

MATÉRIAUX POUR L'ÉTUDE DES PEGMATITES DU CONGO ET DU RWANDA

CINQUIÈME NOTE

TRANSITIONS ENTRE LES FILONS DE QUARTZ
ET LES PEGMATITES STANNIFÈRES
DE LA RÉGION DE MUSHA-N'TUNGA (RWANDA) (*)

par N. VARLAMOFF (**)

(5 figures et 4 planches)

I. INTRODUCTION

La présente note fait partie de la série des publications entreprises par l'auteur sous le titre *Matériaux pour l'étude des pegmatites du Congo et du Rwanda*. Cette suite d'articles avait été interrompue en 1961 par les événements qui ont bouleversé cette partie de l'Afrique.

La note résume l'ensemble des observations faites par l'auteur dans la région de Musha et de N'Tunga au cours de la période 1940-1968 lors des visites des chantiers d'exploitation ou pendant les prospections détaillées qu'il a dirigées lui-même de 1952 à 1956.

Les prospections de ces régions pour la cassitérite et les minéraux accompagnateurs ont été très difficiles : d'une part les plateaux sont recouverts par d'épais dépôts fluviatiles et lacustres récents, d'autre part, les profondes vallées sont comblées par des alluvions récentes et actuelles.

Les découvertes des gisements de cassitérite dans la région Musha N'Tunga ont été faites par les géologues et les prospecteurs de la Société Minétain vers les années 1935 ; elles ont été faites à partir des affleurements de filons de quartz et de leurs débris rencontrés sur les versants des vallées dégagés des recouvrements par l'érosion actuelle. A partir de ces affleurements, les prospections détaillées ont permis de localiser, sous les recouvrements des plateaux, d'importantes alluvions et éluvions stannifères fossiles ou actuelles. L'exploitation des éluvions a naturellement conduit à la localisation des filons de quartz avec cassitérite et muscovite et à l'exploitation de leurs parties désagréées.

L'étude attentive des filons a montré, tant à Musha qu'à N'Tunga, que, parmi les filons de quartz à cassitérite et à muscovite et vers le bas, on rencontrait des lentilles constituées de quartz blanc laiteux contenant de grands cristaux de microcline partiellement ou complètement albitisé et de la muscovite. La teneur en cassitérite de ces lentilles était plus basse que celle des filons de quartz ordinaires.

(*) Communication présentée lors de la séance du 7 janvier 1969. Manuscrit reçu le 3 mars 1969.

(**) Sammis Lane 9, White Plains, N. Y. 10605, U.S.A.

Les travaux souterrains faits à N'Tunga ont permis de se rendre compte qu'en profondeur les filons de quartz faisaient place aux lentilles de quartz à grands cristaux de feldspath.

Alors, en application des idées de l'auteur, une campagne d'exploration pour les pegmatites stannifères albitisées fut lancée sur les plateaux ainsi que le long des vallées comblées dans la région de Musha-N'Tunga. Elle aboutit rapidement à la localisation de puissantes pegmatites stannifères sous les épais recouvrements des plateaux tant à Musha qu'à N'Tunga. Dans cette dernière localité les pegmatites se trouvent sous une couverture de formations fluviolacustres déjà fortement entamée par l'érosion ce qui fait que le stérile ne dépasse pas 10 mètres pour une épaisseur des éluvions et des pegmatites décomposées de l'ordre de 40 à 50 mètres ; à Musha les recouvrements sont bien plus importants et peuvent atteindre 30 à 40 mètres.

Les pegmatites renferment des teneurs en cassitérite variant de un à plusieurs kilos au mètre cube, leurs éluvions sont sensiblement plus riches. A N'Tunga, les exploitations à ciel ouvert des pegmatites sont en cours d'organisation, tandis que les gisements pegmatitiques de Musha attendent encore la mise au point d'une méthode d'exploitation rentable.

La délimitation de la zone des pegmatites stannifères a permis, en même temps d'esquisser, sous les épais recouvrements des plateaux, la zonéographie des autres types de pegmatites (N. VARLAMOFF, 1957, p. 111) qui s'est montrée fort semblable à la zonéographie décrite pour la région de Katumba (M. VARLAMOFF, 1954, et 1960).

Dans la région étudiée, les massifs granitiques n'ont pas été délimités d'une manière précise par manque d'intérêt pratique et aussi par suite de l'épais recouvrement des plateaux et du comblement des vallées rendant les observations directes très difficiles sinon impossibles.

Il importe de remarquer que la région Musha-N'Tunga ne concerne qu'une faible partie de la périphérie du ou des massifs granitiques ; aussi existe-t-il probablement d'autres régions semblables où des pegmatites stannifères pourraient exister sous les recouvrements des plateaux et des vallées comblées.

Dans les pages qui vont suivre, l'auteur résume les conceptions et les travaux qui ont abouti à la découverte des pegmatites stannifères dans la région Musha-N'Tunga et en tire des conclusions pratiques et théoriques. Il profite de cette occasion pour comparer les transitions entre les pegmatites et les filons de quartz observées à Musha et à N'Tunga avec les phénomènes semblables observés au Maniema, au Kivu et en Uganda.

II. SITUATION GÉOGRAPHIQUE DE LA RÉGION MUSA-N'TUNGA

Comme le montre la fig. 1, la région Musha-N'Tunga se trouve dans la partie Est du Rwanda ; elle est située à 40 kilomètres à l'Est de Kigali. La région et ses environs sont accessibles par une route praticable en toute saison.

III. QUELQUES DONNÉES SUR LA GÉOGRAPHIE PHYSIQUE DE LA RÉGION MUSA-N'TUNGA

La région Musha-N'Tunga fait partie d'un vaste plateau entrecoupé de lacs et creusé de profondes vallées partiellement ou totalement comblées (voir photos 1 et 5). Le plateau s'étend à l'Est de Kigali et se poursuit jusqu'en Uganda. Les altitudes varient le plus souvent entre 1500 et 1550 mètres ; plus rarement on ren-

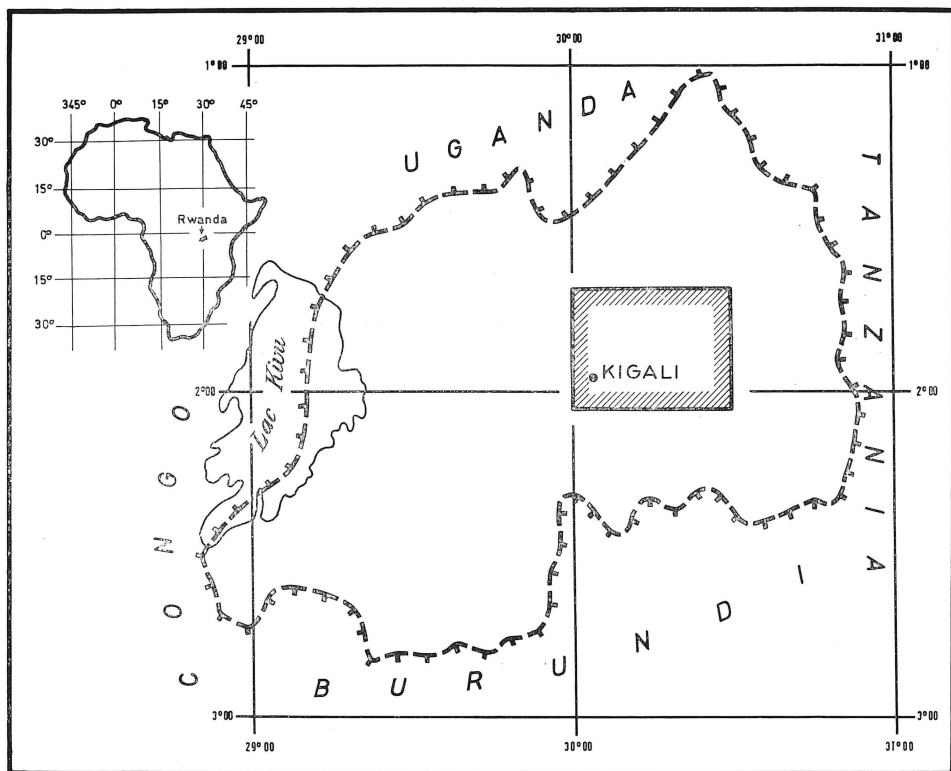


Fig. 1. — Situation générale de la région Musha-N'Tunga.

