

## COMPTES RENDUS

### GEOTECTONIC EVOLUTION OF CHINA -

Editors : Li, Q., Ren, J., Jiang, C.,  
Zhang, Z. & Qin, D.

Translated from the Chinese by Jiang, M.,  
Xu, N., Fei, Z., Wang, T. & Liu, M.

1987 - 30 figs., 14 plates, 218 pages.

Hard cover DM 108,-

Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York-  
London-Paris-Tokyo. ISBN 3-540-16606-8.

CONTENTS : On the problem of the Methods and Theories - Subdivision of the Tectonic Cycles of China - Brief Description of the Main Tectonic Units of China - The Geosynclines of China and Their Main Characteristics - Deep Fractures and Deep-seated Structures in China - The Geotectonic Evolution of China - References - Explanation of Plates.

In China geotectonics is one of the most active research areas in the geosciences, due largely to the varied and complicated geological structures of China, which provide outstanding material for the development and testing of geotectonic models. Here the emphasis is on the integrated study of mobile belts and stable regions with special attention to deep-seated structures and their interpretation in the light of plate tectonic theory. Tectonic cycles and units are systematically classified and elucidated in terms of geosynclines and deep fractures. Finally, a model for the tectonic development of China is proposed.

The present monograph is both a brief explanatory note to the 1: 4.000.000 Geotectonic map of China, and a further elucidation of the work "An outline of the Tectonic Characteristics of China" (Huang Jiqing *et al.*, 1977).

M. DUSAR

### LOW TEMPERATURE METAMORPHISMS

Edit. M. Frey, Chapman and Hall, New York.  
1987, 351 pages.

La rédaction de cet ouvrage est le fruit de plusieurs auteurs dont les noms sont spécifiés ci-après avec indication des chapitres correspondants : M. FREY, Univ. Bâle, Suisse, ch. 1, 2 ; M. CHO, Univ. Stanford, U.S.A., ch. 3 ; J.C. HUNZIKU, Univ. Berne, Suisse, ch. 6 ; H.J. KISCH, Univ. Negev, Israël, ch. 1, 7 ; J.G. LION, Univ. Stanford, U.S.A., ch. 3 ; Sh. MARUYAMA, Univ. Toyoma, Japon, ch. 3 ; J. MULLIS, Univ. Bâle, Suisse, ch. 5 ; M. TEICHMULLER, Serv. geol., Rhénanie-Westphalie, R.F.A., ch. 4.

Il s'agit d'un travail de synthèse spécialement consacré aux méthodes d'in-

vestigation de l'anchizone où se situe la transition entre la diagenèse et le métamorphisme épizonal du faciès "Schistes verts". Le contenu de ces chapitres successifs permettra au lecteur de mieux circonscrire les sujets traités.

Ch. 1 - Aperçu du sujet. Il s'agit essentiellement d'un essai de définition du domaine anchizonal (9 p.)

Ch. 2 - Métamorphisme de très faible degré des roches sédimentaires détritiques. Consacré surtout aux diverses méthodes de quantification du degré de métamorphisme comme la cristallinité et le polymorphisme des phyllosilicates argileux et l'analyse des associations paragénétiques (50 p.)

Ch. 3 - Le métamorphisme de très faible degré des roches volcaniques et volcanosédimentaires. Consacré entièrement aux associations paragénétiques et à l'analyse des facteurs physico-chimiques qui conditionnent les équilibres monovariants.

Ch. 4 - La matière organique et le métamorphisme de très faible degré. L'auteur donne un aperçu assez détaillé des processus d'anthracitisation et de la méthode thermométrique basée sur la mesure de la réflectivité de la vitrine (48 p.).

Ch. 5 - Etude des inclusions fluides piégées au cours du métamorphisme de très faible degré. L'auteur passe en revue les divers types d'inclusions fluides, les méthodes analytiques pratiquées et leur utilisation en géothermie et géobarométrie (38 p.).

Ch. 6 - Les isotopes radiogéniques du métamorphisme de très faible degré. L'auteur donne essentiellement les axes de recherches dans un domaine où de nombreux problèmes restent encore à résoudre (déséquilibre des minéraux paragénétiques, datations, influence de la granulométrie et du contexte géochimique, etc....) (25 p.).

Ch. 7 - Corrélations entre les divers indicateurs d'intensité. Il s'agit sans aucun doute du chapitre le plus intéressant pour le futur utilisateur qui y trouvera un exposé critique et objectif des méthodes, parfois contradictoires, obtenus dans plusieurs régions.

L'ouvrage est bien présenté, et suffisamment exhaustif pour le lecteur non

spécialiste désireux de se faire une opinion et les limites des diverses méthodes utilisées dans l'étude de l'anchizone.

A. BEUGNIES

ELEMENTS, OXIDES, SILICATES HIGH-PRESSURE PHASES WITH IMPLICATIONS FOR THE EARTH'S INTERIOR  
par L. Liu & W.A. Bassett - Oxford Univ. Presse.  
1986, New York, 250 pages.

