

Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 16 (1963)
Heft: 1

Artikel: Les brèches kimberlitiques du territoire de Bakwanga, Congo
Autor: Meyer de Stadelhofen, Camille
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-739341>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 02.05.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

LES BRÈCHES KIMBERLITIQUES DU TERRITOIRE DE BAKWANGA (CONGO)

PAR

Camille MEYER DE STADELHOFEN

AVANT-PROPOS

L'étude qui suit tire son origine de préoccupations économiques; il s'agissait en effet de découvrir un fil conducteur qui pût nous faciliter la recherche de gisements primaires de diamants au Kasai. Il nous fallait une ou plusieurs hypothèses de travail, nous permettant de restreindre à priori le champ de nos prospections.

Nous avons été très rapidement amenés à supposer que les kimberlites représentent la phase ultime d'importants cycles éruptifs et qu'en outre les failles profondes ont joué un rôle important dans la mise en place des brèches diamantifères.

D'autre part, à en juger par d'autres gisements de l'hémisphère sud, nous pouvions, sans prendre trop de risques, attribuer un âge crétacé aux venues kimberlitiques.

Dès lors, nous tenions notre fil conducteur, nous savions dans quelles régions et à quelle « hauteur stratigraphique » rechercher nos gisements.

Pour déceler les roches éruptives cachées et les fractures profondes, nous avons été amenés à faire un usage intensif des méthodes géophysiques.

Le magnétisme et la gravimétrie nous permirent de découvrir, près de Tshimanga, un dyke important, qui se révéla jalonné de cheminées kimberlitiques. D'autre part, la sismique et la gravimétrie mirent en évidence la faille profonde où s'enracinent les pipes de Bakwanga-Nord.

La granulométrie des diamants alluviaux fournit elle aussi de précieux indices lors de la recherche de l'origine des gisements.

Le détail de nos travaux de prospection n'a pas sa place ici; j'espère cependant avoir fait comprendre, par cette brève introduction, le rôle important que jouèrent les méthodes géophysiques et géochimiques dans la découverte des gisements d'abord, et dans l'élaboration de notre étude ensuite.

INTRODUCTION

La lecture attentive de l'ensemble des travaux publiés au sujet des kimberlites disséminées dans le monde entier amène à constater l'existence de certaines constantes, de contradictions et de nombre de questions jusqu'ici sans réponse. Nous avons entrepris notre étude des brèches kimberlitiques de Bakwanga dans l'espoir de résoudre ces contradictions et de répondre à ces questions; il ne faut donc pas s'attendre à trouver ici une description exhaustive mais plutôt une suite d'observations et d'hypothèses dont l'ensemble doit constituer un début de solution aux problèmes posés par l'existence des gisements primaires de diamant.

Quelles sont donc, dans leurs grandes lignes, les constantes, les contradictions et les questions qui se dégagent de l'étude des gîtes kimberlitiques?

Bien que situés à des milliers de kilomètres de distance, plusieurs gisements de kimberlite se sont formés au Crétacé; ce synchronisme reste inexpliqué.

Un peu partout dans le monde les pipes sont groupés en chapelets, en lignes, en essais; quelle peut être la cause d'une telle disposition?

D'une façon générale, les kimberlites sont associés d'assez près à de vastes venues effusives et sont postérieures à celles-ci; pourquoi?

On s'accorde généralement à voir dans les cheminées contenant des brèches kimberlitiques le résultat d'explosions; quelles peuvent être les causes de ces explosions?

La teneur en diamant des kimberlites semble montrer une certaine corrélation avec quatre facteurs; le degré de basicité de la roche et sa susceptibilité magnétique, la forme des gisements, le mode de refroidissement; comment expliquer ces corrélations?

Toutes les kimberlites étudiées jusqu'ici montrent, jusqu'aux plus grandes profondeurs atteintes par sondages, une intense altération; quelle peut être l'origine de cette altération?

Enfin, comment expliquer la contradiction apparente, admise généralement dans toutes les descriptions de gisements kimberlitiques, consistant à affirmer l'absence de tout métamorphisme thermique dans et autour des pipes et à attribuer en même temps à la kimberlite une plasticité souvent considérée comme caractéristique des laves en fusion?

Malheureusement, vérifier ces constantes, répondre à ces questions, n'est pas simple. Nous avons été contraints à nombre de détours qui, même s'ils paraissent fastidieux, nous ont semblé indispensables.

Notre étude, nous l'avons dit, ne prétend pas à être exhaustive; le lecteur y trouvera cependant toutes les caractéristiques essentielles des deux groupes de gise-

ments primaires de diamant du territoire de Bakwanga, gisements du nord-est et gisements du sud-ouest.

Notons en passant que les hypothèses et les observations dont nous faisons état dans ce travail, nous ont grandement facilité la recherche et la découverte de nouveaux pipes.

I. LE CADRE GÉOLOGIQUE (planche I)

Dans ce premier chapitre, nous ne répondrons directement à aucune des questions soulevées dans notre introduction. En donnant un rapide aperçu des connaissances stratigraphiques, tectoniques et géophysiques amassées au sujet de la région où se sont produites les venues kimberlitiques, nous espérons faciliter au lecteur la compréhension de l'ensemble de la géologie locale aussi bien que celle du problème kimberlitique en particulier.

1. Stratigraphie sommaire ¹

A dix kilomètres au sud-ouest de Bakwanga, la succession stratigraphique est, dans ses grandes lignes, la suivante :

	Cote du toit actuel	Épaisseur en mètres
Niveaux détritiques mésozoïques . .	+ 690	54
Emersion
Niveaux carbonatés précambriens . .	+ 636	660
Niveaux détritiques précambriens . .	— 24	270
Emersion
Roches granitoïdes	—294	?

Les épaisseurs mentionnées ont pour la plupart été calculées grâce aux renseignements obtenus par des sondages.

Les roches du *socle ancien* dans le territoire de Bakwanga n'ont été que très peu étudiées; leur connaissance demeure sommaire, les affleurements difficiles à raccorder semblent tous constitués de migmatites.

Les deux séries précambriennes, détritique et carbonatée, forment le *système de la Bushimaie*.

¹ Nous limitons cette partie stratigraphique au strict nécessaire et renvoyons pour plus ample information à notre bibliographie.

La série détritique précambrienne, décrite par Polinard comme « série psammitique », B Ic — B Ie, selon la nomenclature de la Commission de Géologie, débute par une succession de conglomérats et de grès grossiers.

Vers le haut, les bancs de grès marneux et les argilites remplacent les grès grossiers. La couleur générale est rouge brique, la schistosité est localement très marquée et soulignée par de fines paillettes de mica blanc.

Dans le seul sondage qui ait, jusqu'ici, recoupé le contact série inférieure-série supérieure, on observe le passage progressif des termes détritiques aux termes calcaires et dolomitiques qui constituent la série carbonatée du système de la Bushimaie. Cette série, subdivisée en niveaux B IIa à B IIe a été étudiée en détail par P. Raucq, qui regroupe dans son ouvrage, les observations de Cahen, Schnock, Wasilewski, en particulier. Nous nous bornerons à dire ici que cette série comprend des schistes calcaires et dolomitiques plus ou moins argileux ou pyriteux, des calcaires et des dolomies massives, des calcaires construits, à stromatolithes, certains niveaux présentent fréquemment des concrétions silicieuses, d'autres des brèches.

Aucun des termes de la série carbonatée n'a subi, à proprement parler, de métamorphisme et, par exemple, il n'y a nulle part trace de marmorisation.

Au dépôt de la série schisto-calcaire, attribuée au Précambrien, fait suite une longue émergence pendant laquelle se développa une intense karstification; ce ne fut qu'au Mésozoïque, après une succession de mouvements relatifs, importants dans le sens vertical, que se dépose, à nouveau, une série détritique étendue et épaisse.

Ajoutons que l'épaisseur du système de la Bushimaie, le retour cyclique de certains niveaux, les différences entre les pendages des premiers et derniers dépôts du système, impliquent une ou plusieurs phases de subsidence (planche I).

La série détritique mésozoïque a été sommairement décrite par E. Polinard. Les travaux récents, en particulier ceux du syndicat pour l'étude de la cuvette congolaise, ont grandement contribué à élargir et à étayer nos connaissances à ce sujet.

Les subdivisions principales de ces dépôts détritiques sont: pour la première moitié du Crétacé inférieur, les termes M1 à M4, pour la seconde moitié le M5.

Au sud-ouest de Bakwanga, la série débute par un conglomérat à éléments du vieux socle, déposé parfois à plusieurs dizaines de kilomètres des affleurements qui lui ont donné naissance. Plus au nord-est le conglomérat comporte des fragments de roches du système de la Bushimaie ou des fragments de dolérites.

Localement ces conglomérats peuvent être très puissants et sont alors formés, sur plus de trente mètres d'épaisseur, d'accumulation de blocs du vieux socle, faiblement roulés.

2. Esquisse dynamique

L'existence de deux séries détritiques séparées par une série à tendance organochimique implique deux phases principales de surrection. La nature et l'épaisseur des dépôts du système de la Bushimaie font conclure à des mouvements de subsidence. Pour

préciser ces points, l'étude détaillée des résultats des levés géologique et géophysiques et celle des sondages seront nécessaires.

Le territoire de Bakwanga comporte deux bassins principaux; celui de la Bushimaie et celui de la Lubi. Ces deux rivières coulent parallèlement vers le nord, nord-est; c'est-à-dire dans la direction de la pente générale de la surface topographique qui est en effet d'environ 1,25 pour mille vers le nord, nord-est.

Les cours des principaux affluents de la Lubi et de la Bushimaie montrent des différences systématiques dans leur orientation révélant ainsi que la pente est plus faible vers la Lubi que vers la Bushimaie; cette dernière est donc en contrebas. Nous verrons plus loin que cette différence a des causes tectoniques.

Les styles d'érosion du sud-ouest au nord-est, de l'amont vers l'aval, sont aussi remarquablement différents. Au sud, une zone au réseau hydrographique dentritique parfois rectangulaire correspond aux affleurements du vieux socle diaclasé et à la présence des grès précambriens durs, surmontés par des lambeaux de grès mésozoïques intensément érodés.

Plus au nord-est, la série carbonatée précambrienne se marque par une bande au réseau hydrographique très pauvre.

La géologie de terrain permet d'étendre et de préciser ces premières observations.

Comme la surface topographique, les couches géologiques sont inclinées vers le nord, nord-est de quelques degrés; leur pente moyenne semble être comprise entre 1 degré et 3 degrés soit 17 à 52 pour mille environ. Du sud au nord, nous rencontrons donc en affleurements les roches granitoïdes, puis les psammites plongeant sous la série carbonatée qui, à son tour, plonge sous les grès mésozoïques subhorizontaux.

Nous obtenons donc finalement l'image simple de couches uniformément et faiblement inclinées vers le nord, nord-est, affleurant en bandes parallèles d'orientation ouest-nord-ouest d'une part, et est-sud-est d'autre part.

Cette simplicité n'est qu'apparente, chaque niveau présente ses complications. Le socle cristallin est recoupé par un double jeu de diaclases, d'orientation moyenne nord-nord-est et est-sud-est; localement il s'agit de failles parfois remplies par des dykes basiques parfois affectées de rejets verticaux importants.

En outre, les conglomérats à gros blocs du socle, que l'on trouve, sur la même verticale, à la base des psammites précambriens et mésozoïques, suggèrent par leur extension, le rajeunissement de failles parallèles aux diaclases. L'enfoncement lors de la subsidence du système de la Bushimaie semble donc avoir pu se faire, pro parte, grâce à une succession de fractures formant un escalier qui s'abaisse vers le nord-nord-est.

Le système de la Bushimaie montre de larges mais faibles ondulations orientées vers le nord-nord-est et est-sud-est. Raucq y voit les contrecoups des plissements kibariens et kundelügiens; pour nous, au contraire, nous estimons que toute la zone a subi des efforts de tension et non de poussées tangentielles. La coïncidence exacte des axes de plissements avec les directions du double jeu de failles est assez remar-

quable; d'autre part les plis, partout très faibles, s'amortissent vers le haut de la série et semblent être rejetés vers l'est et vers le nord.

Tous ces caractères s'expliquent si l'on admet que les ondulations observées sont dues, en partie du moins, au réajustement des niveaux faiblement plastiques, à la suite de la formation de gradins provoqués par le faillage progressif du socle sous-jacent.

La direction des plis dans cette hypothèse est à priori celle des failles. L'amortissement vers le haut pourrait être dû à un enfoncement progressif évoluant au cours de la sédimentation ou à une compaction différentielle. Quant aux directions vers lesquelles les plis sont déjetés, elles correspondent, dans chaque cas, au côté abaissé où s'est fait l'appel de matière.

La série mésozoïque, semble-t-il, a peu ou pas été modifiée par des causes mécaniques depuis sa déposition; tout au plus peut-on supposer que les mouvements d'enfoncement et de surrection relatifs qui ont présidé à sa formation se sont poursuivis en s'amortissant.

Cette rapide description des mouvements imprimés aux roches qui encadrent les venues kimberlitiques nous amène à concevoir le socle cristallin comme un escalier dont chacune des marches serait limitée ou recoupée par des failles.

Nous attribuons cette architecture générale aux mouvements dus en particulier à la subsidence précambrienne et à ses contrecoups, mouvements facilités par l'existence de fractures suborthogonales.

L'importance des intrusions tardives, nous y reviendrons ultérieurement, montre quel rôle ont pu prendre des roches profondes plus ou moins plastiques, dans la transmission des effets mécaniques.

3. *Les résultats des mesures géophysiques*

Dans l'ordre chronologique, les mesures géophysiques faites à Bakwanga furent les suivantes:

En 1947, de Magnés détermina l'extension d'un pipe kimberlitique à l'aide de la méthode des résistivités apparentes; un essai au magnétomètre demeura sans résultat.

En 1954, nous avons entrepris un levé à larges mailles de la composante magnétique verticale. Localement, des profils serrés furent tracés en travers des pointements de roches basiques et sur des zones de reconcentration alluviales. Pendant la même année, une équipe de la Compagnie Seismos-Hanovre entreprit l'étude de la région par les méthodes sismique, gravimétrique, et de résistivité; en 1958, cette dernière méthode fut utilisée à nouveau par nous.

En 1955, la Compagnie Fairchild de Los Angeles exécuta, toujours pour le compte de la Forminière, un levé par magnétomètre aéroporté, levé qui permit d'obtenir une carte des variations de l'intensité totale du champ magnétique; en

même temps l'emploi d'un scintillomètre permettait de localiser les anomalies de la radioactivité.

Manquant d'éléments de comparaison et ne connaissant rien ou presque de la géologie locale, les géophysiciens de Seismos et de Fairchild durent se borner à donner de leurs résultats une interprétation purement physique. Nous essayerons ici de voir comment, dans leurs grandes lignes, les conclusions de la géologie et de la géophysique peuvent s'intégrer.

Pour faciliter l'interprétation des observations faites sur le terrain, nous résumerons sous forme de tableau les résultats que nous avons obtenus en laboratoire ¹.

	Poids spécifique	Susceptibilité magnétique	Magnétisme rémanent	Quantité relative de magnétite
Grès mésozoïque	1,98	très faible	.	1
Roches carbonatées Bushimaie .	2,73	.	.	34
Roches carbonatées à imprégnations cuprifères	33
Psammites Bushimaie	2,46	140	.	192
Roche granitoïde	2,61	150	20	220
Gabbro	2,86	600	3.640	1.730
Kimberlite	2.38	100	90	.

Ces valeurs suggèrent quelques remarques; dans leur ensemble, elles cadrent avec celles, très variables, fournies par les différents expérimentateurs. Les deux roches détritiques constituent cependant des exceptions marquantes: alors que les grès précambriens montrent une susceptibilité magnétique presque égale à celle des granites dont ils découlent, les grès mésozoïques, eux, ont une susceptibilité presque nulle. Tout se passe comme si l'agent oxydant qui a transformé la magnétite en limonite au Mésozoïque, avait manqué au Précambrien.

Dans le domaine des poids spécifiques, la grande densité des roches de la série de la Bushimaie, par rapport à celle des roches cristallines sur lesquelles elles se déposaient, peut être invoquée comme cause de déséquilibre, comme initiatrice de mouvements verticaux.

a) *Les levés magnétiques.*

Le document géophysique le plus complet est sans conteste la carte de l'intensité totale du champ magnétique levée par Fairchild. Nous l'avons reportée sur le fond topographique en y ajoutant les zones d'anomalies positives de la radioactivité (planche II).

¹ Les valeurs du magnétisme rémanent ont été mesurées dans les laboratoires de l'Imperial College à Londres.

L'instrument utilisé par Fairchild, un magnétomètre Gulf, permet de mesurer de façon continue l'intensité totale du champ en grandeur mais non en direction.

Il ressort d'une première observation superficielle que la zone étudiée présente, outre un chaos d'anomalies magnétiques secondaires, les traits saillants suivants: d'une façon générale, l'intensité du champ magnétique va croissant vers le nord, à l'exception de la région de Bakwanga où l'augmentation se fait d'est en ouest. Quelques anomalies présentent leur maximum au sud, ce qui inverse les conditions normales et pourrait être dû au magnétisme rémanent. Plusieurs anomalies négatives isolées peuvent être causées, soit par des poches karstiques avec ou sans remplissage de matériaux faiblement magnétiques, soit par des apports hydrothermaux ayant agi comme solvants de la magnétite. Les isogammes montrent de fréquentes inflexions qu'il faut interpréter comme l'indice de failles. Enfin, le trait le plus saillant est sans doute la forte anomalie à pôles positifs et négatifs en position normale indiquant un dyke fortement magnétique; nous verrons ci-dessous les renseignements que l'on peut tirer de cette dernière anomalie.

b) *Magnétisme et gravimétrie.*

Pour rendre la carte du magnétisme plus claire et pour n'en conserver que les traits les plus importants, nous l'avons simplifiée par une méthode de moyennes; l'esquisse ainsi obtenue est facilement lisible et peut être comparée aisément avec celle où nous avons fait figurer les résultats de la gravimétrie (figures I et II).

L'intensité de la pesanteur, celle du champ magnétique, augmentent vers le nord-nord-est; nous savons que c'est aussi la direction générale de plongement; nous sommes donc fondés à dire que la variation régionale de l'intensité du champ de la pesanteur correspond aux variations de la profondeur du socle et, le plus souvent, de l'épaisseur du système de la Bushimaie.

L'augmentation de l'intensité du champ magnétique vers le nord a des causes régionales qui ne dépendent pas de la géologie superficielle.

Nous avons supposé un compartiment Bushimaie enfoncé par rapport au compartiment Lubi; la carte gravimétrique nous montre le premier subdivisé en deux bandes parallèles: l'une est un peu plus haute à l'est; l'autre est en contrebas à l'ouest et est limitée par le rejet vers le sud des isogals -4 à $+1$. Cette direction structurale nord-nord-est se marque sur l'esquisse magnétique par un net changement d'orientation des lignes isogammiques 600, 610 et 620.

Un autre point remarquable, particulièrement bien visible sur l'esquisse gravimétrique, est le brusque abaissement du toit du socle, marqué par une rapide augmentation de la pesanteur sur la ligne des pipes de Bakwanga; cette anomalie suggère l'existence d'une faille accompagnée d'un changement de la profondeur du toit du socle cristallophyllien.

Enfin, la gravimétrie, comme le magnétisme, met en évidence une intrusion lourde probablement constituée de roches basiques à l'extrême sud de la zone étudiée.

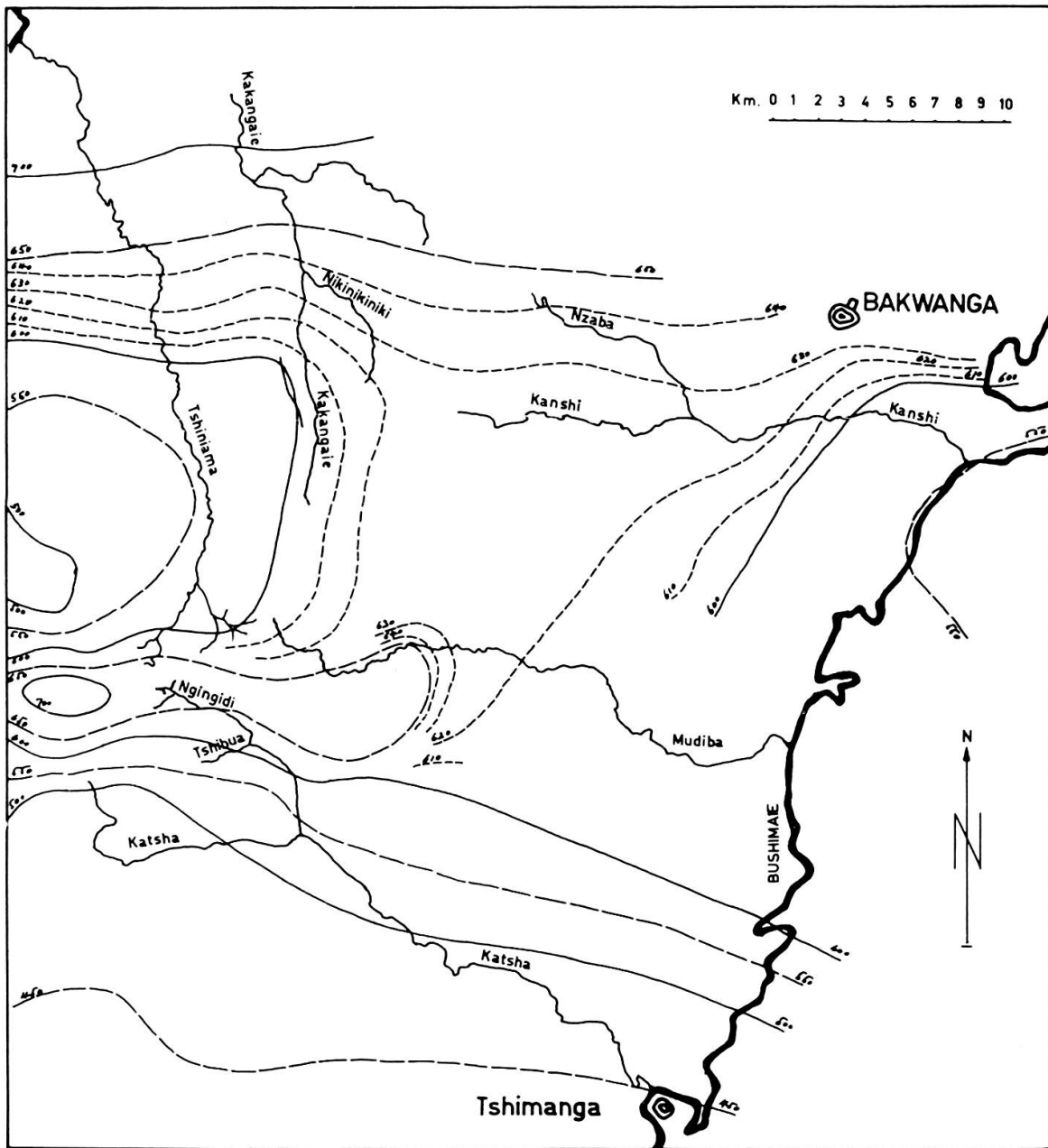


Fig. 1.