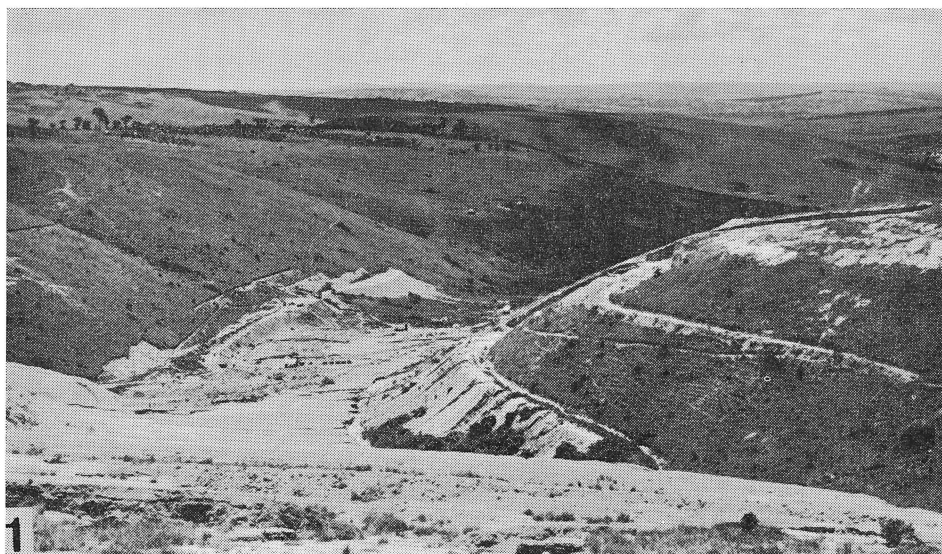


Photo 1 : Dans le coin droit, vue générale des chantiers de prospection et de reconnaissance de la pegmatite albitisée de N'Tunga. Déblais des puits de prospection et première tranchée de reconnaissance. A remarquer l'allure générale du relief à l'arrière plan.

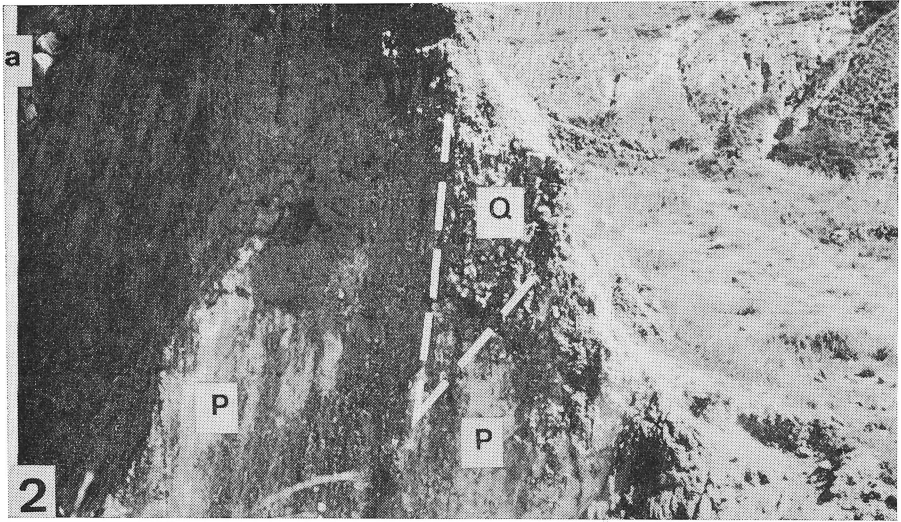


Photo 2 : Dans le bas de la tranchée de reconnaissance de la photographie précédente, vue de la partie supérieure d'une petite lentille de pegmatite (P), satellite de la grande pegmatite qui se trouve plus bas. A remarquer : à la partie supérieure de la lentille une concentration de quartz (Q). Au point (a) à noter la présence d'une petite lentille de quartz avec muscovite. La lentille de pegmatite recoupe les schistes encaissants.

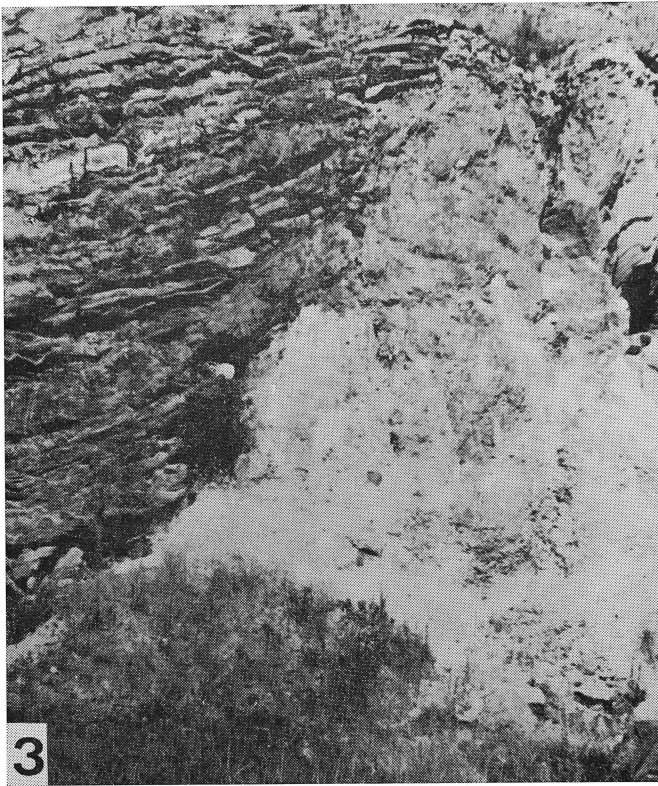


Photo 3 : Tout à fait en bas de la tranchée de la photographie 4 terminaison nord-est de la grande pegmatite albitisée. A remarquer l'allure recoupante des contacts et le rebroussement des schistes.



Filons de quartz avec muscovite,
cassitérite.

Filons de quartz avec cristaux de
microcline, muscovite, cassitérite.

Pegmatite albitisée avec cassitérite,
columbo-tantalite, béryl, spodumène,
lépidolite.

Photo 4 : Vue générale de la carrière de N'Tunga et des travaux dans la pegmatite stannifère albitisée (avril 1968). Cette photographie montre les niveaux des filons de quartz à muscovite et cassitérite, des filons de quartz avec grand cristaux de microcline totalement ou partiellement albitisés, avec muscovite, et cassitérite et des niveaux de pegmatites, albitisées avec cassitérite columbo-tantalite, béryl en petits prismes, spodumène et des petits nids de lépidolite. A noter que les têtes des filons de quartz avec grands cristaux de microcline avaient commencé à apparaître déjà au niveau du plancher de la carrière de N'Tunga. Le gros de ces filons avait été reconnu par travaux souterrains encore pendant la période 1944-1949.

contre des parties situées entre 1550 et 1600 mètres. Au-dessus de ces applanissements s'élèvent par places des reliefs constitués par des crêtes quartzitiques dont les altitudes peuvent atteindre 1750 mètres, rarement plus.

L'histoire de la formation du plateau, de ses recouvrements, des lacs et des vallées comblées est certainement fort complexe ; sans entrer dans les détails, elle peut se résumer comme suit :

- Formation d'une pénéplaine sur le socle précambrien, burundien ;
- Dislocation de la pénéplaine et, pour la partie de la pénéplaine située à l'Est de Kigali, basculements successifs vers le lac Victoria avec formation de lacs et ensevelissement du réseau hydrographique ;
- Période de surrection avec enfoncement de profondes vallées dans le recouvrement et le socle précambrien ;
- Un dernier basculement de cet ensemble vers le lac Victoria et formation des lacs actuels et de vallées comblées dans les parties du réseau hydrographique à drainage orienté vers l'Ouest.

