

2. Motivation du choix et originalité du sujet

Des raisons particulières ont **guidé** le choix de ce sujet. Notre premier contact avec les **volcans** fut comme une découverte surtout que les reliefs volcaniques diffèrent beaucoup de tout ce qu'on observe dans le reste du pays. La chaîne volcanique des Birunga n'a cessé de susciter en nous le goût de la curiosité et la volonté de pénétrer le secret de ces matériaux sortis des profondeurs de la terre. C'est ce goût et cette curiosité qui nous ont conduit à participer à toutes les conférences, à toutes les enquêtes et à toutes les excursions en relation avec le volcanisme des Birunga.

Le goût du terrain cultivé au département de Géographie devait affiner notre intérêt porté sur les formes hardies et majestueuses des édifices volcaniques. Nous sommes convaincus que les connaissances livresques ne peuvent conférer une quiétude scientifique à un géographe qu'une fois complétée par les observations directes sur le terrain. Par ce travail, nous avions l'ambition d'observer, de toucher les phénomènes volcaniques, de les transcrire et d'en faire une synthèse morphologique. Chaque sortie de terrain nous paraissait comme une découverte.

En effet, le volcanisme est un agent morphologique de premier ordre et A. RITTMAN note :

"Lorsqu'on entend parler d'activité volcanique, on pense involontairement aux éruptions terribles, aux torrents de lave .., aux avalanches de pierres et de cendres, aux nuées ardentes, aux nappes de gaz toxiques, aux explosions qui arasent des montagnes entières et font trembler la terre. Ces paroxysmes ne représentent cependant que l'un des aspects de l'activité volcanique et ne sont que des apogées de très courtes durées. L'étude de cette activité a aussi pour objet des phénomènes plus modestes conséquences directes ou indirectes des forces volcaniques". (1)

Cette déclaration est loin d'exagérer le rôle morphologique des forces volcaniques qui construisent des reliefs ou en détruisent d'autres.

Dans notre zone d'étude, l'activité volcanique a eu pour effet de mettre en place des formes majeures (grands volcans), des formes mineures (petits cônes de **cendres** et de scories), des formes secondaires associées (vallon à fond plat, des tunnels sous-laviques).

(1) - RITTMAN, A., Les volcans et leur activité. Edition française établie par Haroun TAZIEFF, Masson et Cie, Paris, 1963, p. 19.

- C'est nous qui soulignons.

Il est évident que les auteurs de ces ouvrages ont voulu donner une idée de la langue française telle qu'elle est parlée dans les provinces. Ils ont donc recueilli un grand nombre de mots et de locutions qui ne se trouvent pas dans les dictionnaires de l'Académie. Ces mots et ces locutions sont souvent très intéressants et très utiles pour connaître la langue française dans son ensemble.

Les auteurs de ces ouvrages ont donc fait un grand service à la langue française en recueillant ces mots et ces locutions. Ils ont permis à tous de connaître la langue française dans son ensemble et de l'apprécier dans toute sa richesse. Ces ouvrages sont donc très utiles et très intéressants.

En fait, la langue française est une langue très riche et très intéressante. Elle possède un grand nombre de mots et de locutions qui ne se trouvent pas dans les dictionnaires de l'Académie. Ces mots et ces locutions sont souvent très intéressants et très utiles pour connaître la langue française dans son ensemble.

Cette richesse de la langue française est due à son histoire et à son développement. Elle a subi de nombreuses influences et a donc acquis un grand nombre de mots et de locutions qui ne se trouvent pas dans les dictionnaires de l'Académie.

Il est donc évident que la langue française est une langue très riche et très intéressante. Elle possède un grand nombre de mots et de locutions qui ne se trouvent pas dans les dictionnaires de l'Académie.

Elle a pour conséquence indirecte les phénomènes de barrage et la formation des lacs et marais de cratère. Tous ces phénomènes s'insèrent sur le champ volcanique occidental du Karisimbi avec une note d'originalité.

La morphologie volcanique reste donc un sujet original et un domaine inexploité jusqu'à présent. Un effort particulier a été entrepris dans le domaine de la pétrographie des roches de la chaîne des Birunga mais les études morphologiques sont sommaires sinon inexistantes(1). Tous ceux qui ont été amenés à parler d'une façon ou d'une autre de la morphologie volcanique de la région s'adonnent à certains "clichés" empruntés à d'autres domaines volcaniques. D'où une prolifération de termes morphologiques qui s'éloignent plus ou moins fort de la réalité. Par ailleurs, l'opinion est habituée sinon sensibilisée à l'activité volcanique des volcans majeurs et ignore l'existence d'un nombre élevé de petits volcans proches de la population et situés sur le piedmont colonisé par les agriculteurs. Ce sont des éléments de la vie quotidienne de la population des Birunga, si familiers, que l'on en oublie souvent l'origine et l'importance.

Ces aspects, parmi de nombreux autres, suffisent à justifier une étude qui s'intéresserait aux phénomènes volcaniques sous toutes ses formes. Aussi n'importe quelle démarche scientifique qui mettrait l'accent sur le problème de morphologie volcanique serait d'un grand intérêt. Cette étude nous permettra de décrire, d'analyser, et d'expliquer la genèse et l'évolution des formes du relief volcanique. Mais aussi de se faire une idée sur l'histoire géomorphologique d'une bonne partie de la chaîne des Birunga et ainsi d'enrichir la connaissance du milieu naturel.

(1) de Mulder, M., Contribution à l'étude géomorphologique du volcan Karisimbi, chaîne des virunga (République du Rwanda) Rapport annuel du MRAC, 1980 pp. 88-109.

L'auteur essaie de faire une esquisse sommaire de la morphologie du volcan. Ce rapport était une étude préliminaire à une thèse sur la géologie du volcan.

3. Méthode de travail et plan d'étude.

Pour élaborer ce travail, nous avons suivi la démarche méthodologique suivante:

- rassemblement de la documentation bibliographique existante.
- examen ou étude cartographique.
- examen et interprétation des photos aériennes
- travaux de terrain et de laboratoire.

a) Le rassemblement de la documentation bibliographique existante

La collecte bibliographique n'a pas été aisée. L'absence des études faites sur la géomorphologie volcanique a fait que nous manquions de références nécessaires pour mener à bien la démarche scientifique. Les seules publications ayant trait à la région sont concentrées sur la pétrographie et elles sont des publications étrangères et parfois d'accès difficiles. Cependant au fur et à mesure nous avons pu acquérir des publications d'intérêt régional (1).

La documentation générale nous a conduit au projet PPCT (Projet Pouzzolane-Chaux-Tourbe de Ruhengeri), au service géologique du Ministère de l'Industrie, des Mines et de l'Artisanat (MINIMART), dans les bibliothèques de l'université nationale du Rwanda. Partout, nous avons recueilli des informations permettant de compléter la compréhension des phénomènes volcaniques observés sur le terrain. Dans tous les cas, les études de A. RITTMAN, (2), G. MOTTET (3), J. DEMANGE et Al. (4) et J.B. KATABARWA (5) ont été nos principales références.

(1) Nous avons pu obtenir les publications de Tervuren grâce à la bonne volonté de J. Moeyersons, Chercheur au Musée Royal de l'Afrique Centrale (MRAC).

(2) RITTMAN, A. op. cit., 461 p.

(3) MOTTET, G., L'Ankaratra et ses bordures (Madagascar). Recherches de géomorphologie volcaniques: Tome I : Le Massif de l'Ankaratra. Tome II: Les bordures et le volcanisme quaternaire
Thèse de 3ème cycle, Lyon II, 1980, 730 p.

(4) DEMANGE, J; et Al. Reconnaissance géothermique de la République rwandaise: rapport géovolcanologique. BRGM, Paris, 1983, 130 p.

(5) KATABARWA, J.B., Pétrologie du volcan Gahinga (Chaîne des Volcans Rwanda)
Thèse de 3ème cycle, Université de Paris-Sud, Paris 1983, 246 p.

Pour aller plus loin, nous avons...

Il faut noter que...

- l'importance de la documentation scientifique...
- l'importance de la documentation scientifique...
- l'importance de la documentation scientifique...
- l'importance de la documentation scientifique...

(2) La recherche scientifique et la documentation

La recherche scientifique est une activité complexe qui nécessite une documentation adéquate. Cette documentation doit être accessible, fiable et à jour. Elle doit également être organisée de manière à faciliter la recherche et l'analyse des données. La documentation scientifique est donc un élément essentiel de la recherche et de l'enseignement.