Le corps de l'ouvrage comporte essentiellement une partie descriptive où sont rassemblées toutes les données actuellement connues concernant les domaines d'existence des éléments (58 p.), des oxydes (104 p.) et des silicates (40 p.).

Les conditions (p, T) de stabilité des diverses phases sont commentées et le plus souvent illustrées par des diagrammes très explicites. La partie descriptive est précédée d'une introduction (23 p.) où sont rappelées les notions fondamentales de thermodynamiques et de cristallographie. Elle est suivie par une analyse critique des modèles représentatifs de la composition chimique et minéralogique du manteau et du noyau de la terre (11 p.).

Tel qu'il est conçu, l'ouvrage est un véritable instrument de travail doublé d'une documentation très fouillée.

A. BEUGNIES

LA MANCHE DE DUNKERKE AU HAVRE (Flandre, Boulonnais, Picardie, Haute-Normandie).  
Collection "Guides naturalistes des Côtes de France" par M. Bournérias, Ch. Pomerol et Y. Turquier.  
DELACHAUX & NIESTLE, Ed. Neuchâtel et Paris, 1983.  
1 vol. br. 12,5 x 19,5 cm, 242 p., 68 fig.,  
58 illustrations en couleurs.

Nous avons déjà eu l'occasion d'écrire le bien que nous pensions du premier volume (du Havre à Avranches) de cette collection (voir bulletin Société belge de Géologie, t. 95, p. 46) qui nous annonce pour suivre de des ouvrages identiques sur les côtes Bretagne, de l'Atlantique de la Loire à Saint-Jean-de-Luz, de la Méditerranée (2 volumes) et de la Corse.

L'ouvrage se divise en deux parties : la première concerne le milieu littoral sur les côtes de la Manche et la Mer du Nord ; la seconde consiste en la description de six itinéraires entre Dunkerke et le Havre, c'est à dire une partie de la côte française fort fréquentée par les scientifiques et naturalistes belges à qui nous recommandons cet ouvrage.

Espérons que cet éditeur pense également à mettre sur le métier le complément belge c'est à dire les côtes du Havre au Zoute.

E. GROESSENS

L'HOMME ET LES DELUGES par André & Denise CAPART (1986)  
Editions Hayez/La Longue Vue (Bruxelles).  
356 pages - 29 illustrations en couleurs - 30 cartes géographiques et nombreuses illustrations en noir. Broché sous couverture couleurs, plastifiée.

A toutes les époques et dans les diverses civilisations depuis que l'homme a voulu transmettre le récit de ces ancêtres, les grandes catastrophes naturelles furent considérées comme des punitions de Dieu ou des dieux. Le Déluge en est un exemple connu de tous car il a frappé les imaginations tant par l'ampleur de l'espace considéré que par les conséquences particulièrement dramatiques qui s'ensuivirent.

Pour l'ancien Directeur de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique et son épouse, il est évident qu'à l'époque où ces arguments (employés entre autres pour démontrer l'existence d'un Dieu tour à tour créateur et justicier) furent utilisés pour la première fois, ces événements avaient dû réellement se produire. Sans cela, ils auraient perdu "de facto" toute valeur d'argumentation d'une thèse morale.

A partir de ce point de départ et se basant sur une longue expérience d'océanographe, les auteurs ont réunis pendant plus de dix ans une documentation considérable qu'ils condensent dans ce volume.

Mais l'histoire de l'homme est omniprésente au fil des pages car selon ces auteurs, les déluges ont une part prédominante dans l'évolution de l'humanité et l'*Homo sapiens* est sans doute redevable à ce cataclysme d'être apparu un jour sur terre.

E. GROESSENS

## Publications

## Publikaties

## Bulletins :

- par tome 1.200.- F
- par fascicule 300.- F

Série complète à partir du Tome LXII (1953)  
jusqu'au Tome 93 (1984) soit 32 tomes, plus  
Table LI (1942) à LXXI (1962) 15.000.- F

## Bulletins :

- per volume 1.200.- F
- per deel 300.- F

Volledige reeks van Vol. LXII (1953) tot  
Vol. 93 (1984) hetzij 32 vol. met Tafel  
LI (1942) tot LXXI (1962) 15.000.- F

## Mémoires in-4°

300.- F .

## Verhandelingen in 4°

300.- F .

1. BOMMER, Ch., 1903. Les causes d'erreur dans l'étude des empreintes végétales (31 p., 10 pl.). épuisé
2. PRINZ, W., 1908. Les cristallisations des grottes en Belgique. (90 p., 143 fig.). épuisé
3. SALEE, A., 1910. Contribution à l'étude des polypiers du Calcaire Carbonifère de la Belgique.  
Le genre *Caninia*. (62 p., 9 pl.).
4. STÜBEL, A., 1911. Sur la diversité génétique des montagnes éruptives. (70 p., 53 fig.).
5. ROBERT, M., 1931. épuisé (voir série suivante n° 2)

## in-4°, 2e série : Nouveaux Mémoires

1. CAMERMAN, C., et ROLLAND, P., 1944. La pierre de Tournai. (125 p., 4 dépliant, 5 pl.).
2. ROBERT, M., 1949. Carte géologique du Katanga méridional, avec notice topographique de  
J. VAN DER STRAETEN et notice géologique de M. ROBERT. (32 p., 1 carte polychrome au 1/1.000.000e).
3. LEPERSONNE, J., et WERY, A., 1949. L'oeuvre africaine de Raymond De Dycker. (131 p., 1 dépliant).
4. STEVENS, Ch., 1952. Une carte géomorphologique de la Basse- et Moyenne-Belgique. (24 p., 8 fig.,  
1 carte polychrome).
5. DELCOURT, A., et SPRUMONT, G., 1955. Les spores et grains de pollen du Wealdien du Hainaut.  
(73 p., 4 pl., 14 fig.).