Les prospections et les travaux miniers ont permis de localiser, parfois au sommet des collines, les restes d'anciens réseaux hydrographiques avec leurs graviers caractéristiques. L'étude des vallées comblées a montré clairement que le dernier basculement vers le lac Victoria s'est fait en plusieurs épisodes, par saccades, ainsi que

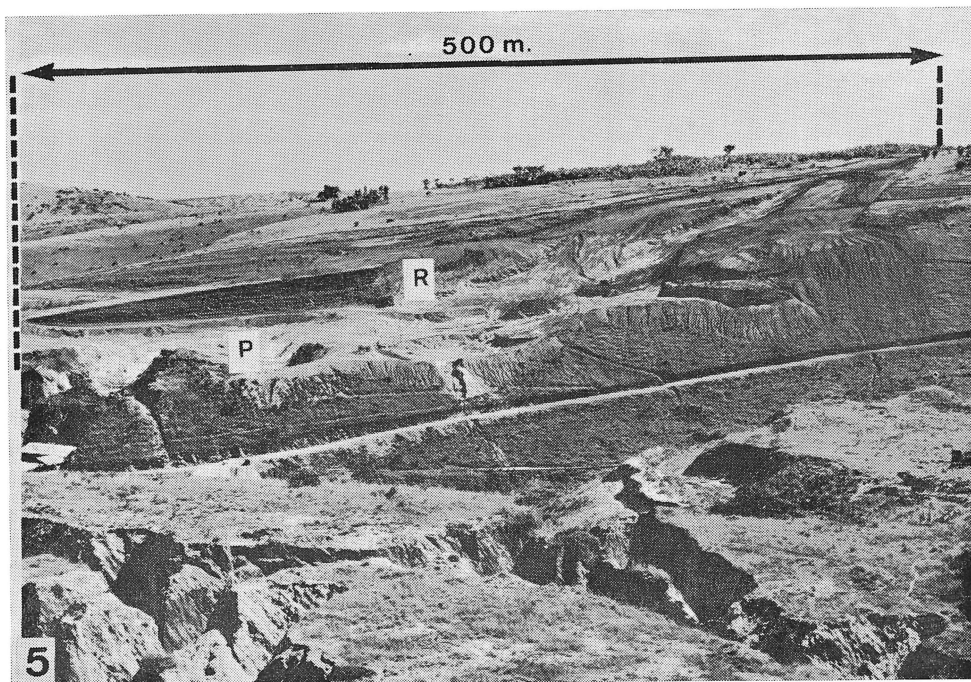


Photo 5 : Vue longitudinale de la pegmatite (avril 1948), de son recouvrement et des travaux de déblayement. A l'avant-plan : le plancher actuel de la carrière de N'Tunga. (P) : pegmatite à peine déblayée ; (R) : recouvrement. La longueur de la pegmatite est de l'ordre de 500 m ; sa plus grande largeur est de l'ordre de 100 mètres.

témoignent les couches successives de graviers, séparées par des dépôts de limon plus ou moins épais.

Les graviers fossiles des collines ainsi que les graviers des vallées comblées, lorsqu'ils se trouvent au voisinage des champs filoniens stannifères, peuvent être riches en cassitérite et présenter un intérêt économique immédiat s'ils ne sont pas enfouis sous des recouvrements stériles trop épais.

Les épaisseurs des recouvrements stériles des plateaux varient, dans la région qui nous intéresse, de quelques mètres à 50 mètres. Ils sont plus importants à l'endroit des anciennes vallées ou d'anciens lacs. La photographie 5 donne une idée de l'importance des recouvrements dans les exploitations, recouvrements qui peuvent être plus forts ailleurs. Quant aux vallées comblées actuelles, leurs recouvrements peuvent dépasser 50 mètres dans la région de Musha-N'Tunga et atteindre plus de 100 mètres dans l'Est (Lugarama).

Il va de soi que les forts recouvrements des plateaux et des vallées comblées ont constitué un obstacle majeur à la prospection et à l'exploitation minière. Il est certain qu'il reste encore beaucoup à faire pour l'étude des gisements stannifères et particulièrement des gisements associés aux pegmatites albitisées qui, n'ayant pas de noyau de quartz ou de gros amas de quartz, ne se signalent par rien dans le relief et ont tendance, au contraire, à se trouver dans les zones déprimées.

L'étude approfondie du mécanisme de la formation du plateau et des particularités du relief actuel méritent certainement d'être faite avec soin. Elle pourrait déjà bénéficier d'une documentation très intéressante que possèdent les Sociétés Minières.

IV. QUELQUES DONNÉES GÉNÉRALES SUR LA GÉOLOGIE DE LA RÉGION DE MUSHA-N'TUNGA

Les cartes géologiques récentes au 1/100.000 et au 1/250.000, dressées par le MUSÉE ROYAL DE L'AFRIQUE CENTRALE (1967), donnent une idée générale de la géologie de la région Musha-N'Tunga. Le schéma de la fig. 2 est emprunté à ces cartes avec une légère modification des limites du massif granitique situé au Nord-Est de la région étudiée.

Comme le montre le schéma géologique, les formations sédimentaires sont constituées par des alternances de bancs de quartzites avec minces intercalations schisteuses et des assises schisteuses avec passées quartzitiques. Ces formations sont rapportées au Burundien Inférieur (Précambrien). Elles ont été plissées et ont subi un léger métamorphisme régional. Les massifs granitiques, indiqués sur la fig. 2, ont été intrudés dans ces formations après leur plissement ; il est cependant fort probable que, pendant l'intrusion, les couches sédimentaires ont subi, au voisinage des contacts, des déformations complémentaires locales.

Il importe de remarquer tout de suite que les contours des massifs granitiques sont très approximatifs et devront encore être précisés. D'une part, par suite du manque d'intérêt pratique (au Rwanda les filons de quartz et les pegmatites stannifères se trouvent en dehors des massifs granitiques), les limites des roches granitiques n'ont jamais été cartographiées systématiquement et, d'autre part, par suite de forts recouvrements des plateaux, les affleurements sont inexistantes de sorte que les observations sont pour le moins très espacées. De plus, le massif granitique est probablement à toit très plat ce qui fait qu'il subsiste à sa surface de nombreux lambeaux de roches fortement métamorphisées et partiellement granitisées qui ont

été prises par certains pour des granites. En conclusion, on peut dire qu'il existe à l'Est de Musha et de N'Tunga un massif granitique à partir duquel se distribuent les pegmatites et les filons de quartz stannifères (fig. 3), mais que les contours de ces massifs granitiques doivent encore être cartographiés sur le terrain.

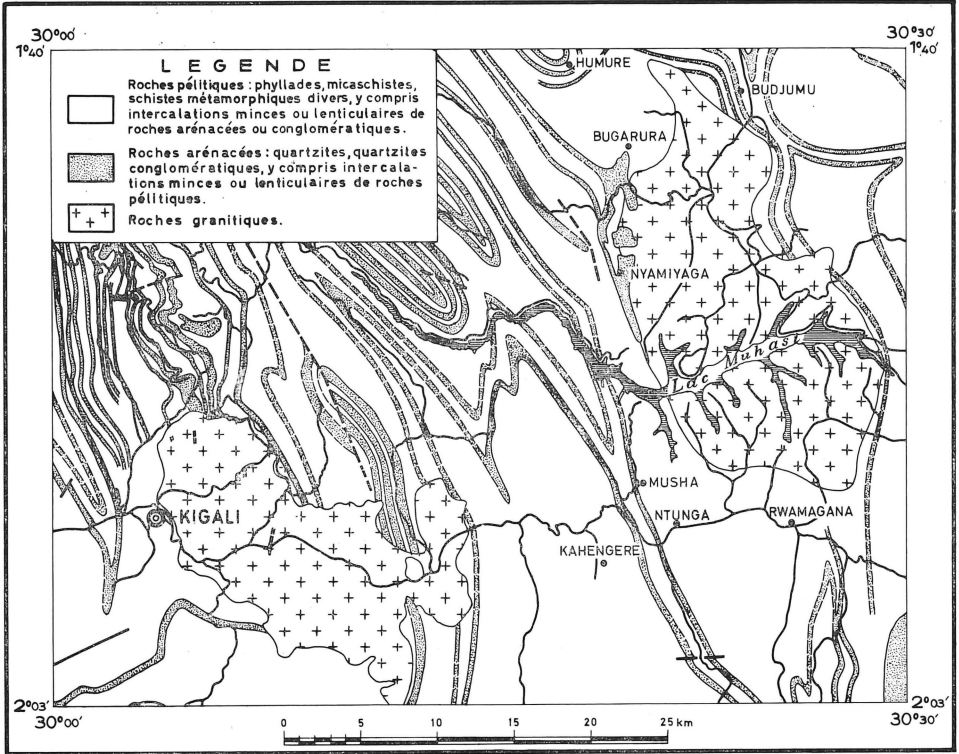


Fig. 2. — Schéma géologique général montrant la position de la région Musha-N'Tunga. Il est à remarquer que les limites du massif granitiques situé au Nord-Est de Musha-N'Tunga sont très schématiques et doivent encore être étudiées.

Le métamorphisme de contact a été intense : près des contacts, les schistes ont été transformés en muscovitoschistes à gros grain avec apparition par places de feldspaths qui donnent une texture gneissique aux roches. Le métamorphisme de contact diminue rapidement lorsqu'on s'éloigne des granites : successivement on passe aux micaschistes à grain fin puis aux séricitoschistes gris et aux schistes noirs graphiteux.

Comme on le verra plus loin, sur l'ensemble du métamorphisme de contact et du métamorphisme régional se superposent les effets du métamorphisme pneumatolytique et hydrothermal qui se traduisent, au voisinage des champs filoniens, par l'accentuation du grain de la muscovite et par une intense tourmalinisation des roches autour des filons de quartz et des pegmatites stannifères.