La documentation scientifique est une activité complexe qui nécessite une documentation adéquate. Cette documentation doit être accessible, fiable et à jour. Elle doit également être organisée de manière à faciliter la recherche et l'analyse des données. La documentation scientifique est donc un élément essentiel de la recherche et de l'enseignement.

(1) Pour faciliter la recherche scientifique, il est nécessaire de disposer d'une documentation adéquate. Cette documentation doit être accessible, fiable et à jour. Elle doit également être organisée de manière à faciliter la recherche et l'analyse des données.

(2) Pour faciliter la recherche scientifique, il est nécessaire de disposer d'une documentation adéquate. Cette documentation doit être accessible, fiable et à jour. Elle doit également être organisée de manière à faciliter la recherche et l'analyse des données.

(3) Pour faciliter la recherche scientifique, il est nécessaire de disposer d'une documentation adéquate. Cette documentation doit être accessible, fiable et à jour. Elle doit également être organisée de manière à faciliter la recherche et l'analyse des données.

(4) Pour faciliter la recherche scientifique, il est nécessaire de disposer d'une documentation adéquate. Cette documentation doit être accessible, fiable et à jour. Elle doit également être organisée de manière à faciliter la recherche et l'analyse des données.

(5) Pour faciliter la recherche scientifique, il est nécessaire de disposer d'une documentation adéquate. Cette documentation doit être accessible, fiable et à jour. Elle doit également être organisée de manière à faciliter la recherche et l'analyse des données.

b) Examen ou étude cartographique.

La documentation relative à notre zone d'étude reste rare, ancienne et de qualité inégale.

- On dispose de la carte topographique Rwanda-Urundi, 1/100.000 avec une équidistance des courbes de niveau de 100 m. A cette échelle, les formes mineures (petits cônes) n'apparaissent pas. Cependant, elle nous a servi à réaliser la carte des pentes après avoir effectué des ajustements avec la carte volcanique des Birunga.
- La carte volcanique des Birunga, 1/50.000 présente les avantages de l'échelle. Les micro-reliefs y sont figurés. Néanmoins, elle est inexacte surtout pour l'équidistance et le tracé des courbes de niveau. Elle ne comporte pas de légende ni de point côté. Nous avons été obligé de confectionner un fond topographique, qui du reste n'a de valeur que pour ce travail. Il s'agissait de retrouver les courbes maîtresses de la carte topographique du Rwanda-Urundi sur la carte volcanologique des Birunga. Comme l'équidistance de cette dernière carte variait entre 35 m dans les plaines et 40 à 45 m dans les zones à forte pente, nous avons essayé d'établir une certaine homogénéité en gardant une équidistance de 40 m. Les courbes de niveau qui figurent sur la carte par des traits de quelques centimètres et se perdent mystérieusement ont été, soit supprimées, soit prolongées eu égard à la réalité du terrain fournie par les photos aériennes et par notre connaissance du terrain. Le fond topographique obtenu nous a servi à établir la carte hypsométrique et la carte des pentes du versant occidental du Karisimbi : (respectivement Fig. 9 , p. 50 et Fig. 11, p. 71).
- La cartographie géologique: Elle nous a été fournie grâce à la carte volcano-structurale des Birunga, 1/50.000, établie par J. DEMANGE et coll. Elle ne comporte pas de courbes de niveau, mais présente l'avantage de figurer les limites lithologiques dans leur nomenclature actuelle internationale. Elle figure les cônes de projection et les données de la tectonique régionale. Cette carte nous a permis d'établir la limite orientale à notre zone d'étude.

c) Examen et interprétation des photos aériennes

Nous avons utilisé la couverture aérienne de la mission 1973 (IGN, échelle moyenne 1/50.000). L'inconvénient majeur fut que les sommets des volcans sont parfois cachés par les nuages.

C'est pourquoi nous avons eu recours à la mission de 1980, échelle au 1/20.000, mais qui ne couvre qu'une petite partie orientale du champ volcanique occidental du Karisimbi. Enfin, nous avons utilisé les photos mosaïques du BCEOM, établies pour évaluer les ressources en eau de la région de lave (cfr Bibliographie).

La photo-interprétation fut la première étape de l'étude du terrain. Elle permet de se familiariser avec la géographie, la topographie et les formes du relief. C'est un outil indispensable à l'élaboration d'une image synthétique des zones à reconnaître (1). Par la suite et tout au long de l'étude les photos aériennes constituent des documents de références pour éclaircir ou résoudre des problèmes particuliers laissés en suspens. C'est grâce à ces documents qu'on a pu examiner les possibilités d'accès aux zones à étudier en détail.

d) Les travaux de terrain et de laboratoire

Les travaux de terrain avaient pour objectif d'amasser le maximum d'informations "in situ". Ils ont duré six mois avec trois mois de séjour dans la région d'étude. Le reste du temps fut consacré à des sorties de terrain épisodiques pour explorer en détail des sites intéressants. C'est ainsi que nous avons exploré les cônes clastiques du champ de lave du volcan Muhabura situés en territoire Uganda, dans la région frontalière de Cyanika.

L'étendue du terrain d'étude, l'absence de moyen de déplacement dans des zones d'accès difficile nous ont amené à nous fixer dans des secteurs principaux par où on pouvait effectuer des sorties en rayonnant, profitant les carrières, les ravins et les talus de routes pour effectuer des observations, prélever des échantillons et faire des croquis de terrain.

Nous avons escaladé et fait des observations et quelques mesures sur 53 cônes de projection contre 78 cônes que nous avons recensés dans le champ de lave. Notre logistique comprenait un marteau pour casser et libérer les échantillons.

(1) NDAYIRAGIJE, G., Recherches géomorphologiques sur les hautes terres et le plateau du Burundi central.

Thèse de 3ème cycle, Strasbourg - Mai 1982, p.9

Un tel processus de travail est observé à la fin de 1960, lorsque
un grand nombre de pays ont commencé à passer de la
monnaie nationale à une monnaie commune. En fait, nous avons constaté
les mêmes phénomènes à l'ECU, ainsi qu'à d'autres monnaies
en cours de mise au point (voir l'annexe).

Le premier indicateur fut le nombre de
livres de travail. Les pays ne se familiarisent avec le concept
de l'ajustement de leur compte de débit. C'est un état d'urgence à
l'égard des flux de travail synthétiques des zones à reconnaître (1).
Les pays ont eu à faire face à une situation d'urgence particulière
dans le domaine de la monnaie pour pouvoir se libérer de l'obligation
particulière. Ils ont eu à répondre. C'est grâce à ces mesures qu'il a
été possible de passer à une situation plus normale.

b) Les flux de travail et de monnaie

Les flux de travail ont été observés pour la première fois
en 1960, lorsque les pays ont commencé à passer de la
monnaie nationale à une monnaie commune. En fait, nous avons constaté
les mêmes phénomènes à l'ECU, ainsi qu'à d'autres monnaies
en cours de mise au point (voir l'annexe).

Les flux de travail ont été observés pour la première fois
en 1960, lorsque les pays ont commencé à passer de la
monnaie nationale à une monnaie commune. En fait, nous avons constaté
les mêmes phénomènes à l'ECU, ainsi qu'à d'autres monnaies
en cours de mise au point (voir l'annexe).

Les flux de travail ont été observés pour la première fois
en 1960, lorsque les pays ont commencé à passer de la
monnaie nationale à une monnaie commune. En fait, nous avons constaté
les mêmes phénomènes à l'ECU, ainsi qu'à d'autres monnaies
en cours de mise au point (voir l'annexe).

(1) Annexe
à la lettre de l'Union européenne
sur le thème de la monnaie.

D'autres mesures se faisaient au double décimètre, à la boussole, à l'altimètre et au clisimètre. Une fiche technique devait comporter toutes les informations recueillies sur place et chaque fois un croquis de terrain devait accompagner la fiche technique.

Nous avons attaché une grande importance à ce type de document (croquis de terrain) en étant convaincu qu'un phénomène morphologique volcanique ne devient plus intelligible qu'une fois figuré. Un croquis ou une carte vaut mille mots et dans certains cas, un tel document est irremplaçable. Avec le croquis de terrain, c'est comme si l'observateur observe et lit en même temps un phénomène décrit dans son état sur le terrain. D'où alors le grand nombre de bloc-diagrammes et de coupes de terrain long de ce travail.

