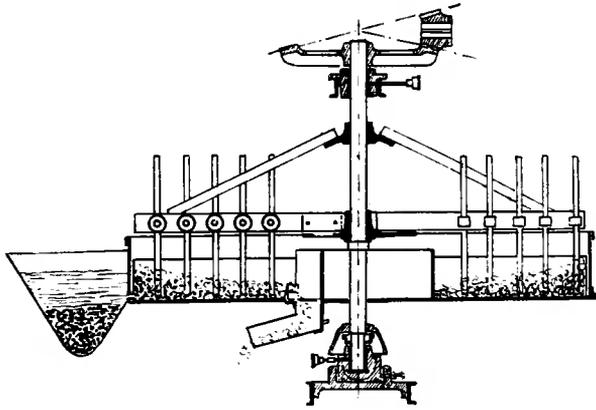


FIG. 27. -- Schéma descriptif du « pan » de 5 pieds.

pan doit être continu, et le couloir d'alimentation doit déboucher vers le haut du pan, car vers le fond de celui-ci, un classement densimétrique des éléments est en voie de s'opérer.

En effet, dès leur entrée dans la cuve, les éléments lourds ou riches, sont rejetés progressivement vers le bas et à la périphérie de celle-ci, tandis que les stériles sont amenés vers le haut et le centre, d'où ils sont évacués naturellement par débordement au trop-plein.

Sous l'action combinée de son admission tangentielle dans la cuve et de l'entraînement que provoque le mouvement des bras, la pâte a tendance à décrire une série de cercles concentriques qui l'amènent progressivement vers l'évacuation centrale. Le long du trajet se produit un alluvionnement. Un classement des éléments s'ébauche ainsi dans le courant, en fonction des volumes et des densités.

Cependant, le cheminement de la matière est partiellement contrarié par la rotation des couteaux. Celle-ci développe un effet centrifuge qui, à l'opposé de la sollicitation précédente, entraîne les éléments vers la périphérie, et cela plus ou moins intensément, selon leur plus ou moins grande densité.

De ces deux tendances contradictoires, l'une agissant dans le sens de l'évacuation des matières par le centre du pan, l'autre agissant dans le sens de leur maintien vers la périphérie de la cuve, va résulter une action différente sur les éléments, selon l'ordre de leurs poids spécifiques, avec prédominance de l'effet centrifuge pour les éléments les plus denses.

En effet, le brassage continu de la matière en traitement par le passage des couteaux de pan, tout en mettant en suspens les éléments du gravier sur lesquels l'action concentrante poursuit son action, maintient une certaine homogénéité de la pâte et la rend pratiquement semblable à un *liquide dense* dans lequel le phénomène connu de la chute des corps, quoique réalisé imparfaitement, après le

passage de chaque couteau, détermine une sélection préférentielle sensiblement plus favorable au facteur « densité » qu'au facteur « volume ». C'est précisément cette aptitude du pan à réaliser un classement densimétrique sans la sujétion d'un classement volumétrique qui rend cet appareil aussi intéressant.

En bref, il se développe dans le pan rotatif plusieurs sollicitations en sens différents, mais dont l'ensemble, en dernière analyse, concourt à amener les éléments lourds vers le fond et à la périphérie de la cuve, quel que soit leur volume, et à diriger les éléments légers, quel que soit leur volume, vers le haut et vers le centre de l'appareil.

La prise de concentrés doit donc se trouver au bas du bord extérieur de la cuve. Elle est constituée par une petite ouverture, dont la hauteur est suffisante pour laisser passer les plus gros éléments admis dans le pan. L'orifice est muni d'un obturateur que l'on ouvre de temps à autre pour évacuer le concentré. Comme, au Ruanda-Urundi, il faut tout spécialement éviter les pertes d'eau qui pourraient se produire à chaque opération de soutirage, et également pour empêcher la perturbation qui ne manquerait pas de se produire au sein du concentré en cours de dépôt, on a été amené à faire déboucher l'orifice dans un récipient qui forme vase communicant avec la cuve du pan. Les concentrés s'accumulent dans ce récipient, d'où ils sont enlevés à la main.

Le choix de la position à donner à l'extracteur de concentrés par rapport à l'alimentation constitue un problème important, car le concentré n'est pas de composition identique en tous les endroits du fond de la cuve. C'est dans le secteur de l'alimentation qu'il est le moins riche, ce qui prouve que celle-ci, comme on le conçoit aisément, agit en tant qu'élément perturbateur du point de vue de la concentration. L'expérience montre que l'en-

droit le plus favorable pour placer l'extracteur de concentrés se trouve à environ 250° de l'alimentation.

Quant à la sortie des « tailings », elle est constituée par une échancrure en forme de déversoir, pratiquée dans le bord de la virole intérieure de la cuve, échancrure dont on peut faire varier la profondeur par un jeu de lamelles de hauteurs différentes.

La sortie des tailings se trouve, comme la sortie des concentrés, à environ 250° de l'alimentation, et ce pour une raison analogue, bien qu'elle soit moins impérieuse, du fait que l'alimentation a moins de répercussion sur la composition de la couche stérile.

Nous avons vu que le pan était précédé d'un appareil d'élimination de gros éléments : le « trommel ».

Cet appareil est constitué d'une armature cylindrique rotative, montée sur un arbre moteur; une toile à mailles métalliques enveloppe l'armature, à laquelle elle est fixée, l'ouverture des mailles étant de 18 mm.

Le « trommel » est incliné de façon à permettre la progression des matières qui y sont introduites et dont le débourbage se poursuit sous l'action de l'eau.

Le « passé » 0 à 18 mm., dénommé aussi « puddle » ou « pâte », tombe dans le tablier du trommel et est entraîné vers le pan par un couloir d'admission.

Le « refus » +18 mm., ou « oversize » est évacué en dehors de l'installation, vers une table sur laquelle les gros éléments de cassitérite sont « piqués » à la main. En cette circonstance, c'est la difficulté de piquage qui a déterminé le choix de la dimension de ± 18 mm., car du point de vue du fonctionnement proprement dit du pan, on peut faire un choix différent et admettre dans le traitement des éléments de plus grandes dimensions. Cette ouverture de maille étant admise, il suffira, par mesure de précaution, de maintenir entre la base des couteaux et le fond plan de la cuve un espace légèrement plus grand que l'ouverture de la maille du tamis du trommel.

La capacité du pan est très variable. Liée aux conditions de rendement qu'il devra réaliser, cette capacité est fonction de différents facteurs, tels que :

- a) la composition du gravier;
- b) la régularité de l'alimentation et du soutirage des concentrés;
- c) les conditions de fonctionnement mécanique de l'appareil.

a) *La composition du gravier* importe particulièrement en raison de la nature de la « pâte », qui résulte de son débouillage et de son mélange avec l'eau au moment de son entrée dans le pan. En effet, on sait qu'une certaine quantité d'éléments fins et de matières argileuses liantes est nécessaire à la composition du mélange dense que l'on doit s'efforcer de réaliser dans le pan. Dans ces conditions, il importe de contrôler la composition du gravier à traiter et de suppléer le cas échéant à l'insuffisance d'argile par un appoint de gravier argileux ou par un supplément de terre argileuse.

Il va sans dire que, dans ces conditions, le rendement en capacité du pan diminuera, ce qui lui fera perdre une partie de son intérêt.