D'une manière générale, au Rwanda, les filons de quartz ainsi qu'une grande partie des pegmatites, se disposent à la périphérie des massifs granitiques. Dans la région de Musha-N'Tunga, comme le montrent les figures 2 et 3, les champs filoniens se trouvent dans les formations schisteuses de la série inférieure du Burundien. En

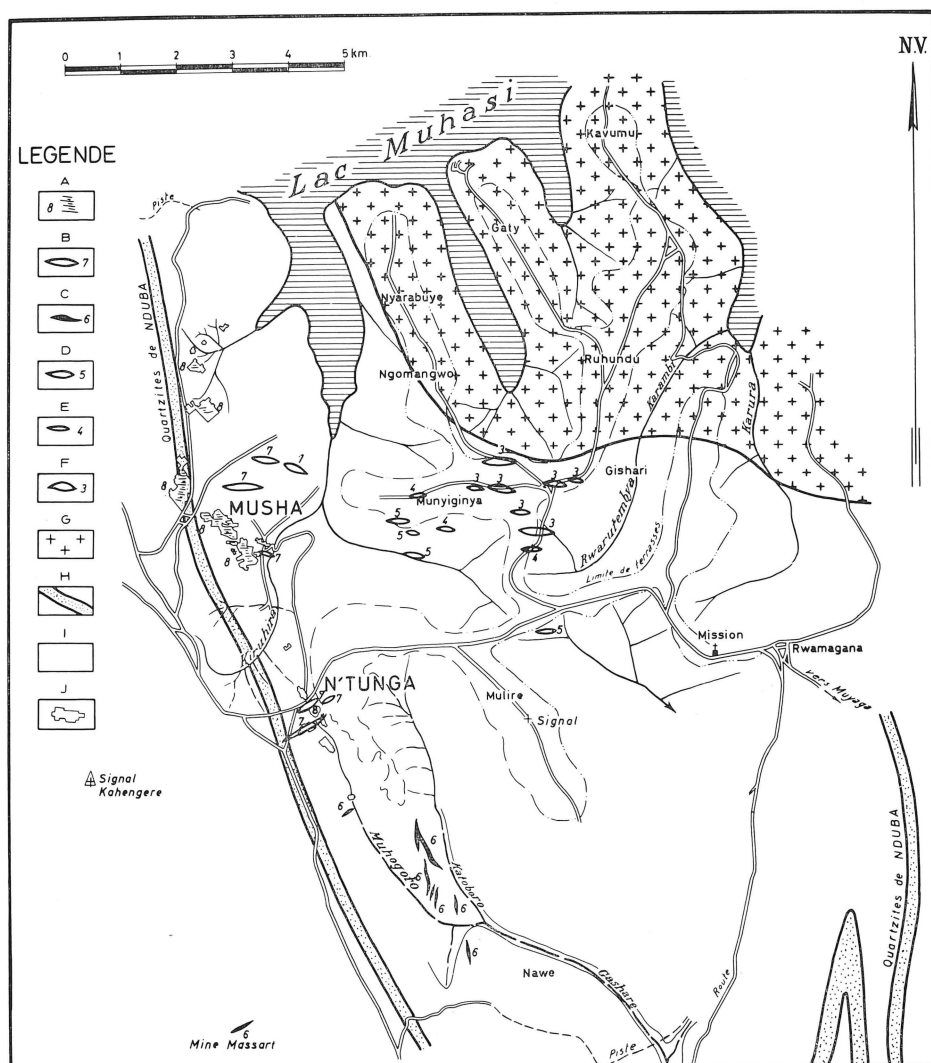


Fig. 3. — Schéma géologique de la région de Musha-N'Tunga. Presque toutes les pegmatites ont été localisées par puits de prospection foncés à travers l'épais recouvrement du plateau. La limite du massif granitique est très approximative, il n'y a pas eu de travaux spéciaux réalisés pour la déterminer.

I : Micaschistes et schistes aux divers degrés de métamorphisme.

H : Quartzites de N'Duba.

G : Roches granitiques aux contours mal délimités.

F : Filons de pegmatite avec microcline, feldspath graphique, quartz, biotite, muscovite et tourmaline noire très abondante, se présentant parfois en combinaisons « graphiques » avec le quartz.

E : Filons de pegmatites avec microcline, quartz muscovite et tourmaline noire en prismes repartis à travers toute la masse de la pegmatite.

D : Filons de pegmatite avec microcline, quartz et des quantités assez grandes de muscovite ; traces d'albitisation.

- C : Filons de pegmatite à microcline avec des noyaux ou des amas de quartz assez importants, muscovite, amblygonite, spodumène, columbo-tantalite, traces de cassitérite, par places albitisation avec cristallisation de l'albite saccharoïde ou de la cleavelandite. Les dimensions de ces pegmatites peuvent être gigantesques.
- B : Filons de pegmatites intensément albitisés, contenant des restes du microcline ainsi que du quartz, du spodumène, du béryl en petits prismes blancs ou de couleur crème, de la muscovite et de petits nids de lépidolite. Le minéral lourd est constitué par la cassitérite en teneurs de un à plusieurs kilos au mètre cube ; elle est accompagnée par de la columbo-tantalite qui peut représenter 5 à 10 % du concentré. Seules les parties décomposées de ces pegmatites ont été étudiées, aussi peut-on s'attendre à la découverte d'autres minéraux lorsque les niveaux plus profonds seront atteints. Les dimensions de ce type de pegmatites peuvent être gigantesques.
- A : Filons de quartz comprenant à la base les filons de quartz à grands feldspaths, à muscovite et à cassitérite, puis plus haut des filons de quartz avec muscovite et cassitérite. Ces derniers ont des teneurs de plusieurs kilos de cassitérite au mètre cube.
- J : Limites des chantiers d'exploitation.

Note : La distribution spatiale de ces pegmatites est schématisée sur la fig. 4.

certaines endroits (fig. 3) ils affectent les quartzites de N'Duba non individualisés sur les cartes à petite échelle. Beaucoup de filons de quartz et de pegmatites se localisent dans des bancs de quartzites inférieurs aux quartzites de N'Duba. Ces petits bancs de quartzites sont difficiles à cartographier, particulièrement dans la région étudiée pour des raisons déjà mentionnées plus haut à propos des granites. Au voisinage des champs filoniens, dans les recherches et les travaux miniers, on peut rencontrer des complications tectoniques que l'allure générale des couches d'apparence fort régulière ne fait même pas soupçonner. Ces déformations locales sont directement liées aux efforts qui ont provoqué l'ouverture des fissures occupées actuellement par les filons de quartz et par les pegmatites.

V. DISTRIBUTION DES FILONS DE QUARTZ ET DES PEGMATITES DANS LA RÉGION DE MUSHA-N'TUNGA

Le schéma de la fig. 3 montre la distribution des filons de quartz et des pegmatites telle qu'elle résulte des travaux d'exploration, de prospection et d'exploitation. La photographie 4 montre la disposition dans l'espace des filons de quartz avec muscovite, des filons de quartz à grands cristaux de feldspath et muscovite ainsi que des pegmatites albitisées. Ainsi qu'il a été rappelé plus haut, la découverte des filons de quartz stannifères a été faite en partant des affleurements et, le plus souvent, à partir des débris des filons de quartz rencontrés sur les versants des vallées dégagés par l'érosion.

Les exploitations s'étaient développées principalement dans les éluvions, parfois très riches, formées au-dessus et autour des filons de quartz stannifère (photos 4). Les exploitations ont dégagé les filons de quartz blanc laiteux, contenant de la muscovite et des nids de cassitérite.

Les filons de pegmatite à cassitérite étaient inconnus dans la région étudiée jusqu'en 1952, époque à partir de laquelle, elles furent découvertes, reconnues et évaluées. Leur mise en exploitation a nécessité toute une série d'aménagements et d'adaptation de l'équipement qui ont retardé l'ouverture des chantiers d'exploitation jusqu'en 1963.