Au laboratoire, nous avons effectué des analyses photomicroscopiques des échantillons récoltés lors des analyses de terrain. Ces analyses nous ont permis de dresser un tableau

On a vu de nombreux individus se livrer à la débauche,
à l'ivresse, à la dissipation, et l'on a vu même quelques
individus se livrer à la prostitution, ce qui est un grand
malheur pour la société.

Il est donc nécessaire de prendre des mesures pour
éviter ces maux, et de réformer les mœurs de la jeunesse.
On doit leur enseigner le respect de soi-même et d'autrui,
l'ordre, la probité, et la modération. Il faut aussi leur
montrer l'utilité du travail, et leur faire comprendre que
c'est par ce moyen qu'ils peuvent se procurer les biens
nécessaires à la vie, et se rendre utiles à leur pays.

Enfin, il est important de leur faire connaître les
devoirs qui leur sont imposés par la religion, et par la
société, et de leur faire sentir que ces devoirs sont
indivisibles, et qu'ils doivent être remplis avec pureté
et sincérité.

e) Traitement des résultats et élaboration du plan

Les enquêtes orales sur le terrain et notre connaissance du milieu naturel des Birunga nous amèneront à employer des noms locaux pour désigner les roches, les types de rivières et des sites géomorphologiques. Cette préoccupation répond à la volonté de l'enseignement primaire et secondaire qui désire intégrer des noms locaux dans l'étude du milieu naturel du Rwanda. Il est, par ailleurs, pour nous comme un devoir de reconnaissance, d'intégrer l'appréciation des paysans du milieu naturel dans une recherche scientifique. Tout le temps, nous avons obtenu une bonne compréhension de la part des habitants de la région du Bugoyi sans que cette étude n'aurait pas été menée à bien.

Les informations et les résultats recueillis ont déterminé le plan suivant:

- Dans la première partie, nous étudierons le cadre morphostructural du champ volcanique occidental du Karisimbi. Il s'agit de reconnaître et de définir les données géologiques: affleurement (coulée de lave, projection et socle) et le substratum (socle), la tectonique (réseau de faille et de fracture) qui a occasionné le volcanisme, pour expliquer les grands traits du relief. Il s'agit à ce niveau de tous les éléments de la dynamique interne. Il faut aussi définir les processus de la dynamique externe qui s'expriment dans les aspects hydroclimatologiques et dans les processus anthropiques. Tous ces éléments conditionnent l'altération et la pédogenèse, essentielles dans la morphogénèse.
- Dans la deuxième partie, nous aborderons les formes du relief proprement dites et ses implications sur le plan économique. Il faudra différencier les formes dans les coulées d'épanchement et les formes secondaires associées à ces premières. Ensuite, on mettra l'accent sur les cônes clastiques; formes de construction surajoutées aux épanchements originels. On précisera leur contexte structural, la nature des matériaux émis et l'évolution morphologique qui caractérise ces formes "mineures". Enfin, notre étude physique débouchera sur des propositions concrètes dans le cadre d'un aménagement physique et économique du milieu volcanique.

Les conditions de la vie sont de nature à varier considérablement d'un pays à l'autre, et même d'une région à l'autre d'un même pays. Elles sont le résultat de l'ensemble des circonstances géographiques, économiques, sociales et politiques qui entourent le développement d'une nation.

Les conditions de la vie sont de nature à varier considérablement d'un pays à l'autre, et même d'une région à l'autre d'un même pays. Elles sont le résultat de l'ensemble des circonstances géographiques, économiques, sociales et politiques qui entourent le développement d'une nation.

Les conditions de la vie sont de nature à varier considérablement d'un pays à l'autre, et même d'une région à l'autre d'un même pays. Elles sont le résultat de l'ensemble des circonstances géographiques, économiques, sociales et politiques qui entourent le développement d'une nation.

P R E M I E R E P A R T I E :

LES DONNÉES VOLCANO-STRUCTURALES ET MORPHODYNAMIQUES
DU CHAMP VOLCANIQUE OCCIDENTAL DU KARISIMBI.

Les manifestations éruptives du Karisimbi et de son champ de lave occidental en particulier s'inscrivent dans le contexte volcano-tectonique de l'Afrique Orientale des "rifts". Il importe dans un premier temps d'esquisser le cadre géologique et tectonique régional. Ces données permettront de mener une analyse morphologique.

L'édification du Karisimbi (cône) et son champ de lave a individualisé une unité orographique dans la forme et la disposition générale du relief. Il constitue aussi une unité climatique. Comme la combinaison des facteurs physiques (dynamique externe) et des facteurs humains (fait anthropique) inclue une certaine action morphogénétique, c'est l'étude de la morphodynamique ancienne et actuelle qui permet de comprendre le modèle volcanique actuel. Dans le second chapitre, les éléments du climat du passé ou actuel seront abordés sous l'angle de leurs effets morphogénétiques. Enfin, les processus actuels d'altération et de pédogenèse permettront de poser déjà le problème de l'évolution des reliefs volcaniques. Tous ces éléments constituent des définitions essentielles et préliminaires à une étude morphologique.

Chapitre premier : Le CONTEXTE VOLCANO-STRUCTURAL DU CHAMP
VOLCANIQUE OCCIDENTAL DU KARISIMBI

1.1. La géologie régionale

Le substratum de l'ensemble du territoire rwandais fait partie du craton Est-Africain d'âge précambrien. Cependant à une époque plus ou moins récente se sont produites des éruptions volcaniques accompagnées de phases de bombements et d'importantes coulées de lave. Ces mouvements de terrain ont eu des conséquences sur le réseau hydrographique par le recreusement de nouvelles vallées et le dépôt des alluvions.

L'environnement géologique du champ volcanique occidental du Karisimbi comprend les trois ensembles géologiques suivants:

- Le socle précambrien au Sud et au Sud-Ouest et quelques flots dans le champ de lave.
- Les terrains volcaniques proprement dits.
- Les formations superficielles comprenant les alluvions mixtes (socle-lave) dans la région de contact.

Ces trois ensembles présentent des caractères particuliers qu'il est nécessaire d'analyser comment ils s'insèrent dans l'environnement géologique régional.

1.1.1. Le socle précambrien

L'étude du socle précambrien ne sera **abordée** que dans la mesure où il existe un lien intime et direct avec les terrains volcaniques. Il ne fera donc pas l'objet d'une étude morphologique détaillée. Il est cependant à signaler le fait que les coulées de lave reposent directement sur les roches du socle. Par ailleurs, la lave transite, lors de sa montée en surface, à travers les roches du socle qu'elle intègre parfois dans le bain magmatique. Enfin, dans la région de contact, les formations superficielles (alluvions et colluvions) sont formées par des matériaux géologiquement mixtes.

Les roches du socle ont été subdivisées en deux séries:

- Le Rusizien vieux de 2 milliards d'années
- Le Burundien vieux d'au moins 1,7 millions d'années (1).

Le premier comprend les schistes, les micaschistes, les quartzites, les geiss, le granite.

Le second est formé de grès, de quartzites. Le contact entre les deux séries se fait le plus souvent par faille.

Dans le secteur occidental des Birunga, les roches du socle forment les contreforts Nord-Est de la crête Zaïre-Nil et le versant des bords du lac Kivu. On trouve des micaschistes du bord du lac, les granites, les geiss et quelques enclaves de roches sédimentaires non différenciées sur les contreforts de la crête.

Le comportement morphologique diffère dans ces roches précambriennes (2). Alors que les quartzites résistent à l'altération des agents atmosphériques, les schistes à l'origine très durs sont transformés en argile (3).

Les granites du Rwanda sont presque toujours acides (granite à mica blanc = muscovite). L'altération transforme le granite en une roche décomposée, meuble, riche en argile appelée "arène granitique". La généralisation de l'altération du granite fait que les zones granitiques ont en règle générale une topographie bien douce. Le granite n'affleure pas beaucoup eu égard à cette altération et des masses appréciables de roches granitiques apparaissent dans la morphologie par des dépressions. Les dépressions de **la Mutara et** du Bugesera sont des exemples de telles "arènes" (4).

(1) SIRVEN, P., et Al : Géographie du Rwanda, Editions A. De Boeck, Bruxelles, 1974, p. 17.