Le mélange des matières comportera toujours, ainsi que nous l'avons vu précédemment, un minimum de deux volumes d'eau pour un volume de gravier, et dès lors l'emploi d'eaux boueuses sera souvent possible. L'utilisation de l'eau en circuit fermé, après récupération par décantage sommaire des tailings, offre souvent l'avantage de réintroduire une certaine proportion de matières argileuses dans la pâte, tout en ne nécessitant qu'un appel nouveau de $1/2$ mètre cube d'eau par mètre cube de gravier à traiter.

b) *La régularité dans l'alimentation* ainsi que dans le soutirage des concentrés est, comme on le conçoit, un

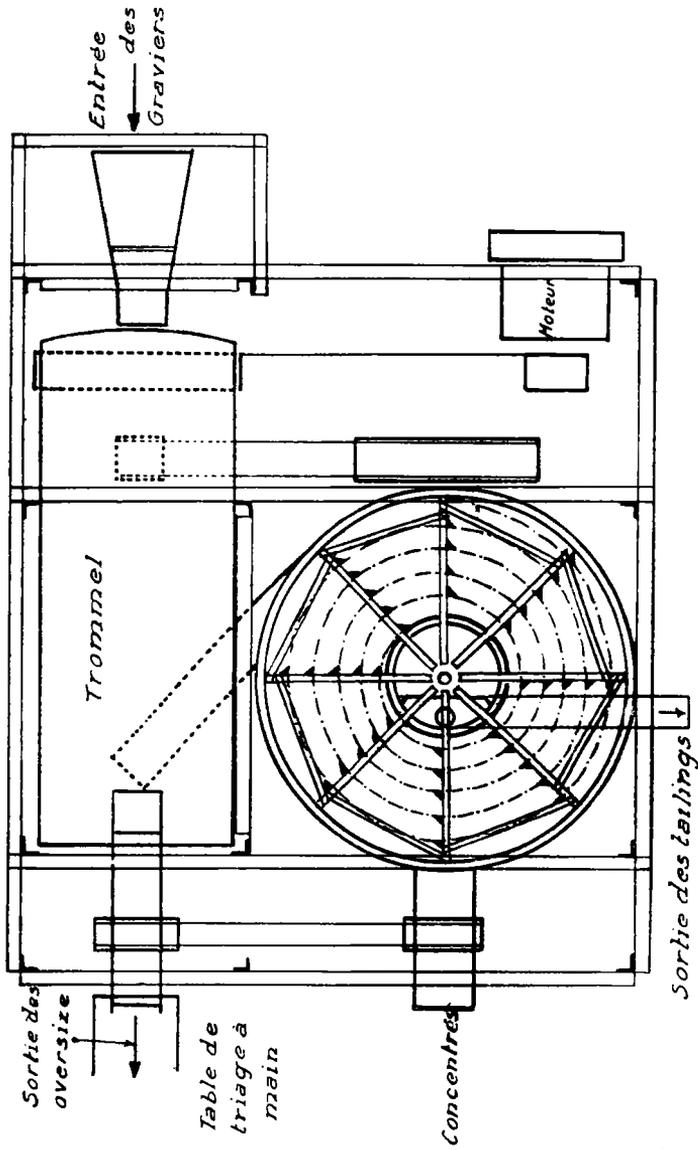


Fig. 28. — Disposition du « trommel » et du « pan » 5° en châssis
Commande mécanique.

facteur qui influe directement sur le rendement et la capacité du pan. Ce facteur est inhérent à l'organisation du chantier, et il convient de le contrôler par l'application de certaines méthodes d'exploitation et de dispositifs de traitement dont nous parlerons plus loin.

c) *Les conditions de fonctionnement mécanique* telles que le maintien :

- de l'horizontalité parfaite de la cuve,
- de l'écart entre la base des couteaux de pan et le fond de la cuve,
- de la forme profilée des couteaux,
- de leur disposition régulière dans la spirale qu'ils développent,
- de la régularité dans le mouvement giratoire qu'ils effectuent.

constituent, comme cela se conçoit, des facteurs essentiels de rendement et de capacité.

De telles conditions dépendent en ordre principal de la surveillance et de l'entretien du matériel, mais la régularité du traitement ne peut être parfaitement assurée que par l'emploi de la commande mécanique.

C'est ainsi que le pan actionné par moteur a complètement supplanté le pan à commande manuelle (fig. 29), qui, outre les inconvénients de l'irrégularité dans le traitement, nécessite une main-d'œuvre coûteuse.

Le pan et le trommel conjugués dans un châssis métallique représentent un ensemble homogène, qui offre de grandes facilités de déplacement (fig. 28).

Le moteur peut être fixé sur le châssis, mais cette disposition présente l'inconvénient de provoquer des vibrations, de sorte qu'en l'absence de certaines précautions, elle entraîne l'usure prématurée des pièces mécaniques. Aussi, préfère-t-on souvent ancrer le moteur sur une assise indépendante. Le moteur généralement employé est du type Diesel, pouvant développer 5 HP à 1.000 t./m..

à l'altitude de 1.200 m. ⁽¹⁾. La commande de la « laverie » se fait par courroies au moyen d'une transmission intermédiaire de renvoi avec poulies fixe et folle, faisant office de réducteur de vitesse.

En bref, il faut retenir qu'en réalisant ces trois conditions relatives à la composition du gravier, à la régularité de l'alimentation et à l'assurance de conditions rationnelles de fonctionnement mécanique, le pan permet d'atteindre un rendement en capacité de 3 mètres cubes de gravier par heure, avec un rapport de concentration de 10 à 1, sans que la perte en cassitérite excède 5 %. La consommation horaire en eau n'aura pas dépassé 5 mètres cubes, et la récupération de celle-ci pourra encore être envisagée.

On peut donc retenir que l'emploi du pan tel qu'il a été réalisé au Ruanda-Urundi a permis de mettre en valeur bon nombre de petits gîtes considérés au premier abord comme d'intérêt très aléatoire.

En outre, comme l'utilisation la plus favorable des laveries est celle qui exige la moindre consommation d'eau, ou, plus exactement, celle qui, pour une quantité d'eau déterminée et limitée, donne le plus grand volume lavé, il convient de compléter les techniques ingénieuses qui furent mises en œuvre par l'emploi combiné de plusieurs laveries, selon certaines dispositions, ci-dessous exposées :

Dispositif de traitement.

Les pans peuvent être placés l'un à la suite de l'autre, ou bien l'un à côté de l'autre. Dans le premier cas, à dénommer disposition « en série », l'eau qui a servi au premier appareil (2 l./sec.) passe ensuite au deuxième, puis au troisième; dans le second cas, à dénommer disposition « en parallèle », l'eau, pour être réutilisée, doit être pompée à nouveau au-dessus des pans.

(1) FONTAINAS, La force motrice pour les petites entreprises coloniales (*Mém. de l'Inst. Royal Col. Belge*, 1935).



FIG. 29. — « Pan » de 5 pieds, à commande manuelle.

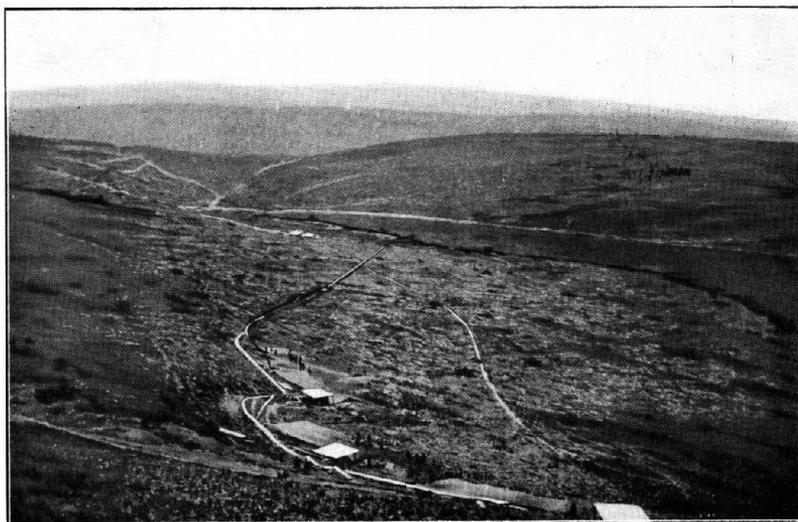


FIG. 30. — Disposition de 3 « pans » en série pour la réutilisation des eaux de traitement.