Esquisse magnétique.

Nous avons examiné cette dernière anomalie pour déterminer la profondeur et la largeur du dyke qui la provoque; c'est la carte magnétique de Fairchild, fondée sur des données plus précises et plus complètes, qui, à ce sujet, nous a donné les meilleurs résultats.

Pour estimer la profondeur et la largeur de la partie supérieure du dyke qui provoque l'anomalie principale, nous avons successivement appliqué la méthode de Peter et les méthodes décrites dans le mémoire 47 de la Geological Society of America, méthodes utilisant et la carte de variation du magnétisme, et la carte de courbure tirée de celle-ci.

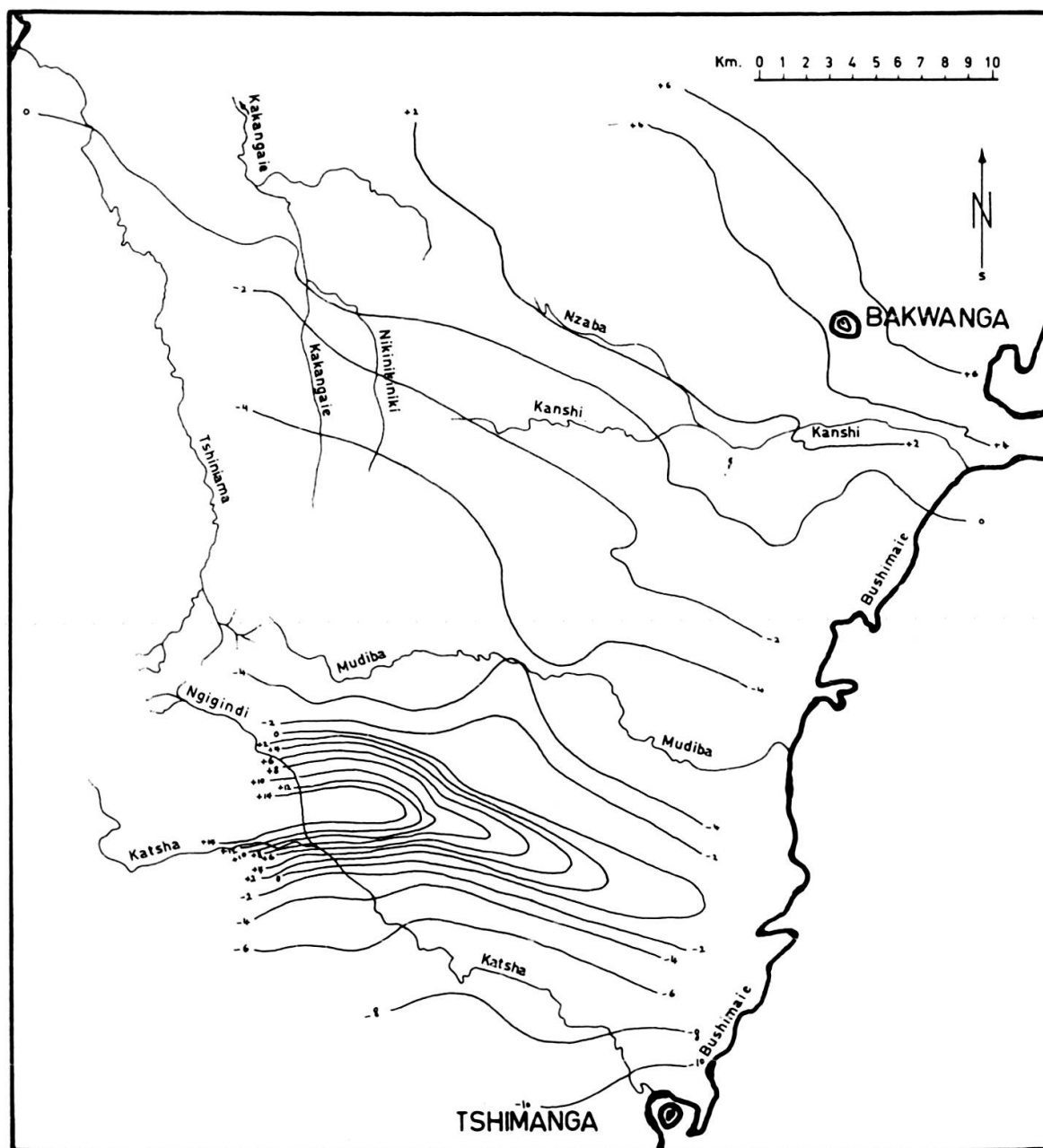


Fig. 2.
Esquisse gravimétrique.

L'ensemble des résultats présente une bonne concordance et donne, pour la partie du dyke provoquant l'anomalie principale, des largeurs passant de 450 à 4000 m environ. Les profondeurs du toit de la masse magnétiquement la plus influente sont proches de 400 m dans la partie ouest et tombent rapidement à une moyenne de 220 m avec, à la hauteur du massif kimberlitique « A » et à l'ouest de celui-ci, une zone minimum comprise entre 150 et 180 m. Ce dyke est recoupé perpendiculairement par une faille importante, particulièrement bien visible sur la carte gravimétrique.

c) *Sismique et résistivité électrique.*

L'une et l'autre de ces deux méthodes n'ont donné, à Bakwanga, que des résultats de détail. La profondeur de l'altération superficielle, l'hétérogénéité du Mésozoïque, les intenses phénomènes karstiques, ont été autant de difficultés auxquelles se sont heurtées méthode sismique et méthode des résistivités.

d) *La radioactivité.*

Les anomalies de la radioactivité montrent deux tendances principales (planche II).

Un premier groupe accompagne régulièrement la bande d'affleurement des niveaux inférieurs du système calcaro-dolomitique plombo-cuprifère; un second groupe s'aligne dans le prolongement de la faille qui provoque les chutes de la Lubi au nord-ouest de Mérode.

e) *Conclusions.*

En conclusion, les mesures géophysiques confirment et précisent les résultats généraux de l'étude géologique. Elles révèlent un substratum faillé selon deux directions générales et divisé en blocs tour à tour effondrés et surélevés.

Nombre de failles est-ouest ont permis des venues basiques; c'est le cas en particulier de celle de la zone sud comportant un dyke de gabbro et de celle de Bakwanga qui fut probablement la voie d'accès des venues kimberlitiques profondes. Ces mêmes failles pourraient avoir été la voie privilégiée de venues hydrothermales ayant apporté le cuivre et le plomb en imprégnation accompagnés de faibles quantités d'éléments radioactifs.

Les fractures nord-sud, elles, ont parfois permis des mouvements verticaux importants, comme ceux qui marquent le jeu de failles parallèles à la Bushimaie.

Les résultats de la géophysique confirment encore le fait fondamental que nous avons relevé; ce n'est pas latéralement mais à la verticale qu'il faut chercher les forces ayant à plusieurs reprises mis en mouvement la zone que nous étudions.¹

II. LES PRINCIPALES VENUES BASIQUES

Nous avons insisté dans notre précédent chapitre sur l'importance des mouvements verticaux qui ont sollicité le socle rocheux dans la région de Bakwanga; comme le suppose P. Woodtly dans une étude récente, il semble bien que de tels

¹ Nous espérons pouvoir exposer plus en détail les résultats de nos travaux géophysiques et géochimiques dans une prochaine étude consacrée aux méthodes de prospection du diamant.

mouvements doivent être accompagnés ou même causés par des changements dans les conditions d'équilibre des roches plastiques sous-jacentes.

D'autre part, nous avons signalé dans notre introduction que les venues kimberlitiques sont souvent associées dans l'espace et dans le temps à de vastes phases éruptives; l'étude des pointements de roches basiques ou intermédiaires est donc pour notre sujet d'un intérêt particulier; il s'agit en effet de savoir si les relations constatées entre les kimberlites et les autres venues éruptives sont purement l'effet du hasard, ou si au contraire, il existe entre ces roches, des relations génétiques.

Quatre groupes principaux de venues profondes ont été découverts dans le Territoire de Bakwanga. Pour la commodité de l'exposé nous les comparerons tout d'abord du point de vue morphologique, puis du point de vue pétrographique, enfin du point de vue chimique; nous verrons que ces comparaisons permettent d'établir des séquences, de souligner des parentés dont nous aurons à tenir compte dans nos hypothèses au sujet de la genèse des kimberlites.

Dans le sud du Territoire de Bakwanga (planches I et II), se trouve, inséré dans la zone des surrections successives, un énorme dyke intrusif; au nord, dans la zone plus particulièrement affectée par la subsidence Bushimaie, s'épanchent les dolérites prémésozoïques.

1. *Morphologie en grand des principales venues*

a) *Le dyke Tshimanga-Mérode.*

Aucune observation directe de ce dyke n'a pu être faite; sa partie supérieure se trouve toujours à plus de 150 m au-dessous de l'actuelle surface topographique. Le dyke repéré par nos levés au magnétomètre terrestre a été ultérieurement délimité grâce au gravimètre et au magnétomètre aéroporté. L'interprétation de l'ensemble des mesures permet de dégager quelques traits descriptifs généraux (planche II, figures I et II).

Du contraste des susceptibilités magnétiques on peut déduire que le dyke est constitué d'une roche intermédiaire à basique; d'autre part, la comparaison d'une série de profils perpendiculaires au dyke avec ceux tirés du mémoire 47 G.S.A. montre que la largeur de la partie du dyke suscitant l'anomalie principale est comprise le plus souvent entre 400 et 2000 m, la longueur du dyke étant d'au moins 25 km.

Malgré une nette faille située près de l'extrémité est, l'allure générale de l'intrusion est grossièrement rectiligne. La forme de l'anomalie magnétique implique un ensemble subvertical dont le rapport largeur-hauteur demeure relativement faible.

Les données actuellement disponibles ne permettent pas de préciser l'époque à laquelle s'est faite l'intrusion; il est cependant vraisemblable qu'elle ait été contemporaine des poussées profondes qui devaient amener la surrection prémésozoïque, surrection qui, nous le savons par l'importance des conglomérats, fut particulièrement marquée le long de la ligne Tshimanga-Mérode.

b) *Les dykes de la Katsha et de la Movo (planche I).*

Alors que le dyke Tshimanga-Mérode est orienté est-ouest, les microdykes de la Katsha et de la Movo sont orientés nord-20°-est. Repérées en affleurement dans les roches granitoïdes diaclasées, ces venues sont de dimensions extrêmement modestes, tout au plus un mètre de largeur et quelques mètres de longueur. Les épontes sont subverticales. Les contacts avec les granites encaissants sont extrêmement nets.

Ici encore, rien ne nous permet de dater ces venues. Fait remarquable, les microdykes trouvés sont situés immédiatement à l'aplomb du dyke Tshimanga-Mérode; peut-être en sont-ils des apophyses, peut-être des lamprophyres tardifs.

Il est possible que l'importante venue est-ouest ait, à un certain niveau, rencontré un obstacle qu'elle n'a pu surmonter que partiellement en se créant un passage dans les diaclases nord-sud.

c) *Les dolérites de Tshala*

Il ne s'agit plus ici de roche intrusive, mais bien d'effusions comme l'ont montré E. Polinard, A. Corin et P. Raucq en particulier; il s'agit de laves et, de ce fait, il est beaucoup moins aisé de déterminer magnétiquement l'extension des venues.¹

La description détaillée des affleurements a été faite par Polinard. Il en ressort que l'éruption est certainement antérieure à la formation des grès mésozoïques et postérieure aux dépôts du système de la Bushimaie. P. Raucq suppose cependant que certaines des venues ont pu se faire pendant la sédimentation carbonatée. Nous reviendrons sur l'âge de ces roches ci-après.

d) *Les venues kimberlitiques.*

Nous donnerons dans nos prochains chapitres une description détaillée de la brèche kimberlitique; nous voudrions cependant dès maintenant attirer l'attention sur quelques points.

Les venues basiques décrites jusqu'ici, si l'on s'en tient à leur morphologie, forment une séquence: phase intrusive profonde est-ouest; phase intrusive superficielle nord-sud; phase effusive. Les venues kimberlitiques, par leur caractère explosif, par l'importance qu'y ont joué les phénomènes hydrothermaux, par le fait qu'elles datent du Mésozoïque, pourraient compléter cette séquence, en constituer la phase ultime.

2. Nature pétrographique

a) *Le dyke Tshimanga-Mérode.*

Ce dyke, nous l'avons dit, n'affleure nulle part; cependant il a été touché par un sondage à 165 m, au-dessous du massif kimberlitique A, et l'on retrouve d'autre part ses éléments à l'état d'enclave dans la brèche kimberlitique.

¹ A. CORIN, dans sa publication au sujet des roches volcaniques de l'Entre-Bushimaie-Et-Lomani, suggère qu'il pourrait exister une communauté d'origine pour les kimberlites, les dolérites et d'autres roches basiques intrusives et effusives dans la région de Bakwanga.

La roche est un gabbro à hypersthène et augite. Nous avons en effet pu déterminer dans des échantillons parfaitement frais l'andésine qui se présente sous forme de longs cristaux idiomorphes montrant généralement une orientation préférentielle. Le second minéral dans l'ordre d'importance est l'hypersthène disposé en chaînes d'îlots à extinction commune, formant avec le plagioclase, une structure ophitique typique; le pléochroïsme de l'hypersthène est net: rosâtre, incolore, verdâtre. L'augite est moins abondante, incolore, elle semble parfois un produit de transformation de l'hypersthène; elle est souvent pourvue d'inclusions aciculaires de rutile et oxydes de fer opaques formant un réseau orthogonal.

Les minéraux opaques sont peu abondants sauf dans les sections altérées, qui contiennent en outre de la chlorite.

b) *Les dykes de la Katsha et de la Movo.*

Les échantillons prélevés sur des affleurements montrent une altération assez profonde; au microscope, la roche se révèle être une diabase à pyroxène. L'andésine zônée, comportant en moyenne 39% d'anorthite, représente plus du 50% de la roche; le pyroxène totalement chloritisé forme environ 40%; puis viennent les minéraux opaques, la biotite fortement pléochroïque, l'apatite en grains extrêmement fins.

La structure localement microlitique intersertale peut devenir porphyrique, le plagioclase formant, dans le fond finement grenu, des phénocristaux de taille moyenne.

c) *La dolérite de Tshala.*

E. Polinard étudiant cette roche en détail, reconnaît une structure généralement microlitique, les microlites étant constitués de feldspath, de pyroxène ou de chlorite. Les quelques phénocristaux sont du plagioclase et de la pigeonite. La roche est particulièrement remarquable par son grand nombre de géodes de toutes dimensions; à l'intérieur des géodes le quartz améthyste est des plus fréquents.

Nos déterminations du plagioclase nous ont donné 28% d'anorthite; il s'agit donc de l'oligoclase basique. Nous conservons le terme de dolérite consacré par l'usage, bien qu'il soit fort imprécis.

En dehors de Tshala, les dolérites affleurent en de nombreux points de la vallée du Lubilash et de celle de la Bushimaie (voir planche I). Les diverses venues, si elles font partie d'une même phase éruptive, montrent cependant des différences locales; les dolérites du confluent Bushimaie-Lubilash, très semblables à celles de Tshala, sont cependant dépourvues de vacuoles; au nord de Tshilanga, la dolérite, qui forme de puissantes falaises, montre une cristallisation plus poussée qu'à Tshala, les microlites sont plus grands et plus nombreux, les baguettes de plagioclases forment de véritables phénocristaux; ici encore il n'y a pas de vacuoles; dans cette même région, nous avons trouvé, en colline, des fragments de roches dans lesquels le verre est abondant, les microlites rares et formés d'oligoclase acide, les vacuoles à remplissage

quartzique fréquentes; il s'agit probablement de laves bulleuses. Plus à l'est, près du confluent Vunay-Lubilash, en Territoire de Gandajika, nous avons découvert un pointement de dolérites qui semblent n'avoir jamais atteint le stade effusif. Ce pointement, intrusif dans les calcaires du système de la Bushimaie, y a produit cataclase et métamorphisme thermique. Plus à l'est encore, jusqu'à environ trois cents kilomètres de Bakwanga, Cahen a relevé nombre d'affleurements doléritiques.

d) *Les brèches kimberlitiques.*

Nous étudierons ultérieurement en détail la nature de la brèche kimberlitique. Disons seulement qu'elle est de nature plus basique que les roches décrites ci-dessus.

Ces roches par ordre de basicité décroissante s'ordonnent de la façon suivante: kimberlite, diabase andésitique, gabbro, dolérite; la position de la kimberlite dans la séquence pétrographique n'est pas la même que dans une séquence qui ne tiendrait compte que du caractère de la mise en place des venues et qui serait: gabbro-diorite, diabase, dolérite, kimberlite.

3. Description chimique

Nous donnons sous forme de tableau, un certain nombre de résultats d'analyses chimiques de roches basiques du Territoire de Bakwanga ¹.

a) *Pourcentages pondéraux* ².

	Kimberlite du massif A	Diabase	Gabbro	Dolérite
SiO ₂	43,70	45,72	54,36	56,73
Al ₂ O ₃	4,38	16,69	17,51	16,00
Fe ₂ O ₃	3,76	5,39	1,34	4,91
FeO	1,50	10,66	5,40	4,60
MgO	24,94	5,25	5,90	3,01
CaO	4,82	3,08	9,61	9,00
Na ₂ O	0,65	3,24	3,16	2,40
K ₂ O	0,70	0,95	0,45	0,36
MnO	n.d.	0,17	0,12	0,20
TiO ₂	n.d.	2,25	0,19	0,64
CO ₂ +H ₂ O	12,52	n.d.	n.d.	n.d.
P ₂ O ₅	n.d.	0,46	n.d.	0,18
Totaux	96,97	93,86	98,04	98,03

¹ Un tableau récapitulatif d'analyses chimiques figure à la fin de ce travail.

² Ces analyses ont été faites pour la Forminière par le Service Géologique du Congo-Belge; analystes: Messieurs M. Camus et G. Ledent.

b) *Paramètres de Niggli*

	al	fm	c	alk	si	k	mg	o	qz
Kimberlite									
Massif A	5,37	82,56	9,63	2,44	82,07	0,3	0,89	0,08	—27,69
Andésite	26,8	57,2	9,0	7,0	124,3	0,99	0,37	0,19	— 3,7
Gabbrodiorite	27,2	36,7	27,1	9,0	143,4	0,88	0,64	0,07	+15,4
Dolérite	27,9	35,8	28,7	7,7	168,3	0,09	0,37	0,31	+35,7

On constate immédiatement une nette analogie de constitution chimique entre le gabbro et la dolérite, analogie laissant supposer que ces roches peuvent être issues du même magma; par contre la diabase fait figure de lamprophyre; bien que notablement enrichie en éléments ferro-magnésiens, elle est cependant pauvre en chaux aussi bien qu'en silice. Peut-être s'agit-il d'une venue relativement tardive, non pas issue du dyke dioritique mais l'ayant recoupé.

4. *Chronologie des venues basiques*

La chronologie des diverses venues basiques de Bakwanga est loin d'être définitivement établie. Cependant on peut affirmer ce qui suit: la kimberlite est manifestement intrusive dans le M4, niveau gréseux mésozoïque daté, par corrélation latérale, du Crétacé inférieur.

Polinard, Cahen, Raucq, ont démontré que la dolérite de Tshala est antérieure au conglomérat de base mésozoïque. Dans un travail récent, nous avons décrit une série d'observations nouvelles qui suggèrent que les venues doléritiques ne précèdent le dépôt du conglomérat que de peu de temps; nous supposons que ces venues furent contemporaines des mouvements de surrection, origine première de la sédimentation détritique du M1.

Dans la région des dykes Tshimanga-Mérode et Katsha, le conglomérat de base mésozoïque comporte quelques roches microlitiques, prémésozoïques, trop altérées pour être déterminées, mais certainement basiques ou semi-basiques.

La venue de ces roches nous semble devoir être rattachée aux importants mouvements tectoniques du début du Crétacé.

En résumé: la kimberlite est nettement postérieure aux autres venues basiques, qui toutes pourraient dater de l'entre Bushimaie-mésozoïque et peut-être de la période où se fit la surrection prémésozoïque.

Nous observons donc, associées géométriquement, des venues consécutives: dans le nord, dolérites puis kimberlites; dans la zone sud, gabbro-diorites puis kimberlites. Gabbro-diorites et dolérites montrent donc une double analogie: analogie

dans leur constitution chimique et analogie dans leurs rapports géométriques et peut-être chronologiques avec la kimberlite.