## in-8°

1. DELECOURT, J., 1946. Géochimie des bassins clos, des océans et des gîtes salifères. Mers et lacs  
contemporains. (177 p., 3 fig.).
2. LOMBARD, A., 1951. Un profil à travers les Alpes, de Bâle à Chiasso. (50 p., 16 fig., 2 dépliant). épuisé
3. ROBERT, M., 1951. Les cadres de la géologie du Katanga. (45 p., 1 fig., 1 dépliant).
4. CAHEN, L. et LEPERSONNE, J., 1952. Equivalence entre le système du Kalahari du Congo belge et les  
Kalahari Beds d'Afrique australe. (64 p., 8 fig.). épuisé
5. MARLIERE, R., 1958. Ostracodes du Montien de Mons et résultats de leur étude (53 p., 6 pl., 3 fig.).
6. SYMPOSIUM SUR LA STRATIGRAPHIE DU NEOGENE NORDIQUE, Gand, 1961. (248 p., 13 pl.) 500.- F .
7. BORDET, P., MARINELLI, G., MITTEMPERGHER, M. et TAZIEFF, H., 1963. Contribution à l'étude  
volcanologique du Katmaï et de la Vallée des Dix Mille Fumées (Alaska). (114 p., 22 pl.). 500.- F .
8. van BEMMELEN, R.W., 1964. Phénomènes géodynamiques. I. A l'échelle du Globe (géonomie).  
II. A l'échelle de l'écorce terrestre (géotectonique).  
III. A l'échelle de l'orogénèse alpine (tectonique). (127 p., 38 fig.). 500.- F .
9. MAMET, B., MIKHAILOFF, N. et MORTELMANS, G., 1970. La stratigraphie du Tournaisien et du Viséen  
inférieur de Landelies. Comparaison avec les coupes du Tournaisien et du Bord  
Nord du Synclinal de Namur. (81 p., 6 fig.). 300.- F .

## Publications hors-série : patronnées par la Société

## Buitengewone Publikaties : gepatroneerd door de Ver.

- LANCASTER, A., 1888. La pluie en Belgique - Premier fascicule (seul paru). 224 p. et une carte au  
1/400.000 de la répartition annuelle des pluies 300.- F .
- LA GEOLOGIE DES TERRAINS RECENTS DANS L'OUEST DE L'EUROPE. 1947 (Session extraordinaire des Sociétés  
belges de Géologie, en septembre 1946). 495 p., 97 fig., 12 pl., 2 tabl. 800.- F .
- BOUCKAERT, J., 1961. Les Goniatites du Carbonifère belge (Documents pour l'Etude de la Paléontologie  
du Terrain Houiller). 10 p., 29 pl. 300.- F .
- BEUGNIES, A., 1968. Livret guide des excursions dans le Massif Cambrien de Rocroi, de Fépin à Bogny  
suivant la vallée de la Meuse. 38 p., 1 pl. 50.- F .
- MARLIERE, R., 1969. Introduction à quelques excursions géologiques dans Bassin de Mons. 10 p., 1 pl. 50.- F .

## Tables générales des matières :

## Inhoudstafels :

- |                                 |           |                                     |           |
|---------------------------------|-----------|-------------------------------------|-----------|
| Tome I (1887) à XX (1906)       | 300.- F . | Volume I (1887) tot XX (1906)       | 300.- F . |
| Tome XXI (1907) à L (1940-1941) | 300.- F . | Volume XXI (1907) tot L (1940-1941) | 300.- F . |
| Tome LI (1942) à LXXI (1962)    | 500.- F . | Volume LI (1942) tot LXXI (1962)    | 500.- F . |

Les commandes doivent être adressées au  
Secrétariat. Le paiement anticipatif est  
demandé et se fera par virement au

C.C.P. 000.0145219.10

de la Société belge de Géologie, Bruxelles.  
Une remise de 25% est consentie aux  
libraires et aux membres de la Société.

De bestellingen worden aan het Sekretariaat  
gericht. Verplichtend voorafgaandelijk te  
betalen door storting op

P.C.R. 000.0145219.10

van de Belgische Vereniging voor Geologie,  
Brussel.  
Boekhandels en Leden genieten van 25%  
afslag.