Pans en série.

Pour pouvoir réutiliser dans les suivants l'eau ayant traversé le premier pan, il s'agit, entre chaque appareil, d'éliminer d'abord le gravier et les sables qui sont mélangés à l'eau et de décanter partiellement celle-ci ensuite pour qu'une *trop grande* abondance de matières argileuses n'entrave pas la concentration dans le pan suivant.

On y arrive en déversant les tailings du premier pan dans une tranchée dont le fond est incliné. Si l'inclinaison est bien choisie, les tailings sont entraînés lentement vers l'extrémité opposée de la tranchée et s'accumulent dans le fond de celle-ci; l'eau se débourbe progressivement et, lorsque la cuve est remplie, l'eau de surface, suffisamment clarifiée, est conduite par un trop-plein vers le pan suivant. Le trop-plein doit nécessairement se trouver à l'endroit de la tranchée où l'eau est la plus décantée, c'est-à-dire à l'extrémité opposée à l'arrivée des tailings.

Si la tranchée a une capacité utile de 3 mètres cubes et si le pan lave 2,5 mètres cubes d'éluvion à l'heure, on peut calculer que la tranchée sera remplie en 24 minutes puisqu'il faut 5 mètres cubes d'eau pour laver cette quantité d'éluvion. C'est à ce moment que l'eau sera évacuée par le trop-plein vers le pan suivant. Après 75 minutes, la tranchée sera remplie de tailings. On évacue alors ceux-ci un peu avant ce laps de temps en ouvrant un clapet disposé au point le plus bas de la tranchée. Puis, on recommence l'opération de récupération d'eau.

En bref, on arrive à peu près au résultat suivant : l'eau est récupérée pendant un laps de temps de 45 minutes, auquel succède un laps de temps d'environ 30 minutes, nécessaire à la vidange, suivi du remplissage de la tranchée ou cuve de récupération.

Le rendement du procédé est donc de l'ordre de 60 % d'eau récupérée.

L'alimentation dans le cas où deux pans sont placés en série, est assurée comme suit :

La main-d'œuvre au chantier d'abatage est répartie de façon à extraire une moyenne de 5 mètres cubes d'éluvion à l'heure, soit à raison de 2,5 mètres cubes par appareil. Quant au gravier, il est entraîné par un courant d'eau suffisant pour que sa descente soit normale. Le mélange eau-gravier est déversé, au bas de la ligne de descente, dans un réservoir de distribution. La moitié du gravier plus la totalité de l'eau (*en théorie*) est dirigée vers le pan supérieur. L'autre moitié du gravier, avec le moins d'eau possible, est envoyée par une canalisation à forte pente vers le pan inférieur. A l'entrée du pan inférieur, le gravier est remélangé, soit avec de l'eau récupérée du pan supérieur, soit avec de l'eau fraîche. Chaque pan est d'ailleurs alimenté par une canalisation spéciale d'eau fraîche, qui permet de doser le mélange suivant la nécessité du moment.

On peut, de même, placer trois pans en série, mais c'est un maximum (fig. 20 et 30).

Pour pouvoir utiliser avec succès les tranchées de récupération d'eau, que nous avons décrites, il faut un gravier peu argileux, tel que celui d'éluvions dérivant de pegmatites stannifères.

Mais, avec des graviers très schisteux ou argileux, qui s'agglomèrent au fond de la tranchée de récupération et obstruent la sortie d'évacuation de celle-ci, l'automatisme de fonctionnement n'est plus assurée et la méthode perd de son intérêt.

Le grand avantage de la méthode que nous avons décrite est de ne requérir aucun matériel, sauf un clapet en fer. Il faut aussi une pente de terrain de plus de 25 %, pour les deux importantes raisons suivantes :

1° pouvoir grouper les appareils dans un espace restreint qui permette d'avoir l'ensemble bien en main :

2° pouvoir évacuer les tailings par pente naturelle, sans que ceux-ci obstruent les abords des laveries.

En conclusion, la disposition des pans en série permet une économie appréciable d'eau; mais elle n'est applicable que dans certains cas et nécessite, de la part de l'exploitant, une certaine expérience.

Dans les cas d'exploitation difficile par suite du manque d'eau ou du coût élevé de l'élévation de l'eau, cette méthode retiendra l'attention.

Pans rotatifs en parallèle.

Cette disposition des appareils est adoptée lorsque le gravier à laver est très argileux, la pente du terrain faible, l'espace réduit.

On peut arriver à placer quatre pans en parallèle sur une seule ligne de descente de gravier.

Un premier réservoir de distribution répartit la pâte moitié par moitié dans deux réservoirs sous-jacents qui alimentent directement les appareils deux à deux.

Le contrôle de la marche du lavoir est aisé et l'arrêt fortuit d'un appareil n'a pas de répercussion sensible sur la marche des autres.

Si l'on entend récupérer l'eau, le gros gravier des tailings devra être éliminé au trommel dont le passé sera recueilli dans un bassin. Sommairement décantée, l'eau est reprise par une pompe centrifuge spéciale, qui la renvoie dans les appareils, pompe qui devra être en acier très dur pour résister à l'usure produite par le passage des particules sableuses.

Lorsque l'eau est ainsi réutilisée, il suffit d'un apport nouveau d'eau fraîche inférieur à un 1/2 mètre cube pour laver un mètre cube de gravier.

2. TRAITEMENT PAR SLUICE.

Principes.

Il ne paraît pas nécessaire de développer le procédé d'utilisation du « sluice » au même titre que celui du pan. Toutefois, il convient de signaler les quelques particularités de son emploi propres au Ruanda-Urundi.

Tout d'abord, quelques considérations sur *le choix des matériaux de fabrication*.

Les sluices sont, en général, établis en ciment, en fer ou en bois.

Le ciment est utilisé dans tous les cas où il est possible de maintenir l'appareil à poste fixe pendant une longue durée. Aucun cas d'application n'est à signaler au Ruanda-Urundi.

Par contre, on a été amené à y utiliser très souvent le sluice métallique, parce que le bois, en général, y est rare et très coûteux.

Les largeurs habituelles des sluices métalliques sont de 0,40-0,60 et 0,80 m. (fig. 31). Ils sont constitués par des chenaux d'une seule pièce, dont la longueur est de 2,5 à 3 m. Ils ont 0,40 m. de hauteur et s'emboîtent télescopiquement, afin de faciliter le transport. L'épaisseur de la tôle est de 2,5 mm. Les riffles sont en bois et glissent dans des fers-cornière boulonnés à distance voulue. Ces caractéristiques, auxquelles on s'est arrêté après bien des essais, sont celles qui tiennent le mieux compte des conditions locales d'emploi, notamment : de la quantité d'eau, de la facilité de transport d'Europe en Afrique et de déplacements de mine à mine, de la mobilité, de la rigidité, de la légèreté et de l'égale répartition de l'usure par frottement et par déformation.

Ainsi conçu, le sluice métallique s'est avéré, contre toute attente, être d'un emploi plus économique que le sluice en bois. Le premier coûte plus cher, il est vrai, mais

peut durer deux années, tandis que le second est hors d'usage en moins de six mois. Le sluice métallique, de plus, a l'avantage de peser moins que le sluice en bois. Les pertes y sont plus réduites parce que les joints sont peu nombreux. Enfin, les chenaux peuvent servir à des usages multiples.