Cette remarque n'est pas à négliger, nous verrons en effet que tout pousse à rattacher le phénomène kimberlitique à des causes qui sont à l'échelle mondiale ou tout au moins continentale et par conséquent à le considérer non plus comme un phénomène isolé, mais comme une partie de phénomènes tectoniques et magmatiques d'une très grande ampleur.

III. MORPHOLOGIE DES MASSIFS KIMBERLITIQUES DU TERRITOIRE DE BAKWANGA

Dans ce chapitre nous nous bornerons à la description macroscopique des pipes et de leur contenu, négligeant dans cette description les aspects dus à l'altération tardive. Nous verrons d'abord que, dans la région de Bakwanga, l'intrusion kimberlitique fut consécutive à une phase explosive, ensuite que cette intrusion date du Crétacé, enfin que la kimberlite lors de sa mise en place s'est comportée comme une masse plastique bien qu'elle fût à basse température.

Nous dirons dans nos conclusions quel parti il convient de tirer de ces observations.

1. *Les massifs de Bakwanga proprement dits*

a) *Architecture générale (planche III).*

Jusqu'à ce jour, onze massifs kimberlitiques grossièrement alignés ont été découverts dans la partie septentrionale du Territoire de Bakwanga. Quatre sont certainement des cheminées, un l'est probablement, six sont le résultat du remplissage de fosses karstiques par des éluvions kimberlitiques (planche 1).

L'étude morphologique des massifs est compliquée par la nature variable des roches encaissantes.

Les principales venues se sont fait jour dans l'éperon calcaire qui sépare la basse Kanshi de la Bushimaie; mais cet éperon lui-même n'a rien d'un monolithe.

Toute cette région, les résultats de la géophysique et en particulier ceux de la sismique nous le montrent, a été soumise à quantité d'efforts qui se traduisent principalement par une intense fracturation. A ces actions mécaniques vinrent s'ajouter des actions chimiques, le travail de karstification se trouvant favorisé par le démantèlement préalable. D'autre part, il ne faut pas perdre de vue que la dissolution par les agents atmosphériques a pu se faire librement pendant la très longue période d'émersion qui dure du Bushimaie au Crétacé.

Le résultat de ces actions multiples est, sous une topographie relativement plane, un substratum chaotique. Ainsi une coupe horizontale à l'altitude de 500 m ferait découvrir: des calcaires dolomitiques massifs et des résidus de la dissolution des roches carbonatées, amas d'argile sableuse et de fragments de calcaires silicifiés ayant jusqu'à plus de 100 m d'épaisseur dans des poches karstiques; cette coupe ferait apparaître de plus, des amas non moins importants, de brèche gréseuse probablement dus aux poussées de la kimberlite dans un mésozoïque en voie de consolidation; ces grès combinés à la kimberlite éluviale, formant le remplissage de poches de dissolution et atteignant au massif III, par exemple, une superficie de 118.000 m² pour une longueur de 600 m et une profondeur de 80 m au moins. Enfin ce plan horizontal recouperait la brèche kimberlitique dure émergeant de cheminées verticales.

Malgré cette complexité, le nombre élevé des sondages effectués permet de décrire avec une bonne précision la forme et les dimensions actuelles de trois au moins des venues kimberlitiques.

Située dans une zone d'érosion active, à une altitude relativement basse — 524 m environ — les massifs VII et VIII nous permettent d'observer le chenal d'arrivée des venues éruptives. De section ovoïde et lenticulaire irrégulière, ces deux cheminées sont verticales et taillées à l'emporte-pièce dans le calcaire franc. Nulle part, on ne peut observer d'étranglement ou de déviation. La section semble rester constante, environ 15.000 m² pour chacune des cheminées.

On ne remarque aucune trace évidente de métamorphisme dans les parois calcaires, tout au plus des traces d'usure mécanique et de dissolution tardive. C'est par une cheminée du type décrit ci-dessus que s'enracine le massif V au-dessous de la cote 472 m; au-dessus de cette cote, le champignon kimberlitique s'évase dans les produits résiduels de la dissolution des calcaires et dans les grès plus ou moins bouleversés.

La similitude d'aspect des produits de décomposition des calcaires et des grès rend parfois leur distinction facile.

Dans cet ensemble de roches peu cohérentes, la brèche kimberlitique s'est épanchée avec une remarquable fluidité, repoussant devant elle ou englobant les produits de décomposition et les grès faiblement consolidés, entraînant les uns et les autres sous forme de coulées boueuses bréchiformes, s'introduisant dans les fosses karstiques avoisinantes et s'y combinant avec le mélange semi-fluide, principalement sableux, qui en constituait le remplissage.

La forme générale du champignon kimberlitique telle qu'on la voit sur notre planche N° III, montre que la partie supérieure des niveaux gréseux, vers la cote 610 n'était que très peu consolidée et n'opposait qu'une faible résistance à l'étalement de la brèche intrusive; par contre, le fait qu'à la cote 510 l'écoulement de la brèche a été manifestement entravé, prouve la lapidification partielle de la base des sédiments mésozoïques.

La forme du champignon kimberlitique nous donne aussi une indication sur l'altitude supérieure des grès lors de l'intrusion et, par là, indirectement, une idée

de l'altitude du niveau des eaux. En effet l'horizontale, asymptote vers le haut de la courbe limitant la brèche kimberlitique et le grès, semble avoir dû se trouver quelque part entre les cotes 720 et 760.

L'étude des inclusions de la brèche kimberlitique nous permettra de préciser les notions qui se dégagent dès maintenant de l'examen purement morphologique des venues. Nous résumerons ces notions comme suit:

- a) les éruptions se sont faites pendant le dépôt des grès mésozoïques attribués au M4;
- b) les coulées semblent avoir eu les propriétés mécaniques des coulées de boue et de blocs;
- c) la forme des cheminées profondes et l'absence de laminage important mènent à l'hypothèse d'une première phase explosive, susceptible d'avoir ouvert des conduits verticaux, de largeur presque constante, peu influencés dans leur forme par la présence possible de fractures;
- d) les 5 diamètres connus sont grossièrement alignés et il est probable qu'à une profondeur qui reste à préciser, ils font partie d'une unique intrusion rectiligne ou presque.

Passant de l'architecture générale à la structure interne des venues kimberlitiques nous pourrions, en nous limitant toujours à la morphologie, préciser quelque peu ces premiers résultats.

b) *Morphologie interne de la brèche* (planches IV, V et VI).

Les xénolithes de la brèche de Bakwanga ne se montrent en aucun point laminés ou écrasés. Les blocs sont nets, anguleux, les arêtes en sont tranchantes; on ne remarque une tendance aux formes arrondies que pour les éléments arrachés en grande profondeur, pour les éléments du vieux socle en particulier. La taille des fragments est très variable, allant de plusieurs mètres cubes à moins d'un millimètre, sans qu'il y ait, nous le répétons, trace d'une structure d'écrasement.

La répartition des xénolithes est changeante, en nature comme en quantité; dans certains endroits, les fragments dolomitiques et calcaires représentent près du 75% du volume de la brèche; ailleurs ils manquent presque totalement ou font place à une prédominance d'éléments du socle cristallin. Les grès mésozoïques ont été le plus souvent pulvérisés lors de leur incorporation dans la kimberlite. D'autre part les coulées conglomératiques boueuses, exclusivement formées de grès et constituant d'importants amas à l'intérieur des cheminées, ne sont pas rares (planche VI).

Par ailleurs les coulées laviques, les bombes et autres projections classiques d'un magma en fusion sont totalement absentes, comme sont absentes toutes traces d'un métamorphisme thermique. Ni les argilites, ni les calcaires ne montrent à l'examen macroscopique de « recuit »; nous reviendrons sur ce point dans notre étude microscopique.

Autre trait remarquable, tous les minéraux de la brèche jusqu'aux plus grandes profondeurs atteintes par sondage (500 m environ) montrent une hydratation profonde. La roche est par ailleurs éminemment friable, l'exposition aux agents atmosphériques la transforme souvent, quant à sa cohésion, en une sorte d'arène.

J. F. Rickey, dans un article paru dans le *Bulletin Volcanologique*, définit trois catégories de brèches liées aux phénomènes explosifs :

- a) les brèches résultant d'explosions postérieures à l'introduction du magma ; elles comportent surtout des fragments de la roche intrusive ;
- b) les brèches résultant d'explosions contemporaines à l'intrusion ; elles montrent un mélange de xénolithes et de fragments du magma ;
- c) les brèches constituées de xénolithes tardivement englobés par la venue magmatique consécutive à une explosion antérieure à l'intrusion.

Il est certain que la morphologie de la brèche kimberlitique la rattache au type C, pour autant que l'on recouvre du vocable « venues magmatiques », des venues à basse température, plastiques et riches en eau. Rickey signale d'ailleurs que les venues basiques consécutives à une phase explosive ne sont pas rares. Voici comment cet auteur décrit le mécanisme d'intrusion : « In Arduamarchon the evidence is still more suggestive. The first episode . . . is indicated by open craters, the second . . . by vents of the chaked crater type associated with intrusion of plutonic dimension, yet with hypobissal cristallisation ».

En conclusion, notre étude morphologique nous conduit à la conception d'une « explosion à gaz ou matériaux incohérents », dans le sens où l'entend A. Rittman, explosion ayant ouvert la voie à une venue basique fortement hydratée, peu ou pas consolidée et à basse température. Les intrusions se sont fait jour à une époque où les grès mésozoïques consolidés, actuellement bréchiés, étaient surmontés par des sables en voie de déposition ou fraîchement déposés. Ces derniers sont à l'origine des coulées boueuses.

La seule représentation des intrusions kimberlitiques, tenant compte de toutes nos observations, comporte une masse incohérente, en quelque sorte un amas de cristaux complètement pénétré par des fluides hydrothermaux susceptibles d'avoir serpentinisé et chloritisé les minéraux primaires et d'autre part d'avoir provoqué l'éclatement du toit surincombant.

Ultérieurement, la voie leur étant ouverte, les eaux supergènes, les boues et les éclats des roches encaissantes se sont mêlés aux fluides et minéraux profonds.

2. Les massifs de la zone sud

Jusqu'ici 4 massifs ont été découverts dans la zone sud. Le plus important et le mieux connu est celui de Kalonji (massif A) (planche 1).

a) *Architecture générale.*

Plus encore qu'au massif V de Disele, la kimberlite s'est ici largement étalée dans les grès mésozoïques en voie de déposition. L'allure en champignon est extrêmement marquée; cela est probablement dû au fait que subsistent à Kalonji des niveaux qui, à Bakwanga, ont été enlevés par l'érosion (planche III).

Nous trouvons la kimberlite au massif A jusqu'à l'altitude 700, altitude où, lors de l'intrusion, se déposaient en milieu aqueux des sables totalement incohérents.

Comme à Bakwanga, la masse effusive donne l'impression d'une grande fluidité. Comme à Bakwanga aussi, au sortir d'une cheminée rigide, la roche plastique s'est étalée, prenant une forme conditionnée par le plus ou moins grand degré de consolidation des niveaux mésozoïques. A Kalonji comme au massif V, la base du cône à faible pente qui devait surmonter le champignon kimberlitique, se trouve un peu au-dessus de la cote 700. Ces analogies impliquent la simultanéité géologique des venues kimberlitiques du nord-est et du sud-ouest du Territoire de Bakwanga, elles confirment de plus les observations qui nous ont conduits à attribuer une stabilité relative au substratum de la région après la fin de la sédimentation gréseuse.

Pas plus à Kalonji qu'à Bakwanga, nous n'avons pu retrouver de coulée de lave, ou de bombe; à aucun moment de l'intrusion la roche ne semble avoir été fondue.

b) *Morphologie interne de la brèche* (planches IV, V et VI).

Si les massifs du nord-est et du sud-ouest sont très semblables dans leur architecture, ils diffèrent nettement par leur morphologie interne; la différence réside surtout dans la rareté, à Kalonji, de roches carbonatées parmi les xénolithes et dans le fait que, globalement, les xénolithes y sont beaucoup moins abondants qu'à Bakwanga.

Que les fragments de roches encaissantes soient en plus petite quantité s'explique par une diminution du rapport quantitatif original entre les xénolithes et la roche venant de profondeur. Il faut donc supposer qu'à Kalonji les venues profondes ont été plus abondantes, ou que la cheminée explosive y est d'un moindre volume, ou les deux à la fois. Ces suppositions cadrent avec l'hypothèse que l'intrusion kimberlitique s'est faite par la voie d'une faille ouverte jusqu'au niveau de base du diatrème explosif, niveau de base proche du toit du socle cristallophyllien qui est à Bakwanga 3 ou 4 fois plus profond qu'à Kalonji.

L'absence de xénolithes calcaires et dolomitiques et la rareté des reliquats karstiques impliquent l'érosion complète de la série carbonatée du système de la Bushimaie dans le sud du Territoire de Bakwanga au moment des venues; cette déduction est confirmée par l'absence pratiquement totale d'éléments calcaires ou dolomitiques dans le conglomérat de base mésozoïque.

La grande majorité des xénolithes est constituée de fragments de gabbro et de schistes argileux mésozoïques; les gabbros présentent souvent une attaque périphé-

rique que nous décrirons en détail dans notre étude microscopique; cette allure altérée contraste avec l'apparence fraîche des argilites; nous l'attribuons à une corrosion en milieu hydrothermal (planche XII).

Dans l'ensemble, la brèche de Kalonji est comparable, pour l'essentiel, à celle de Bakwanga; les divergences mineures résident principalement dans la nature des enclaves, dans leur nombre, et dans l'existence présumée de fluides hydrothermaux, à première vue plus actifs encore à Kalonji qu'à Bakwanga. Cette dernière différence peut probablement s'expliquer par le fait que les venues au massif A ont eu un trajet plus court à parcourir de la « faille-magasin » où elles se concentraient jusqu'à la surface du sol.

A Kalonji comme à Bakwanga, les minéraux de la kimberlite ont été totalement hydratés. La serpentinitisation et la chloritisation sont très poussées et, chose remarquable, sont réparties de façon homogène dans toute la masse; nulle part on ne voit d'îlot de roche fraîche, partout les minéraux ont été également et profondément transformés jusqu'à en être rendus méconnaissables; de ce point de vue au moins, le remplissage des pipes est parfaitement homogène. Cette homogénéité rend improbable l'hypothèse de venues hydrothermales tardives. Elles auraient dû suivre des voies favorisées — en particulier elles seraient montées le long des parois du pipe —, la distribution de l'hydratation montrerait des irrégularités, les volumineuses inclusions de roches consolidées auraient joué le rôle d'obstacles. En fait rien de tout cela n'est visible dans la brèche kimberlitique, l'hydratation y est complète, homogène et par conséquent synchrone ou antérieure à la mise en place.

A l'intérieur de la kimberlite les microfailles sont fréquentes, montrant de petits miroirs de glissement de toutes orientations. Ces failles sont visiblement dues au tassement tardif de la brèche. Celle-ci a donc été au début de sa consolidation et *a fortiori* lors de sa venue, moins dense qu'elle ne l'est actuellement; or sa densité demeure inférieure à celle de toutes les roches encaissantes si l'on excepte le grès mésozoïque. Il faut donc comprendre, parmi les agents ayant provoqué le montée de la kimberlite, la pression hydrostatique s'ajoutant à l'effet de siphon des gaz et des liquides englobés par la masse intrusive.

En résumé, l'étude morphologique des pipes de la zone sud du Territoire de Bakwanga confirme entièrement ce que nous avons dit de la zone nord.

La kimberlite fluide s'est introduite dans un diatrème explosif, y englobant les fragments des roches précédemment fracassées par l'explosion; ultérieurement elle s'est librement épanchée dans le bassin de sédimentation mésozoïque.

A aucun moment la kimberlite ne s'est trouvée à des températures suffisantes pour provoquer une refusion des roches ou même pour donner lieu à un métamorphisme thermique net.

Les minéraux primaires de la kimberlite sont hydratés jusqu'à de très grandes profondeurs.

On peut donc envisager l'extrusion kimberlitique comme une « venue meuble » à température relativement basse, riche en eau et en gaz, venue qui s'est introduite grâce à une faille profonde jusqu'à ce qu'elle rencontre un obstacle que la pression des gaz accumulés n'allait pas tarder à faire exploser.

IV. LA BRÈCHE KIMBERLITIQUE DE BAKWANGA

L'analyse microscopique et chimique des kimberlites de Bakwanga conduit aux mêmes conclusions que leur analyse macroscopique; elle met cependant l'accent sur l'importance et l'omniprésence de l'altération hydrothermale.

D'autre part, l'analyse chimique des brèches kimberlitiques de Bakwanga fait ressortir leur étroite analogie avec les kimberlites d'Afrique du Sud.

Nous ne donnerons pas ici une description exhaustive des minéraux contenus dans la brèche kimberlitique; A.F. Williams, P.A. Wagner l'ont fait avant nous; ces descriptions se ramènent d'ailleurs à des énumérations de produits d'altération.

Des diverses études publiées, il ressort que la composition minérale virtuelle de la kimberlite oscille autour des valeurs suivantes:

Olivine	60%
Phlogopite	18%
Diopside	5%
Pyrope	4%
Ilménite	4%

A ceux-ci s'ajoutent, en proportions variables, les minéraux suivants: Calcite, apatite, perovskite, magnétite et diamant.

Nous verrons ci-dessous jusqu'à quel point on peut identifier la kimberlite de Bakwanga à cette kimberlite type.

1. *Les minéraux primaires intacts de la kimberlite de Bakwanga*

Nous considérons comme minéraux primaires de la kimberlite ceux qui n'ont aucun rapport avec les xénolithes et qui ne sont pas les produits de l'altération tardive.

Comme nous le verrons ci-dessous, l'étude microscopique donne peu d'indications sur ces minéraux primaires; nous avons donc dû procéder par désagrégation de la pâte kimberlitique, puis par tamisage.

a) *L'ilménite.*

Bien que ne représentant plus en moyenne que 80 grammes par tonne de roche en place, l'ilménite est le minéral primaire bien conservé le plus abondant. Elle se

présente sous deux habitus différents: d'une part des amas de cristaux anguleux de plus d'un centimètre de diamètre, d'autre part de petits fragments d'aspect roulé, qui semblent avoir subi dans la kimberlite même soit une usure mécanique marquée, soit une dissolution périphérique, soit les deux. La densité du minéral est de 4,45 en moyenne.

L'étude des sections polies¹ indique une grande homogénéité, et l'on ne remarque aucune exsolution de magnétite. Ces exsolutions, on le sait, sont caractéristiques d'un refroidissement lent à partir d'une température d'au moins 600° C. Nous avons donc, là encore, un élément qui implique un refroidissement rapide de la kimberlite, au moins dans la phase l'ayant amenée de 600° C à la température de l'air ambiant.

L'analyse chimique des ilménites de la zone sud, comme de la zone nord, donne des résultats extrêmement constants. Les valeurs les plus fréquentes sont les suivantes:²

	en poids	en molécules
Fer en FeO	31,03 %	§ 27 %
TiO ₂	54,00 %	56 %
MgO	12,40 %	15 %
Cr ₂ O ₃	3,05 %	1,6 %
NiO	0,14 %	0,1 %
MnO	0,29 %	0,3 %
NaO	Tr	. %
	100,91 %	100,0 %

On remarque la présence du chrome, c'est là une caractéristique des minéraux de la kimberlite; le rapport TiO₂, FeO est caractéristique des titanohématites et explique la susceptibilité magnétique relativement faible. La prépondérance d'oxyde de magnésium classe le minéral dans la variété Gaikielite.

b) *Le grenat.*

La brèche kimberlitique contient plusieurs types de grenats; seul le grenat chromifère est pour nous un minéral primaire des kimberlites. C'est un pyrope d'une densité de 3,69; incolore en lame mince, il possède un indice de réfraction compris entre 1,737 et 1,748.

Dans la brèche kimberlitique sont conservés de 0 à 60 grammes de grenat par tonne de roche. La composition chimique de ce minéral est dans la kimberlite à peine moins constante que celle de l'ilménite.

¹ Cette étude a été faite par Monsieur le professeur M. Gysin, dans les laboratoires de l'Université de Genève.

² Analyse faite par les laboratoires du Service Géologique du Congo Belge; analystes: Messieurs M. Camus et G. Ledent.

En moyenne les valeurs trouvées sont les suivantes: ¹

	en poids	en molécules
SiO ₂	42,0 %	43 %
Al ₂ O ₃	21,0 %	13 %
FeO	8,5 %	7 %
MgO	19,7 %	30 %
CaO	4,2 %	4 %
Na ₂ O	0,02%	3,1%
K ₂ O	0,1 %	0,1%
MnO	0,2 %	0,2%
Cr ₂ O ₃	3,5 %	1,5%
NiO ₂	Tr	. %
	98,32%	98,9%

Une telle composition se rapproche de celle donnée par W.I. Wright comme caractéristique des grenats des péridotites, soit: Pyrope 72,3%, Almandin 13,4%, Grossulaire 9,0%.

c) *Le diopside.*

Le diopside, vert bouteille lorsqu'il est frais, montre souvent dans la kimberlite une altération superficielle vert-blanchâtre. Au microscope, on observe une coloration verte et un indice de réfraction d'environ 1,7. L'angle des axes est de 60° à 70°, légèrement supérieur à celui du diopside typique; l'angle d'extinction maximum sur les sections allongées est de 37°.

La densité du diopside de la kimberlite est de 3,28.