(2) L'étude morphologique des roches du socle serait mal venue dans cette partie. Mais comme par après, le travail est centré uniquement sur les roches volcaniques, nous préférons esquisser brièvement à ce niveau le cadre morphologique du socle.

(3) ARCHAMBAULT, J., Données pour la mise en valeur des eaux souterraines de la république rwandaise.

BURGEAP, Février 1974, pp. 11-12.

(4) MOEYERSONS, J., Quelques problèmes relatifs à la morphologie du Rwanda et du Burundi. Rapport annuel, IRAC, Tervuren 1976, p. 136-137.

La partie méridionale du champ volcanique occidental du Karisimbi semble ne pas obéir à cette règle. En effet le granite affleure en forme de dôme bien individualisé dans la zone comprise entre Ruhengeri et Gisenyi. Il s'agit du dôme granitique de Kiguli près de la mission adventiste de Rwankeri (1), le célèbre rocher du Bigogwe au Sud du plateau de Mutura, enfin les dômes granitiques du Mont Rubavu et du Mont Nengo au Nord-Est de la ville de Gisenyi (2). Tous ces cas dominent le champ de lave et ils sont en voie de dégagement par évacuation progressive des altérites. Ces dômes granitiques sont localisés sur les versants du socle de la crête et nous verrons plus loin qu'un système de faille est matérialisé dans la partie basale. En géomorphologie, on parle de "dôme de versants" de faille. Généralement, le contact entre ces dômes et les terrains volcaniques est brutal.

1.1.2. Les formations volcaniques

Les roches volcaniques ont recouvert le socle précambrien mais il en subsiste quelques îlots au Nord-Est de Gisenyi. Les différents types de roches volcaniques ont été caractérisés en fonction de leur composition chimique. Ils ont reçu des appellations locales (banakites, kivites, ugardites, ..) devant la difficulté lors des premières études de les rattacher aux laves communes.

Les études récentes, notamment celle de DEMANGE et Al.(3) et de KATABARWA, J.B. (4), ont permis de nouvelles dénominations rattachant les différents types au système international. Ce sont ces dernières qui seront utilisées plus loin dans l'étude géologique régionale des terrains volcaniques.

(1) PETRICEC, V., Contribution à la géologie des contreforts Nord-Est de la crête Congo-Nil. In Bulletin du Service Géologique, République Rwandaise, N° 3, 1966, p. 21.

(2) CORMINBOEUF, P., Note préliminaire sur le granite dans le Nord-Ouest de la Préfecture de Gisenyi. In Bulletin du Service Géologique, République Rwandaise, N° 5, 1969, p. 22.

(3) DEMANGE et Al. OP.CIT. p. 35

(4) KATABARWA, J.B., OP.CIT. p. 18.

Signalons tout de suite que le volcanisme a affecté deux zones. Le Sud Kivu dans la région de Cyangugu et le Nord Kivu, dans la région des Birunga. (Voir Fig. 3 , p. 17).

Les plus anciens épanchements paraissent être ceux des basaltes alcalins du seuil de Cyangugu -Bukavu. Ce seuil sépare le bassin du Kivu de celui de Tanganyika. Le volcanisme de Cyangugu remonte au tertiaire, mais il s'est étendu au quaternaire par un type appelé "volcanisme récent de Tshibinda (1).

Les épanchements volcaniques des Birunga datent du quaternaire. La chaîne des Birunga s'étend aussi au Zaïre et en Uganda. Elle occupe un seuil séparant le lac Kivu du bassin du lac Edouard (Idi Amin). Il s'agit d'un alignement de huit volcans principaux selon un axe Ouest-Est.

Alors que le volcanisme de Cyangugu est fissural (2), celui des Birunga est centralisé, c'est-à-dire, localisé au droit d'un seul point émissif. Il a donné naissance à des reliefs majeurs variés et des reliefs secondaires (cône de projection). Ce sont ces derniers qui caractérisent le champ volcanique occidental du Karisimbi.

Un dernier élément de la géologie est constitué par les alluvions.

(1) BURETTE, H., MEYER, A., Nouveaux phénomènes volcaniques au Sud Kivu. In Bulletin du Service Géologique du Congo-Belge, N° 7, fasc.4, Avril 1957, p.2.

(2) MM. ALI GASIRA KAMPUZU, SEBAGENZI, M.N., CARON, J.P., VELLUTIN, P., Comparaison pétrographique entre les laves du champ Sud-Kivu (Bukavu) et du Nord-Kivu (Virunga), Zaïre. In Annales de la société géologique Belge, T.105, p. 25.

L'analyse des données de la série de la population a permis
 de constater que la population a augmenté de façon continue
 pendant toute la période étudiée. Cette augmentation a été
 régulière et constante, ce qui est dû à un taux de natalité
 élevé et à une mortalité faible. Les données de la série de la
 population sont donc en accord avec les données de la série de la
 population.

Les données de la série de la population ont été analysées
 à l'aide de la méthode des moindres carrés. Les résultats de
 cette analyse ont permis de constater que la population a
 augmenté de façon continue pendant toute la période étudiée.
 Cette augmentation a été régulière et constante, ce qui est
 dû à un taux de natalité élevé et à une mortalité faible. Les
 données de la série de la population sont donc en accord avec
 les données de la série de la population.

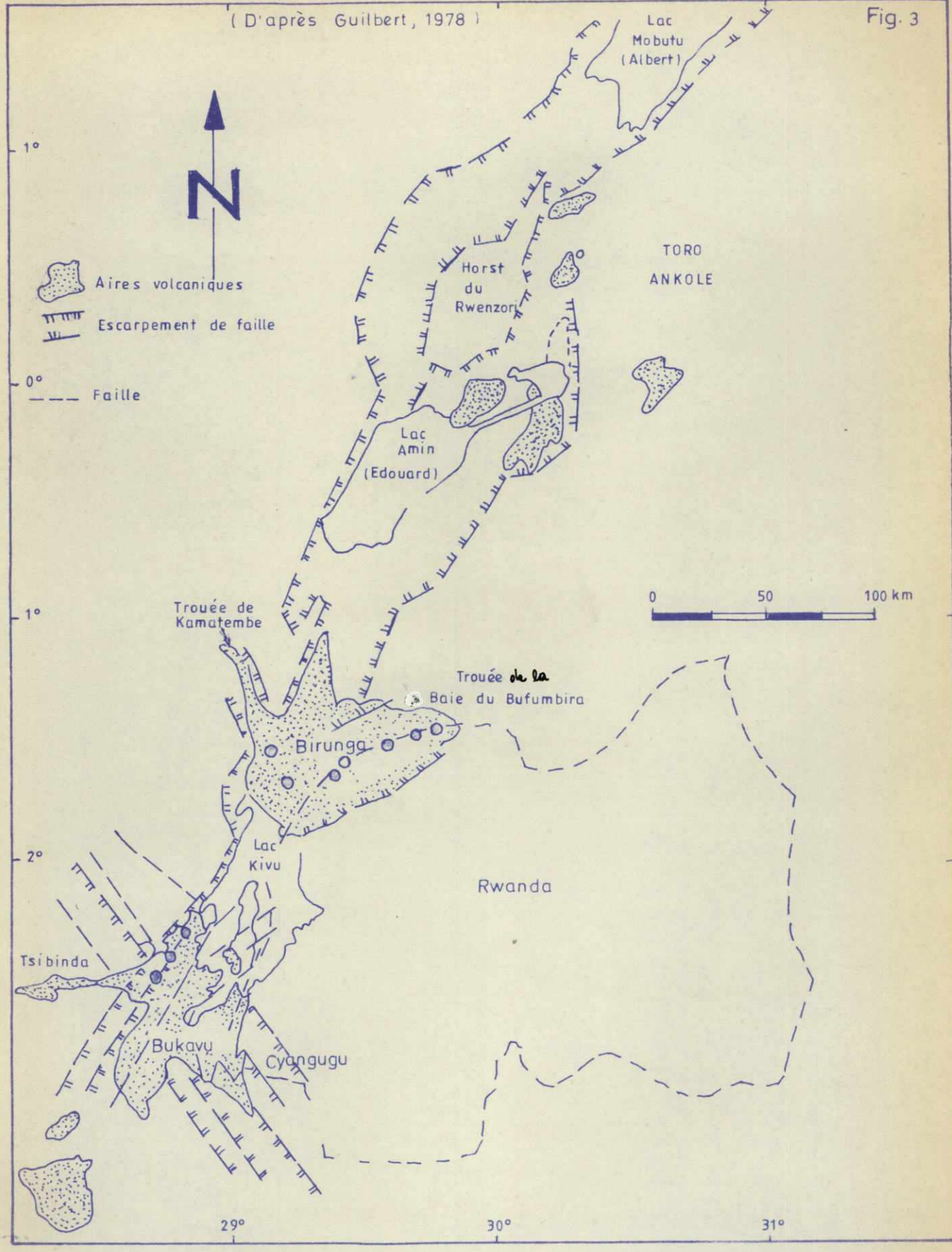
Un autre aspect de la série de la population est