Pour ces raisons, on n'utilise le sluice en bois que lorsque ce matériau se trouve à pied-d'œuvre et qu'on n'est pas limité par le temps pour la mise en train de l'exploitation, car le débitage de planches et la confection des sluices en bois, dans les petits ateliers, prolonge notablement la période d'installation.

Les sluices sont généralement installés vers le fond des vallées, à certaine distance des chantiers d'abatage.

Quant aux manipulations des terres stannifères dans les sluices, on soulignera le fait qu'elles doivent arriver bien débourbées en tête de l'appareil, à moins qu'elles soient particulièrement argileuses. Il le faut pour que la concentration se fasse aisément et réduise les pertes au minimum, et ce d'autant plus que le minerai éluvial, étant en relation directe avec les têtes de filons desquelles il dérive, la fine cassitérite y est pratiquement inexistante. C'est ainsi que, dans beaucoup de cas, on a observé que le minerai ne renferme pas plus de 2 % de particules de cassitérites plus fines que 0,5 mm.

Aussi, les sluices peuvent-ils être aménagés en vue de traiter de gros volumes, sans risque de perte.

Habituellement, les éléments du sluice sont disposés en 3 ou 4 tronçons de 5 m. de longueur, placés entre des puisards dans lesquels les terres tombent avant d'être entraînées vers le tronçon suivant.

L'inclinaison des éléments, qui dépend naturellement de la composition du complexe à laver, est souvent voisine de 10 degrés.

Les riffles sont à hauteur variable, de façon à réduire

la fréquence des « clean-up ». On commence l'opération avec un riffle de 0,10 m. de hauteur, et l'on augmente cette hauteur par l'adjonction d'un second, voire d'un troisième riffle, au fur et à mesure que l'épaisseur du concentré augmente.

En général, la plus grande partie de la cassitérite est récupérée dans le tronçon et les puisards de tête.

Ainsi aménagé, en principe, le sluice est capable d'un bon rendement en quantité et en qualité.

On peut laver de 3 à 6 mètres cubes de terre en place, par heure, dans un sluice de 0,60 m. de largeur, avec une perte n'excédant pas 5 %.

Dispositifs de traitement.

On devra amener l'eau au-dessus de la plage en exploitation à raison de 3 litres par seconde, au moins, et ce pour pouvoir transporter les graviers depuis le chantier jusqu'au bas de la colline, c'est-à-dire, en un endroit où il est possible d'établir un canal d'amenée d'eau à grand débit, pour l'alimentation des sluices. Les sluices sont naturellement disposés en contre-bas de celui-ci.

Les sluices sont disposés en série ou en parallèle, suivant que la quantité d'eau est plus ou moins grande.

Sluices en série.

On place généralement deux appareils en série. Après la sortie du second appareil, l'eau est très boueuse et ne peut guère être utilisée dans un troisième appareil.

La récupération de l'eau entre chaque sluice se fait par le même procédé que pour les pans rotatifs, avec cette différence que les cuves de récupération doivent avoir un volume beaucoup plus grand, puisque la quantité de gravier et d'eau mise en jeu est plus importante et que, par conséquent, la dénivellation de terrain à partir de laquelle l'installation est possible doit être légèrement



FIG. 31. — Type de « sluices » métalliques en activité. Alimentation par chenaux métalliques.

plus forte que pour les pans. A cette différence près, les conditions d'emploi sont les mêmes.

Les « clean-up » doivent être fréquents et, pour être bien faits, exigent soin et temps, ce qui a pour effet de réduire considérablement le volume théorique lavable par l'appareil.

Aussi, en certaines exploitations, s'est-on attaché à augmenter la capacité des sluices, en augmentant la hauteur des « riffles » au fur et à mesure que se constituent les concentrés, ce dans le but de réduire le nombre des « clean-up » et partant de réduire les temps d'arrêt.

Cependant, l'irrégularité de la teneur, due généralement à la présence de poches riches, peu étendues mais fréquentes, ainsi que d'autres causes de perturbation dans le bon fonctionnement des sluices, ont incité à multiplier les « clean-up », et à en faire deux par jour bien que les temps d'arrêt qui en résultent soient préjudiciables à la bonne marche du chantier.

C'est pour y remédier que l'on place trois sluices en triangle, pouvant fonctionner en série, deux à deux, sur le circuit d'eau. Pendant que deux sluices sont en fonctionnement, on fait le clean-up du troisième, puis on change le circuit afin de faire le clean-up dans l'un des deux autres, et ainsi de suite.

Avec semblable disposition, on arrive à laver 120 mètres cubes par poste dans un groupe de trois sluices de 0,60 m., sans perte anormale.

Sluices en parallèle.

Cette disposition n'appelle aucun commentaire spécial.

Conclusions.

De cet exposé, il résulte que le sluice est toujours d'un emploi plus économique que le pan rotatif.

En effet, une unité pan-trommel à moteur, rendue sur place et installée, est d'un prix de revient qui avoisine les

40.000 francs, tandis que le sluice ne coûte guère que 4.000 francs. Le premier entraîne, de plus, des frais de consommation et d'entretien. Toutefois, il faut remarquer, à sa décharge, qu'il a une plus longue durée de service et qu'il exige, généralement, des frais de travaux préparatoires bien moins élevés.

Par contre, le pan rotatif est le seul appareil d'utilisation possible dans tous les cas où il y a pénurie d'eau.

3. TRAITEMENT PAR COMBINAISON DES PANS ET SLUICES.

Certains gîtes offrent des conditions d'amenée d'eau qui justifient un emploi combiné du pan et du sluice. Le choix du dispositif à adopter résultera des circonstances et découlera des méthodes décrites pour chacun des appareils séparément.

4. FINISSAGE.

Les procédés employés pour enrichir les concentrés sont d'usage courant.

Un premier redressement de la teneur des concentrés des sluices est obtenue dans des petits sluices à faible courant d'eau, tandis que les concentrés des pans sont enrichis dans des « jopling jigs », munis de tamis de 30 mesh par pouce.

Les concentrés qui en dérivent sont classés à la main, par volumes, dans des tamis oscillants, dénommés « rocking screens ».

Les « mixtes » sont ensuite repassés au « jopling jig » par catégorie.

Les gros éléments, refusés par le « rocking screen », sont concassés à la masse et reclassés.

Le passé 30 mesh est traité au finisseur Willoughby ou dans une cuve où la concentration est basée sur le même principe.

En bref, le principe de classement des premiers types de ces appareils était le suivant :

Le concentré à enrichir est placé dans une cuve au-dessus d'un lit filtrant enfermé entre deux tamis en fils de cuivre à mailles serrées. Un jet d'eau ascendant est admis dans l'appareil, s'épanouit au travers du lit filtrant et soulève légèrement les éléments du concentré; les éléments lourds de cassitérite se fraient un passage vers le bas et descendent progressivement entre les interstices de la masse, tandis que les éléments légers sont entraînés vers le haut. Lorsque la cuve est pleine d'eau, on ferme l'admission et l'on ouvre une vanne de vidange également placée au bas de la cuve. Il se produit alors un courant descendant qui accentue le classement élaboré par le courant ascendant. L'opération est recommencée un certain nombre de fois. La couche supérieure stérile est alors enlevée, la couche médiane à demi enrichie est stockée afin d'être retraitée et améliorée ultérieurement, tandis que la couche inférieure est bonne à être séchée et expédiée.