La composition chimique du diopside de Bakwanga est la suivante: ¹

	en poids	en molécules	Composition théorique
SiO ₂	54,40%	50,0%	50,0%
Al ₂ O ₃	3,03%	1,7%	. %
FeO	4,35%	3,3%	. %
MgO	17,80%	25,0%	25,0%
CaO	19,48%	19,0%	25,0%
Na ₂ O	0,56%	0,5%	. %
K ₂ O	0,04%	. %	. %
TiO ₂	Traces	. %	. %
Cr ₂ O ₃	0,66%	0,3%	. %
MnO	0,03%	. %	. %
VaO	Traces	. %	. %
	100,35%	99,8%	100,0%

¹ Analystes: Messieurs M. Camus et G. Ledent.

On remarque la teneur en fer et surtout en chrome, caractéristique des minéraux de la kimberlite.

d) *Le diamant.*

Nous traiterons en détail les diamants du Territoire de Bakwanga dans un prochain chapitre. Soulignons cependant ici que la proportion de diamant contenue dans la kimberlite est extrêmement variable d'un massif à l'autre, beaucoup plus variable que celle de l'ilménite, du grenat et du diopside. Cela est d'autant plus remarquable que sa quantité moyenne est très constante d'un pipe à l'autre.

Il faut noter que les quatre minéraux primaires bien conservés décrits ci-dessus ne constituent guère, en volume, qu'un six millième de la roche dans son ensemble. Le reste est constitué par des produits d'altération, par des xénolithes et des minéraux plus ou moins frais arrachés à ces xénolithes.

Bien qu'à première vue elle ne soit guère admissible pour Bakwanga, nous avons examiné l'hypothèse qui voit en l'éclogite la roche mère du diamant. Nous avons donc testé, mètre par mètre, la corrélation entre la teneur en grenat et la teneur en diamant. Dans l'ensemble il n'y a pas de corrélation; certains massifs, particulièrement riches en xénolithes éclogitiques, sont dépourvus de diamants, alors qu'en général les diamants sont beaucoup plus abondants que ne le sont les fragments éclogitiques très rares. D'autre part si nous avons souvent trouvé des diamants dans une matrice kimberlitique, nous n'en avons jamais vu dans une éclogite (ce cas a cependant été signalé en Afrique du Sud).

Ce sont encore les méthodes statistiques que nous avons employées pour tester l'hypothèse suivante: la répartition du diamant dans la kimberlite est-elle le résultat d'un brassage mécanique tardif ou est-elle consécutive à une cristallisation *in situ*? On peut observer que la répartition du diamant est beaucoup plus homogène quant au nombre de pierres, qu'en ce qui concerne le poids. Cette observation incite à admettre l'hypothèse du brassage mécanique parfait postérieur à la cristallisation du diamant, hypothèse que suggère d'ailleurs l'allure générale de la brèche.

Nous avons d'autre part constaté que la teneur en ilménite ne varie pas systématiquement avec la profondeur; c'est là un argument qui exclut toute ségrégation magmatique dans le chenal kimberlitique. Cette constatation cadre bien avec notre conclusion antérieure: la kimberlite ne fut à l'état fondu à aucun moment de sa mise en place dans le pipe.

2. *La pâte de la brèche kimberlitique*

L'étude microscopique du ciment de la brèche kimberlitique est très décevante, il est tout à fait exceptionnel d'y rencontrer un minéral primaire: ilménite, grenat, diopside ou diamant.

Dans un fond généralement verdâtre, quelquefois rouge, constitué par l'antigorite, le clinocllore, parfois le chrysotile et le pennine, le kaolin, le talc et le

calcite, se dessinent les fantômes des phénocristaux primaires et des fragments xénolithiques.

Des cristaux primaires il ne reste rien ou presque; la teinte, l'indice de réfraction, toutes les caractéristiques optiques ont été oblitérées par l'altération directe et par l'enduit chloriteux qui colore toute la roche. Parfois, cependant, l'on croit reconnaître une forme typique, ici une olivine, là un pyroxène ou un grenat, mais en fait il ne s'agit que de fantômes indéterminables avec précision.

Devant cette difficulté, force nous est d'avoir recours à des moyens indirects. Comme nos photographies en font foi (planches VII à IX), la kimberlite de Bakwanga comporte une structure identique à celle de certaines brèches kimberlitiques d'Afrique du Sud. C'est le même aspect, les mêmes phénocristaux de grandeurs très diverses, subarrondis, parfois disposés en structure d'écoulement. A côté de cette identité de structure, on constate une identité chimique. Ci-dessous, nous donnons les paramètres de Niggli correspondant à ce que N.W. Wilson définit comme la kimberlite basaltique moyenne d'Afrique du Sud et pour comparaison ceux de la kimberlite du massif A de Bakwanga.

Paramètres	al	fm	c	alk	si	k	mg	O
Kimberlite basaltique moyenne	5,25	81,65	10,38	2,62	67,50	0,4	0,84	0,08
Kimberlite du massif A	5,37	82,56	9,63	2,44	82,0	0,3	0,89	0,08

L'analogie est remarquable, la seule divergence se trouve dans les paramètres « si », divergence probablement due à la présence de fragments de grès pulvérisés dans la kimberlite congolaise.

L'identité chimique et structurale nous autorise à supposer une identité minérale; il nous suffit donc pour donner un nom aux fantômes minéraux de la brèche de Bakwanga de faire appel à leurs analogues moins altérés de la brèche kimberlitique d'Afrique du Sud.

L'observation de quelques coupes de pâte kimberlitique compacte provenant d'Afrique Australe, nous révèle les minéraux suivants: les gros cristaux *d'olivine*, parfois idiomorphes, souvent brisés, montrant une altération serpentineuse, soit périphérique, soit en maille, soit générale. Ces cristaux correspondent en taille et en allure aux formes claires et volumineuses de la brèche kimberlitique de Bakwanga.

La phlogopite, souvent en lamelles assez grandes, se retrouve parfois totalement chloritisée dans la kimberlite de Bakwanga.

L'ilménite et le *grenat*, bien que rares, sont reconnaissables dans la brèche kimberlitique de Bakwanga ainsi que le diopside plus ou moins serpentinisé. En

Afrique du Sud le diopside ne se rencontre que rarement comme minéral primaire, mais en revanche, l'enstatite est fréquente.

La magnétite est reconnaissable à Bakwanga et en Afrique Australe sous forme de fins granules dont il est difficile de dire s'ils sont primaires.

Fait remarquable, plusieurs minéraux primaires des kimberlites d'Afrique du Sud montrent une résorption périphérique attribuée jusqu'ici à l'action corrosive du magma resté liquide. Nous voyons dans cette résorption l'action hydrothermale et un début de refusion.

En résumé, la liste des minéraux primaires s'établit comme suit:

Afrique du Sud	Bakwanga
Olivine environ 60%	Olivine totalement altérée
Phlogopite	Phlogopite chloritisée
Ilménite	Ilménite souvent subarrondie
Perovskite	Exceptionnelle
Magnétite	Magnétite probablement primaire
Apatite	Totalement masquée
Enstatite ou diopside	Diopside
Grenat	Grenat

3. Les xénolithes

a) Généralités.

Nous avons décrit au chapitre III l'aspect macroscopique des xénolithes de la brèche kimberlitique; leur texture générale se retrouve dans les fragments microscopiques. Partout, absence de laminage et de traînée d'écrasement, les xénolithes sont en mosaïque dans la pâte kimberlitique, leurs arêtes sont souvent fraîches et leurs angles aigus.

Ce n'est que pour les roches à feldspath abondant, que les fragments sont arrondis, principalement par altération périphérique. Nous reviendrons ultérieurement sur ce point.

La comparaison d'échantillons de la brèche kimberlitique du massif V de la zone nord avec ceux de la brèche de la zone sud (massif A), fait ressortir deux différences générales. D'une part les xénolithes les plus abondants sont dans le massif V aussi bien que dans les autres massifs nord, les calcaires et dolomites du système de la Bushimaie, lesquels ne se rencontrent qu'à l'état résiduel au sud, d'autre part la brèche kimberlitique de la zone nord possède une plus grande variété d'inclusions que celle de la zone sud.

b) *Les xénolithes de la zone sud.*

ROCHES GRENUES.

Les roches à olivine.

Deux types de roches à olivine ont été rencontrés; ces roches sont rares dans la brèche kimberlitique. Les roches du premier type, de structure grenue en mosaïque, sont constituées d'environ 60 % d'olivine généralement fraîche et de 40 % de pyroxène. L'olivine présente un angle des axes optiques positif d'environ 60°. Le pyroxène dont l'angle des axes optiques est nul, est une pigeonite; un minéral opaque, probablement la magnétite, y forme des îlots et des veinules, particulièrement dans les parties altérées des coupes. L'altération, qui n'est marquée qu'en bordures des xénolithes, a amené la formation d'antigorite et de chrysotile.

La seconde roche à olivine rencontrée est de structure grenue, réticulée ou maillée. L'olivine forme plus de 40 % de la roche et montre un angle optique d'environ 90°; le reste de la roche est constitué de pyroxène et de produits d'altération, le pyroxène est du diallage, l'angle d'extinction maximum sur les sections parallèles à un axe optique est de 50°, les clivages sont caractéristiques. L'altération, limitée à la zone marginale, a créé une structure maillée typique, les mailles étant formées de serpentine et d'un minéral opaque, probablement de la magnétite.

Ces roches à olivine, d'ailleurs peu sensibles au métamorphisme thermique, ne présentent que les marques de l'altération par voie humide, probablement hydrothermale.

Le gabbro à deux pyroxènes.

Cette roche qui constitue le vaste dyke repéré par les levés magnétique et gravimétrique, puis par les sondages, forme dans les kimberlites de la zone sud la majorité des inclusions.

Ces enclaves, lorsqu'elles sont de petite taille — moins d'un centimètre — montrent le plus souvent des formes anguleuses; plus grosses, elles marquent une tendance à l'arrondissement, parfois elles sont entourées d'une auréole claire de décomposition. L'arrondissement des arêtes, plus marqué sur les gros xénolithes est d'origine partiellement mécanique; mais il est principalement dû à la kaolinisation et à la désagrégation périphérique.

Nous avons donné, lors de notre description du dyke Tshimanga-Méroude, la composition chimique de la diorite atteinte par sondages, nous rappelons ici ses caractères pétrographiques moyens: la structure est ophitique, à deux temps de cristallisation; le plagioclase en larges plages idiomorphes est entouré par des chaînes de pyroxènes dont l'orientation optique est commune sur quelque distance.

Le plagioclase comporte 48 % d'anorthite, c'est donc de l'andésine proche du labrador. Le pyroxène, en chaîne d'îlots, est l'hypersthène, il montre un net pléochroïsme, passant du saumon rosâtre clair au jaune-vert clair puis à l'incolore.

Dans la roche moyenne, on trouve souvent un second pyroxène qui semble être le produit d'une évolution secondaire; il apparaît au voisinage de l'hypersthène ou en inclusions dans celui-ci, formant souvent une sorte de perthite; il est toujours accompagné d'oxydes métalliques opaques. Ces caractères se retrouvent aussi bien dans la roche en place que dans les xénolithes.

L'angle des axes optiques du second pyroxène est positif d'environ 60° ; l'angle maximum d'extinction sur la section parallèle est supérieur à 43° ; il s'agit donc d'une augite.

A côté du type moyen que nous avons décrit, l'on rencontre plus rarement quelques types aberrants, soit du point de vue des minéraux, soit du point de vue de la structure.

Diorite à un pyroxène.

Il s'agit d'une diorite à hypersthène, sans augite et sans minéraux opaques; la structure est une structure ophitique parfaite.

Gabbro à biotite.

Cette roche comporte de l'andésine, une biotite, de la chlorite et de nombreux granules opaques; elle est profondément altérée.

Les observations de Lacroix, sur le métamorphisme subi par les inclusions des laves nous serviront de base pour l'étude du métamorphisme thermique dans les kimberlites. Les xénolithes dioritiques entrent dans la catégorie de Lacroix des enclaves feldspathiques non quartzifères. La première manifestation du métamorphisme thermique, pour ces enclaves, serait la multiplication des inclusions gazeuses et liquides; la seconde devrait être la fusion partielle de certains minéraux.

Or, si petites que soient les enclaves dioritiques dans la kimberlite, elles ne présentent aucune de ces manifestations du métamorphisme thermique. Les formes du métamorphisme sont en fait les suivantes: formation d'une auréole claire qui est principalement constituée de kaolin et comprend en outre de la calcite et un mica brun très altéré, ce dernier semble être une biotite passant à la chlorite. Par endroits, subsistent quelques plagioclases et le pyroxène augitique. Ailleurs, on constate la formation d'un film d'une chlorite, film enveloppant les pyroxènes proches des limites de l'inclusion et s'introduisant dans les microfractures de la roche. Cette chlorite (rosâtre à jaunâtre) présente un faible pléochroïsme de pennine. Parfois l'altération du pyroxène est complète; il y a formation d'antigorite et de minéraux opaques; localement on observe la formation de hornblende brune et, rarement, au contact des plagioclases et des pyroxènes se forme un mince film d'épidote.

Tous ces phénomènes sont typiques de l'altération par voie aqueuse, thermique ou non; le fait que ces transformations se rencontrent jusqu'à grande profondeur conduit à y voir l'effet de solutions hydrothermales.

Roches à grenat, pyroxène et plagioclases.

Cette variété grenue est peut-être un produit de métamorphisme de la diorite étudiée ci-dessus. Le grenat et le pyroxène associés forment des îlots dispersés dans le plagioclase.

Le grenat, rose en lame mince, idomorphe, est de l'almandin; il est associé à l'omphacite typique. Le plagioclase est à la limite de l'oligoclase et de l'andésine (29% d'anorthite). La magnétite en gros cristaux est abondante.

Ni le pyroxène, ni le plagioclase ne montrent de refusion; ils ne révèlent pas davantage la formation de bulles gazeuses ou liquides; en bordure de la coupe on remarque de la smaragdite à laquelle des amas d'un minéral opaque sont associés.

Roche à grenat, pyroxène et mica.

De structure grenue, composée principalement d'almandin et de diopside, cette roche comprend en outre une biotite fortement pléochroïque.

Ici encore, aucune trace de métamorphisme thermique; les effets de l'altération se réduisent à la production d'un maillage opaque et de chlorite dans le pyroxène et en marge de celui-ci.

Eclogite sensu stricto.

Cette roche composée uniquement d'omphacite et d'almandin est profondément serpentinisée; la serpentine se présente sous la forme d'un réseau serré de mailles fortement pigmentées par un minéral opaque.

La présence de roche grenatifère est à proprement parler exceptionnelle dans la kimberlite.

ROCHES DE STRUCTURE MICROLITIQUE.

Roches à labrador.

Le plagioclase de cette roche est un labrador acide à 52% d'anorthite; la structure est très fine; feutrée à intersertale; le plagioclase entoure de très fins cristaux d'augite et des grains opaques abondants. Il s'agit d'un basalte à augite. On ne remarque dans la coupe ni métamorphisme, ni altération.

Roches à andésine.

Cette roche est à rapprocher de la diabase trouvée en affleurement dans le dyke Katsha (voir chapitre II); en effet son plagioclase comporte 37% d'anorthite, le pyroxène est de l'augite et la structure est localement microlitique, localement microgrenue à porphyrique.

Dans cette coupe, comme dans la précédente, on ne remarque pas d'altération, ni de métamorphisme.

Roches à oligoclase.

Ici le plagioclase comprend 20% d'anorthite; la section montre une intense chloritisation; la chlorite est peut-être le produit de la décomposition du pyroxène. L'altération semble aussi avoir provoqué la formation d'une partie au moins des granules opaques. La structure est microlitique en gerbe, avec de rares phénocristaux feldspathiques. Cette roche est morphologiquement à rapprocher de celle que nous avons décrite dans notre deuxième chapitre sous le vocable: « dolérite de Tshala ».

Toutes ces roches microlitiques sont vraisemblablement en relation génétique avec le dyke de gabbro-diorite Tshimanga-Mérode; elles en constituaient probablement des apophyses.

LES ROCHES DU SOCLE CRISTALLOPHYLIEN.

Ces roches relativement rares sont toutes profondément altérées par voie humide; on constate la présence (en auréoles surtout) de sericite, de kaolin, de chlorite. Les quelques roches du socle reconnues dans la brèche kimberlitique s'apparentent aux diorites, quartziques ou non, aux granites monzonitiques, aux syénites aplitiques et aux gneiss à biotite.

Ces xénolithes entrent dans la classe des roches quartzo-feldspathiques de l'étude de Lacroix. Un éventuel métamorphisme thermique devrait s'y marquer par un frittage du quartz, par la formation de bulles, par la fragmentation du feldspath et par une possible fusion. Aucun de ces phénomènes n'apparaît dans les enclaves de la brèche kimberlitique de Bakwanga et, nous le répétons, seule est visible une auréole kaolineuse tendant à arrondir ces xénolithes.

LES ROCHES SÉDIMENTAIRES.

Les roches gréseuses.

Ces roches, provenant du Mésozoïque traversé par les pipes, ont généralement été pulvérisées et se retrouvent à l'état de grains de quartz, principalement dans la brèche kimberlitique rouge. Quelques grès à cimentation calcaire ou à cimentation silicieuse ont cependant été conservés; il est difficile dans ces cas de dire si la cimentation est originelle ou si, ce qui est probable, est consécutive à des venues aqueuses per ascensum ou per descensum.

Dans aucun des cas cependant, ni dans celui des grains séparés, ni dans celui des blocs, on ne peut observer de quartz fritté ou de quartz à nourrissage tardif; on ne voit pas davantage de signe de refusion ou de structure d'apparence perthitique.

Les roches argileuses.

Ces roches sont abondantes et forment une grande part des xénolithes de la brèche kimberlitique peu profonde; elles sont issues surtout du M4, niveau mésozoïque pendant la déposition duquel s'est faite l'intrusion kimberlitique.

Il s'agit d'argilites rouge brique, assez friables, qui ne montrent aucun recuit, mais parfois une auréole décolorée d'oxydo-réduction.

Les roches carbonatées.

Il ne reste des roches carbonatées du système de la Bushimaie que des reliquats silicifiés ou argileux; la dissolution des carbonates est certainement antérieure aux venues kimberlitiques; les quelques fragments résiduels de roches carbonatées sont, dans la brèche, identiques à ceux que l'on trouve dans les zones de dissolution karstique.

LES NODULES PRIMITIFS DE BRÈCHE KIMBERLITIQUE.

Ces nodules, véritables enclaves dans la brèche kimberlitique ordinaire, sont identiques à cette dernière en constitution et en structure; ils n'en diffèrent que de façon infime, par leur teinte, par leur degré de cimentation, etc... Ces nodules nous donnent la preuve que le phénomène kimberlitique subit plusieurs phases explosives et que certaines de celles-ci furent postérieures au premier remplissage des cheminées. Ces explosions tardives ont d'ailleurs provoqué localement la formation de véritables tufs.

c) *Les xénolithes de la zone nord.**Généralités.*

Nous ne donnerons pas ici la description détaillée des xénolithes des pipes nord-est. C. Fieremans l'a fait à la perfection; nous insisterons cependant sur l'absence de métamorphisme des enclaves, point laissé dans l'ombre par notre collègue¹.

La classification de C. Fieremans est dans ses grandes lignes la suivante:

a) *Les xénolithes sédimentaires.*

Grès et argilites mésozoïques

Roches carbonatées du système de la Bushimaie.

b) *Les inclusions d'origine éruptive.*

Les granites

Les diorites quartziques

Les diabases et dolérites.

¹ L'étude de C. Fieremans n'étant pas terminée, elle n'a pas encore été publiée.

c) *Les inclusions d'origine métamorphique ou incertaine.*

Les gneiss

Les itabirites

Les roches à grenat comprenant les éclogites sensu stricto

Les roches à olivine.

Métamorphisme et altération.

Les roches quartzeuses et argileuses sont identiques à celles observées dans la zone sud, elles ne montrent pas de métamorphisme; les roches carbonatées, très abondantes dans la zone nord ne présentent aucune des modifications observées par Lacroix sur les enclaves calcaires des laves basaltiques; on ne constate pas de marmorisation, ni la formation de silicates de calcium et de magnésium, produits classiques des contacts thermiques.

Les inclusions d'origine éruptive comme celles de la zone sud, montrent souvent en périphérie, une nette altération par voie aqueuse, mais aucun métamorphisme thermique. Les inclusions d'origine métamorphique, elles, témoignent d'un métamorphisme préexistant aux venues kimberlitiques.

En résumé, au nord comme au sud, la kimberlite n'a suscité aucun métamorphisme thermique même sur les roches les plus sensibles; on peut donc admettre qu'à aucun moment de sa mise en place elle ne s'est trouvée à l'état fondu.

4. *Données quantitatives au sujet des xénolithes des kimberlites*

Nous résumerons sous forme de tableau, quelques données quantitatives ayant trait aux xénolithes des kimberlites; ces données sont des données moyennes et ne prétendent pas à une précision rigoureuse.

	Bakwanga Sud	Bakwanga Nord
Roches ultra-basiques grenues	environ 1%	} environ 2%
Roches gabbro-dioritiques grenues	environ 60%	
Roches microlitiques	environ 3%	
Roches grenatifères	environ 2%	
Roches du socle	environ 2%	
Roches carbonatées, système de la Bushimaie	moins de 1% en résidus kars-	environ 3%
	tiques	environ 83%
Roches gréso-argileuses non pulvérisées mé-	superficiellement abondantes,	environ 10%
sozoïques	en moyenne 30%	
Reste	environ 1%	—

On peut, à partir de ces chiffres et des épaisseurs des différents niveaux à Bakwanga, apprécier grossièrement la profondeur de la base des diatrèmes; elle semble être de plus de 2.000 mètres, et de moins de 3.000.

Nous verrons ultérieurement que la profondeur d'explosion n'a rien de commun avec celle de formation des minéraux primaires de la kimberlite.

V. LE DIAMANT DANS LES GITES PRIMAIRES DU TERRITOIRE DE BAKWANGA

Le diamant, nous l'avons dit, est pour nous un minéral primaire de la kimberlite; son étude est donc susceptible de nous apporter quelques lumières sur les conditions qui prévalaient lors de la cristallisation du magma dont sont issues les brèches kimberlitiques.