Les explorations pour les pegmatites stannifères ont été entreprises dans la région de Musha-N'Tunga suite aux conceptions de l'auteur sur les transitions entre les filons de quartz et les pegmatites et suite à une étude minutieuse des types

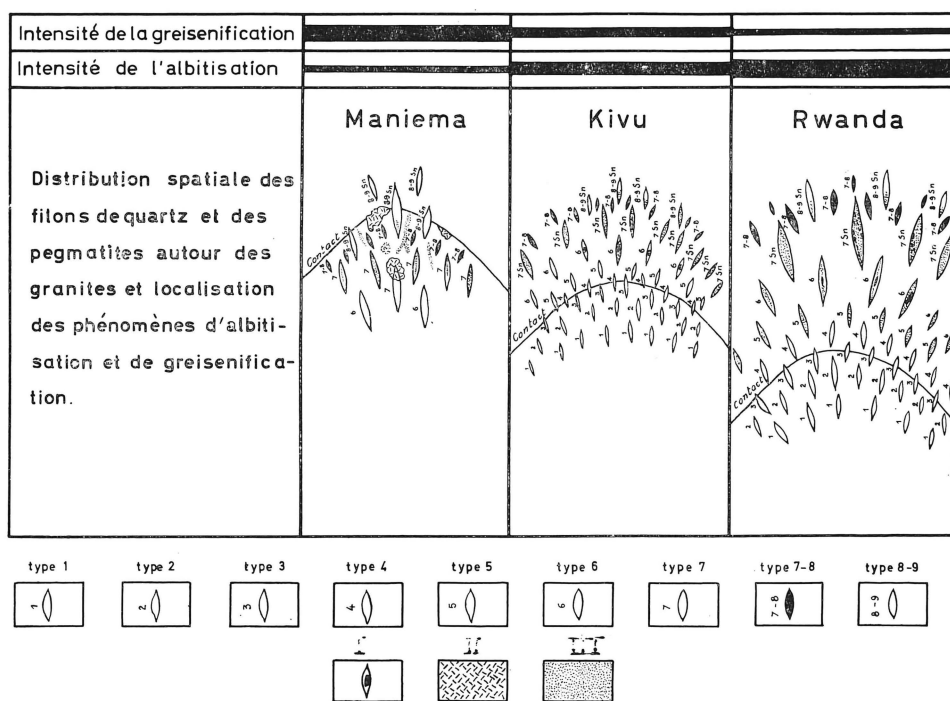


Fig. 4. — Distribution spatiale de différents types de pegmatites autour des massifs granitiques du Maniema, du Kivu et du Rwanda. Noter la position des types de transition entre les filons de pegmatites et ceux de quartz (type 7-8).

Type 1 : Pegmatites à biotite à plagioclases et à microcline avec un peu de quartz.

Type 2 : Pegmatites à biotite et à tourmaline noire, on note un fort développement de structures graphiques quartz feldspath et quartz tourmaline. La muscovite est encore très rare ; elle n'apparaît que dans les petits noyaux de quartz ; elle montre souvent une sorte d'association graphique avec le quartz.

Type 3 : Pegmatites à deux micas proprement dits avec tourmaline noire et muscovite largement répandues à travers toute la pegmatite (à Madagascar : zones à gros prismes de tourmaline noire). L'importance des structures graphiques diminue progressivement vers le haut.

Type 4 : Pegmatites à muscovite et à tourmaline noire largement répandues dans la pegmatite et dans les zones de la pegmatite.

Type 5 : Pegmatite à muscovite abondante, à microcline et à quartz dont la proportion devient importante. Apparition de petits prismes de béryl pierreux et début d'albitisation. Dans les pegmatites zonées de Madagascar, la tourmaline noire ne subsiste que dans la zone de pegmatite à grain fin voisine des épontes.

Type 6 : Pegmatites à béryl pierreux en gros prismes, à amblygonite, spodumène et à columbo-tantalite. Dans les pegmatites du Congo et du Rwanda c'est dans ce type qu'apparaît le plus fréquemment le zonage interne.

Type 7 : Pegmatites pouvant être complètement albitisées avec quartz et muscovite ; au Congo et au Rwanda, elles contiennent du spodumène, de la cassitérite, de la columbo-tantalite et de petits prismes de quelques centimètres de béryl vert ou blanc.

Type 7-8 : Filons de quartz avec grands cristaux de microcline frais ou albitisé, avec muscovite et avec cassitérite.

Type 8-9 : Filons de quartz avec muscovite et cassitérite passant vers le haut aux filons de quartz avec cassitérite ou stériles.

I : Pegmatites zonées à noyau de quartz en général.

II : Parties greisenifiées des granites ou des pegmatites.

III : Parties albitisées des granites ou des pegmatites.

de filons de quartz et des habitus des cristaux de cassitérite faite à partir des affleurements et des travaux souterrains existants à l'époque.

L'auteur avait établi qu'au Maniema, au Kivu, ainsi que dans l'Ouest de Rwanda, les filons de quartz à muscovite et à cassitérite, en profondeur, étaient relayés par des filons de quartz avec gros cristaux de microcline partiellement ou entièrement albitisés, avec muscovite et avec cassitérite noire montrant des habitus de cristaux de haute température. L'auteur avait également établi pour les régions sus-mentionnées qu'en profondeur et latéralement, les filons de quartz à gros cristaux de feldspath, à cassitérite et à muscovite passaient aux pegmatites albitisées pouvant contenir de la cassitérite (N. VARLAMOFF, 1949 à 1961). La fig. 4 schématise l'ensemble de ces observations. Or à N'Tunga, les filons de quartz ordinaires contenaient de la cassitérite dont les cristaux étaient de couleur brun très foncé et montraient des habitus de haute température ; de même on rencontrait en surface, et surtout dans les galeries, à côté des filons de quartz proprement dits, des filons de quartz contenant de grands cristaux de microcline albitisé et des cristaux de cassitérite à habitus de haute température de couleur franchement noire. Ces observations indiquaient clairement la possibilité d'existence de pegmatites albitisées à cassitérite soit en profondeur soit latéralement.

Les explorations aboutirent rapidement, d'une part, à la découverte des pegmatites albitisées à cassitérite de grandes dimensions et, d'autre part, à l'établissement de l'existence, sous l'épais recouvrement du plateau, des autres types de pegmatites dont l'étude n'a pas été poursuivie par manque d'intérêt pratique. Plus tard des pegmatites albitisées à cassitérite ont été découvertes également à Musha sous des recouvrements dépassant 30 m d'épaisseur.

La distribution des différents types de filons de quartz et de pegmatites est représentée sur la fig. 3. Il convient de remarquer que les pegmatites figurées sur la carte ont été localisées à partir des puits de prospection et qu'il existe probablement d'autres pegmatites qui ont échappé aux investigations.

La description des différents types de filons de quartz et de pegmatites est donnée dans les paragraphes suivants, tandis que les habitus des cristaux de cassitérite feront l'objet d'un paragraphe spécial.

1. *Filons de quartz blanc laiteux à muscovite et à cassitérite*

Les principaux filons de quartz ont une allure nettement recoupante ; ils sont verticaux ou sub-verticaux et ont des directions approximatives Est-Ouest.

Dans les quartzites, qu'ils recoupent généralement sur toute leur épaisseur, ils ont des épontes bien rectilignes et bien nettes ; leur continuité en profondeur est relativement soutenue ; leur épaisseurs varient de quelques centimètres à un mètre, rarement elles sont plus importantes.

Dans les micaschistes, les filons de quartz se présentent sous forme de courtes lentilles ou d'amas de quartz, peu continus tant en direction qu'en profondeur ; ils sont fréquemment d'allure recoupante, mais on peut rencontrer des lentilles franchement interstratifiées ; les épaisseurs dépassent rarement un mètre, cependant les amas de quartz peuvent être sensiblement plus épais.

Tant dans les quartzites que dans les schistes, les épontes des filons, des lentilles ou des amas de quartz sont fortement tourmalinisées. La tourmaline se présente sous forme de fines aiguilles pouvant atteindre plus d'un centimètre de longueur. Dans les quartzites, la tourmalinisation est limitée aux épontes et ne s'éloigne généralement pas à plus de quelques dizaines de centimètres de celles-ci, donnant

l'impression, lorsque les filons de quartz sont assez rapprochés, d'une tourmalinisation continue des schistes encaissants.

Il est important de noter que les filons de quartz, eux mêmes, ne contiennent pas de tourmaline.

Le mécanisme de la mise en place des filons et de la minéralisations peut être résumé comme suit :

- Ouverture des fractures et tourmalinisation de leurs épontes ;
- mise en place des filons de quartz constitués par du quartz assez limpide ;
- écrasement des filons de quartz avec formation de vides et de fissures, le quartz prend un aspect blanc laiteux ;
- introduction de la muscovite qui remplit partiellement ou totalement les vides, les décollements le long des épontes et les fissures ;
- légers mouvements et accentuation des vides ou création de nouveaux ; mise en place de la cassitérite qui remplit tous les vides existants.

Ce mécanisme de mise en place explique le fait que la cassitérite se rencontre en poches, associée ou non à la muscovite.

L'importance des poches de cassitérite varie de quelques grammes à quelques dizaines de kilos.

La taille individuelle des cristaux de cassitérite varie de un à dix centimètres ; les habitus des cristaux sont ceux de la bipyramide maclée et étirée, de la bipyramide ordinaire et régulière, de la bipyramide combinée avec le prisme et les macles de l'ensemble (voir fig. 5). La couleur des cristaux varie du brun foncé au noir. Elle est plus foncée plus près des pegmatites que dans les parties plus éloignées des filons de quartz.