La teneur finale moyenne du minerai est de 75 % d'étain pour les éluvions dérivant de filons quartzeux et de 71,5 à 72 % pour les éluvions dérivant de la pegmatite. On a, en plus, un déchet d'environ 0,1 à 0,2 % de la production, constitué par des fines dont la teneur ne peut être améliorée au delà de 65 à 67 % d'étain.

V. — EXPLOITATION DES GÎTES ALLUVIONNAIRES.

Comme il l'a été exposé au début de cette étude, ce furent d'abord les gîtes filoniens du Ruanda-Urundi qui furent reconnus; ce n'est qu'ensuite que l'on acquit la connaissance des gîtes éluviaux et des gîtes *de type alluvial* proprement dits.

Actuellement, les gîtes de ce dernier type entrent en proportion importante dans la réserve totale connue. Il convient donc d'examiner le mode d'exploitation qui leur est propre.

Les gîtes alluviaux du Ruanda-Urundi sont de deux types, selon qu'ils sont situés le long de rivières à régime permanent, ou selon qu'ils sont disposés dans des vallées sèches ou le long de ruisseaux à régime intermittent.

Les premiers sont de mise en valeur aisée, et la technique de celle-ci est classique.

Les seconds sont particuliers au Ruanda. Leur localisation les rend jusqu'à un certain point assimilables aux gîtes éluviaux de montagne; certains nécessitent, en effet, des mesures similaires de captage d'eau et de refoulement de celle-ci jusqu'au niveau des gisements.

L'extraction pose des cas d'espèce, pour lesquels le problème consiste à chercher le moyen de travailler de façon continue. Pour ce faire, on accumule en période de pluies le plus grand volume d'eau possible dans un barrage-bassin de la vallée la plus proche.

L'emplacement de ce bassin-barrage est choisi pour pouvoir disposer de l'eau avec le minimum de frais.

Des soins particuliers sont apportés à l'installation du barrage, dont l'étanchéité est une des conditions primordiales de succès pour l'entreprise.

L'élévation de l'eau lorsqu'elle est nécessaire, est assurée par groupes moteurs Benz-pompes, disposés en série et localisés dans la colonne, selon la hauteur de refoulement de chaque groupe.

Le débit obtenu au sommet du gîte : 2,5 l./sec., est suffisant pour conduire le gravier vers les installations de traitement situées en contre-bas.

Il est en Ruanda, quelques gisements de terrasse bien situés au point de vue disponibilités d'eau. Une application de l'abatage hydraulique a pu y être assurée selon les normes habituelles.

VI. — PRINCIPES DIRECTEURS DES EXPLOITATIONS.

Quelque particulières, qu'aient été ou soient encore, aux points de vue économique et technique, les méthodes d'exploitation des gîtes minéralisés du Ruanda-Urundi, il apparaît bien qu'elles s'imposaient.

Dans une étude récente et très opportune, M. van Esbroeck (1) rappelle, en effet, le postulat que M. Poutchianian posa en matière de mécanisation minière et qu'il extériorisa par l'inégalité :

$$\Delta_1\varphi < \pi\Delta H$$

et en laquelle,

$\Delta_1\varphi$ = l'accroissement de frais fixes par an entraîné par la mécanisation, en vue d'une production donnée.

π = dépenses directes en francs par travailleur-an.

ΔH = l'accroissement de l'effectif destiné à réaliser la même production sans mécanisation.

Cette inégalité signifie que : « Les charges afférant à la mécanisation doivent être inférieures au supplément de frais nécessaires pour atteindre la même production en augmentant les effectifs. »

Ce principe, très souvent perdu de vue, montre avec quelle circonspection il convient de s'engager dans la voie de la mécanisation et justifie pleinement la doctrine de petite et prudente mécanisation arrêtée en Ruanda-Urundi.

En ce qui concerne la politique des teneurs d'exploitation, elle y fut celle de toutes entreprises minières en pays neufs, à savoir, qu'au début sont exploitées, en ordre principal, les réserves à fortes teneurs. Il importe, en effet,

(1) G. VAN ESBRÖECK, *Éléments d'économie minière (Bull. de la Soc. roy. belge des Ingénieurs et Industriels)*, n° 9, 1938.

pendant la période d'entraînement d'une main-d'œuvre fruste et primitive et de jeunes cadres européens, période suivant celle d'immobilisations préliminaires toujours importantes en recherches, de trouver, sans trop grands délais, des disponibilités pour la poursuite des travaux.

Par la suite, l'exploitation tendit à une adaptation des teneurs moyennes d'extractions, à la teneur moyenne des réserves.

VII. — LES MINES ET L'ÉCONOMIE GÉNÉRALE DES TERRITOIRES SOUS MANDAT BELGE.

Ainsi orientée, pour l'extraction tant de la cassitérite que de l'or, l'activité minière en Ruanda-Urundi tire un parti maximum de ressources locales somme toute réduites. Elle peut ainsi procurer du travail à une population, de densité si exceptionnelle pour l'Afrique centrale, qu'elle ne pouvait trouver tous ses moyens d'existence dans son seul habitat coutumier. En effet, les transactions avec l'extérieur, tant de bétail, de peaux, que de quelques produits de cultures vivrières, avaient, jusqu'il y a une dizaine d'années, trop peu d'importance pour faire entrer dans l'économie locale des capitaux indispensables au relèvement du niveau de vie des indigènes.

C'est ainsi qu'il se produisait chaque année des migrations massives d'indigènes, tant du Ruanda que de l'Urundi, vers les contrées voisines, l'Uganda et le Bukoba notamment, et même le Kenya, afin de chercher occupation, possibilité de vie, et, soit économies à constituer pour les émigrés eux-mêmes et les leurs restés aux villages d'origine, soit, enfin, moyens de parer aux exigences fiscales.

D'autre part, l'absence totale de voies de communications interrégionales et, par conséquent, de possibilités de

transport, empêchaient, aux époques de famine, l'aide des régions favorisées aux secteurs atteints.

Les travaux d'exploitation entraînèrent l'établissement d'un réseau de pistes, puis de routes carrossables. Il s'imposait, en effet, d'assurer un accès aux chantiers et également de susciter et développer un trafic local de produits vivriers, ainsi que de créer les marchés indigènes indispensables au ravitaillement des travailleurs miniers.

Le recrutement de ces derniers fut, au début, assez difficile, malgré l'importance de la population, car cette dernière était restée très fruste et montrait quelque méfiance envers les Européens. Mais, petit à petit, des indigènes plus hardis se présentèrent au travail, attirés par les salaires et les services de ravitaillement qui s'organisaient. C'est ainsi que des noyaux de travailleurs purent se former.

Selon le rapport officiel de 1928, sur l'administration du Ruanda-Urundi, les diverses activités locales utilisaient à l'époque 19.000 hommes, dont 1.300 seulement pour les travaux miniers. Moins de dix années après, ces chiffres étaient respectivement de 55.000 et de 14.000.

Durant plusieurs années, il demeura impossible de maintenir les ouvriers au travail pendant une durée suffisante pour en obtenir une efficacité raisonnable; ils n'entendaient point, en effet, abandonner leurs habitudes et milieux pour un temps prolongé.

Bien que s'étant améliorée progressivement, la situation était encore telle, au début de 1937, que les organismes miniers devaient, pour s'assurer leurs effectifs, avoir de vastes possibilités de recrutement aux fins de parer au roulement incessant causé par les départs et les rentrées de leurs travailleurs.

D'autre part, par suite d'une minéralisation spécialement disséminée, les exploitations comportaient forcément de nombreux sièges, entraînant la création de mul-

tiples bases de recrutement. Celles-ci, formant centres de contact avec les indigènes, eurent incontestablement une influence heureuse sur une population portée, comme signalé ci-dessus, à émigrer sans mesure vers des milieux agricoles indigènes extérieurs, où elle trouvait souvent d'insuffisantes conditions de vie.