Avant de décrire nos propres observations, il convient de résumer succinctement les principales caractéristiques du diamant telles qu'elles ressortent d'études faites ailleurs.

Cubique, le diamant cristallise principalement en octaèdres, en dodécaèdres rhomboïdaux et en cubes; les combinaisons entre ces formes ainsi que les agglomérats de cristaux sont très fréquents.

La biréfringence de la gemme est attribuée à des déformations du réseau et à l'amorçage d'une transformation polymorphique.

Le diamant est par ailleurs considéré comme particulièrement compact, les lacunes y sont rares et les impuretés peu abondantes. Les inclusions accidentelles sont souvent constituées de diamant ou de graphite; parfois on a pu observer en inclusion: le quartz, le pyrope, l'olivine, l'hématite. Il est difficile de dire si ces minéraux se sont formés après ou avant leur hôte.

L'irradiation du diamant, grâce à des rayons ultra-violet, provoque une fluorescence variable selon les types de diamants; on distingue en effet deux types de gemmes structurellement différents.

On sait depuis longtemps que les diamants transparents peuvent présenter des couleurs diverses; il semble bien que cette coloration soit du type électronique, elle est sensible, en effet, aux irradiations et à l'échauffement. Pour les diamants opaques, par contre, la coloration grise semble le plus souvent due à la présence de graphite à l'intérieur du réseau cristallin.

La constitution isotopique du diamant est peu variable, le rapport C_{12}/C_{13} reste toujours très proche de la valeur 89,15.

Après ce très bref résumé des connaissances acquises au sujet du diamant hors de Bakwanga, nous décrirons rapidement nos propres observations.

1. *Granulométrie des diamants des gîtes primaires de Bakwanga*

Dans le massif kimberlitique n° V de Bakwanga, le classement granulométrique des diamants non brisés s'établit comme suit:

Classe en mm de diamètre	Pour mille en nombre de pierres	Pour mille en poids
1 à 2	654	179
2 à 3	225	234
3 à 4	81	248
4 à 5	26	137
5 à 6	9	83
6 à 7	3	46
7 à 8	1	30
8 à 9	0,4	18
+ 9	0,6	25
	1.000	1.000

L'étude systématique des diamants du pipe de Disele nous a permis de constater que les diamants non brisés représentent, en nombre, 40% des pierres qui ont de 1 à 4 mm de diamètre, 48% de celles qui ont de 4 à 7 mm et 56% de celles qui ont de 7 à 10 mm.

Cette remarquable fragilité peut certes être attribuée pour une part aux actions mécaniques subies par la gemme lors de la mise en place du gisement, mais il faut souvent y voir l'effet des changements rapides de pression et de température qui ont laissé le diamant dans un état relativement instable.

Le classement granulométrique en nombre de pierres, que nous donnons ci-dessus et la courbe correspondante, montrent clairement que la répartition est asymétrique de part et d'autre d'un maximum que nous supposons devoir se placer au niveau du germe cristallin.

On peut exprimer la rapide décroissance du nombre de pierres pour des diamètres croissants, en disant que la probabilité de formation de pierres de deux à trois millimètres a été trois fois moindre que celle de pierres de 1 à 2 mm, que la probabilité de gemmes de 3 à 4 mm fut trois fois moindre que celle de gemmes de 2 à 3 mm et ainsi de suite.

La probabilité de formation est régulièrement divisée par trois chaque fois que l'on ajoute 1 millimètre au diamètre des diamants; ou si l'on préfère, nous pouvons dire d'une façon plus générale qu'à une croissance arithmétique des diamètres du diamant correspond une décroissance géométrique de la probabilité de formation.

Cette loi, pour autant qu'on puisse l'étendre à d'autres gisements, voire à d'autres minéraux, pourrait contribuer à la compréhension des phénomènes de croissance cristalline.

2. *Cristallographie géométrique*

Les gisements de Bakwanga se distinguent des dépôts diamantifères par leur richesse relative et parce qu'ils recèlent un grand nombre de pierres opaques, de très nombreux agrégats de cristaux et une proportion élevée de cubes.

Il faut signaler encore comme remarquables les gemmes à deux temps de cristallisation; il s'agit de diamants dont le cœur octaédrique transparent est entouré d'une croûte opaque qui prend les formes du cube ou du dodécaèdre (planche XI).

Enfin, signalons que nous avons trouvé plusieurs diamants montrant de nettes zones de croissance (planche X).

3. *Les lacunes du réseau*

Les mesures de densité, que nous avons pu exécuter sur un grand nombre de diamants, nous ont montré qu'il existe des différences systématiques de poids spécifique entre diverses catégories de diamants.

Pour nos essais, nous avons progressivement dilué de la liqueur de Clerici, obtenant ainsi une succession de lots de cristaux de densité différentes.

Une première série d'expériences effectuées sur des diamants de toutes qualités nous a permis d'obtenir trois lots: le plus léger contenait surtout des agrégats de cristaux, le deuxième contenait des pierres monocristallines ou polycristallines colorées, le lot le plus lourd contenait presque exclusivement des octaèdres transparents ou blancs.

Une deuxième expérience portait sur un lot de cubes et d'octaèdres. Les cubes se sont avérés systématiquement plus légers que les octaèdres.

Enfin, nous fîmes une troisième expérience avec plus de deux cents octaèdres plus ou moins colorés. Au cours de cette expérience, nous pûmes séparer quatre lots: du plus lourd au plus léger, opacité et coloration augmentaient progressivement, le plus lourd étant principalement constitué de cristaux transparents.

Nous ne voyons qu'une explication à ces variations systématiques: le nombre de lacunes du réseau et, probablement, la vitesse de croissance du cristal, déterminent partiellement du moins la forme et la couleur du diamant.

4. *La luminescence*

Ramachandran a montré la liaison existant entre phénomènes de luminescence, de biréfringence et de structure. Nos expériences effectuées sur un grand nombre de diamants nous ont permis de préciser certains résultats.

- 1) La luminescence est statistiquement liée à la forme cristallographique des pierres : les cubes, nous en avons testé plusieurs centaines, ne montrent aucune luminescence, à l'exception des cubes clairs à faces rentrantes qui émettent une lumière jaune citron.
- 2) La luminescence est statistiquement liée à la coloration des pierres ; les diamants opaques foncés sont plus rarement fluorescents que les opaques clairs qui, à leur tour, sont moins souvent fluorescents que les diamants transparents.
- 3) Nous avons pu remarquer que nombre de diamants formés d'agglomérats de cristaux montrent une luminescence localisée à l'un ou l'autre de leurs constituants. D'autre part, nombre de diamants fortement fluorescents dans les bleus sont aussi phosphorescents.

L'énumération de l'ensemble des observations faites sur le diamant, sur ses variations de densité, ses impuretés, sa biréfringence, sa coloration et sa luminescence, nous amène à dégager quelques traits généraux. Le diamant semble fragile, en quelque sorte instable. Tout pousse à croire, d'autre part, que les diamants cubiques diffèrent des diamants octaédriques non seulement par leur forme, mais par leur vitesse de cristallisation, par le nombre de lacunes et d'impuretés qu'ils contiennent.

Les diamants cubiques, l'étude des cristaux croûtés l'indique, semblent, en outre, être le produit de la phase terminale de la cristallisation.

5. Mode de formation et origine du diamant

a) L'origine du carbone.

Nous ne prétendons pas résoudre cette question si controversée ; du moins nous semble-t-il que les faits que nous avons énumérés permettent d'écarter certaines hypothèses.

Les principales théories en présence peuvent se classer en trois groupes :

- 1) celles qui admettent que le diamant est un minéral purement métamorphique ;
- 2) celles qui supposent que le diamant a été constitué grâce à la réassimilation de carbone d'origine organique par un magma ;
- 3) celles qui considèrent que le diamant est totalement d'origine magmatique.

La plupart de ces théories se fondent sur des équations d'équilibre (pression, température) assez hypothétiques.

Au groupe d'hypothèses attribuant au diamant une origine purement métamorphique on peut opposer plusieurs faits dont aucun ne constitue une preuve, mais dont l'ensemble emporte la conviction. Ces faits sont les suivants :

- 1) le rapport C_{12}/C_{13} dans le diamant s'écarte de celui des roches sédimentaires;
- 2) supposer aux diamants des météorites une origine organique lointaine nécessite l'introduction d'une hypothèse supplémentaire hasardeuse;
- 3) nous avons observé à Bakwanga plusieurs diamants montrant de nettes zones de croissance (planche X);
- 4) enfin, la granulométrie du diamant dans la roche primaire semble bien indiquer une cristallisation à partir d'un bain liquide.

Contre les théories donnant au carbone des diamants une origine organique, peuvent être énoncés, avec moins de force, les deux premiers faits mentionnés ci-dessus; d'autre part, à moins d'avancer des hypothèses inélégantes par leur complexité, et de plus peu plausibles, on voit mal quelles sont les roches sédimentaires que les kimberlites du Territoire de Bakwanga ont pu contacter avant leur effusion à basse température.

Nous optons donc pour l'hypothèse d'une origine magmatique du carbone constitutif des diamants.

Cela admis, on pourrait encore supposer que le diamant provient des xénolithes de la kimberlite, en particulier de l'éclogite. Comme Du Toit l'a montré, cette thèse est déjà à peine soutenable pour l'Afrique du Sud; à Bakwanga, nous l'avons dit, on n'observe aucune corrélation entre teneurs en grenat et teneurs en diamant, ou entre fréquence des éclogites et fréquence des diamants. A Bakwanga, nous n'avons jamais rencontré de diamant dans les éclogites (planche XII).

b) *Les conditions de pression et de température.*

Les hypothèses concernant les conditions de pression et de température qui ont présidé à la cristallisation du diamant sont des plus variables; un fait est certain, la General Electric, grâce à un catalyseur métallique, fabrique du diamant en utilisant des pressions variant de 56.000 à 126.000 kilogrammes par centimètre carré et des températures comprises entre 2.200 et 4.400 degrés centigrades.

D'autre part, si l'on fait pour tous les minéraux de la kimberlite le rapport poids atomique moyen divisé par le poids spécifique du cristal, on obtient une valeur minimum pour le diamant; ce quotient peut, en première approximation, être utilisé comme indice de compaction et par conséquent comme indice des pressions de formation.

Nous avons admis que le diamant a cristallisé dans un bain magmatique kimberlitique ou tout au moins susceptible d'avoir été à l'origine des kimberlites; à pression ordinaire, il faut quelque 1.500° C pour fondre une péridotite, ce qui exclut l'hypothèse de la formation du diamant à basse température.

Pour nous donc, le diamant est un minéral dont la formation exige une haute pression et une haute température. Certaines observations faites sur l'ensemble des

diamants du Territoire de Bakwanga permettent d'esquisser le sens de l'évolution des facteurs P et T dans le temps.

Nous l'avons vu, les formes octaédriques sont denses, ont souvent des faces bombées et sont généralement incolores, alors que les formes cubiques sont colorées; fréquemment une variation brusque du style de cristallisation amène la formation d'une croûte opaque empruntant pro parte les faces du cube autour d'octaèdres transparents; on peut se demander quels ont pu être les facteurs qui amenèrent ce changement radical.

L'augmentation du nombre de lacunes et d'inclusions, associée à l'apparition des formes colorées cubiques à faces planes est symptomatique d'un accroissement de la vitesse de cristallisation. La substitution des faces cubiques, aux faces octaédriques plus denses est, elle aussi, liée à une croissance plus rapide.

Après avoir suggéré l'existence de deux phases bien distinctes dans l'histoire de la cristallisation, il nous faut mettre en évidence le rôle primordial du mode de refroidissement.

Les constituants des kimberlites dans le Territoire de Bakwanga, en particulier le diamant, peuvent avoir un habitus foncièrement différent de celui des minéraux d'autres régions kimberlitiques; le diamant de Bakwanga se présente souvent en cubes, très souvent il est opaque, la proportion d'agrégats de cristaux est très importante ainsi que celle de diamants croûtés. Toutes ces caractéristiques sont bien spécifiques de tous les gisements du Territoire de Bakwanga, que l'on considère ceux du nord ou ceux du sud. Cette constance d'habitus suggère avec force une origine profonde commune ou tout au moins une naissance dans les mêmes conditions physiques et chimiques. A cette constance dans la qualité s'opposent les grandes variations en quantité que l'on observe même entre pipes voisins; les teneurs en diamant de deux pipes situés à 1 ou 2 kilomètres l'un de l'autre peuvent varier du simple au quintuple. Or, nous avons admis une origine profonde commune, ou au moins l'identité des conditions physiques et chimiques au départ, il nous faut donc attribuer au mode de décomposition et de refroidissement, c'est-à-dire aux actions tardives, une importance capitale. C'est des conditions ultimes de la mise en place que dépend pour une bonne part la teneur en diamant; cela implique une certaine fragilité de ce minéral, fragilité que nous avons déjà signalée par ailleurs et qui, pour certains, est le signe d'une tendance aux transformations polymorphes.

Divers indices, la mise en place explosive des roches diamantifères, l'homogénéité des ilménites, certaines considérations morphologiques sur lesquelles nous reviendrons, font croire qu'un refroidissement rapide a conditionné la conservation du diamant.

L'étude du diamant inclus dans les kimberlites, nous amène donc à concevoir au moins trois phases importantes dans l'évolution de celles-ci.

Tout d'abord, une phase de cristallisation lente dans un milieu immobile soumis à de grandes pressions et de hautes températures, puis une phase de cristallisa-

tion rapide dans un milieu homogénéisé par agitation et décompression probables, enfin une phase de refroidissement et de décompression survenue dans des conditions telles qu'elle permit au diamant de subsister malgré sa fragilité.

VI. LES KIMBERLITES HORS DU TERRITOIRE DE BAKWANGA

Avant de tenter une explication du phénomène kimberlitique dans la région de Bakwanga, nous donnerons ici un résumé des connaissances accumulées au sujet des autres kimberlites dispersées dans le monde.

1. *Les kimberlites d'Afrique du Sud*

Etudiées principalement par G. F. Williams, P. A. Wagner, A. F. Williams et A. Holmes, les kimberlites d'Afrique du Sud sont les mieux connues.

a) *Morphologie.*

Les venues kimberlitiques d'Afrique du Sud sont généralement groupées en essaims, elles sont parfois alignées, on les trouve sur près de 500.000 kilomètres carrés; ces venues se subdivisent en pipes isolés, en pipes recoupés par des dykes et en dykes isolés. Les pipes sont généralement ovoïdes et ont un diamètre qui peut aller d'une dizaine de mètres à près de sept cents mètres; dans la plupart des cas, ils montrent un étranglement progressif vers le bas au-dessous d'une cinquantaine de mètres.

b) *Pétrographie.*

Les pipes et les dykes sont remplis par des roches qui vont du basalte à mélilite jusqu'à la brèche totalement constituée de fragments des roches encaissantes en passant par la kimberlite basaltique et la kimberlite micacée.

La kimberlite basaltique est constituée d'une pâte serpentineuse, riche en oxydes de fer et de titane, pâte englobant de gros cristaux d'olivine, de diopside ou d'enstatite, la phlogopite, le grenat et l'ilménite. La kimberlite micacée comprend de 30% de micas, micas que Holmes a attribués à la métasomatose de minéraux préexistants. Les basaltes à mélilite et la kimberlite micacée se rencontrent principalement dans les dykes.

Les pipes, eux, contiennent le plus souvent, à côté de la pâte kimberlitique proprement dite, une grande variété de xénolithes parmi lesquels reviennent constamment la lherzolite, la harzburgite et dans une moindre mesure l'éclogite.

Notons que les basaltes à mélilite contrairement aux kimberlites classiques ne contiennent que très rarement des xénolithes; ils sont pauvres en minéraux chromifères et sont souvent trouvés frais, alors que les kimberlites sont toujours profondément serpentinisées.

c) *Métamorphisme.*

A. L. du Toit dans « Geology of South Africa » résume les observations des différents géologues qui ont étudié, à propos du métamorphisme, les venues d'Afrique du Sud, en une phrase que nous ne saurions mieux faire que de traduire ici. « On constate l'absence générale de métamorphisme thermique sur les parois ou dans les inclusions, absence montrant que la température du matériel éruptif n'a pu être très élevée » (A. L. du Toit, 1956, p. 416).

d) *Mode de formation et origine.*

Le premier auteur qui ait étudié les roches diamantifères d'Afrique du Sud (c'est à lui que nous devons le vocable kimberlite) fut C. Lewis. Il divise la kimberlite en lave porphyrique ultrabasique, brèche kimberlitique et tuf kimberlitique. Pour lui, il s'agit de venues volcaniques classiques et la kimberlite ne serait que la forme extrême de l'altération des basaltes à mélilite.

Pour A. F. Williams la montée de la kimberlite se serait faite à partir de dykes et aurait assimilé au passage des brèches de failles; les phénomènes explosifs n'auraient eu à jouer qu'un rôle minime.

A. Lacroix voit dans les gisements du Griqualand des roches ultrabasiques proches des alnoïtes; deux temps de cristallisation auraient amené la formation de phénocristaux puis d'un verre à microcristaux.

Pour T. G. Bonney la kimberlite, avec ses xénolithes et ses minéraux basiques, est le produit d'une explosion qui a fragmenté une sorte de batholite éclogotique ou périclétique ainsi que les roches encaissantes.

P. A. Wagner considère la kimberlite comme dérivée directement d'un magma par intrusion de celui-ci dans un amas de débris probablement d'origine explosive; il distingue ce premier type des amas de tuf et de xénolithes.

Pour Holmes et Harwood « The magmas of mica-peridotites and olivine leucitites are formed essentially by the extraction of eclogite and olivine from a primary peridotite magma under high pressure conditions (due to great depth or high volatile constituents) and that the magmas of melilite basalts and alnoite are formed from the same primary magma under conditions of some what lower pressure, by the extraction of olivine and enstatite (or clinoenstatite) » (Holmes et Harwood, 1932, p. 370).

Enfin, van Biljon fait entrer le processus de formation des kimberlites dans un phénomène métamorphique général, phénomène qui aurait causé la transformation de schistes calcareux et magnésiens en pyroxénites, serpentines, etc...

Du point de vue des mécanismes de mise en place, ces théories peuvent se réduire en trois groupes :

- le premier groupe comprend les hypothèses des auteurs qui pensent que la venue basique s'est faite sous la forme d'une lave en fusion, pour certains il s'agit d'une lave représentant la masse du magma de péridotite, pour d'autres d'une lave différenciée de celui-ci, lamprophyre ou aplitite. Dans ce premier groupe de théories, on peut d'ailleurs distinguer celles qui font une place importante aux phénomènes explosifs et celles qui ne leur attribuent qu'un rôle limité;
- les hypothèses du second groupe font dériver la kimberlite d'un batholite ou d'un dyke, consolidé, cohérent, fracassé par les explosions gazeuses;
- le troisième groupe est constitué par les théories qui supposent aux gîtes primaires de diamants une origine purement métamorphique.

e) *Le diamant.*

Si l'origine des kimberlites du sud de l'Afrique est controversée, celle du diamant ne l'est pas moins. Ici encore les théoriciens peuvent se répartir en trois groupes.

Pour certains le diamant serait dû à l'action des laves ultrabasiques sur les xénolithes de calcaire et de schiste. C'est en particulier l'hypothèse de H. C. Lewis qui écrit : « The diamonds are secondary minerals produced by the reaction of this lave (kimberlite) with heat and pressure on the carbonaceous shale, in contact with and enveloped by it » (H. C. Lewis, 1887).

Un deuxième groupe, dans lequel nous trouvons notamment T. G. Bonney, fait dériver tout le diamant d'un niveau d'éclogite fragmenté ou fondu par la venue kimberlitique. « The so called kimberlite is not an altered peridotite but a breccia in which the diamond, like the olivine, pyroxenes, garnet, etc... is not authigenous but a derivative from some older rocks » (T. G. Bonney, 1899). Nous pouvons rattacher à ce groupe certains auteurs qui, bien qu'ils ne considèrent pas la kimberlite comme uniquement constituée de fragments de roches préconsolidées, estiment que le diamant est issu des xénolithes éclogitiques et que la pâte de la brèche est stérile. Enfin, pour les théoriciens du troisième groupe (Wagner, du Toit), le diamant est un minéral primaire de la péridotite. Nous avons vu au chapitre V les faits que l'on peut avancer pour et contre chacune de ces trois théories.

2. *Les kimberlites du Tanganyika*

Plus de 50 pipes kimberlitiques ont été trouvés au Tanganyika; selon G. S. Williams, le mode de gisement et la nature de la roche sont très semblables à ce que l'on voit en Afrique du Sud. L'olivine, le diopside chromifère, le grenat, le zircon, la pérofskite se retrouvent dans la pâte; les xénolithes abondants comportent des éléments des roches encaissantes connues et de plus, l'éclogite, la lherzolite et la dolérite,

comme c'est le cas en Afrique Australe. Aucun métamorphisme thermique n'a été observé. Les tufs kimberlitiques ne sont pas rares. Teals signale que les pipes kimberlitiques sont associés, géométriquement au moins, à des dykes doléritiques. Les hypothèses quant à la nature et à l'origine de la roche sont semblables à celles avancées pour les venues d'Afrique du Sud. Récemment, T. C. James a émis l'hypothèse que les kimberlites et carbonatites dérivent par différenciation d'un même magma initial.

3. *Les kimberlites de l'Angola*

Depuis quelques années, plusieurs pipes ont été découverts dans le Lunda. Ici encore la roche a bien des analogies avec celle de l'Afrique Australe. Une première étude a permis de la définir comme une péridotite porphyrique. Les hypothèses relatives aux mécanismes de mise en place attribuent une grande importance à l'existence de grabens SW-NE, consécutifs à un failage intense; C. Freire de Andrade écrit: « If there are or were kimberlite pipes in the South, they should be found in that intensive zone of diastrophism ».