-
- (1) SERIE DE LA POPULATION, 1950-1960, voir le premier volume de la série de la population.
 - (2) SERIE DE LA POPULATION, 1960-1970, voir le deuxième volume de la série de la population.
 - (3) SERIE DE LA POPULATION, 1970-1980, voir le troisième volume de la série de la population.
 - (4) SERIE DE LA POPULATION, 1980-1990, voir le quatrième volume de la série de la population.
 - (5) SERIE DE LA POPULATION, 1990-2000, voir le cinquième volume de la série de la population.

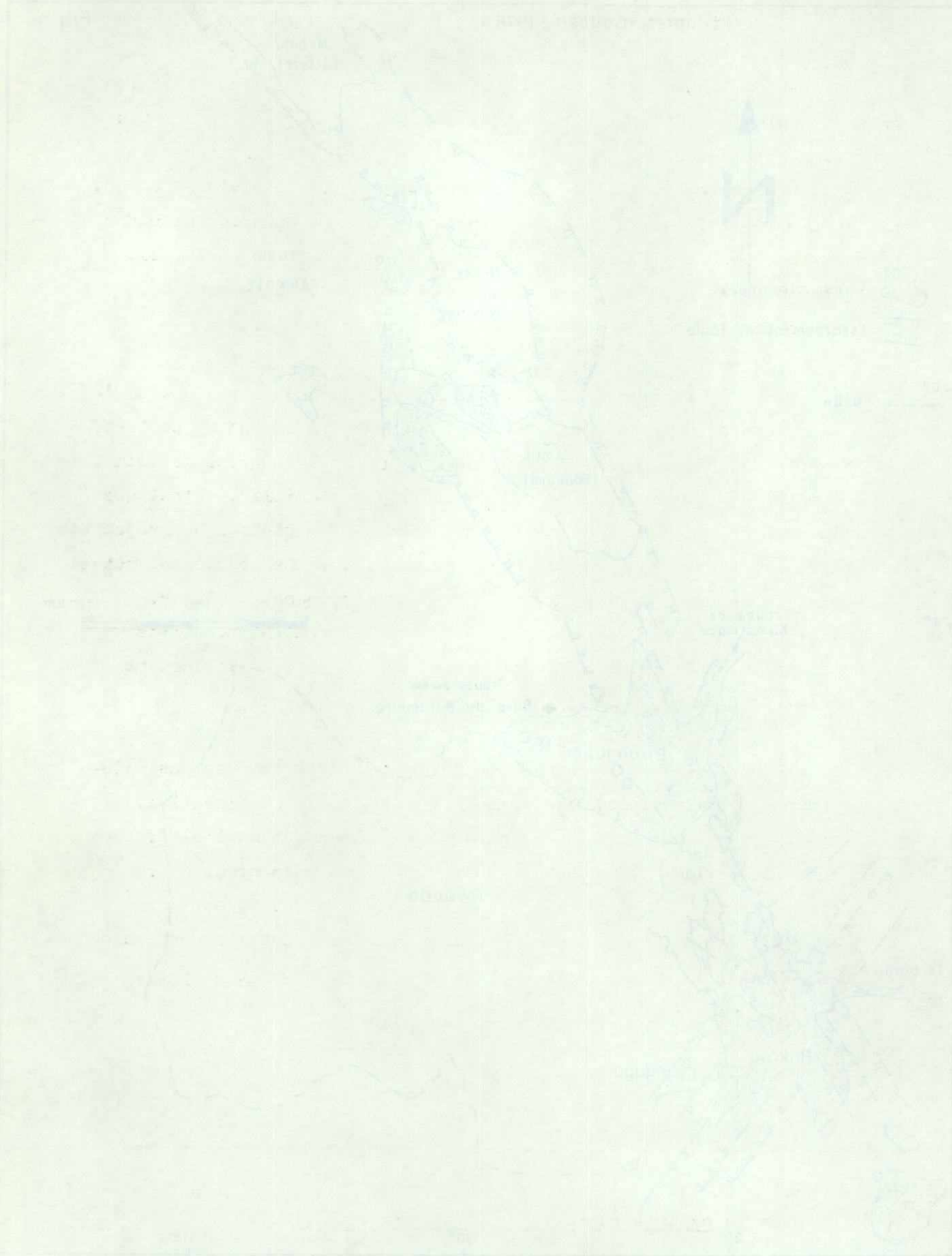
DISTRIBUTION DES AIRES VOLCANIQUES DANS LE RIFT OUEST-AFRICAIN

(D'après Guilbert, 1978)

Fig. 3



DISTRIBUTION OF ALPINE PLANTS IN THE ALPS



1.1.3. Les alluvions

Les alluvions sont à signaler surtout dans la région de contact socle-lave. Les dépôts datent de l'holocène (1) et on trouve les principales accumulations dans le fond des vallées traversées par les axes hydrographiques telles la rivière Sebeya et la rivière Pfunda. Pour ces deux cas, les alluvions sablo-limoneuses se superposent à des niveaux tourbeux accumulés derrière les fronts de lave du Karisimbi. La présence de la tourbe et des alluvions sablo-limoneuses peut nous renseigner sur l'évolution morphoclimatique de la région.

La région de la crête donne naissance à des cours d'eau qui se perdent sous les coulées de lave. Dans cette région de contact, on remarque des alluvions mixtes formées de grains de quartz, de mica et des matériaux volcaniques émoussés (scories et lapilli). C'est que sur l'escarpement méridional, il s'est produit un volcanisme de projection qui a recouvert partiellement le socle précambrien. Le creusement actuel des cours d'eau donne lieu à des alluvions géologiquement mixtes. Ces alluvions présentent un grand intérêt en géomorphologie. Elles nous permettent d'étudier la dynamique des cours d'eau, mais surtout les modalités d'entaille et les formes de lits obtenues.

Enfin, à certains endroits, on peut trouver des alluvions composées d'un mélange de terre noire, de sable et d'argiles. Ces formations proviennent de l'altération des laves et de l'altération plus ou moins argileuse des granites et des roches métamorphiques. Le socle rwandais a été fracturé et faillé. Les autres formations géologiques (lave et alluvions) s'accumulent parfois dans des dépressions liées à la tectonique régionale (marais de Pfunda et de la Sebeya).

(1) D'après la carte lithologique du Rwanda, 1/250.000

The following table shows the results of the experiments conducted during the year 1872-1873. The first column contains the names of the plants, the second column the number of plants, and the third column the results of the experiments.

The results of the experiments show that the plants which were treated with the solution of the salts of the acids of the metals, generally showed a greater growth than those which were not treated. This is especially true of the plants which were treated with the solution of the salts of the acids of the metals of the first group.

The following table shows the results of the experiments conducted during the year 1872-1873. The first column contains the names of the plants, the second column the number of plants, and the third column the results of the experiments.

(1) On the effect of the salts of the acids of the metals on the growth of plants.

(2) On the effect of the salts of the acids of the metals on the growth of plants.

1.2. Le rôle de la tectonique dans la mise en place du volcanique

1.2.1. Le système des "rifts valleys"

Le trait majeur du relief de cette partie de l'Afrique Centrale est constitué par le système des rifts valleys. Il s'agit des lignes de fracturation complexe, occasionnant des dépressions appelées graben. Ce système de cassure correspond à l'effondrement axial de la clé de voûte d'un bombement du socle, de telle sorte que le graben est flaqué de chaque côté par des plateaux élevés où une série de hautes terres (Horst) dépassent 1.000 m d'altitude. Le grand fossé dit "Rift Africain" comprend 2 branches:

- La branche orientale s'étend de l'Afar jusqu'en Tanzanie: Gregory rift
- La branche occidentale est étalée de l'Uganda au Mozambique: rift ouest-africain.