Les teneurs des filons de quartz en cassitérite varient de quelques kilos à plus de 10 kilos au mètre cube de quartz en place. Généralement elles sont suffisantes pour permettre l'exploitation des têtes des filons par des moyens rudimentaires.

2. *Filons de quartz blanc laiteux à grands cristaux de feldspath, à muscovite et à cassitérite*

Dans le fond de la carrière de N^oTunga (photo 4) et surtout dans les anciennes galeries à flanc de coteau, on pouvait observer des filons de quartz avec muscovite et cassitérite contenant des cristaux de microcline pouvant atteindre plusieurs dizaines de centimètres de longueur. Ces filons sont parfois fortement atteints par l'albitisation qui peut être intense au point de remplacer complètement le microcline dont il ne subsiste que les formes extérieures. L'albite appartient au type « saccharoïde », elle remplace les microclines et se répand dans les fissures de quartz en corrodant les parois.

La proportion des cristaux de feldspath varie d'un filon à l'autre et peut atteindre au maximum 25 à 30 % du volume total du filon ; de telle sorte que le filon donne l'impression d'une masse de quartz parsemée de cristaux de microcline.

La muscovite, moins abondante que dans les filons de quartz proprement dits décrits plus haut, se rencontre le long des décollements des épontes, le long des fissures dans le quartz et dans les cristaux de feldspath albitisé ou en nids. La cassitérite est assez étroitement liée à la muscovite à laquelle elle semble être légèrement postérieure. La taille des cristaux de cassitérite est plus petite que celle que l'on observe dans les filons de quartz proprement dits, elle peut se mesurer en centi-


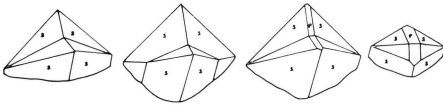
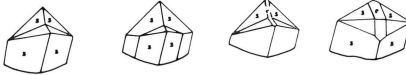

PROVENANCE ET NATURE DES FILONS	HABITUS DES CRISTAUX DE CASSITÉRITE	Taille des cristaux de cassitérite	Couleur des cristaux cassitérite
MUSHA : filons de quartz proprement dits avec peu de muscovite ; les plus éloignés des pegmatites		1 à quelques centimètres	Brune
MUSHA et N'TUNGA : filons de quartz proprement dits avec muscovite, proches des pegmatites		1 à 10 centimètres	Brun foncé
N'TUNGA : filons de quartz avec grands cristaux de microcline et avec muscovite		1 à 5 centimètres	Noire à reflets brunâtres
MUSHA et N'TUNGA : filons de pegmatites albitisées de grandes dimensions		quelques millimètres à 1 centimètre rarement plus	Très noire

Fig. 5. — Habitus des cristaux de cassitérite dans les filons de quartz et dans les pegmatites de la région de Musha-N'Tunga.

$$m = (110) \quad s = (111), \quad e = (101), \quad a = (100)$$

mètres. La couleur est noire et l'habitus des cristaux de cassitérite est celui de la bipyramide déformée et maclée (fig. 5).

Les teneurs en cassitérite des filons de quartz à grands cristaux de microcline ne sont pas faciles à établir, du moins dans les conditions actuelles. La seule chose que l'on peut observer est l'indépendance des deux phénomènes et l'absence de l'albite dans les nids de cassitérite ou dans les géodes de cassitérite. Si ces observations sont correctes, les dépôts de mica et de cassitérite se seraient produits après l'albitisation. Lorsque les travaux d'exploitation auront atteint des niveaux moins altérés, il serait peut être possible d'avoir une idée plus précise au sujet de ces relations. Pour le moment, en utilisant ce qui est observable, on peut reconstituer comme suit la succession des phénomènes :

- ouverture des fissures et tourmalinisation des épontes ;
- introduction et cristallisation des filons de quartz avec cristaux de microcline ;
- fissuration des filons et des cristaux de microcline ; albitisation avec dépôt de l'albite saccharoïde ;
- nouvelles fissurations, un peu plus importantes, et dépôts de muscovite qui remplit totalement ou partiellement les vides ;
- accentuation des fissures précédentes et production de nouvelles avec dépôts de cassitérite soit sur la muscovite soit sur le quartz.
- en général le dépôt de la cassitérite est le dernier épisode, il est parfois suivi d'une fine fissuration de la cassitérite avec colmatage des fissures par du quartz.

La forme de ces filons de quartz avec les cristaux de microcline est celle de courtes lentilles recoupantes ou interstratifiées ; leurs épaisseurs sont généralement inférieures à 1 mètre et leurs longueurs peuvent atteindre 20 à 30 mètres au maximum.

L'extension verticale de la zone de ces filons est relativement très faible : elle se limite à quelques dizaines de mètres, ce qui est peu en comparaison de l'extension verticale des zones des autres types de filons de quartz et des pegmatites qui peuvent atteindre des centaines de mètres. La photographie 4, montre cette faible extension verticale.

La fig. 4 donne une idée de la situation des filons de quartz à cristaux de microcline par rapport aux autres types de filons de quartz et de pegmatite.

3. *Filons de pegmatites albitisées à cassitérite*

La description de ces filons est faite d'après les observations faites dans les puits et les galeries de recherches et d'évaluation, creusés principalement dans les parties décomposées des pegmatites. Les profondeurs d'altération superficielle pouvant atteindre 25 et 50 mètres suivant les endroits. Actuellement, les exploitations commencent seulement à dégager la tête du filon de pegmatite de N'Tunga (photo 5).

Avant de passer à la description du grand filon de pegmatite de N'Tunga et des autres filons de pegmatites stannifères rencontrés tant à Muscha qu'à N'Tunga, il sera très intéressant de noter la forme et la composition de petites lentilles de pegmatite qui irradient de la grande pegmatite de N'Tunga (photos 2 et 3).

Il s'agit de courtes lentilles de pegmatite albitisée, à la partie supérieure desquelles, il se forme une concentration soit de quartz, soit de quartz avec des cristaux de microcline ; on se rend parfaitement compte qu'il suffit d'une légère compression latérale de la lentille de pegmatite pour que la portion quartzreuse soit expulsée de la pegmatite et aille plus haut pour former une lentille de quartz ou de quartz avec cristaux de feldspath. On observe d'ailleurs effectivement de telles lentilles au-dessus et à proximité des pegmatites dont il est question ici et dont certaines sont visibles sur la photographie 2.

L'existence de ces lentilles souligne encore d'avantage les relations étroites qui existent entre les filons de quartz et les pegmatites.

Les filons de pegmatites albitisées sont de grandes dimensions : leurs longueurs peuvent varier de 50 à 500 mètres (à N'Tunga, voir photo 5) ; leurs épaisseurs peuvent aller de quelques mètres à 100 mètres. Ils sont verticaux ou sub-verticaux ; par rapport aux terrains encaissants, ils sont nettement recoupants. La photographie 3 montre la terminaison Est de la pegmatite albitisée à cassitérite de N'Tunga.

La composition de ces pegmatites, telle qu'elle peut être déduite des observations de travaux souterrains, est celle des pegmatites à microcline dominant, à quartz, à muscovite, à spodumène, avec des quantités négligeables d'amblygonite. Une forte albitisation a eu lieu après une fissuration très intense de la pegmatite et de ses minéraux primaires. L'albitisation a dû se faire en deux étapes : remplacements très importants par de l'albite blanche saccharoïde, puis dépôts dans de nouvelles fissures de la cleavelandite accompagnée par de la cassitérite noire et de la columbo-tantalite. On a pu rencontrer des géodes tapissées de lépidolite, localisées dans les parties albitisées. Il est difficile de se prononcer sur la période de dépôt du spodumène et du béryl. Il semble qu'une partie de ces minéraux ait été déposée après ou pendant l'albitisation, cela est particulièrement vrai pour les petits prismes de béryl blanc ainsi que pour les cristaux de spodumène de petites dimensions.

D'après ces observations, on peut reconstituer comme suit le mécanisme de la formation de la pegmatite :

- mise en place du filon de pegmatite avec départ vers la périphérie de petites lentilles de pegmatite et de lentilles de quartz ;
- cristallisation des minéraux primaires de la pegmatite tels que microcline, quartz, spodumène, amblygonite, muscovite et, probablement, un peu de columbo-tantalite, de cassitérite et de béryl,
- dislocations de la pegmatite et fissuration des minéraux primaires sus-mentionnés,
- première albitisation avec remplacement des minéraux préexistants et surtout du microcline par de l'albite saccharoïde et formation des dépôts de béryl blanc en cristaux ne dépassant pas 1 à 2 cm de longueur et du spodumène en cristaux de quelques centimètres à 20 centimètres de longueur ;
- Nouvelle fissuration de la pegmatite et dépôt dans les fissures de la cleavelandite étroitement accompagnée par la cassitérite et la columbo-tantalite.
- comme phase ultime, on peut considérer de petits dépôts de lépidolite dans les géodes.