# GEOLOGIE

ISSN-0-772-9464

Bulletin de la Société  
belge de Géologie

Périodique trimestriel  
Tome 96 - Fascicule 4, 1987  
édité en juillet 1988

Bulletin van de Belgische  
Vereniging voor Geologie

Driemaandelijks tijdschrift  
Volume 96 - Deel 4, 1987  
verschenen in juli 1988



Président

Voorzitter

A. BEUGNIES (1986-1987)

Vice-présidents

Ondervoorzitters

COEN-AUBERT, M. (1986-1987)  
 LOY, W. (1986-1987)

MICHOT, J. (1987-1988)  
 BOISSONNAS, J. (1987-1988)

Secrétaire général

Secretaris-generaal

E. GROESSENS (1987-1990)

Secrétaire Adjoint

Adjunct-Secretaris

M. DUSAR (1987-1990)

Secrétaires généraux honoraires

Ere-Secretarissen-Generaal

A. DELMER (1956-1969)  
 R. PAEPE (1970-1974)

Trésorier

Penningmeester

H. LADMIRANT (1985-1988)

Membres du Conseil

Leden van de Raad

HERBOSCH, A. (1986-1987)  
 LAGA, P. (1986-1987)  
 VANDENBERGHE, N. (1986-1987)  
 SERET, G. (1986-1987)  
 TONNARD, V. (1986-1987)  
 D'URSEL, A. (1986-1987)

DUMONT, P. (1987-1988)  
 OVERLAU, P. (1987-1988)  
 RAUCQ, P. (1987-1988)  
 ROBASZYNSKI, F. (1987-1988)  
 GULLENTOPS, F. (1987-1988)  
 CORDY, J.M. (1987-1988)

Commission des Vérifications aux comptes - Commissie voor Nazicht der Rekeningen

P. ANCIAUX (1986-1987)  
 E. DRICOT (1986-1987)  
 B. DUCARME (1986-1987)

Comité de Rédaction du Miscellanae  
 Geologica

Redactie Comité van Miscellanae Geologica

LAVREAU, J. -  
 Commission des Publications

STREEL, M. - VANDENBERGHE, N.

Publicatiecommissie

BEUGNIES, A. - CONIL, R. - de BETHUNE, P. - de MAGNEE, I.

Bibliothécaire

E. GROESSENS Bibliothecaris

SOCIETE BELGE DE GEOLOGIE

BELGISCHE VERENIGING VOOR GEOLOGIE

CENTENAIRE

VOLUME HORS-SERIE

1987

BOEKDEEL BUITEN REEKS

EEUWFEEST

Publié avec le concours du  
Fonds National de la  
Recherche Scientifique  
et du Ministère de  
l'Education Nationale et  
de la Culture Française  
et du Ministerie van  
de Vlaamse Gemeenschap.

Gepubliceerd met de financiële hulp  
van het Nationaal Fonds  
voor Wetenschappelijk Onderzoek  
en het Ministère de  
l'Education Nationale et  
de la Culture Française  
en het Ministerie van  
de Vlaamse Gemeenschap.

Editeur responsable  
Eric GROESSENS

Verantwoordelijke Uitgever  
Eric GROESSENS

SECRETARIAT - rue Jenner 13  
B-1040 Bruxelles

SECRETARIAAT - Jennerstraat 13  
B-1040 Brussel

SOMMAIRE - INHOUD

BEUGNIES, A. - Discours académique du Président . . . . .	5
d'URSEL, A. - Ernest van den Broeck, fondateur de la Société belge de Géologie La Médaille Ernest van den Broeck . . . . .	9 11
☆ ☆ ☆ ☆ ☆	
FRANCOIS, A. - Synthèse géologique sur l'Arc cuprifère du Shaba (Rép. du Zaïre)	15
LOY, W. - Hydrogéologie : aperçu historique . . . . .	67
FORTEMS, G. - Contribution de la Belgique à la recherche pétrolière . . . . .	73
GROESSENS, E. - Belgian Stone, a review . . . . .	75
☆ ☆ ☆ ☆ ☆	
COEN-AUBERT, M. - In Memoriam - Alphonse Beugnies . . . . .	89

# DIASOL

## Exclusivité:

Sonde 3" de mesure de déviation orientée sous tubage ou tube métallique  
Application : Recherche minière

Trisonde gamma (densité gamma-ray) Ø 42 mm  
Autonome : mémoire interne sauvegardée  
Portable : fonctionnant seule sans équipement de surface

## Recherche et développement (en routine mi-88):

1° Sonde de mesure continue, directe de la perméabilité sans aucun essai hydrogéologique (système breveté)  
Application : Génie Civil

2° Sonde gamma-gamma spectrale mesurant les concentrations en nombreux ions métalliques  
Application : Mines  
Carrières calcaires

43, Grand-Rue, EISCHEN - G.D. de Luxembourg - Tél. 00-352/39-97-54  
Société de Service spécialisée dans l'enregistrement de diagraphies différées en sondage  
Equipements digitaux permettant l'enregistrement des paramètres sur disquettes 5" de 0 à 2000 mètres de profondeur

RECHERCHE MINIERE  
HYDROGEOLOGIE  
GEO TECHNIQUE

## REMERCIEMENTS

Nous tenons vivement à remercier tous ceux qui ont contribué à l'organisation de ces journées.