Ce dernier est occupé par une série de lacs, ce qui lui a valu le terme de "régions des grands lacs".

La chaîne volcanique des Birunga et toute la bordure du lac Kivu se localisent dans le rift Ouest africain (Western rift).

1.2.2. Le Rift Ouest-africain et son expression dans le champ volcanique du Karisimbi (Fig. 4 , p. 24)

a) Théorie de sa formation
.....

Ce rift apparaît comme une succession de bassins lacustres séparés des seuils où se localisent les activités volcaniques (Bukavu, Birunga, Torro-Ankole). Les directions dominantes des accidents sont Nord-Sud ou Sud-Ouest - Nord-Est et se succèdent suivant un axe brisé. La question de savoir quels efforts ont causé la formation de ce fossé a été longuement débattue. Deux théories s'affrontent: celle de la tension et celle de la compression (1).

(1) ROSSI, G., Quelques problèmes morphologiques du Rwanda - Burundi.

In, Etudes Rwandaises, vol. XII, numéro spécial, Butare, 1979, p. 85.

La loi de la gravitation universelle

2.1. La gravitation universelle

Le fait que les corps attirés les uns les autres par la gravitation est une loi de la nature. Elle est valable pour tous les corps, quelle que soit leur masse, et elle agit à distance. La gravitation est une force attractive qui agit entre tous les corps matériels. Elle est responsable de la chute des corps sur Terre, de la trajectoire des planètes autour du Soleil, et de la structure à grande échelle de l'univers.

La gravitation est une force attractive qui agit entre tous les corps matériels. Elle est responsable de la chute des corps sur Terre, de la trajectoire des planètes autour du Soleil, et de la structure à grande échelle de l'univers.

2.2. La loi de la gravitation universelle

La loi de la gravitation universelle est énoncée par Newton. Elle stipule que la force de gravitation entre deux masses ponctuelles est directement proportionnelle au produit de leurs masses et inversement proportionnelle au carré de la distance qui les sépare.

2.3. La loi de la gravitation universelle

La loi de la gravitation universelle est énoncée par Newton. Elle stipule que la force de gravitation entre deux masses ponctuelles est directement proportionnelle au produit de leurs masses et inversement proportionnelle au carré de la distance qui les sépare.

On peut en effet distinguer des déplacements verticaux chiffrés à 2.000 m au niveau du lac Kivu et des efforts horizontaux qui ont abouti à créer au niveau des seuils tout un réseau de failles plus ou moins ouvertes exploitées par le volcanisme.

b) Les conséquences sur le volcanisme
.....

H. TAZIEFF note:

"Les volcans surgissent de préférence aux endroits où des cassures de directions différentes s'entrecroisent, car c'est là que sont plus larges et permanents les chenaux par lesquels peuvent s'élever les magmas". (1)

En effet, au Rwanda, on constate que l'activité volcanique correspond aux zones d'intersection des directions structurales dominantes.

On distingue trois directions principales: (Fig. 4 ,p. 24).

- La trouée de KAMATEMBE (NO-NE)
- Le fossé principal des grands lacs (NNE-SSO)
- La dépression de la baie du Bufumbira (Uganda).

Les volcans Muhabura et Gahinga s'alignent suivant une direction NE, NW, le Bisoke et le Karisimbi selon une direction NNE-SSO. Le Sabyinyo se situe au croisement de ces deux directions.

La figure 4 page 24 essaie de reconstituer l'évolution structurale des Birunga en relation avec le volcanisme actif. Cette reconstitution ne correspond pas directement à une chronologie logique du plus ancien au plus récent. Elle procède par groupe structural de volcan. Cependant, la chronologie absolue que nous présenterons plus loin n'est pas en contradiction avec cette reconstitution.

(1) TAZIEFF, H., NIRAGONGO ou le volcan interdit
Flammarion, Paris, 1973, p.19.

de fait en effet distinct des dépense...
1900, au niveau du lieu de l'opération...
niveau de l'opération au lieu de l'opération...
niveau de l'opération au lieu de l'opération...

b) Les conséquences sur la...
ANNEXE n° 1

Les valeurs...
niveau de l'opération au lieu de l'opération...
niveau de l'opération au lieu de l'opération...

En effet, au...
niveau de l'opération au lieu de l'opération...
niveau de l'opération au lieu de l'opération...

- la... (1900-1901)
- la... (1902-1903)
- la... (1904-1905)

Les valeurs...
niveau de l'opération au lieu de l'opération...
niveau de l'opération au lieu de l'opération...

La...
niveau de l'opération au lieu de l'opération...
niveau de l'opération au lieu de l'opération...

(1) ANNEXE n° 1, page 100
Annexes, Paris, 1900

- (1) Ouverture d'une faille secondaire majeure E-O donnant naissance au volcanisme centralisé du Sabyinyo, du Gahinga et du Muhabura. (Le Sabyinyo semble être le volcan le plus ancien).
- (2) On constate un changement d'orientation tectonique avec relais au niveau du Sabyinyo. L'axe volcano-tectonique Sabyinyo - système fissural- Bisoke se prolonge jusqu'au Karisimbi qui se présente comme une fermeture du système.
- (3) A partir du Karisimbi, on peut supposer un axe Karisimbi- Mikeno, transverse au rift (NNO-SSE). Cet axe a pu fonctionner simultanément ou postérieurement à l'axe Sabyinyo-Bisoke. Dans cette hypothèse, le Karisimbi se trouve à l'aplomb d'un coin tectonique.
- (4) Au Sud-Ouest du Karisimbi, on y trouve un alignement de petits cônes sur des fissures éruptives E.W et NE-NW. Il s'agit d'une série de cônes de projections volcaniques qui caractérisent le versant occidental du Karisimbi. Ils auraient fonctionné contemporanément ou postérieurement aux derniers stades d'élaboration du Karisimbi. On remarque que ces fissures sont groupées et avoisinent le grand fossé tectonique au rift d'une manière transverse. (Fig. 6, p. 23) Ce système de fissures ne correspondrait-il pas à une réactivation sur le flanc Ouest du Karisimbi du système tectonique Sabyinyo-Bisoke qui semble bloqué à l'aplomb du Karisimbi?
- (5) Enfin, en dehors du territoire rwandais, on peut aussi noter l'axe actuellement actif Nyiragongo-Nyamuragira, parallèle à l'axe supposé Karisimbi-Mikeno.

Il faut noter que dans tous les cas, et au cours du temps, le contrôle structural du volcanisme s'est toujours effectué selon des directions transverses à l'axe d'effondrement du rift.

J.Ch. Rancon et J. DEMANGE interprètent ces différents axes volcano - tectoniques comme :

"le résultat d'une tension oblique née de l'accumulation des contraintes liées à la mise en place des failles normales d'effondrement du rift" (1).

(1) DEMANGE. J et Al., Op. cit. p.17.

(1) The first of these is the fact that the...
the... of the...
the... of the...

(2) The second of these is the fact that the...
the... of the...
the... of the...

(3) The third of these is the fact that the...
the... of the...
the... of the...

(4) The fourth of these is the fact that the...
the... of the...
the... of the...

(5) The fifth of these is the fact that the...
the... of the...
the... of the...

(6) The sixth of these is the fact that the...
the... of the...
the... of the...

(7) The seventh of these is the fact that the...
the... of the...
the... of the...