En Angola, comme ailleurs, on ne remarque aucun métamorphisme au contact des kimberlites.

4. *Les kimberlites du Gabon*

Il n'est pas certain qu'il y ait au Gabon de roche diamantifère primaire; B. Chambort, cependant, suppose que le diamant a été amené en surface par de minces dykes de type kimberlitique, dykes recoupant les calcaires auxquels ils auraient emprunté le carbone constitutif du diamant.

5. *Les kimberlites du Katanga*

J. Verhoogen donne une excellente description des pipes du Katanga et nous lui emprunterons les données ci-dessous:

a) *Morphologie.*

La forme et la dimension des cheminées sont extrêmement variables, leur diamètre peut aller de quelques mètres à plus d'un kilomètre. L'aspect général est volcanique explosif, les xénolithes peuvent constituer jusqu'à 50% de la masse. Verhoogen insiste sur le rôle probable des explosions et de l'érosion gazeuse. D'autre part, il constate que nombre de blocs profonds ainsi que les parois des cheminées présentent un polissage qu'il attribue à une venue turbulente.

b) *Pétrographie.*

L'olivine, le diopside, le grenat, la biotite, l'enstatite sont les minéraux les plus fréquents de la roche; Verhoogen partageant l'avis de Shand en Afrique du Sud

pense que le grenat, l'ilménite, le diopside et le diamant sont d'origine xénolithique; le diamant en particulier proviendrait de l'éclogite.

c) *Métamorphisme.*

Le métamorphisme purement thermique des enclaves est nul; parfois l'on peut constater un nourrissage secondaire en quartz et en microcline des grès et des schistes. Ce nourrissage n'est d'ailleurs pas nécessairement dû aux venues kimberlitiques. Pour Verhoogen la biotite serait, elle, fréquemment secondaire.

d) *Mode de formation et origine.*

La constitution chimique de la kimberlite du Katanga la rapproche d'une alnoïte. L'association avec les basaltes à mélilites est d'ailleurs fréquente.

Pour Verhoogen, la kimberlite pourrait provenir d'un magma péridotique profond, l'eau et le CO_2 seraient des apports tardifs et auraient joué un rôle important dans les processus de mise en place (processus explosifs en particulier).

6. *Les kimberlites du Mali*

Tout récemment, une série de pipes remplis d'une brèche à pâte ultrabasique a été trouvée au Mali; la présence de diamants, celle des classiques minéraux accompagnateurs, la constitution chimique, tout concorde à en faire une kimberlite proche des kimberlites micacées d'Afrique du Sud; l'époque de ces venues est probablement le Crétacé.

7. *Les kimberlites des Indes*

S. Merch a décrit les kimberlites du District de Panna. Il y voit « some agglomeratic tuff, which has been highly altered ». En effet, la serpentinitisation est constante jusqu'à une profondeur d'au moins 140 mètres. La roche porphyrique serait primaire et la calcite, la silice et la serpentine trouveraient leur origine dans des venues hydrothermales tardives.

Une analyse chimique partielle donne: SiO_2 39,42; Al_2O_3 5,76; Fe_2O_3 3,6; FeO 4,2; CaO 9,2; MgO 18,04; comparées à celles d'Afrique du Sud ces valeurs montrent un enrichissement en silice principalement aux dépens de la magnésie. Cela peut être dû à la présence de microxénolithes arrachés aux grès de Kaimur, ou à un apport hydrothermal.

8. *Les kimberlites de Bornéo*

N. W. Wilson dans « The World Diamond Deposits » expose comment depuis les travaux de Koolhoeven les diamants du sud de Bornéo, autrefois supposés d'origine métamorphique, sont actuellement considérés comme issus d'une brèche

ultrabasique datant du Crétacé. Dans la mise en place de cette brèche, les phénomènes explosifs tardifs auraient été particulièrement importants.

9. *Les kimberlites du Brésil*

L'origine du diamant au Brésil est très incertaine, comme elle est incertaine dans toutes les régions où les gisements sont entièrement ou partiellement Précambriens (Guyane, Vénézuéla, Ouest Africain, du Ghana à l'Afrique du Sud-Ouest).

Il est remarquable que toutes les kimberlites que nous avons énumérées jusqu'ici, et elles constituent de loin le plus grand nombre, se rattachent de près ou de loin au Gondwana. En outre, les venues diamantifères semblent remonter soit au Précambrien, soit au Crétacé.

10. *Les kimberlites aux U.S.A.*

La roche diamantifère de l'Arkansas, étudiée principalement par H. D. Miser et C. S. Ross, présente les caractéristiques suivantes :

a) *Morphologie.*

Le complexe intrusif comprend une roche massive plutonique, une brèche explosive faiblement aphanitique, principalement constituée de fragments de l'intrusion plutonique et un tuf volcanique.

Il semble que la formation du gisement s'étale du début du Crétacé jusqu'à la fin de cette période, avec production successive de la roche massive, de la brèche et du tuf. L'ensemble a une allure de dyke.

b) *Pétrographie.*

La roche massive comporte principalement la phlogopite, l'olivine fraîche ou serpentinisée, l'augite, la calcite et la magnétite. La brèche paraît plus riche en diamants que la roche massive et le tuf qui semblent stériles ou presque.

c) *Métamorphisme.*

L'intrusion massive a été accompagnée d'un très net métamorphisme thermique; le grès et l'argilite encaissants ont été vitrifiés et quartzifiés.

d) *Mode de formation et origine.*

Il semble que la mise en place se soit faite en trois temps: d'abord intrusion de la péridotite massive à haute température, puis formation de brèche, enfin formation de tuf par voie explosive; la formation du tuf fut accompagnée de venues hydrothermales.

Ce gisement, on le voit, diffère notablement des kimberlites classiques, il est d'ailleurs fort pauvre en diamant.

11. *La roche diamantifère de la Colombie Britannique*

Décrite par C. Camsell, cette roche s'écarte radicalement des kimberlites classiques. Il s'agit d'un long stock de péridotite passant latéralement à une pyroxénite qui montre localement des ségrégations de chromite et, rarement, de magnétite.

La péridotite, presque totalement constituée d'olivine parfois serpentinisée est une dunite.

Les diamants sont localisés dans la chromite accompagnée de veines de serpentine; ils montrent fréquemment une cristallisation parfaite en octaèdres. Le diamant semble avoir été produit lors d'un premier stade de différenciation magmatique.

Toujours en Amérique, K. D. Weston signale près de Québec, un dyke de roche ultrabasique porphyrique assez semblable à la péridotite d'Arkansas, cette roche pourrait être l'origine des diamants découverts dans les conglomérats glaciaires.

12. *Les kimberlites de Sibérie*

Le ministère de la Géologie de l'U.R.S.S. a publié une étude approfondie des gisements de kimberlite de Sibérie.

Faute de traduction complète, nous n'avons malheureusement pas pu lire le texte intégralement et nos informations sont basées sur des résumés et sur une traduction partielle de I. Wasilewski.

a) *Morphologie.*

Avant la fin de 1957, 22 pipes avaient été découverts. Ils sont, généralement, de forme ovoïde avec des irrégularités; leur diamètre varie de 400 à 600 mètres. Dans l'ensemble on constate une forte ressemblance avec les gisements d'Afrique du Sud et, le plus souvent, on retrouve l'association brèche et tuf. Les xénolithes, très abondants, constituent jusqu'au 75% du volume.

b) *Pétrographie.*

Les minéraux peuvent se distinguer en primaires, secondaires et tertiaires, ces derniers étant le produit de l'altération tardive.

Les minéraux primaires seraient l'olivine, le diopside chromifère, le diopside, le diamant, l'ilménite et la magnétite.

Les minéraux secondaires, c'est-à-dire supposés issus de xénolithes sont le pyrope, le grossulaire, l'almandin, l'hypersthène, le diopside chromifère, le diopside, le zircon, l'apatite, le feldspath et le quartz. Quant aux minéraux d'altération, ce sont principalement la serpentine, la calcite, le quartz, la strontianite, la célestine, la phlogopite, la chlorite, la magnétite, la pyrite et la limonite.

La roche, surtout constituée d'olivine totalement serpentinisée (environ 70%), est à classer parmi les péridotites.

Les xénolithes, abondants, comprennent des éclogites, des calcaires et des schistes paléozoïques, et des roches basiques non différenciées.

c) *Métamorphisme.*

Comme pour les autres pipes de brèche kimberlitique, le métamorphisme thermique des enclaves ou des parois est nul ou presque. L'évolution des minéraux de la brèche, évolution que l'on suppose tardive, est attribuée à l'action de fluides hydrothermaux.

d) *Mode de formation et origine.*

On connaît l'existence, à l'ouest des gisements, d'énormes venues de « trapps », de dolérites pauvres en olivine et de basalte à mélilite et à néphéline. Ces intrusions et ces épanchements sont assez semblables à ceux consécutifs au Karroo si ce n'est que, dans le temps, ils s'étalent de la fin du Carbonifère jusqu'à la fin du Trias. Les pipes kimberlitiques situés dans la zone instable qui borde les trapps sont attribués à la période finale du Trias.

Dans un article récent, Lentien et Kadensky attribuent aux kimberlites et aux trapps qui les ont précédés une origine magmatique commune; leur mise en mouvement serait due à la même cause tectonique générale.

13. *Diabases diamantifères*

Des informations de source incertaine, reproduites par Polinard, signalent des diamants dans des diabases à hornblende de Copeto en Nouvelle Galle du Sud.

14. *Les météorites diamantifères*

On sait depuis longtemps que les météorites contiennent parfois du diamant, que ce soient les météorites ferreuses ou les météorites pierreuses du type péridotique à olivine, à bronzite et fer nickelifère; certains auteurs ont été jusqu'à y voir l'origine des massifs kimberlitiques d'Afrique du Sud.

Pour conclure cette longue énumération des principales roches diamantifères, il nous reste à dégager de celles-ci quelques caractères généraux.

Nous pouvons, tout d'abord, distinguer trois types de gisements: les amas profonds (Colombie-Arkansas), les dykes, les pipes. Des amas aux pipes, la roche s'enrichit systématiquement en diamant, elle devient plus différenciée, plus ultrabasique.

Les amas et les pipes massifs sont accompagnés d'un net métamorphisme thermique, alors que les pipes en sont dépourvus. L'action hydrothermale ainsi que l'importance des phénomènes explosifs vont en diminuant lorsque l'on passe des pipes aux amas.

Nous avons signalé plus haut que les gisements primaires de diamant sont, à l'exception près des gisements sibériens, d'âge précambrien ou crétacique.

On peut se demander s'il existe une relation entre, d'une part, l'extraordinaire période volcanique qui commença au début du jurassique et vit le Gondwana se morceler et se charger des dolérites Karroo et des basaltes des plateaux et, d'autre part, la non moins extraordinaire période d'activité explosive qui précéda les venues kimberlitiques qui criblèrent les terres de l'hémisphère sud ?

Tous les gisements qui comprennent surtout des cheminées — ce sont les plus nombreux et les plus importants — se sont formés à travers des roches subhorizontales. Dans la plupart des cas la formation des cheminées fut consécutive à une intense activité volcanique.

Enoncer ces quelques constantes, c'est déjà presque écrire l'histoire des venues kimberlitiques. C'est à cette histoire que sera consacré notre prochain chapitre.

VII. LE MODE DE FORMATION DES BRÈCHES KIMBERLITIQUES

Avant d'exposer ce que nous croyons être le processus de formation des brèches kimberlitiques, nous rappellerons ici les traits les plus caractéristiques des kimberlites de Bakwanga, traits que l'on retrouve dans la plupart des gisements primaires de diamants.

1. Les kimberlites sont intrusives dans des zones de fracturation et de mouvements verticaux importants, souvent d'ailleurs, à la faveur de ceux-ci.

2. Dans de vastes régions couvrant plusieurs continents, diverses kimberlites sont contemporaines.

3. Les venues kimberlitiques sont régulièrement associées à des roches basiques intrusives et effusives de composition plus ou moins constante.

4. L'extrusion des kimberlites typiques débute par une phase explosive; cela est démontré par l'allure générale des pipes, par l'aspect macroscopique des xénolithes, par des accumulations de débris, de poussière et de tuf. Après cette phase initiale, des explosions tardives ont eu localement lieu, brèchiant la pâte kimberlitique elle-même.

5. Les kimberlites étaient, lors de leur mise en place, hautement plastiques, voire fluides, comme l'indiquent l'étalement du champignon kimberlitique dans les niveaux sédimentaires peu ou pas consolidés, les fréquentes « coulées boueuses » internes et la dispersion parfaite des xénolithes dans la masse.

6. Le complexe kimberlitique, lors de son ascension, était à basse température, l'observation tant microscopique que macroscopique démontrent à l'évidence l'absence de tout métamorphisme thermique. La péridotite intrusive, bien qu'elle ait été fluide, dans son ensemble, ne peut avoir été en fusion.

7. Lors de son ascension, la masse kimberlitique était totalement imprégnée de fluides hydrothermaux; nous en voulons pour preuve la serpentinitisation intense et homogène de toute kimberlite jusqu'aux plus grandes profondeurs atteintes par les sondages ¹. La formation d'auréoles kaolinisées autour des xénolithes de roches grenues profondes est elle aussi un indice de l'activité des solutions hydrothermales.

8. La teneur en diamant des kimberlites est essentiellement variable, mais montre une certaine corrélation avec trois facteurs:

- le degré de basicité de la roche
- la forme des gisements
- le mode de refroidissement.

D'une façon générale, les kimberlites les plus alcalines (micacées) sont les plus pauvres en diamant.

Les dykes kimberlitiques sont généralement moins diamantifères que les pipes avec lesquels ils sont en relation.

Les phases kimberlitiques à refroidissement brutal ont, en général, de plus fortes teneurs en diamant que celles à refroidissement progressif.

Ces deux derniers facteurs, forme des gisements et rapidité de refroidissement, sont d'ailleurs probablement liés.

9. Le diamant est un minéral primaire de la kimberlite; nous en trouvons la preuve dans sa répartition granulométrique et dans sa constitution interne.

* * *

N. L. Bowen et ses collaborateurs ont, dans une suite de travaux remarquables, démontré que les roches ultrabasiques ne forment pas de laves au sens propre du mot: « This peridotite and anorthosite have no effusive to correspond ».

(N. L. Bowen, 1956, p. 272).

Les dykes et autres venues de roche ultrabasique ne sont pas les produits de la solidification d'une lave en fusion, mais bien l'intrusion d'un amas de cristaux pré-solidifiés à grande profondeur. . . . « if the rocks are accepted as the result of accumu-

¹ Notons que N. L. Bowen a démontré que la forstérite est stable en présence de vapeur d'eau en-dessus de 430° C. Les serpentines magnésiennes pures ne peuvent exister qu'en-dessous de 500° C.

lation without remelting. The flow of the resulting material into fissures would seem to be a quite definite possibility if the proportion of liquid is not too small ».

(N. L. Bowen, 1956, p. 167).

La remise en mouvement pourrait être consécutive à une refusion partielle d'une roche, refusion due soit à un échauffement, soit à une diminution de la pression. La refusion pourrait amener sous quelque action ultérieure de « squeeze », la migration des constituants les plus fusibles, laissant subsister inchangés les constituants à plus haut point de fusion tels que l'olivine par exemple.

« Secular reheating of the mass would give much liquid at a temperature well below that requisite for complete melting. The liquid portion would not have a basaltic composition, but would be more salic and would be capable of intrusion into the upper crust long before a temperature was attained adequate to remelt the whole basalt. The magma commonly injected into the crust, if it is to be produced by slow (radiothermal) reheating of crystalline basalt, would this not ordinarily be of basaltic composition. »

(N. L. Bowen, 1956, p. 314).

Les théories de N. L. Bowen, si elles ne prétendent pas éclairer tous les points de détail, sont, par contre, étayées par un grand nombre d'observations rigoureuses. Par ailleurs, elles corroborent si bien nos propres observations que nous n'hésiterons pas à les faire nôtres.

Voici comment, en tenant compte de tous les faits que nous avons énoncés et en faisant une large part à l'hypothèse, nous schématiserons la formation des brèches kimberlitiques :

Première stade.

Consolidation d'un vaste amas magmatique profond, comportant, parmi ses tous premiers constituants, le diamant extrêmement dispersé et l'olivine; il est vraisemblable que cet amas subsistait à l'état solide sous des pressions et à des températures élevées.

Deuxième stade.

Fusion progressive partielle de l'amas avec l'action de « squeeze » (filter pressing) donnant naissance, d'une part à des intrusions et à des extrusions liquides plus acides que l'amas initial et d'autre part à une masse granulaire comportant uniquement et de façon concentrée les éléments les moins fusibles, diamant, olivine, spinelles . . . enrobés dans une faible quantité de liquide interstitiel.

Pour le cas de Bakwanga, la kimberlite basaltique constituerait le résidu granulaire profond, les parties fusibles intrusives et effusives seraient les dolérites et le gabbro-diorite que nous avons décrits.

Le déroulement des premier et deuxième stades implique l'existence de failles jouant un rôle important lors de la mise en place des roches profondes.

Troisième stade.

Les roches effusives et intrusives, ayant comblé toutes les voies vers la surface, poursuivent leur consolidation avec production de fluides résiduels, en particulier de CO_2 , de vapeur d'eau, et probablement de silice dissoute.

Quatrième stade.

Les gaz et vapeurs ayant imprégné toutes les roches montrent quelque porosité, en particulier l'amas granulaire kimberlitique, finissent par se frayer une voie vers la surface, provoquant des explosions et une intense érosion gazeuse. Ce processus s'accompagne d'une brusque décompression et d'un rapide refroidissement.

Cinquième stade.

La masse kimberlitique, maintenant serpentinisée sous l'effet de l'autométamorphisme tardif (hydrothermal) dont nous avons, ci-dessus, esquissé le mécanisme, pénètre dans les cheminées, mise en mouvement par des pressions latérales ainsi qu'à cause de sa faible densité due en partie à l'accroissement de volume consécutif à l'hydratation.

Serpentine, talc et chlorite jouent le rôle de lubrifiants; la roche meuble monte à la façon d'une boue, englobant au passage tous les fragments arrachés par l'explosion aux roches en place.

Pendant cette ascension, les fluides hydrothermaux continuent de jouer un rôle actif tant mécanique que chimique.

Les eaux supergènes, celles du bassin mésozoïque pour Bakwanga, contribuèrent à plastifier et liquéfier l'amas minéral.

Ce processus de formation est naturellement hypothétique et schématisé à l'extrême. Cependant il a l'avantage de rendre compte de toutes les caractéristiques de la brèche kimberlitique de Bakwanga.

L'existence de fractures et de mouvements verticaux importants, existence que nous avons relevée dans la région étudiée, conditionne l'ensemble du processus; si l'on considère que le phénomène kimberlitique n'est que la phase ultime d'un cycle éruptif, l'omniprésence d'intrusions et d'effusions basiques précédant les venues kimberlitiques s'explique; de même, explosion, fluidité de la roche, températures peu élevées trouvent leur explication dans notre hypothèse.

La profonde altération hydrothermale des kimberlites est une conséquence nécessaire de l'autométamorphisme tardif dû aux fluides résiduels, reliquats de la solidification des phases injectées et éjectées lors de la refusion du magma primitif.

La refusion sélective partielle plus ou moins poussée suffit à expliquer les différents degrés de basicité du résidu granulaire kimberlitique, ainsi qu'une partie des

différences de teneur en diamant. D'autre part, si l'on admet la possibilité d'une transformation polymorphique du diamant, on s'explique pourquoi les kimberlites à intrusion progressive relativement lente, sont moins diamantifères que celles à mise en place brutale.

Nous percevons parfaitement ce que notre théorie du phénomène kimberlitique garde de schématique et d'hypothétique, nous souhaitons cependant avoir contribué par cette étude, à la compréhension du processus de formation des kimberlites et nous espérons ainsi en faciliter la recherche.

ANALYSES DE ROCHES DIAMANTIFÈRES

1. Kimberlite du massif A (Bakwanga sud-ouest). Analyse faite à l'Université de Louvain.
2. Kimberlite du massif A (Bakwanga sud-ouest). Analystes: Messieurs A. Danse et E. Ledent. Service Géologique du Congo-Belge.
3. Kimberlite du massif VI (Bakwanga nord-est). Analyse faite à l'Université de Louvain.
4. Kimberlite du massif VI (Bakwanga nord-est). Analystes: Messieurs A. Danse et E. Ledent, Service Géologique du Congo-Belge.
5. Kimberlite « basaltique extrême » (Afrique du Sud). Analyse publiée par A. F. Williams.
6. Kimberlite basaltique moyenne (Afrique du Sud). Analyse publiée par N. W. Wilson.
7. Kimberlite micacée (Afrique du Sud). Analyse publiée par A. F. Williams.
8. Kimberlite du Katanga (Congo-Belge). Analyse publiée par J. Verhoogen.
9. Kimberlite de Kafuka-Kamasambo (Angola). Analystes: Messieurs M. Camus et G. Ledent, Service Géologique du Congo-Belge.
10. Kimberlite du Soudan français, Analyse publiée dans « La Chronique des Mines d'Outre-Mer et de la Recherche Minière, Paris ».
11. Kimberlite du district de Panna (Indes). Analyse publiée par S. Merch.
12. Kimberlite de l'Arkansas (U.S.A.). Analyse publiée par C. Camsell.
13. Kimberlite de la Colombie Britannique. Analyse publiée par C. Camsell.