Depuis, des besoins croissants de main-d'œuvre pour toutes les activités régulières, tant locales que voisines du Ruanda-Urundi, qui allèrent en 1937 de 105.000 à 110.000 hommes, incitèrent les Autorités à policer sévèrement les appels au travail faits à la population.

En premier lieu, l'Administration imposa des engagements à contrat aux employeurs locaux, mesure qui devait stabiliser les effectifs, réduire le roulement des embauchages, et partant, créer des disponibilités en main-d'œuvre pour des entreprises agricoles et minières, nouvelles ou en développement, mais offrant des garanties de mieux-être pour les indigènes.

D'un autre côté, les autorités locales estimèrent devoir appliquer la réglementation congolaise du travail industriel et ce, notamment, en matière de logement, de rationnement, services médicaux, consultations sanitaires, etc.

Entre-temps s'était constituée une organisation médicale minière qui étendit son influence, non seulement sur la population des centres miniers, mais aussi sur celle des régions qui les entourent dans un rayon important.

Toutes ces mesures devaient inévitablement avoir leur répercussion sur les prix de revient des produits d'extraction et, partant, réduire d'un pourcentage non négligeable les réserves découvertes en rendant une partie de celles-ci d'un intérêt économique aléatoire. Quoiqu'il en soit, se rendant compte que l'ère minière des territoires sous mandat ne sera pas longue, l'Administration a jeté, il y a quelques années, les bases d'une politique agricole qui a déjà d'heureuses conséquences.

La politique agricole arrêtée il y a quelques années par les Autorités est donc de principe doublement heureux. Il convient, cependant, de remarquer que la réalisation de cette politique eut été difficile sans l'instauration de denses réseaux de routes, dont les premières, ainsi que de nombreuses extensions à celles-ci, furent dues aux entreprises extractives.

Malgré son importance toute relative, l'activité minière a donc joué et joue dans les territoires sous mandat belge un rôle civilisateur indiscutable, comme il est d'ailleurs classique dans l'évolution des régions neuves.

Nous tenons à remercier M. Ansotte, Ingénieur civil des Mines, des notes et photographies qu'il nous a communiquées pour l'élaboration du présent travail.

TABLE DES MATIÈRES.

I. GÉNÉRALITÉS	3
II. LES GITES STANNIFÈRES..	7
III. EXPLOITATION DES GITES PRIMAIRES.	12
a) Exploitation des veines de quartz stannifère... ..	13
b) Exploitation des pegmatites stannifères	15
c) La préparation du minerai..	18
IV. EXPLOITATION DES GITES ELUVIONNAIRES	18
a) Le problème de l'ouverture des chantiers... ..	18
b) Le refoulement de l'eau	26
c) L'abatage	28
d) Le transport du gravier	29
e) Le traitement du minerai	33
1. Traitement par pans	33
Principes	33
Dispositifs de traitement... ..	42
Pans en série... ..	43
Pans rotatifs en parallèle	45
2. Traitement par sluices	46
Principes	46
Dispositifs de traitement... ..	48
Sluices en série	48
Sluices en parallèle	49
Conclusions	49
3. Traitement par combinaison des pans et sluices... ..	50
4. Finissage	50
V. EXPLOITATION DES GITES ALLUVIONNAIRES	51
VI. PRINCIPES DIRECTEURS DES EXPLOITATIONS	53
VII. LES MINES ET L'ÉCONOMIE GÉNÉRALE DES TERRITOIRES SOUS MANDAT BELGE	54

LISTE DES MÉMOIRES PUBLIÉS

COLLECTION IN-8°

SECTION DES SCIENCES MORALES ET POLITIQUES

Tome I.

PAGÈS, le R. P., *Au Ruanda, sur les bords du lac Kivu (Congo Belge). Un royaume hamite au centre de l'Afrique* (703 pages, 29 planches, 1 carte, 1933) . . . fr. 125 »

Tome II.

LAMAN, K.-E., *Dictionnaire kikongo-français* (xciv-1183 pages, 1 carte, 1936) . . . fr. 300 »

Tome III.

1. PLANCQUAERT, le R. P. M., *Les Jaga et les Bayaka du Kwango* (184 pages, 18 planches, 1 carte, 1932) . . . fr. 45 »
2. LOUWERS, O., *Le problème financier et le problème économique au Congo Belge en 1932* (69 pages, 1933) . . . fr. 12 »
3. MOTTOULLE, le Dr L., *Contribution à l'étude du déterminisme fonctionnel de l'industrie dans l'éducation de l'indigène congolais* (48 pages, 16 planches, 1934) . . . fr. 30 »

Tome IV.

- MERTENS, le R. P. J., *Les Ba dzing de la Kamtsha :*
1. Première partie : *Ethnographie* (381 pages, 3 cartes, 42 figures, 10 planches, 1935) . . . fr. 60 »
 2. Deuxième partie : *Grammaire de l'Idzing de la Kamtsha* (xxxv-388 pages, 1938) . . . fr. 115 »

Tome V.

1. VAN REETH, de E. P., *De Rol van den moederlijken oom in de inlandsche familie* (Verhandeling bekroond in den jaarlijkschen Wedstrijd voor 1935) (35 bl., 1935) . . . fr. 5 »
2. LOUWERS, O., *Le problème colonial du point de vue international* (130 pages, 1936) . . . fr. 20 »
3. BITTREMIEUX, le R. P. L., *La Société secrète des Bakhimba au Mayombe* (327 pages, 1 carte, 8 planches, 1936) . . . fr. 55 »

Tome VI.

MOELLER, A., *Les grandes lignes des migrations des Bantous de la Province Orientale du Congo belge* (578 pages, 2 cartes, 6 planches, 1936) . . . fr. 100 »

Tome VII.

1. STRUYF, le R. P. L., *Les Bakongo dans leurs légendes* (280 pages, 1936) . . . fr. 55 »
2. LOTAR, le R. P. L., *La grande chronique de l'Ubangi* (99 pages, 1 figure, 1937) . . . fr. 15 »
3. VAN CAENEGHEM, de E. P. R., *Studie over de gewoontelijke strafbepalingen tegen het overspel bij de Baluba en Ba Lubua van Kasai* (Verhandeling welke in den Jaarlijkschen Wedstrijd voor 1937, den tweeden prijs bekomen heeft) (56 bl., 1938) . . . fr. 10 »
4. HULSTAERT, le R. P. G., *Les sanctions coutumières contre l'adultère chez les Nkundó* (mémoire couronné au concours annuel de 1937) (53 pages, 1938) . . . fr. 10 »

Tome VIII.

HULSTAERT, le R. P. G., *Le mariage des Nkundó* (520 pages, 1 carte, 1938) . . . fr. 100 »

Tome IX.

1. VAN WING, le R. P. J., *Etudes Bakongo. — II. Religion et Magie* (301 pages, 2 figures, 1 carte, 8 planches, 1938) . . . fr. 60 »

SECTION DES SCIENCES NATURELLES ET MÉDICALES

Tome I.