Nous tenons à marquer particulièrement notre gratitude au Fonds National de la Recherche Scientifique, au Ministère de l'Education Nationale et de la Culture Française ainsi qu'au Ministère van de Vlaamse Gemeenschap sans qui ces journées n'auraient pu avoir lieu.

Nous avons été très touchés des marques de sympathie que plusieurs de nos membres nous ont témoignées : Monsieur J. Lambert, en mémoire de Guillaume et Paul Lambert, la Firma Sibeka, Messieurs Koning, A., Michot, P., Jans, T. et Dumon, P.

Notre reconnaissance s'adresse également à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique qui a mis à notre disposition son auditorium lors des journées des 12 et 13 octobre 1987 ainsi qu'au Musée royal de l'Afrique centrale grâce à qui la journée sur la télédétection a pu être une réussite.

Nous n'oublions pas le Crédit Communal de Belgique qui ayant imprimé les affiches du Centenaire, nous a permis de susciter un vif intérêt auprès des scientifiques des diverses institutions du pays et a collaboré à la participation de ceux-ci à notre Centenaire.

Nous remercions les Firmes Diamant Boart, Diasol, Eternit, Ryan Europe, Prakla Seismos, Bugeco, Carrières Gauthier-Wincq, S.B.B.M. & Six Construct, Transcar, Ameye-Callewaert, Compagnie des Ciments Belges, Desimpel, Starpole et UCP qui ont apporté leur soutien dans la réalisation de ce bulletin.

Que Madame Coen-Aubert, M., Messieurs Beugnies, A., Bouckaert, J., Buelens, J., Delmer, A., Doyen, L., Ladmirant, H., Linon, J.C., Mathieu, P., Michot, J. et Wouters, G. qui a travers l'acquisition de la médaille du Centenaire ont marqué l'intérêt qu'ils portaient à notre Société trouvent notre reconnaissance

Nous espérons n'avoir oublié personne et réitérons encore une fois nos vifs remerciements à tous ceux qui ont participé à la réussite de ces journées qui se sont déroulées tant sur le terrain qu'en salle.

## DANKBETUIGING

Wij willen allen bedanken die bijgedragen hebben tot het welslagen van deze dagen.

De steun van het Nationaal Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek, het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap en le Ministère de l'Education Nationale et de la Culture Française was voor ons onontbeerlijk.

De sympathiebetuigingen van de volgende leden hebben ons diep getroffen : Dhr J. Lambert, ter nagedachtenis van Guillaume et Paul Lambert, de firma Sibeka, Dhr. A. Koning, P. Michot, T. Jans en P. Dumon.

Onze dank gaat eveneens uit naar het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen die een auditorium ter beschikking stelde voor de zittingen van 12 en 13 oktober 1987 evenals het Koninklijk Museum voor Centraal Afrika voor de geslaagde Teledetectie dag van 1 december 1987.

Wij willen het Gemeentekrediet niet vergeten, dat door het drukken van affiches de aandacht op het Eeuwfeest heeft gevestigd en aldus nieuwe belangstellenden aangetrokken heeft.

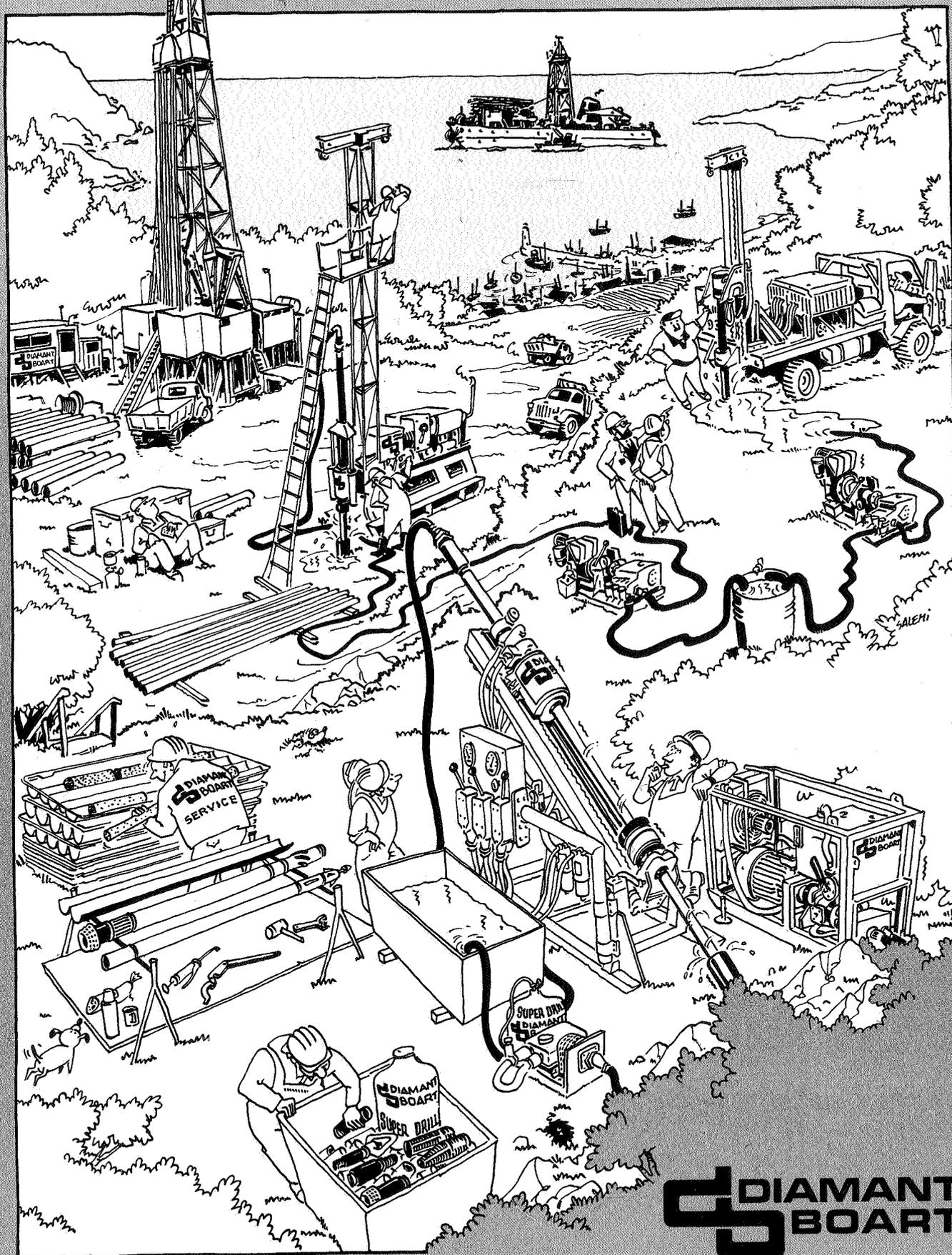
Publicitaire steun voor het Bulletin genoten wij van de firma's Diamant Boart, Diasol, Eternit, Ryan Europe, Prakla Seismos, Bugeco, Carrière Gauthier-Wincqz, S.B.B.M. & Six Construct, Transcar, Ameye-Callewaert, Compagnie des Ciments Belges, Desimpel, Starpole en UCP.