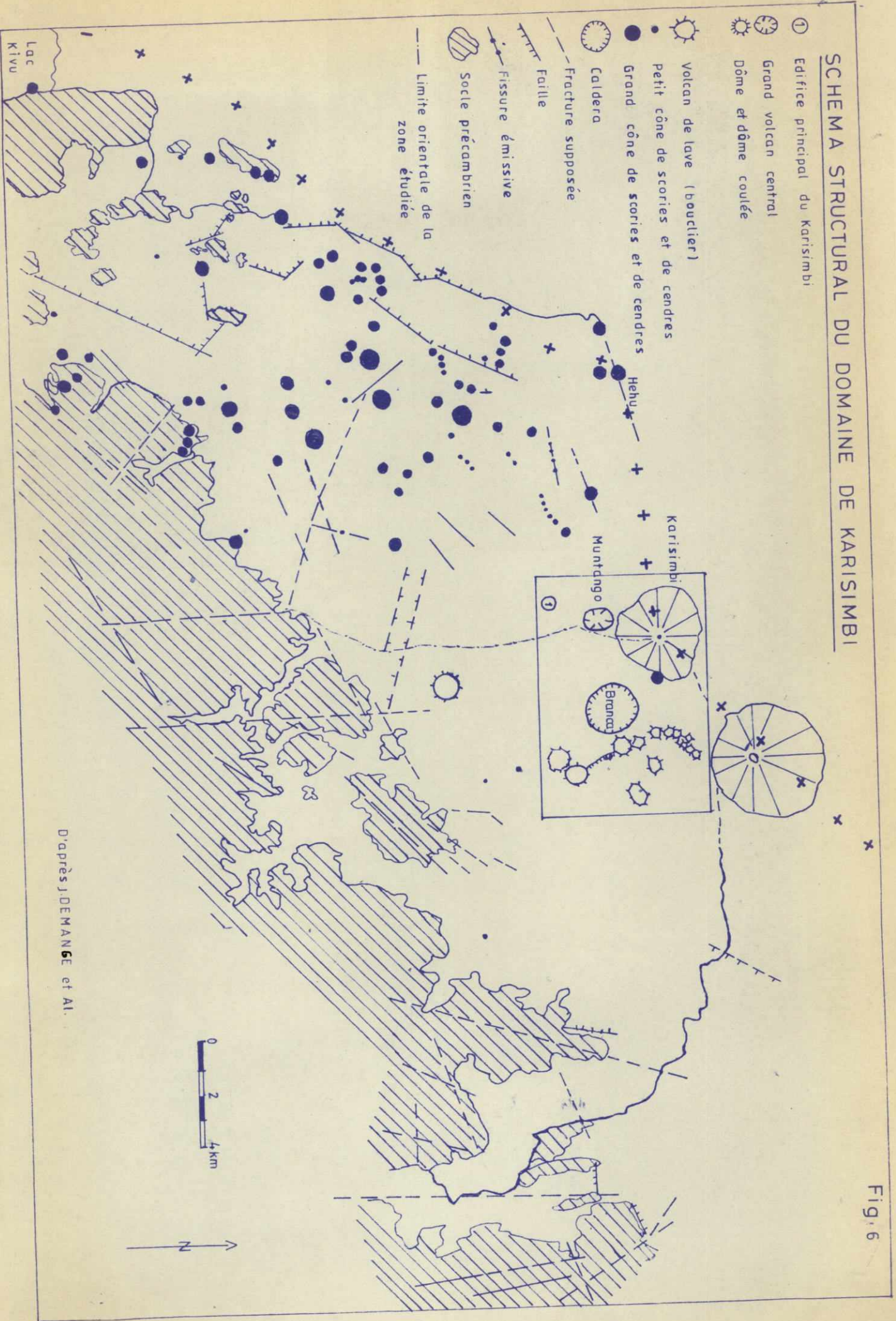
(8) The eighth of these is the fact that the...
the... of the...
the... of the...

(9) The ninth of these is the fact that the...
the... of the...
the... of the...

(10) The tenth of these is the fact that the...
the... of the...
the... of the...

(11) The eleventh of these is the fact that the...
the... of the...
the... of the...

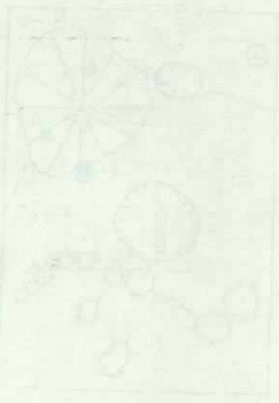
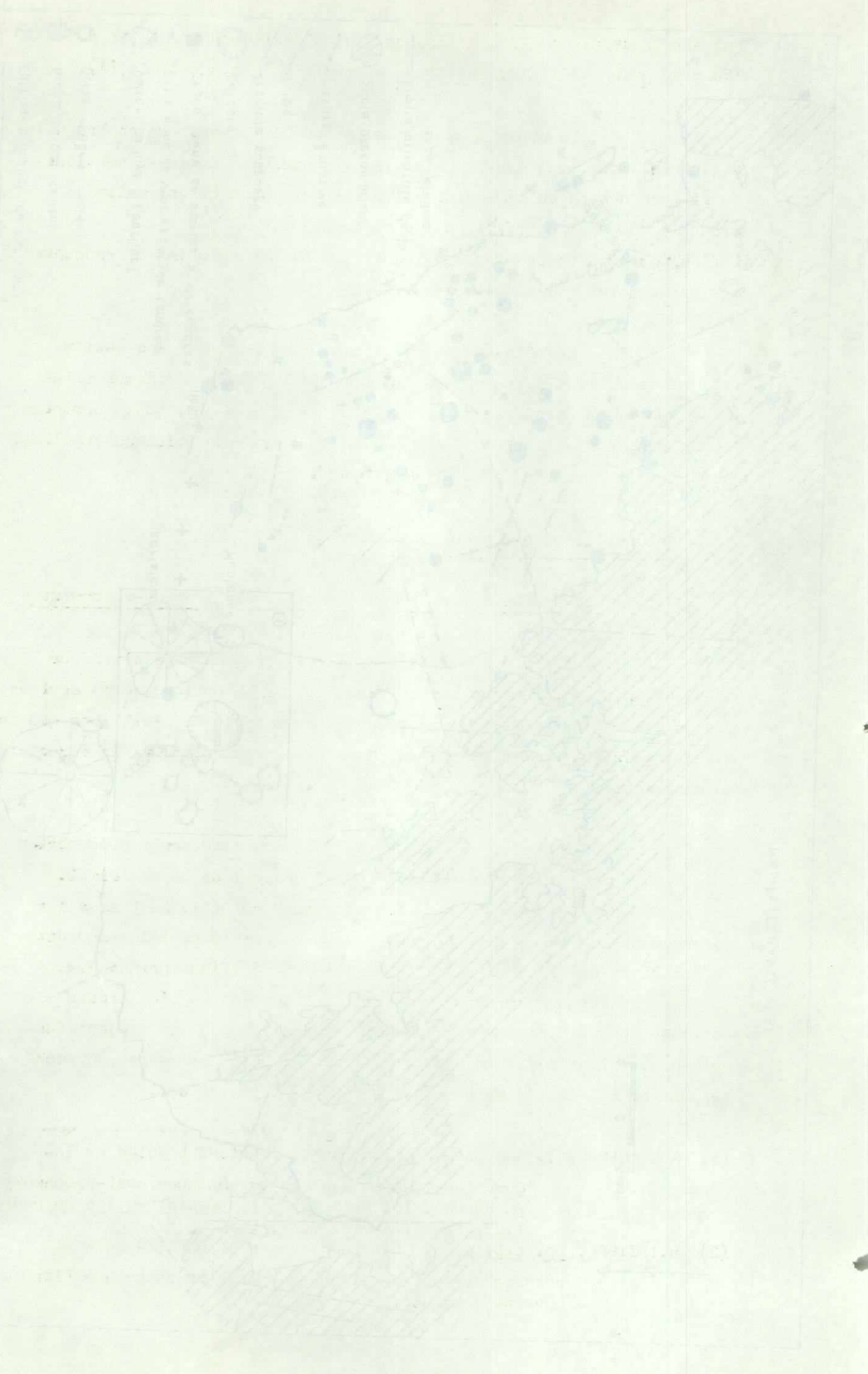
SCHEMA STRUCTURAL DU DOMAINE DE KARISIMBI



D'après JOEMANE et Al.

Fig. 6

SCHEMATA STRUCTURAE ET ORGANAE PLANTARUM



100

Les effondrements se sont accompagnés d'un soulèvement relatif de 150 m au moins de la région située au sud des champs actuels (1).

Le croisement tectonique semble exercer un contrôle structural important sur le volcanisme. Ainsi des régions, portions du rift en dehors de ce croisement seront exemptes de volcanisme: c'est le cas de la côte rwandaise du lac Kivu. Les huit grands volcans majeurs sont tous situés au point de rencontre des principales failles et fissures.

La même constatation reste valable pour les petits volcans satellites du champ volcanique occidental du Karisimbi situés directement sur des fissures ouvertes et éruptives (2). Cela démontre qu'il existe une relation intime entre ces lignes de faiblesse (failles, fractures et fissures) avec le volcanisme.