L'habitus des cristaux de cassitérite est celui de la bipyramide déformée et fortement étirée (voir fig. 5). La couleur des cristaux est noire, leur taille est très petite : elle est généralement inférieure au centimètre. Dans les concentrés, obtenus par lavage de la pegmatite, on observe toujours de la columbo-tantalite en proportions variant entre 5 et 10 %.

La distribution de ces pegmatites (type 7) est donnée sur la fig. 3. Les diverses

phases de prospection et d'exploitation sont montrées sur les photographies 1, 4 et 5.

4. *Filons de pegmatite à noyau de quartz, à microcline, à spodumène, à amblygonite et à béryl avec des faibles teneurs en columbo-tantalite et cassitérite*

Ces filons de pegmatite ont été trouvés dans le ravin au Sud-Est de N'Tunga ainsi que dans la mine dite de « Massart », sur la fig. 3, ils sont représentés par le « type 6 ». Leur étude n'a pas été très poussée par manque d'intérêt pratique. Il est à signaler que leur albitisation est moins intense et qu'ils contiennent du microcline reconnaissable. Le spodumène et l'amblygonite sont distribués à travers la pegmatite sans former de concentrations spectaculaires comme dans la région de Katumba. Les teneurs en cassitérite et columbo-tantalite combinées ne dépassent que rarement 250 à 300 grammes au mètre cube de la pegmatite altérée en place.

Jusqu'à présent, seule la pegmatite de la mine « Massart » a fait l'objet de tentatives d'exploitation.

Les dimensions individuelles de ces pegmatites restent encore gigantesques et supportent la comparaison avec les pegmatites albitisées dont il a été question plus haut.

Comme dans les pegmatites albitisées, dans les pegmatites du présent type 6, la greisenification n'est guère apparente. Il se pourrait que les exploitations permettent l'observation de poches de greisen que nos travaux n'ont pas permis de déceler.

5. *Autres types de filons de pegmatites rencontrés lors des travaux d'exploration*

Parmi les autres types de pegmatites rencontrées par puits, on peut noter les pegmatites à microcline, quartz et muscovite très abondante qui sont notées type 5 sur la fig. 3. Ensuite il existe des pegmatites à microcline, muscovite, quartz et tourmaline noire très abondante ; ces pegmatites sont notées type 4 sur la même figure. Les diamètres des cristaux de tourmaline peuvent atteindre et même dépasser les 10 centimètres. Plus loin encore, on a rencontré des pegmatites à microcline, quartz, muscovite, biotite et tourmaline noire abondante ainsi que des noyaux de quartz avec de la tourmaline « graphique » ; ces dernières pegmatites sont marquées type 3 sur la carte de la fig. sus-mentionnée.

Les dimensions de ces pegmatites diminuent progressivement lorsque l'on avance vers le granite tandis que le métamorphisme de contact devient intense.

Ces pegmatites ne contiennent plus de minéralisations susceptibles d'un intérêt économique, pour cette raison les travaux n'ont pas été poursuivis une fois que les types des pegmatites ont été établis.

Le repérage de ces types de pegmatites a été très utile car il permet d'établir ou d'esquisser une zonéographie des pegmatites dans la région Musga-N'Tunga. Cette zonéographie montre, comme pour d'autres régions, que les pegmatites albitées à cassitérite ainsi que les filons de quartz stannifère ont une place bien définie dont il importe de tenir compte dans les recherches.

VI. HABITUS DES CRISTAUX DE CASSITÉRITE DES FILONS DE QUARTZ ET DES PEGMATITES DE LA RÉGION MUSA-N'TUNGA

Les observations sur les habitus des cristaux de cassitérite, sur leur couleur et leurs dimensions sont résumées sur la fig. 5.

On notera qu'à Musha, dans les filons de quartz qui semblent être les plus éloignés des pegmatites, on rencontre des cristaux bruns; dont les dimensions peuvent atteindre plusieurs centimètres. Sur les cristaux on observe les faces de la bipyramide régulière et du prisme. Les cristaux sont maclés. Nous n'avons pas rencontré de formes simples non maclées.

A N'Tunga, dans les filons de quartz, et surtout dans les filons de quartz avec grands cristaux de microcline, on rencontre un habitus de cristaux complètement différent : la bipyramide déformée et maclée domine, dans les filons de quartz proprement dits la couleur de la cassitérite est brun foncé; les dimensions des cristaux sont très grandes et peuvent aller, dans certains nids, jusque 5 et même 10 centimètres. Cependant les faces (S) sont encore peu développées et les cristaux se présentent sous forme de « becs d'étain » typiques. Dans les filons de quartz avec grands cristaux de microcline, la forme des cristaux de cassitérite reste à peu près la même, mais la couleur devient plus foncée et même noire.

Dans les pegmatites, les formes des cristaux restent les mêmes, mais les faces (S) s'allongent et la couleur devient franchement noire; la dimension des cristaux se réduit considérablement, les individus dépassant un centimètre deviennent très rares.

En conclusion, on peut donc dire que la forme, les dimensions et la couleur des cristaux varient des filons de quartz aux pegmatites.

En ce qui concerne les formes des cristaux de cassitérite et leur couleur dans les pegmatites de Musha et de N'Tunga il convient de remarquer qu'elles sont les mêmes que celles qui ont été décrites pour les pegmatites de Katumba (N. VARLAMOFF, 1961).

Dans une certaine mesure, la couleur, les dimensions et les habitus des cristaux de cassitérite des filons de quartz peuvent indiquer la proximité des pegmatites. C'est une indication qui, jointe aux autres, peut être très utile dans les recherches.

Dans les pegmatites de la région de Katumba et plus particulièrement dans les parties greisenifiées, des habitus « dendritiques » de cristaux de cassitérite ont été rencontrés (N. VARLAMOFF, 1961). Dans la région de Musha N'Tunga, jusqu'à présent, ce type de cristallisation n'a pas encore été découvert.

VII. COMPARAISON DES TRANSITIONS ENTRE LES FILONS DE QUARTZ ET LES PEGMATITES DE LA RÉGION DE MUSA-N'TUNGA AVEC LES PHÉNOMÈNES SEMBLABLES DES RÉGIONS VOISINES

Déjà en 1932, A. D. COMBE classifiait les pegmatites du sud-ouest de la région d'Ankole, Uganda, de la façon suivante :

- « (1) The quartz-feldspar-muscovite types.
 (2) The quartz-feldspar types.
 (3) The quartz-muscovite types.
 (4) The quartz-dykes. »

Il remarque en même temps que les transitions d'un type à l'autre sont fréquentes.

L'auteur lui-même (N. VARLAMOFF, 1956), suite à ses observations sur les gisements stannifères du Maniema, République Démocratique du Congo, faites pendant

la période 1938-1956, arrivait à la même conclusion et établissait l'existence des transitions entre les pegmatites et les divers types de filons de quartz. Il remarquait en même temps qu'aux filons de transition correspondaient des faciès ou habitus de cristaux de cassitérite de haute température. La couleur de tels cristaux était brun foncé ou noire.

Dans le Kivu, République Démocratique du Congo, l'auteur a pu faire lui-même de nombreuses observations sur les transitions entre les pegmatites et les filons de quartz stannifères. D'autres auteurs ont noté soit les transitions entre les filons de quartz et les pegmatites soit une association étroite des deux types de filons. M. LEGRAYE (1954, p. 35) constate pour la région de Kabunga le passage des champs pegmatitiques stannifères aux champs de filons de quartz avec cassitérite. J.-F. AGASSIZ (1954, p. 41 et pp. 47-49) dans la région de Mumba-Numbi, située au Nord-Ouest du Lac Kivu, signale les passages des pegmatites aux filons de quartz avec muscovite. Le faciès quartz-muscovite pouvant se développer déjà dans la pegmatite elle-même. Cet auteur remarque en même temps que l'habitus des cristaux de cassitérite qui se rencontrent dans les filons de quartz à muscovite appartiennent aux faciès de haute température et leur couleur est noire.

Pour le Rwanda, l'auteur a observé les transitions entre les filons de quartz et les pegmatites dans la région de Lutsiro ainsi que dans la région de Katumba (Gatumba).

Pour le Maniema, le Kivu et le Rwanda, la position de la zone de transition est donnée sur le croquis de la fig. 4. Pour l'Uganda la position est semblable à celle du Rwanda.

Pour le Katanga, République Démocratique du Congo, B. ADERCA (1950, pp. 398-400) signale pour les gisements stannifères de Mitwaba l'existence de filon de quartz proprement dits et de filons à remplissage mixte quartz-feldspath-béryl dans lesquels le quartz prédomine nettement. Il ne montre cependant pas la position relative dans l'espace de ces différents types de filons.