1. ROBYNS, W., *La colonisation végétale des laves récentes du volcan Rumoka (laves de Kateruzi)* (33 pages, 10 planches, 1 carte, 1932) . . . fr. 15 »
2. DUROIS, le Dr A., *La lèpre dans la région de Wamba-Pawa (Uele-Nepoko)* (87 pages, 1932) . . . fr. 13 »
3. LEPLAE, E., *La crise agricole coloniale et les phases du développement de l'agriculture dans le Congo central* (31 pages, 1932) . . . fr. 5 »
4. DE WILDEMAN, E., *Le port suffrutescent de certains végétaux tropicaux dépend de facteurs de l'ambiance!* (51 pages, 2 planches, 1933) . . . fr. 10 »
5. ADRIAENS, L., CASTAGNE, E. et VLASSOV, S., *Contribution à l'étude histologique et chimique du Sterculia Bequaerti De Wild.* (112 pages, 2 planches, 28 fig., 1933) . . . fr. 24 »
6. VAN NITSEN, le Dr R., *L'hygiène des travailleurs noirs dans les camps industriels du Haut-Katanga* (248 pages, 4 planches, carte et diagrammes, 1933) . . . fr. 45 »
7. STEYAERT, R. et VRYDAGH, J., *Etude sur une maladie grave du colonnier provoquée par les piqûres d'Helopeltis* (55 pages, 32 figures, 1933) . . . fr. 20 »
8. DELEVOY, G., *Contribution à l'étude de la végétation forestière de la vallée de la Lukuga (Katanga septentrional)* (124 pages, 5 planches, 2 diagr., 1 carte, 1933) . . . fr. 40 »

Tome II.

1. HAUMAN, L., <i>Les Lobelia géants des montagnes du Congo belge</i> (52 pages, 6 figures, 7 planches, 1934)	15 "
2. DE WILDEMAN, E., <i>Remarques à propos de la forêt équatoriale congolaise</i> (120 p., 3 cartes hors texte, 1934)	26 "
3. HENRY, G., <i>Etude géologique et recherches minières dans la contrée située entre Ponthierville et le lac Kivu</i> (51 pages, 6 figures, 3 planches, 1934)	16 "
4. DE WILDEMAN, E., <i>Documents pour l'étude de l'alimentation végétale de l'indigène du Congo belge</i> (264 pages, 1934)	35 "
5. POLINARD, E., <i>Constitution géologique de l'Entre-Lulua-Bushimale, du 7° au 8° parallèle</i> (74 pages, 6 planches, 2 cartes, 1934)	22 "

Tome III.

1. LEBRUN, J., <i>Les espèces congolaises du genre Ficus L.</i> (79 pages, 4 figures, 1934)	12 "
2. SCHWETZ, le Dr J., <i>Contribution à l'étude endémiologique de la malaria dans la forêt et dans la savane du Congo oriental</i> (45 pages, 1 carte, 1934)	8 "
3. DE WILDEMAN, E., TROLLI, GREGOIRE et OROLOVITCH, <i>A propos de médicaments indigènes congolais</i> (127 pages, 1935)	17 "
4. DELEVOY, G. et ROBERT, M., <i>Le milieu physique du Centre africain méridional et la phytogéographie</i> (104 pages, 2 cartes, 1935)	16 "
5. LEPLAE, E., <i>Les plantations de café au Congo belge. — Leur histoire (1881-1935). — Leur importance actuelle</i> (248 pages, 12 planches, 1936)	40 "

Tome IV.

1. JADIN, le Dr J., <i>Les groupes sanguins des Pygmées</i> (Mémoire couronné au Concours annuel de 1935) (26 pages, 1935)	5 "
2. JULIEN, le Dr P., <i>Bloedgroeponderzoek der Efé-pygmeeën en der omliggende Negerstammen</i> (Verhandeling welke in den jaarlijkschen Wedstrijd voor 1935 eene eervolle vermelding verwierf) (32 bl., 1935)	6 "
3. VLASSOV, S., <i>Espèces alimentaires du genre Artocarpus. — 1. L'Artocarpus integrifolia L. ou le Jacquier</i> (80 pages, 10 planches, 1936)	18 "
4. DE WILDEMAN, E., <i>Remarques à propos de formes du genre Urugoga L. (Rubiaceées). — Afrique occidentale et centrale</i> (188 pages, 1936)	27 "
5. DE WILDEMAN, E., <i>Contributions à l'étude des espèces du genre Uapaga BAHL. (Euphorbiacées)</i> (192 pages, 43 figures, 5 planches, 1936)	35 "

Tome V.

1. DE WILDEMAN, E., <i>Sur la distribution des saponines dans le règne végétal</i> (94 pages, 1936)	16 "
2. ZAHLBRUCKNER, A. et HAUMAN, L., <i>Les lichens des hautes altitudes au Ruwenzori</i> (31 pages, 5 planches, 1936)	10 "
3. DE WILDEMAN, E., <i>A propos de plantes contre la lèpre (Crinum sp. Amaryllidacées)</i> (58 pages, 1937)	10 "
4. HISSETTE, le Dr J., <i>Onchocercose oculaire</i> (120 pages, 5 planches, 1937)	25 "
5. DUREN, le Dr A., <i>Un essai d'étude d'ensemble du paludisme au Congo belge</i> (86 pages, 4 figures, 2 planches, 1937)	16 "
6. STANER, P. et BOUTIQUE, R., <i>Matériaux pour les plantes médicinales indigènes du Congo belge</i> (228 pages, 17 figures, 1937)	40 "

Tome VI.

1. BURGEON, L., <i>Liste des Coléoptères récoltés au cours de la mission belge au Ruwenzori</i> (140 pages, 1937)	25 "
2. LEPERSONNE, J., <i>Les terrasses du fleuve Congo au Stanley-Pool et leurs relations avec celles d'autres régions de la cuvette congolaise</i> (68 pages, 6 figures, 1937)	12 "
3. CASTAGNE, E., <i>Contribution à l'étude chimique des légumineuses insecticides du Congo belge</i> (Mémoire couronné au Concours annuel de 1937) (102 pages, 2 figures, 9 planches, 1938)	45 "
4. DE WILDEMAN, E., <i>Sur des plantes médicinales ou utiles du Mayumba (Congo belge), d'après des notes du R. P. WELLENS † (1891-1924)</i> (97 pages, 1938)	17 "
5. ADRIAENS, L., <i>Le Ricin au Congo belge — Etude chimique des graines, des huiles et des sous-produits</i> (206 pages, 11 diagrammes, 12 planches, 1 carte, 1938)	60 "

Tome VII.

1. SCHWETZ, le Dr J., <i>Recherches sur le paludisme endémique du Bas-Congo et du Kwango</i> (164 pages, 1 croquis, 1938)	28 "
2. DE WILDEMAN, E., <i>D'oscerea alimentaires et toxiques</i> (morphologie et biologie) (262 pages, 1938)	45 "

Tome VIII.

1. MICHOT, P., <i>Etude pétrographique et géologique du Ruwenzori septentrional</i> (271 pages, 17 figures, 48 planches, 2 cartes, 1938)	85 "
2. J. BOUCKAERT, H. CASIER et J. JADIN, <i>Contribution à l'étude du métabolisme du calcium et du phosphore chez les indigènes de l'Afrique centrale</i> (Mémoire couronné au Concours annuel de 1938) (25 pages, 1938)	6 "

COLLECTION IN-8° (suite)

SECTION DES SCIENCES TECHNIQUES

Tome I.

- | | |
|---|------|
| 1. FONTAINAS, P., <i>La force motrice pour les petites entreprises coloniales</i> (188 p., 1935) | 19 » |
| 2. HELLINCKX, L., <i>Études sur le Copal-Congo</i> (Mémoire couronné au Concours annuel de 1935) (64 pages, 7 figures, 1935). | 11 » |
| 3. DEVROFY, F., <i>Le problème de la Lukuga, exutoire du lac Tanganika</i> (130 pages, 14 figures, 1 planche, 1938) | 30 » |
| 4. FONTAINAS, P., <i>Les exploitations minières de haute montagne au Ruanda-Urundi</i> (59 pages, 31 figures, 1938) | 18 » |

COLLECTION IN-4°

SECTION DES SCIENCES MORALES ET POLITIQUES

Tome I.