Mevrouw M. Coen-Aubert en de heren A. Beugnies, J. Bouckaert, J. Buelens, A. Delmer, L. Doyen, H. Ladmirant, J.C. Linon, P. Mathieu, J. Michot en G. Wouters toonden hun belangstelling voor onze vereniging door het aanschaffen van de gedenkpenning.

Moge iedereen die zich zowel tijdens de zittingen als bij de excursies ingezet heeft, zich van onze dank verzekerd weten.

# DIAMANT BOART

## 50 ans d'expérience et de service



- sondeuses hydrauliques automatisées
- sondeuses à transmission mécanique
- sondeuses pour forage d'eau
- équipements de carottage au câble
- carottiers et liges renforcées pour carottages profonds (3.000 m) et exploration offshore
- tubes de revêtement

- pompes d'injection (eau et/ou boue)
- boîtes de carottes en polypropylène
- outils diamantés
- équipements spéciaux pour carottiers à câble: triple tube, packer, centre amovible etc...
- outillages divers (clés, tarauds, etc.) et additifs chimiques

# DIAMANT BOART

**UN LEADER MONDIAL HIGH-TECH**

**Diamant Boart S.A.**  
 Avenue du Pont de Luttre, 74  
 1190 Bruxelles  
 Tél. 02/348 32 11  
 Téléfax 02/345 12 74  
 Télex 21266 dbbrux b

Société belge de Géologie	Centenaire 1987	Volume hors série
Belgische Vereniging voor Geologie	Eeuwfeest 1987	Boekdeel buiten reeks

## DISCOURS ACADEMIQUE DU PRESIDENT

Messieurs les Ministres,  
Messieurs les Recteurs,  
Mesdames, Messieurs,  
Mes chers Collègues,

Au moment de mettre un point final aux manifestations qui ont marqué la célébration du Centenaire de la Société belge de Géologie, il m'est agréable d'exprimer toute ma gratitude à tous ceux qui, par leur dévouement inlassable ont assuré le succès de nos excursions, la haute tenue de nos séances scientifiques et l'heureux déroulement de nos multiples et diverses réunions.

Je tiens à remercier les institutions qui ont pris une part active dans l'organisation de nos journées jubilaires : l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique qui a mis à notre disposition sa remarquable infrastructure d'accueil, le Service géologique de Belgique, et la Société géologique de Belgique dont la précieuse collaboration a permis de mettre sur pied le colloque consacré à l'investigation de la lithosphère.

Enfin et surtout, je voudrais remercier publiquement Monsieur Eric GROESSENS, notre Secrétaire Général et le Comte Aymard d'URSEL, Président de la Commission du Centenaire qui ont, tout au long des deux années écoulées, assumé la lourde charge de mener à bonne fin l'organisation du Centenaire sans jamais se départir de leur sérénité souriante et de leur efficacité tout empreinte de discrétion et de courtoisie.

A toutes et à tous, merci !