Analyses de roches diamantifères

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Massif A	Massif A	Massif VI	Massif VI	Basaltique extrême	Basaltique moyenne	Micacée	du Katanga	d' Angola	du Soudan	des Indes	d' Arkansas	de Colombie
SiO ₂	43,70	40,39	48,38	49,75	30,95	38,66	31,80	29,94	35,20	43,20	39,42	38,73	33,40
Al ₂ O ₃	4,38	4,53	3,82	2,38	4,17	5,19	3,41	5,40	5,16	3,70	5,76	6,85	0,29
Fe ₂ O ₃	3,76	4,14	4,19	2,42	6,16	5,22	5,19	8,97	7,30	4,40	3,70	8,83	3,42
FeO	1,50	1,72	2,05	1,36	2,66	3,99	3,48	4,50	0,80	4,40	4,20	1,99	6,69
MgO	24,94	24,01	15,13	18,53	32,30	26,27	24,69	27,31	19,20	22,50	18,04	26,34	45,23
CaO	4,82	4,35	7,79	4,20	8,92	5,54	10,04	10,99	7,28	2,60	9,20	3,88	0,35
Na ₂ O ⁻	0,65	0,83	0,24	0,12	0,35	0,89	0,29	0,74	0,37	0,10	n.d.	1,66	0,04
K ₂ O	0,70	0,63	0,65	0,25	1,61	0,95	4,32	0,35	0,50	0,10	n.d.	1,68	0,04
H ₂ O ⁺									11,71	n.d.	n.d.		
H ₂ O ⁻	12,52	10,20	19,44	14,02	9,90	11,73	15,36	8,37		n.d.	n.d.	9,04	5,45
CO ₂									11,57				
TiO ₂	n.d.	0,83	n.d.	0,50	2,34	0,95	1,40	2,55	0,75	2,25	n.d.	0,89	n.d.
SO ₃	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
NiO	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,10
MnO	n.d.	0,12	n.d.	0,09	n.d.	0,03	n.d.	0,02	0,13	n.d.	n.d.	n.d.	0,24
VaO	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
F ₂ O ₃	n.d.	0,42	n.d.	0,27	n.d.	n.d.	n.d.	0,42	0,31	0,46	n.d.	n.d.	n.d.
	96,97	92,17	101,69	93,89	99,36	99,42	99,98	99,56	100,28	83,71	80,32	99,89	95,25

BIBLIOGRAPHIE

- BARAGWANATH, W. (1948). Diamonds in Victoria. *Min. & Geol. J.* (Victoria Dept. mines), v. 3, No. 3, pp. 12-16, 6 figs.
- BARBOSA, O. (1951). Contribuição a origem do diamante em Diamantina estado de Minas Gerais. *Brazil dir. geol. e miner.*, B. No. 136, 37 pp. (Portugese-Engl. somm.).
- BARDET, G. (1951). Note sur de nouveaux gisements diamantifères dans le Birrimien inférieur de Côte d'Ivoire, suivie de remarques sur la géologie du diamant dans l'ouest africain. *Chron. mines coloniales*, Paris, No. 178, pp. 90-98.
- BARDET, M. (1956). Les gisements diamantifères de Guinée et de Côte d'Ivoire. *France O-M Paris*, Sept., Oct., n° 322-323, pp. 44-45 et 55.
- BATCHELOR, H. H. (1946). Diamonds in Australia. *Gemmologist*, London, vol. 15, p. 73
- BERTHOUMIEUX, G. and DELONY, F. (1957). Mission diamant dans l'Ouest Oubangui AEF. *AEF Dir. Mines et Géol.*, B. No. 8, pp. 77-85.
- BOBRIEVICH, A. P., BONDARENKO, M. N., GNEVUSHEV, M. A., KRASOV, L. M., SMIRNOV, G. I. and YURKEVICH, R. K. (1959). *Diamond deposits of Yakutiya*, State Sc. Techn. publ. lit. on geol. and prot. min. res., Moscow, 527 pp., 333 figs.
- BONNEY, T. G. (1899). The parent rock of the diamond in South Africa. *Proc. Roy. Soc.*, T. 65, London, p. 235.
- BOWEN, N. L. (1956). *The Evolution of Igneous Rocks*. Dover publ., New York.
- BRACEWELL SMITH and others (1950). *British Guyana—report on the geological survey department for the year 1949*. 40 pp., Georgetown, Demerara.
- CAHEN, L. (1934). *Géologie du Congo Belge*. H. Vaillant-Carmanne, Liège.
- CAHEN, L. and LEPERSONNE, J. (1954). Etat actuel des connaissances relatives aux séries mésozoïques à l'intérieur du Congo *Bull. Soc. Belge Géol.*
- (1955). *Les formations mésozoïques de l'intérieur du Congo*. Résumé des connaissances et relations avec les régions limitrophes. Réunion de Nairobi (7-11 Sept. 1954), Paris.
- CAMSELL, C. (1911). A new diamond locality in the Tulameen district, British Columbia. *Econ. Géol.* vol. 6, No. 6, p. 604.
- CHALMERS, R. O. (1956). Gemstones of New South Wales. *Gem. & Gemmology*, v. 8, No. 11, pp. 343-349.
- CHOUBERT, B. (1946). Sur la présence de diamant au Gabon (A.E.F.) en relation avec des kimberlites et des roches carbonatées métamorphiques. *Compte rendu Acad. Sc. Paris*, vol. 223, pp. 638-640.
- CORIN, F. (1953). Roches volcaniques de l'entre Bushimaie-et-Lomami Extr. *Bull. Soc. Belge de Géol, Paléon. Hydrot*, t. LXII.
- DAVIDSON, C. F. and U.S.S.R. Ministerstvo Geologii (1957). The diamond fields of Yakutia. *Min. Mag.*, v. 97, No. 6, pp. 329-338.
- DRAPER, Th. (1950). The origin and distribution of diamonds in Brazil. *Gems & Gemmology*, v. 6, No. 10, pp. 298-306.
- DUBEY, V. S. (and Sukumar Merh) (1949). Diamondiferous plug of Majgawan in Central India. *Geol. Min. & Met. Soc.*, India Q.J, v. 21, No. 1, pp. 1-5.
- DU TOIT, A. L. (1956). *The geology of South Africa*. Oliver and Boyd, London.
- FIELD, D. S. M. (1950). Diamond pipes in Canada. *Canadian min.*, J.V. 71, No. 7, p. 54-57.
- FIEREMANS, C. (1955). Etude géologique préliminaire des conglomérats diamantifères d'âge mésozoïque au Kasai (Congo belge), *Univ. Louvain Inst. Géol. mém. t. 19, f. 2*, pp. 223-294.
- (1960). *Aperçu de l'état actuel des connaissances géologiques générales au Kasai*. Comm. à la Soc. Géol. du Kasai.
- FREIRE DE ANDRARE, C. (1954). Diamond deposits in Lunda. *Diamang Serv. Cult. Publ.*, No. 17, Lisboa.
- FRIEDEL, G. (1924). *Observations sur la symétrie et les formes du diamant*. Livre jubilaire Soc. géol. Belge.
- (1924) b. Sur la biréfringence du diamant. *Bull. Soc. Franç. Min.*, v. 47, p. 60.

- GRANTHAM, D. R. and ALLEN, J. B. (1960). Kimberlite in Sierra Leone, *Overseas Geol. Min. Resources G. B.*, v. 8, No. 1, pp. 5-25.
- HARISHCANDRA (1957). The diamond field of Panna, Madhya Pradesh. *Min. Wealth. Madhya Pradesh*, v. 1, No. 1, pp. 12-16.
- JEDWAB, J. (1959). Prospection géochimique de kimberlite diamantifère au Congo Belge. *Bull. Soc. Belge Géol., Paléon., Hydrot., Bruxelles*, t. 72, fasc. 3, pp. 404-418, 4 figs. 5 tables biblio.
- HOLMES, A. et HARWOOD, H. F. (1932). Petrology of the volcanic fields. Extr. *Quarterly Journal Geolog. Soc. London*, vol. 83, No. 351.
- LACROIX, A. (1893). *Les enclaves des roches volcaniques*. Protat frères, Macon.
- (1894). Etude sur le métamorphisme de contact des roches volcaniques. *Mém. Acad. Sc. Paris*, t. 31, No. 7.
- LEWIS, H. C. (1887). On a diamantiferous peridotite and the genesis of diamond. *Geol. Mag.* IV.
- MAGNEE, I. de (1950). Détermination géo-électrique du premier pipe de kimberlite découvert dans les champs diamantifères du Kasai (Congo Belge). *Int. Geol. Cong. 18th Great Britain*, rept. pt. 5, pp. 52-58.
- MARIN, A. J. (1943). Contribution à l'étude de certains gîtes spéciaux des Indes anglaises. *Ann. Bull. Soc. Belg.*, vol. 66 pp., B. 117-B. 126.
- MEYER DE STADELHOFEN, C. (1961). Les kimberlites de Bakwanga. *Chron. des mines et de la rech. min.*, N° 297, avril, pp. 17-18.
- MISER, H. D. et ROSS, C. D. (1922). Diamond-bearing peridotite in Pike County, Arkansas. *Econ. Geol.*, vol. 17, No. 8, p. 662.
- MONSSEAU TREMBLAY (1956). *Geology of the Williamson diamond mine*. McGill Univ.
- POLINARD, E. (1951). Les gisements de diamant du bassin du Kasai au Congo Belge et en Angola. *Inst. Roy. Col. Belge, Sec. Sc. Nat.*, Mém. coll. in-4°, t. 7, f. 6.
- POLLARD, E. R. et C. G. DIXON et R. A. DUJARDIN (1957). Diamond resources of British Guiana. *Brit. Guiana Geol. Surv. B.* No. 28, 45 pp.
- RAUCQ, P. (1957). Contribution à la connaissance du système de la Bushimay (Congo Belge). *Ann. Musée Roy. du Congo Belge, Tervuren (Belgique)*, série in-8°, Sc. Géol., vol. 18.
- REAL, F. (1958). Sur les roches kimberlitiques de la Lunda (Angola). *Bol. Mus. Lab. Miner. Géol. Fac. Cienc. Univ. Lisboa*, 7^e sér. No. 27, 33 p., 3 pls., 1 carte biblio.
- RITTMANN, A. (1944). *Vulcani: Attività e genesi*. Napoli.
- SEKIRSKY, B. (1956). Les formations mésozoïques et cénozoïques au sud de Léopoldville anciennement rapportées au Karroo et au Kalahari. *Bull. Serv. Géol. C. B. & R. U.*, No. 6, fasc. 2, 18 p., 2 figs.
- SLAWSON, C. B. et GIARDINI, A. A. (1960). Diamond bearing kimberlite pipes. *J. Géophys. res. Chicago*, vol. 65, No. 8, pp. 2523-2524.
- SPALDING, J. (1953). The Williamson diamond mine. *Min. Mag. London*, Mars, vol. 88, No. 3, pp. 137-145, photos.
- TEALE, E. O. (1931). Shinyanga diamond field. *Geol. Survey Tanganyika territory*. Short paper No. 9.
- THEBAULT, J. Y. (1959). Problèmes de la recherche du diamant en pays saharien et plus précisément au Hoggar. *Bull. Sc. Econ. BRMA Algérie*. N° 6, pp. 65-81.
- TOMKIEFF, S. I. (1958). Diamonds in Siberia. *Nature*, V. 181, No. 4605, pp. 323-324.
- VERHOOGEN, J. (1958). Les pipes de Kimberlite du Katanga. *Ann. Serv. Mines C.S.K. T.IX*, pp. 3-46.
- WAGNER, D. A. (1914). *The diamond fields of Southern Africa*. Johannesburg.
- WASILEWSKI, I. (1950). Note préliminaire sur les gisements de brèche kimberlitique de Bakwanga. *Cong. Sc., Elisabethville. C.R.V.2*, t. 2, p. 291-332.
- WASTON, K. D. (1933). Kimberlite at Bachelor Lake, Quebec. *Amer. Min.*, 40/7-8, p. 363.
- WILLIAMS, G. F. (1906). *The diamond mines of South Africa*. New York (2 vol.).
- WILLIAMS, A. F. (1932). *The genesis of the diamond*. Ernest Benn, London (2 vol.).
- WILLIAMS, G. J. (1939). The kimberlite province and associated diamond deposits of Tanganyika Territory. *Bull. Geol. Div. Dept. Land & Mines, Tanganyika Territory*, No. 12.
- WILSON, N. W. (1948-1949). The world's diamond deposits. *Mining Mag.*, v. 80, No. 2, p. 88-89, v. 79, No. 6, p. 329-341.
- (1960). The diamond deposits of Yakutia. *Min. Mag., London*, Oct., vol. 103, No. 4, p. 205-213.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	87
INTRODUCTION	88
CHAPITRE I. <i>Le cadre géologique</i>	89
1. Stratigraphie sommaire	89
2. Esquisse dynamique	90
3. Les résultats des mesures géophysiques	92
CHAPITRE II. <i>Les principales venues basiques</i>	97
1. Morphologie en grand des principales venues	98
2. Nature pétrographique	99
3. Description chimique	101
4. Chronologie des venues basiques	102
CHAPITRE III. <i>Morphologie des massifs kimberlitiques du territoire de Bakwanga</i>	103
1. Les massifs de Bakwanga proprement dits	103
2. Les massifs de la zone sud	106
CHAPITRE IV. <i>La brèche kimberlitique de Bakwanga</i>	109
1. Les minéraux primaires intacts de la kimberlitique de Bakwanga	109
2. La pâte de la brèche kimberlitique	112
3. Les xénolithes	114
4. Données quantitatives au sujet des xénolithes des kimberlites	120
CHAPITRE V. <i>Le diamant dans les gîtes primaires du territoire de Bakwanga</i>	121
1. Granulométrie des diamants	122
2. Cristallographie géométrique	123
3. Les lacunes du réseau	123
4. La luminescence	123
5. Mode de formation et origine du diamant	124
CHAPITRE VI. <i>Les kimberlites hors du territoire de Bakwanga</i>	127
CHAPITRE VII. <i>Le mode de formation des brèches kimberlitiques</i>	135
ANALYSES DE ROCHES DIAMANTIFÈRES	139
BIBLIOGRAPHIE	141
PLANCHES I à XII	144

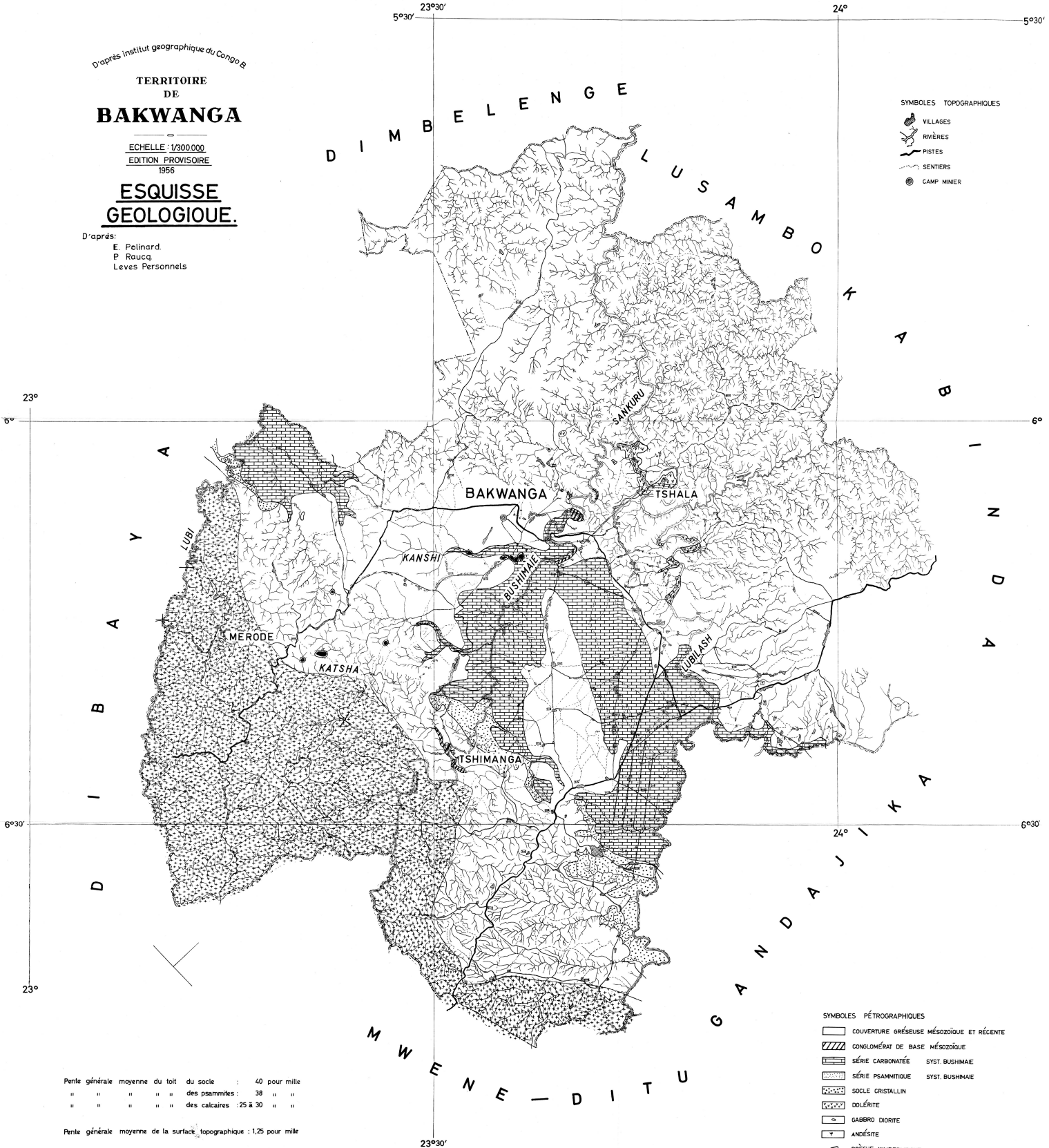
D'après Institut géographique du Congo B.

TERRITOIRE
DE
BAKWANGA

ECHELLE : 1/300 000
EDITION PROVISOIRE
1956

**ESQUISSE
GEOLOGIQUE.**

D'après:
E. Polinard
P. Rauca
Leves Personnels



SYMBLES TOPOGRAPHIQUES

- VILLAGES
- RIVIÈRES
- PISTES
- SENTIERS
- CAMP MINIER

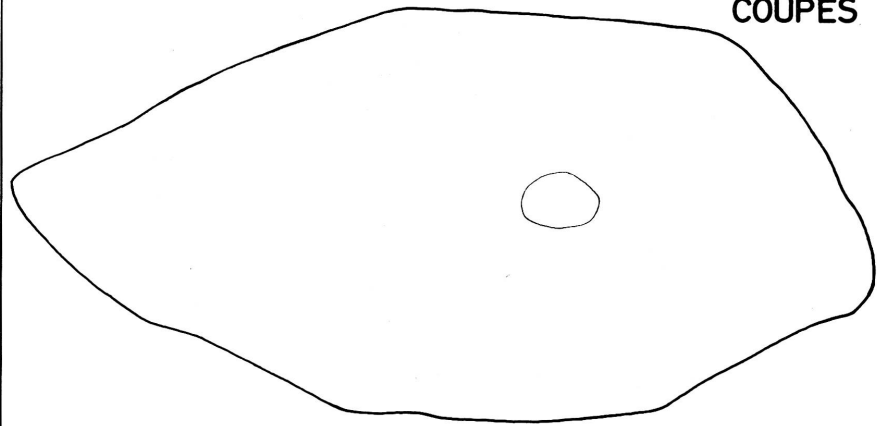
SYMBLES PÉTROGRAPHIQUES

- COUVERTURE GRÉSEUSE MÉSOZOÏQUE ET RÉCENTE
- CONGLOMÉRAT DE BASE MÉSOZOÏQUE
- SÉRIE CARBONATÉE SYST. BUSHIMALE
- SÉRIE PSAMMITIQUE SYST. BUSHIMALE
- SOCLE CRISTALLIN
- DOLÉRITE
- GABBRO DIORITE
- ANDÉSITE
- BRÈCHE KIMBERLITIQUE

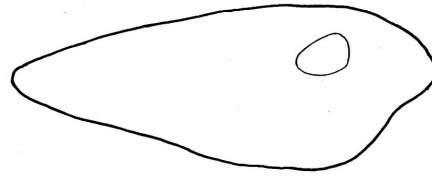
Pente générale moyenne du toit du socle : 40 pour mille
 " " " " " des psammites : 38 " "
 " " " " " des calcaires : 25 à 30 " "

Pente générale moyenne de la surface topographique : 1,25 pour mille

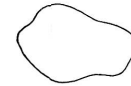
PLANS ET
COUPES DE QUELQUES PIPES KIMBERLITIQUES DU TERRITOIRE DE BAKWANGA



MASSIF A



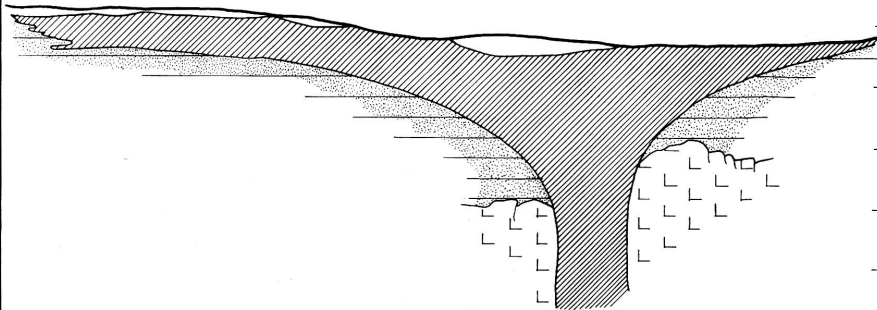
MASSIF V



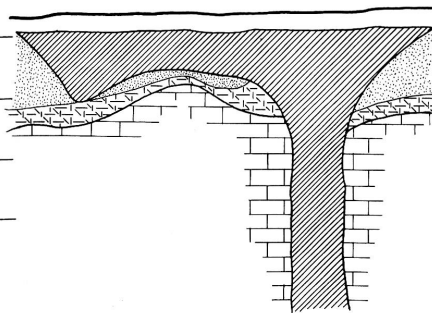
MASSIF VII



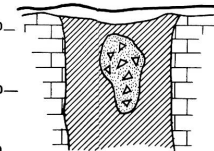
MASSIF VIII



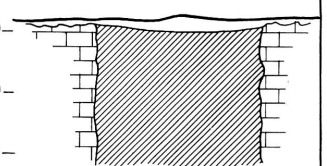
—Cote 700—
—Cote 600—
—Cote 500—
—Cote 400—
—Cote 300—