D'autres auteurs, signalent les associations étroites entre les pegmatites et les filons de quartz sans entrer dans les détails des relations spatiales (H. BERNARD, 1954 ; A. SAFANNIKOFF, 1954).

En conclusion on peut dire que dans les régions stannifères du Congo, du Rwanda il existe des transitions entre les pegmatites et les filons de quartz ; il semble également que ces transitions peuvent prendre des formes un peu différentes d'une région à l'autre.

VIII. CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Convaincu que, mieux que les théories, les statistiques basées sur des faits peuvent être d'une grande utilité en exploration, l'auteur s'est toujours attaché à la mise en évidence de facteurs simples pouvant être d'intérêt pratique. L'exemple décrit démontre que les données statistiques sur les gisements métallifères d'une province métallogénique peuvent servir dans la recherche minière. En partant des observations sur les transitions entre les filons de quartz et les pegmatites ainsi que des études sur les variations des faciès des cristaux de cassitérite, des gisements importants de pegmatites stannifères ont pu être localisés sous de forts recouvrements.

Dans le Rwanda et particulièrement dans l'Est ainsi qu'au Burundi, les recouvrements sont importants et il existe beaucoup de gisements de cassitérite dont on n'a exploité que les éluvions provenant de la désagrégation des filons de quartz ;

les filons de quartz et les possibilités des pegmatites stannifères restent à explorer, en particulier, dans les régions situées à l'Est de Kigali au Rwanda. L'auteur espère que l'exemple de Musha-N'Tunga encouragera d'autres recherches de pegmatites stannifères du type 7. Si un jour les minerais lithiques et le béryl deviennent d'un intérêt économique au Rwanda, la zonéographie esquissée dans cet article et la série des autres pourra certainement apporter une aide dans l'orientation des travaux pour la recherche des pegmatites du type 6.

Pour les gisements de Musha-N'Tunga les facteurs suivants semblent être les plus évidents :

- Le passage des filons de pegmatites aux filons de quartz par l'intermédiaire d'une zone de filons de quartz contenant des cristaux de microcline partiellement ou entièrement albitisés ainsi que de la muscovite ;
- La zone de transition est relativement étroite : tant en horizontale qu'en verticale, sa largeur peut se mesurer en dizaines de mètres tout au plus.
- Les habitus de cristaux de cassitérite ainsi que la couleur et la taille de ces derniers changent dans un sens déterminé lorsque l'on atteint la proximité des pegmatites.
- Autour des grandes lentilles de pegmatites stannifères, il peut exister de petites lentilles de pegmatite, albitisées ou non, et très riches en quartz, et des petites lentilles de quartz.
- La tourmalinisation des épontes des filons est particulièrement forte dans la zone de transition des pegmatites aux filons de quartz. Ce fait, joint aux autres, peut également servir de guide tout au moins au Rwanda.

Les observations faites dans la région de Musha-N'Tunga ont également leur portée théorique :

- Tout d'abord le passage des pegmatites aux filons de quartz est net et il n'y a pas lieu de tracer une séparation entre les pegmatites et les filons de quartz qui leur font suite dans un même champ filonien. Les filons de pegmatite et les filons de quartz des types décrits ont les mêmes origines et les mêmes modes de mise en place.
- Lorsque l'on observe des filons d'un champ filonien qui se développe autour d'un massif granitique ou autour d'une partie de ce massif, on constate que les filons de pegmatites, à mesure de leur éloignement des contacts, deviennent de plus en plus riches en quartz pour se terminer finalement par des filons purement quartzeux.
- Il existe certainement des filons de quartz hydrothermaux, on les trouve avec leurs caractéristiques propres. Ils peuvent dans certains cas se superposer sur les filons de quartz et sur les pegmatites correspondant à ceux qui ont été décrits pour Musha et N'Tunga. C'est probablement de ce type de filons hydrothermaux superposés aux pegmatites que parle A. SAFIANNIKOFF (1954, pp. 62-63) en décrivant les pegmatites du Kivu.

L'exploitation des pegmatites de N'Tunga ne fait que commencer, tous ceux que les questions soulevées plus haut intéressent pourront certainement y faire encore des observations fort intéressantes sur les relations entre les pegmatites et les filons de quartz.

Les observations décrites plus haut ont été faites lors des travaux exécutés par

l'auteur pour le compte des Sociétés « REMINA » et « MINETAÏN » auxquelles l'auteur est profondément reconnaissant pour la confiance qu'elles avaient bien voulu lui accorder. L'auteur remercie également ses collaborateurs directs, les géologues Remina M. J. ALTMANN, R. KOENIG et les prospecteurs de la « REMINA » MM. A. EVERAERT, ROSENBOOM, J. HEIREMANS, E. BURLET et R. VAN SANFORT, ainsi que les collègues de la « MINETAÏN » qui l'ont tant de fois accompagné sur les travaux : MM. I. WASSILEWSKY, OLBRECHTS, SLATKIN et ELQUINE.

BIBLIOGRAPHIE

- ADERKA B. — Contribution à la connaissance géologique des gisements stannifères Kibariens et à leur métallogénie. *Commémoration du cinquantième anniversaire du Comité Spécial du Katanga. Comptes Rendus du Congrès Scientifique, Elisabethville, 13-19 Août 1959.* Vol. II, Tome II, pp. 377-407, 15 figures, 1 planche hors-texte.
- AGGASIZ J.-F., 1954. — Géologie et pegmatites stannifères de la région Mumba-Numbi (Congo Belge). *Comité National du Kivu.* Nouvelle série n° 7 ; pp. 1 à 78, 2 figures, 1 planche hors-texte, 26 photographies.
- BERNARD H., 1954. — Quelques observations sur les filons zonaires pegmatitiques à Manono. *Ann. Soc. Géologique de Belgique*, T. LXXVIII, fascicule spécial : Pegmatites et Minéralisation au Congo belge et au Ruanda-Urundi, pp. 41-49, 3 figures.
- COMBE A. D., 1932. — The geology of south-west Ankole. *Geological Survey of Uganda.* Memoir N° 11, pp. 1-210.
- LEGRAYE M., 1954. — Quelques observations sur les pegmatites de la région du Kabunga (Kivu, Congo belge). *Ann. Soc. Géologique de Belgique*, T. LXXVII, fascicule spécial : Pegmatites et Minéralisation au Congo belge et au Ruanda-Urundi, pp. 31-40, 4 figures.
- SAFIANNIKOFF A., 1954. — Classification des pegmatites du Congo belge et du Ruanda-Urundi. *Ann. Soc. Géologique de Belgique*, T. LXXVIII, fascicule spécial : Pegmatites et Minéralisation au Congo belge et au Ruanda-Urundi, pp. 57-69.
- VARLAMOFF N., 1949. — Relations entre les facies des cristaux de cassitérite de la région de Kalima (Congo belge) et la géologie de leurs gisements. *Ann. Soc. Géologique de Belgique*, T. LXXII, pp. B 289-B 314, 7 figures, 32 photographies.
- VARLAMOFF N., 1954. — Tendances actuelles dans l'étude des pegmatites à travers le monde ; revue des travaux sur les pegmatites du Congo belge et du Ruanda-Urundi ; proposition d'une classification des pegmatites du Congo belge et du Ruanda-Urundi. *Ann. Soc. Géologique de Belgique*, T. LXXVII, pp. B 245-267, 2 figures.
- VARLAMOFF N., 1954-1955. — Répartition des types de pegmatites autour de la partie nord-ouest du grand massif granitique de Nyanza (Ruanda, Afrique). *Ann. Soc. Géologique de Belgique*, T. LXXVIII, fascicule spécial : Pegmatites et Minéralisation au Congo belge et au Ruanda-Urundi, pp. 1-22, 1 figure, 1 planche hors-texte, 4 photographies.
- VARLAMOFF N., 1956. — Transitions entre les pegmatites et les filons de quartz dans les massifs granitiques des régions stannifères du Maniema (Congo Belge). *Ann. Soc. Géologique de Belgique*, T. LXXIX, pp. B 385-403, 4 figures, 8 photographies.
- VARLAMOFF N., 1957. — Considérations sur la zonéographie et le zonage interne des pegmatites africaines. *Second Meeting, East-Central and Southern Regional Committees for Geology.* Tananarive, pp. 95-136.
- VARLAMOFF N., 1960-1961. — Habitus des cristaux de cassitérite des pegmatites stannifères de Kirengo (région de Katumba, Ruanda). *Ann. Soc. Géologique de Belgique*, T. LXXXIV, pp. 169-178, 1 figure, 4 photographies.