A présent, nous voici arrivés au moment de rendre hommage à la centenaire tout à la fois jeune et vénérable qui a mobilisé nos énergies au cours de ces dernières journées, la Société belge de Géologie. Cent ans se sont écoulés depuis l'acte du 17 février 1887 qui créait l'Institution que nous honorons aujourd'hui et qui portait à sa naissance le nom de Société de Géologie.

Je ne retracerai pas ici les grandes lignes de son évolution mais pour mieux saisir les changements intervenus au cours d'un siècle d'existence, j'aimerais cependant, à la manière du paléontologiste, reconstituer les éléments du "biotopé" qui entourait sa naissance.

1887 - Comme les autres pays d'Europe occidentale, la Belgique connaît un essor économique sans précédent. Son réseau ferroviaire est en pleine expansion. La croissance accélérée des industries charbonnières et sidérurgiques annonce "la fièvre du charbon" et le triomphe de la machine à vapeur, à tel point que la création par l'ingénieur BENZ, en Allemagne, du prototype de l'automobile passe pratiquement inaperçue.

Sur le plan social, le pays noir panse ses plaies après "l'année terrible" : il y a eu des morts, il y a eu des procès contre des intellectuels comme DEFUISSEUX et ANSEELLE. Le peuple réclame, toujours en vain, le suffrage universel et le projet de loi supprimant le remplacement des miliciens est repoussé par la Chambre.

Depuis deux ans, le Roi Léopold II porte le titre de souverain de l'Etat indépendant du Congo et, le 8 mai THIJS et DELCOMMUNE s'embarquent à Anvers avec mission d'étudier le tracé du premier chemin de fer du nouvel Etat. Une délégation belge se rend au Maroc, pour offrir au Sultan MULAY-HASSAN, un mini-train qui sera acheminé à dos de chameau jusqu'à Meknès.

L'architecture de fer est en plein essor et les gares, les usines, les ponts profitent aussitôt des possibilités offertes par le nouveau matériau : EIFEL vient d'achever le splendide viaduc de Garabit et entame les travaux de la plus grande tour de Paris.

Le puissant courant impressionniste emporte le monde des Arts, épargnant cependant au passage, les professeurs d'Académie des Beaux-Arts d'Anvers qui considèrent l'élève Vincent VAN GOGH comme un sujet particulièrement médiocre. Qu'emporte ! VAN RYSSELBERGHE accomplit son troisième voyage au Maroc d'où il rapportera les croquis qui illustreront le reportage de PICARD : "El Moghreb al Aksa" et ENSOR peint "l'Entrée du Christ à Bruxelles".

VERHAEREN vient de publier "Les Moines" chez LEMERRE, à Paris et Constantin MEUNIER, à travers ses premières oeuvres sculpturales, apparaît déjà comme le chantre génial du dur labeur des humbles.

Et la Géologie où en est-elle en cette année 1887 ?

Depuis plus de vingt ans, elle bénéficie de deux concepts fondamentaux qui lui ont ouvert des voies royales : c'est d'abord en 1857 la note de GOSSELET sur l'assise d'Etroeungt point de départ de la biostratigraphie moderne et c'est ensuite en 1863 la notion de charriage définie magistralement par BRIART et CORNET. Si l'on y ajoute la découverte en 1878 des fameux iguanodons de Bernissart, on comprendra aisément que la Géologie belge accumule des travaux remarquables et que le monde scientifique est emporté par une vague d'enthousiasme indescriptible à l'origine de la création de la Société géologique en 1874 et de notre Société en 1887. Dans un environnement social et économique en pleine expansion, à la veille de découvrir un empire colonial aux ressources fabuleuses, marchant avec assurance vers un avenir plein de promesses le monde géologique belge est solidement installé dans un ordre euphorique où l'on récolte en abondance. Notre Société naissante baigne dans une atmosphère de fébrile activité teintée de juvénile exubérance qui transparaît déjà dès la première réunion de travail qui se tient à l'hôtel de ville de Bruxelles le 27 mars 1887, réunion au cours de laquelle les esprits s'échauffent à propos de la queue de l'iguanodon. "M. DUPONT dit que, suivant lui, il n'y a pas lieu d'assimiler la queue de l'iguanodon à celle du kangourou. Le premier ne devait point s'asseoir sur sa queue, qui n'avait, sans doute, qu'un rôle absolument passif, celui de contre-poids... Telles sont les raisons pour lesquelles, en 1880, l'honorable membre a fait monter les Iguanodons de Bernissart avec l'appendice caudal à une certaine distance de terre. M. DOLLO répond qu'il n'a pas dit et qu'il ne pense pas... que les queues du mammifère et du reptile dont il s'agit soient identiques physiologiquement. Il croit cependant, que, si parfait que fût, comme contre-poids, l'appendice caudal de l'Iguanodon, à l'égard de la région présacrée du corps, il n'existait pas un équilibre d'une précision telle que la queue de cet animal ne pût poser à terre". Et... les échanges se poursuivent dans le même registre. Qu'ils sont donc heureux ces géologues et ces paléontologues de la première heure qui peuvent consacrer leur temps, leur savoir, leur compétence à se passionner pour un sujet qui nous paraît aujourd'hui bien futile à tel point que nous avons l'impression de les voir très sérieusement enfilet des perles.