—Cote 600—
—Cote 500—
—Cote 400—
—Cote 300—



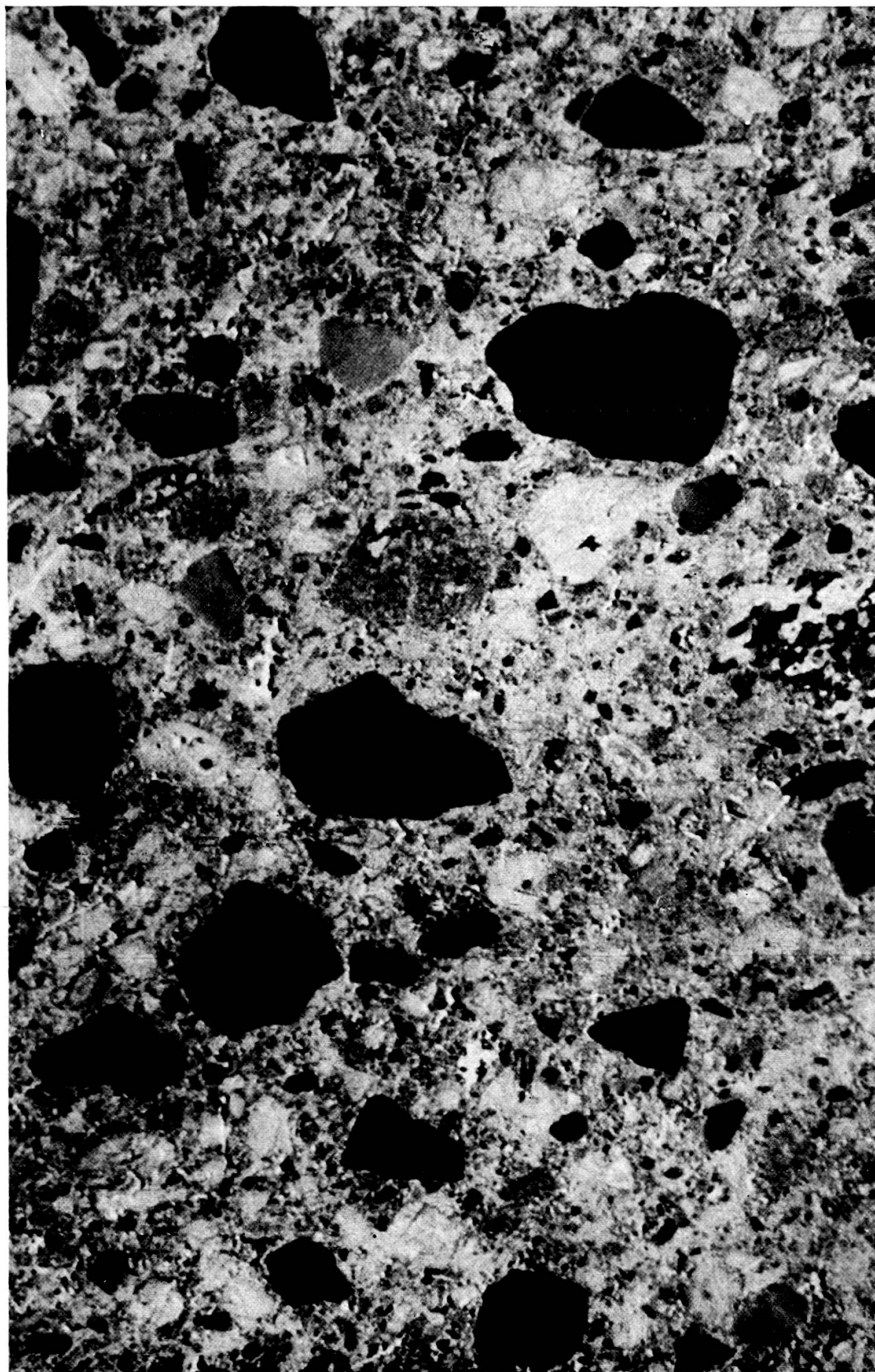
—Cote 500—
—Cote 400—
—Cote 300—



metres 0 100 200 300



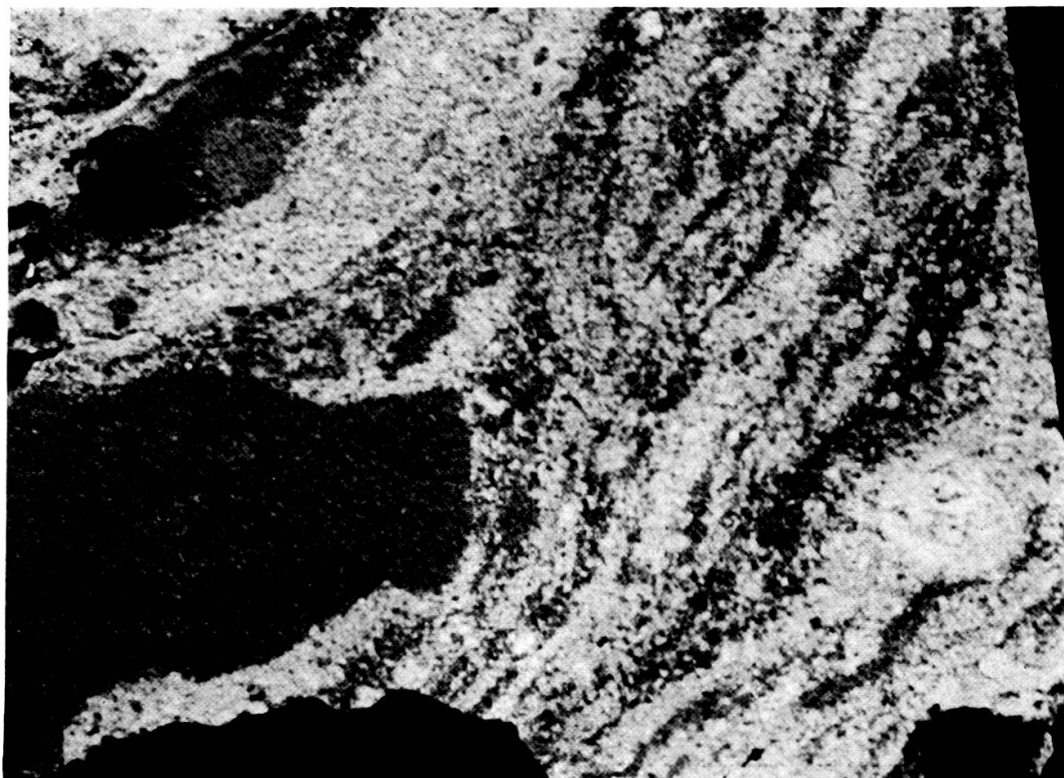
Aspect macroscopique de la brèche kimberlitique (en vraie grandeur)



Aspect macroscopique de la brèche kimberlitique (en vraie grandeur)

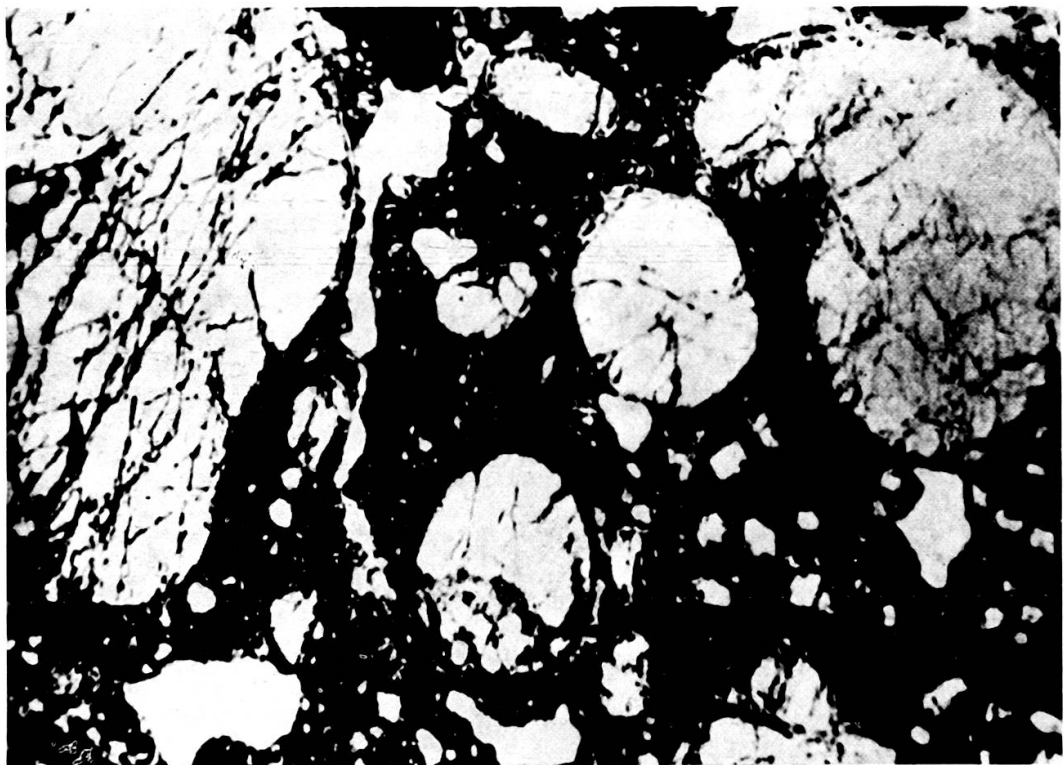
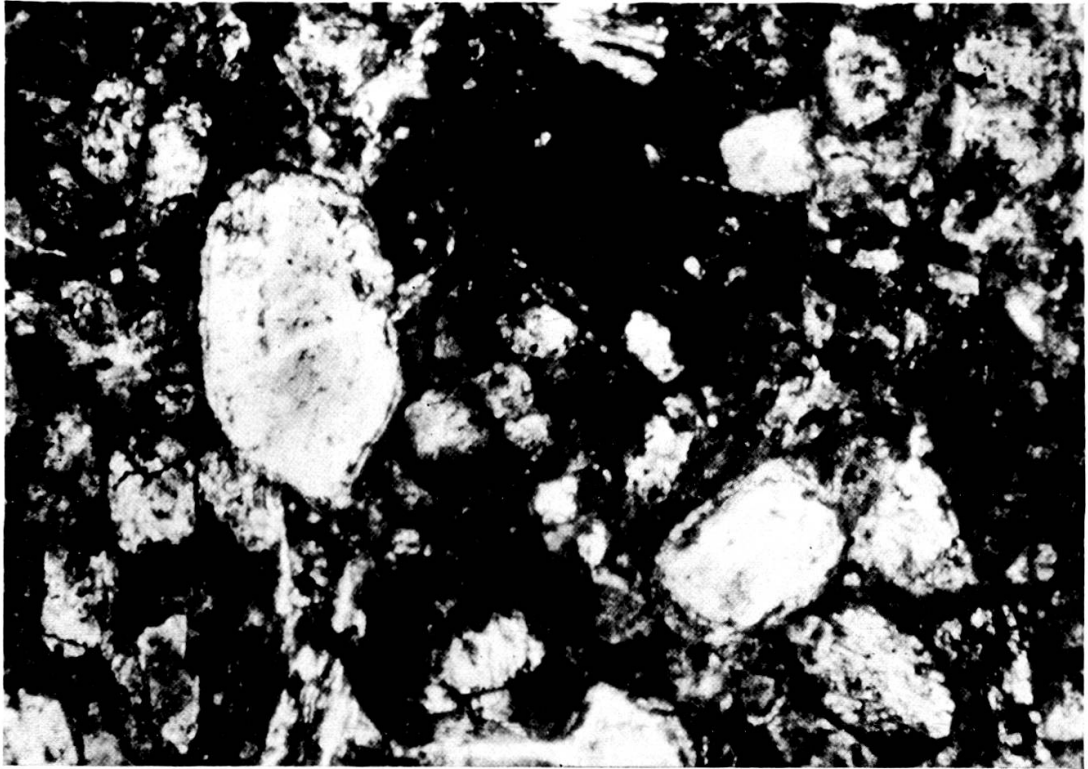


Brèche de grès mésozoïque (enclave trouvée dans la brèche kimberlitique).



Grès mésozoïque peu cohérent dans la brèche kimberlitique.

PLANCHE VII

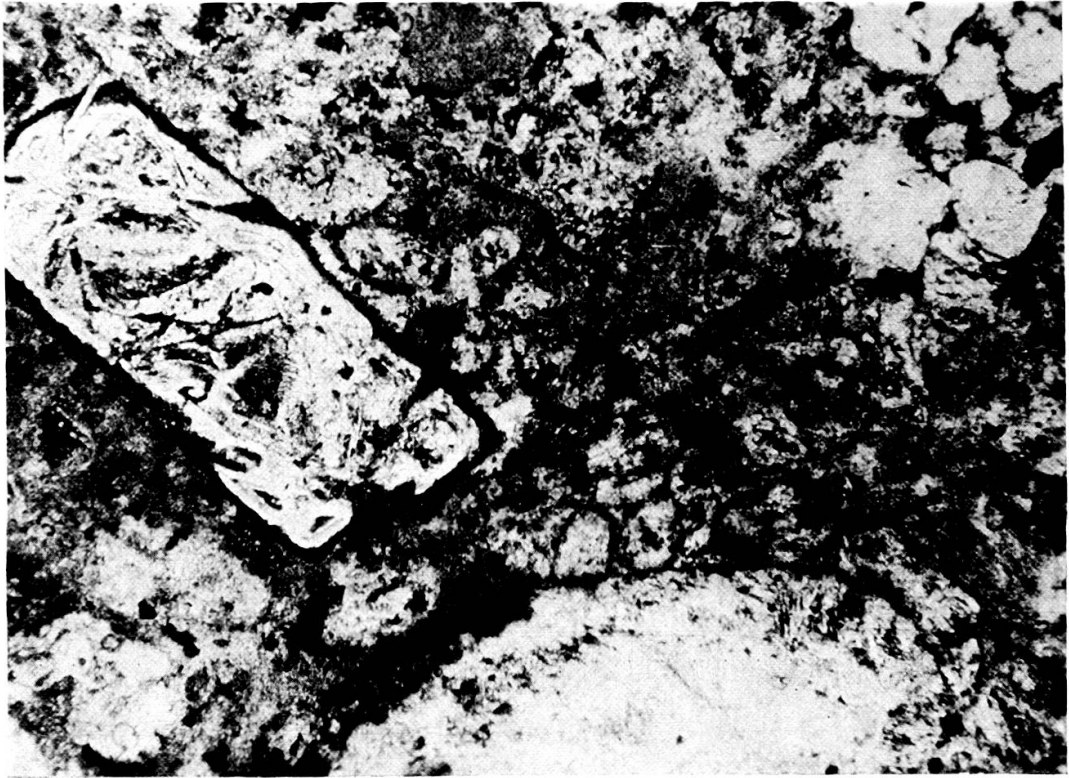


Microphotographies de brèche kimberlitique. La photographie du haut montre une kimberlite de Bakwanga, celle du bas une kimberlite d'Afrique du Sud.



Microphotographies de brèche kimberlitique. La photographie du haut montre une kimberlite de Bakwanga, celle du bas une kimberlite d'Afrique du Sud.

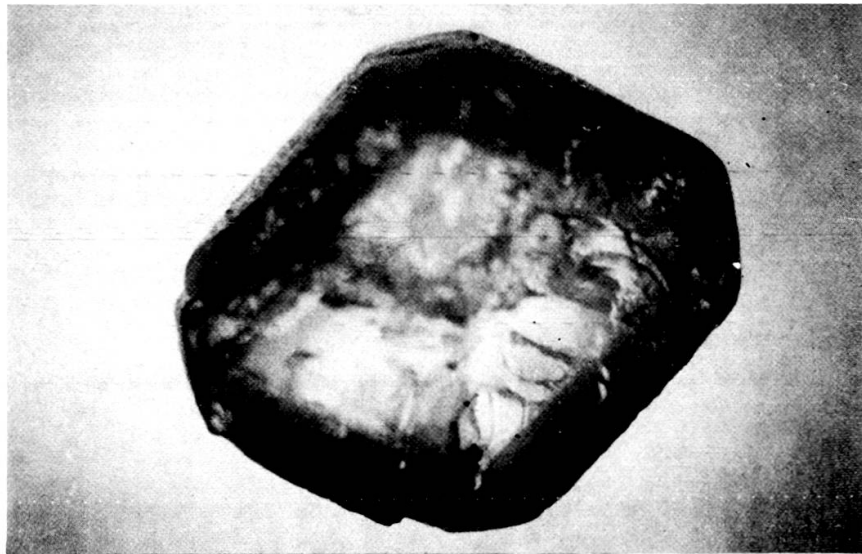
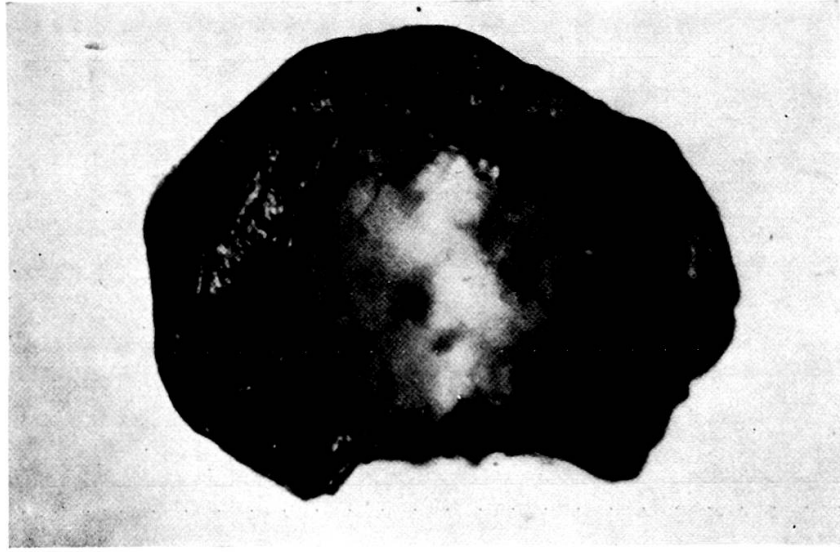
PLANCHE IX



Microphotographies de brèche kimberlitique. La photographie du haut montre une kimberlite de Bakwanga, celle du bas une kimberlite d'Afrique du Sud.



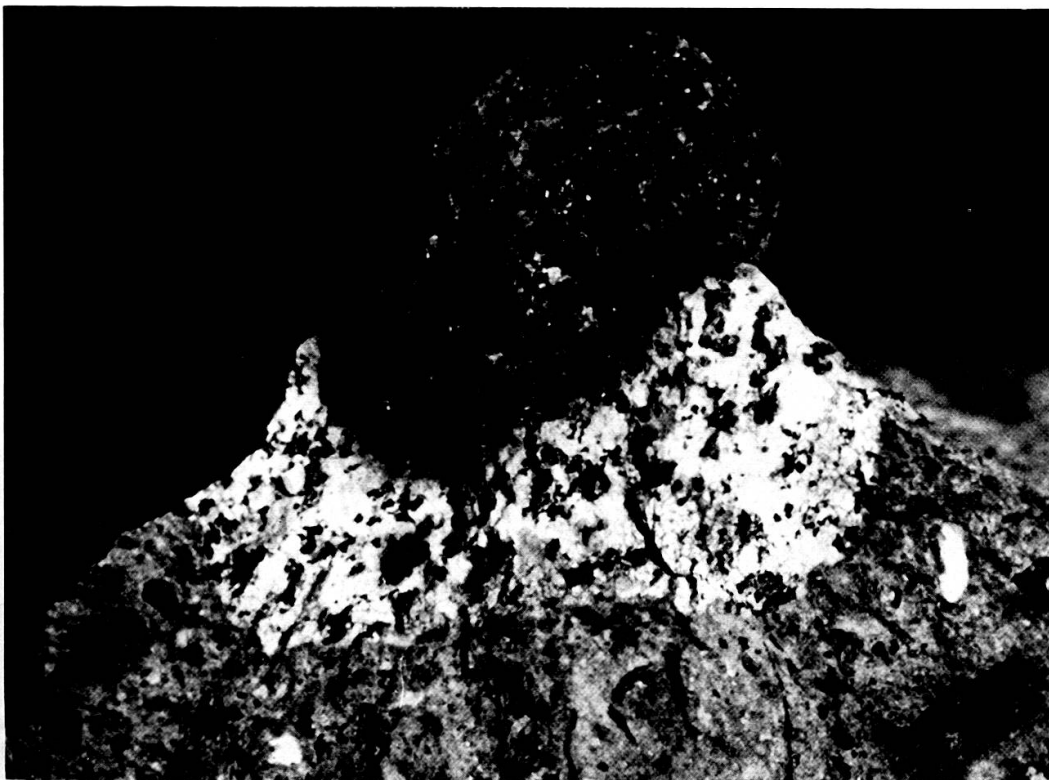
Diamant zoné.



Diamants « croutés ».



Diamant englobé dans la kimberlite.



Fragment de gabbro dans la brèche kimberlitique.
La kaolinisation périphérique est nettement visible.