1.3. Nature lithologique du substratum

1.3.1. Les méthodes d'approche de la lithologie "sous-volcanique"

Notre connaissance de la topographie pré-volcanique et sa structure géologique reste fragmentaire. L'épaisseur des coulées, grande à certains endroits décourage les sondages. Ce n'est donc que par les méthodes approchées qu'on peut essayer de reconstituer la structure du substratum.

Nous avons déjà décrit les roches du socle précambrien qui borde au sud et au Sud-Ouest le champ volcanique du Karisimbi. On suppose que les mêmes unités lithologiques se prolongent sous les épanchements de lave. Cette hypothèse se vérifie à certains endroits où des flots du socle affleurent non loin des édifices principaux. Un autre renseignement est livré par les enclaves que l'on trouve englobés dans la masse des laves consolidées et dans les projections volcaniques (bombes). En effet, le magma, lors de sa montée, arrache au substratum des roches en place (roches encaissantes).

-
- (1) MOEYERSONS, J., Surfaces d'aplanissement, anciens bassins hydrographiques et mouvements tectoniques post-précambriens au Rwanda. In, Bulletin de la société belge de géologie T. 09, Bruxelles, 1979, p. 9
- (2) H. TAZIEFF, op. cit. p. 20. L'auteur rapporte que lors de ses recherches sur le Nyiragongo, il a constaté une fissure ouverte d'un pas.

Les observations de la région de la vallée de la Seine, au sud de Paris, ont permis de constater que les conditions de l'atmosphère sont très variables. Les variations de température, de pression et d'humidité sont très sensibles. Les observations ont été faites pendant une période de six mois, du 1er janvier au 31 juin 1925.

Les observations ont été faites pendant une période de six mois, du 1er janvier au 31 juin 1925. Les variations de température, de pression et d'humidité sont très sensibles. Les observations ont été faites pendant une période de six mois, du 1er janvier au 31 juin 1925.

1.2. Nature lithologique du substratum









1.2.1. Les observations géologiques de la région de la vallée de la Seine, au sud de Paris, ont permis de constater que les conditions de l'atmosphère sont très variables. Les variations de température, de pression et d'humidité sont très sensibles. Les observations ont été faites pendant une période de six mois, du 1er janvier au 31 juin 1925.

Les observations ont été faites pendant une période de six mois, du 1er janvier au 31 juin 1925. Les variations de température, de pression et d'humidité sont très sensibles. Les observations ont été faites pendant une période de six mois, du 1er janvier au 31 juin 1925.

- (1) MUYERBROU, J., 1925, "Les observations géologiques de la région de la vallée de la Seine, au sud de Paris, ont permis de constater que les conditions de l'atmosphère sont très variables. Les variations de température, de pression et d'humidité sont très sensibles. Les observations ont été faites pendant une période de six mois, du 1er janvier au 31 juin 1925."
- (2) MUYERBROU, J., 1925, "Les observations géologiques de la région de la vallée de la Seine, au sud de Paris, ont permis de constater que les conditions de l'atmosphère sont très variables. Les variations de température, de pression et d'humidité sont très sensibles. Les observations ont été faites pendant une période de six mois, du 1er janvier au 31 juin 1925."

**PRINCIPAUX TYPES LITHOLOGIQUES ET FRACTURATION DU SOCLE PRECAMBRIEN
DE LA REGION DES BIRUNGA : DEDUCTION DE SON EXTENSION SOUS LES VOLCANS
EN FONCTION DES ENCLAVES DANS LES LAVES**

D'après LAVREVA et
Al. (1981)

-  Schistes micaschistes, phyllonites
-  Schistes et micaschistes quartzeux, mylonites
-  Grès, quartzites, filons de quartz
-  Granites paragneiss, et orthogneiss
-  Granites paragneiss et orthogneiss avec enclaves de roches sédimentaires non différenciées
-  Position d'échantillon des enclaves
-  Cristaux de quartz
-  Limite supposée entre les formations du socle sous le champ volcanique

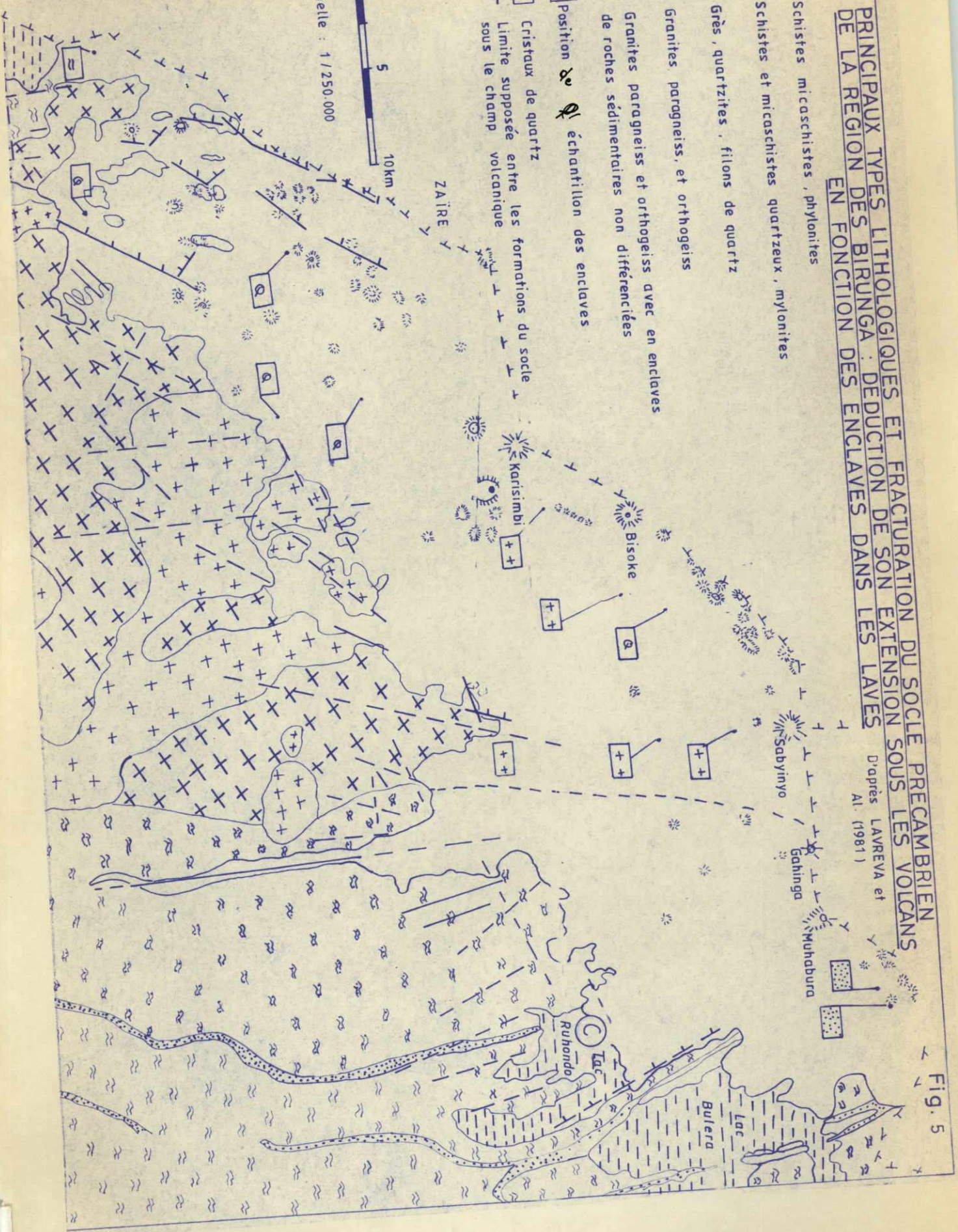
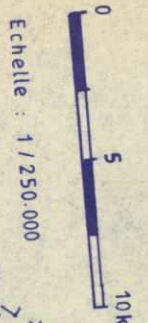


Fig. 5

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
DIVISION OF THE PHYSICAL SCIENCES
DEPARTMENT OF CHEMISTRY
5708 SOUTH UNIVERSITY AVENUE
CHICAGO, ILLINOIS 60637

RECEIVED
JAN 10 1963
CHEMISTRY
5708 SOUTH UNIVERSITY AVENUE
CHICAGO, ILLINOIS 60637