- | | |
|--|-------|
| SCHEBESTA (le R. P. P.), <i>Die Bambuti-Pygmaën vom Ituri</i> (1 frontispice, I-XVIII+ 1-440 pages, 16 figures, 11 diagrammes, 32 planches, 1 carte, 1938) | 250 » |
|--|-------|

SECTION DES SCIENCES NATURELLES ET MÉDICALES

Tome I.

- | | |
|---|------|
| 1. ROBYNS, W., <i>Les espèces congolaises du genre Digitaria Hall</i> (52 p., 6 pl., 1931). fr. | 20 » |
| 2. VANDERYST, le R. P. H., <i>Les roches oolithiques du système schisto-calcaireux dans le Congo occidental</i> (70 pages, 10 figures, 1932) | 20 » |
| 3. VANDERYST, le R. P. H., <i>Introduction à la phytogéographie agrostologique de la province Congo-Kasai. (Les formations et associations)</i> (154 pages, 1932) | 32 » |
| 4. SCAËTTA, H., <i>Les famines périodiques dans le Ruanda. — Contribution à l'étude des aspects biologiques du phénomène</i> (42 pages, 1 carte, 12 diagrammes, 10 planches, 1932). | 26 » |
| 5. FONTAINAS, P. et ANSOTTE, M., <i>Perspectives minières de la région comprise entre le Nil, le lac Victoria et la frontière orientale du Congo belge</i> (27 p., 2 cartes, 1932). | 10 » |
| 6. ROBYNS, W., <i>Les espèces congolaises du genre Panicum L.</i> (80 pages, 5 planches, 1932) | 25 » |
| 7. VANDERYST, le R. P. H., <i>Introduction générale à l'étude agronomique du Haut-Kasai. Les domaines, districts, régions et sous-régions géo-agronomiques du Vicariat apostolique du Haut-Kasai</i> (82 pages, 12 figures, 1933) | 25 » |

Tome II.

- | | |
|---|--------|
| 1. THOREAU, J. et DU TRIEU DE TERDONCK, R., <i>Le gîte d'uranium de Shinkolobwe-Kasolo (Katanga)</i> (70 pages, 17 planches, 1933) | 50 fr. |
| 2. SCAËTTA, H., <i>Les précipitations dans le bassin du Kivu et dans les zones limitrophes du fossé tectonique (Afrique centrale équatoriale). — Communication préliminaire</i> (108 pages, 28 figures, cartes, plans et croquis, 16 diagrammes, 10 planches, 1933) | 60 » |
| 3. VANDERYST, le R. P. H., <i>L'élevage extensif du gros bétail par les Bampombos et Baholos du Congo portugais</i> (50 pages, 5 figures, 1933) | 14 » |
| 4. POLINARD, E., <i>Le socle ancien inférieur à la série schisto-calcaire du Bas-Congo. Son étude le long du chemin de fer de Matadi à Léopoldville</i> (116 pages, 7 figures, 8 planches, 1 carte, 1934). | 40 » |

Tome III.

- | | |
|---|-------|
| SCAËTTA, H., <i>Le climat écologique de la dorsale Congo-Nil</i> (335 pages, 61 diagrammes, 20 planches, 1 carte, 1934) | 100 » |
|---|-------|

Tome IV.

- | | |
|--|------|
| 1. POLINARD, E., <i>La géographie physique de la région du Lubilash, de la Bushimate et de la Lubi vers le 6° parallèle Sud</i> (38 pages, 9 figures, 4 planches, 2 cartes, 1935) | 25 » |
| 2. POLINARD, E., <i>Contribution à l'étude des roches éruptives et des schistes cristallins de la région de Bondo</i> (42 pages, 1 carte, 2 planches, 1935). | 15 » |
| 3. POLINARD, E., <i>Constitution géologique et pétrographique des bassins de la Kotto et du M'Bari, dans la région de Bria-Yalinga (Oubangui-Chari)</i> (160 pages, 21 figures, 3 cartes, 13 planches, 1935) | 60 » |

Tome V.

1. ROBYNS, W., *Contribution à l'étude des formations herbeuses du district forestier central du Congo belge* (151 pages, 3 figures, 2 cartes, 13 planches, 1936). 60 »
 2. SCAËTTA, H., *La genèse climatique des sols montagnards de l'Afrique centrale. — Les formations végétales qui en caractérisent les stades de dégradation* (351 pages, 10 planches, 1937) 115 »

Tome VI.

1. GYSIN, M., *Recherches géologiques et pétrographiques dans le Katanga méridional* (259 pages, 4 figures, 1 carte, 4 planches, 1937) 65 »

SECTION DES SCIENCES TECHNIQUES

Tome I.

1. MAURY, J., *Triangulation du Katanga* (140 pages, fig., 1930) 25 »
 2. ANTHOINE, R., *Traitement des minerais aurifères d'origine filonienne aux mines d'or de Kilo-Moto* (163 pages, 63 croquis, 12 planches, 1933) 50 »
 3. MAURY, J., *Triangulation du Congo oriental* (177 pages, 4 fig., 3 planches, 1934). 50 »

Tome II.

1. ANTHOINE, R., *L'amalgamation des minerais à or libre à basse teneur de la mine du mont Tsi* (29 pages, 2 figures, 2 planches, 1936) 10 »
 2. MOLLE, A., *Observations magnétiques faites à Elisabethville (Congo belge) pendant l'année internationale polaire* (120 pages, 16 figures, 3 planches, 1936). 45 »
 3. DEHALU, M., et PAUWEN, L., *Laboratoire de photogrammétrie de l'Université de Liège. Description, théorie et usage des appareils de prises de vues, du stéréoplanigraphe C_s et de l'Aéromultiplex Zeiss* (80 pages, 40 fig., 2 planches, 1938) 20 »

Sous presse.

- J. LERRUN, *Recherches morphologiques et systématiques sur les caféiers du Congo* (in-8°).
 E. LEPLAE, *Le palmier à huile en Afrique, son exploitation au Congo belge et en Extrême-Orient* (in-8°).
 MERTENS, le R. P. J., *Les chefs couronnés chez les Ba Koongo. Etude de régime successoral* (in-8°).
 R. TONNEAU et J. CHARPENTIER, *Etude de la récupération de l'or et des sables noirs d'un gravier alluvionnaire* (in-4°).
 E. DEVROEY, *Le réseau routier au Congo belge et au Ruanda-Urundi* (in-8°).
 L. VAN DEN BERGHE, *Les schistosomes et les schistosomoses au Congo belge et dans les territoires du Ruanda-Urundi* (in-8°).
 L. ADRIAENS, *Contribution à l'étude chimique de quelques gommés du Congo belge* (in-8°).

BULLETIN DE L'INSTITUT ROYAL COLONIAL BELGE

	Belgique.	Congo belge.	Union postale universelle.
Abonnement annuel.	fr. 60.—	fr. 70.—	fr. 75. (15 Belgas)
Prix par fascicule	fr. 25.—	fr. 30.—	fr. 30.— (6 Belgas)

Tome I (1929-1930)	608 pages	Tome V (1934)	738 pages
Tome II (1931)	694 »	Tome VI (1935)	765 »
Tome III (1932)	680 »	Tome VII (1936)	626 »
Tome IV (1933)	884 »	Tome VIII (1937)	895 »

M. HAYEZ, imprimeur de l'Académie royale de Belgique, rue de Louvain, 112, Bruxelles.
 (Domicile légal : rue de la Chancellerie, 4)

Made in Belgium.