Et aujourd'hui, sous quels traits nous apparaissent le monde en général et le monde géologique en particulier ?

Depuis plus de dix ans, nous patageons dans un marasme économique interminable ;

des pans entiers de nos secteurs industriels se sont effondrés, le spectre hideux du chômage ronge les forces vives de la nation, la guerre larvée du terrorisme sème partout la mort et la haine. Décidément, le tableau est bien sombre et les signes précurseurs d'une aube plus sereine tardent à se manifester. Dans un tel contexte, quels sont les atouts et les handicaps de notre Géologie ? Quels sont les choix qui s'imposent ? Faut-il élaguer ou greffer pour maintenir l'arbre en vie ? Quelles sont les orientations privilégiées et les voies sans issue ? Pouvons-nous prévenir pour ne point devoir guérir ? Autant de questions que je me pose bien souvent lorsque, le marteau à la main, je vagabonde en solitaire sur les sentiers sinueux de l'Ardenne. En vous livrant aujourd'hui mes réflexions de géologue, j'ai conscience de m'avancer sur un terrain aventureux mais je crois sincèrement qu'il est temps de savoir ce que nous devons faire pour que la Géologie belge retrouve ses marques et fonde son avenir sur des bases plus solides.

Comme il y a un siècle, la Géologie de 1987 peut s'enorgueillir d'avoir hérité depuis une vingtaine d'années d'un concept fondamental dont le potentiel scientifique est à peine entamé. Je veux parler de la théorie de la tectonique des plaques dont les succès ont été spectaculaires dans l'interprétation géodynamique des chaînes tertiaires et dont les premières applications, aux domaines varisques et calédoniens laissent entrevoir de fructueuses possibilités.

Mais, contrairement à ce qui s'est passé au siècle dernier, la Géologie, au même titre que toutes les autres Sciences, se trouve engagée dans une véritable révolution technologique qui modifie profondément les habitudes et les comportements des géologues au risque même de les détourner de leurs finalités traditionnelles. Les prodigieux progrès de nos connaissances en physique de l'état solide ont fait déferler sur la terre entière et jusqu'aux confins du système solaire les vagues successives de l'envahissante technologie électronique et informatique.

La panoplie méthodologique actuelle de la Géologie va de la microscopie électronique à la télédétection en passant par la spectrographie de masse, la chromatographie des éléments en trace, la magnétométrie de précision, l'ellipsométrie automatisée, la prospection sismique profonde, etc.....

L'analyse chimique de cristaux microscopiques, la mise en évidence, par photosatellite des traits structuraux d'une région inconnue, l'exploration des abysses océaniques, la pétrologie des roches lunaires, la prospection du Moho, considérées hier comme autant de rêves inaccessibles, constituent aujourd'hui l'aliment quotidien de bon nombre d'instituts de recherches en Sciences de la Terre. Indubitablement, la technologie vient d'ouvrir les portes d'un monde merveilleux aux géologues, ces modernes conquérants "... qui voient monter en un ciel ignoré, du fond des Océans, des étoiles nouvelles".

Mais délaissions un moment le tableau glorieux pour nous tourner à présent vers l'autre volet du diptyque illustrant les aspects beaucoup moins réjouissants de la Géologie en ce vingtième siècle finissant.

Tout d'abord, il y a les poisons que la technologie triomphante inocule insidieusement. Bien souvent, le merveilleux outil accapare l'essentiel sinon la totalité des préoccupations du naturaliste. Il devient l'objet prioritaire dont le nécessaire bon fonctionnement s'érige dangereusement en une exigence absolue de sorte que ce qui n'était au départ qu'un moyen d'investigation parmi d'autres, apparaît bien vite comme une fin en soi conduisant à déposséder le géologue de sa véritable mission de chercheur.

Dans d'autres cas, les responsables d'une recherche géologique, dans leur souci d'assurer une meilleure efficacité des appareils, n'hésitent pas à engager un personnel hautement qualifié, physicien, géophysicien, électronicien ou informaticien au détriment du naturaliste quitte à sacrifier les aspects purement géologiques au profit de l'exploitation expérimentale des données fournies par la technique.

On ne peut pas non plus passer sous silence l'influence d'une "mode" qui décerne plus facilement un label de qualité aux travaux à "haut coefficient de technicité" dont les résultats sont d'autant plus estimés qu'ils ont été acquis par une infrastructure instrumentale plus sophistiquée.

Mais les inévitables "bavures" de la révolution technologique sont loin d'atteindre la gravité des menaces que font peser sur la Géologie belge les mesures de restrictions des dépenses enfantées par la stagnation de la crise économique. Toutes les activités géologiques du pays sont ralenties depuis plusieurs années et subissent de plein fouet l'impact de contraintes qui hypothèquent dangereusement leur avenir.

Dans les milieux universitaires, le nombre de postes d'assistants et de mandats de chercheurs se situe nettement en-dessous de la cote d'alerte.

Les instituts de recherches et les services publics ont vu leurs crédits de fonctionnement fondre comme neige au soleil. Les départements géologiques des industries minérales trop rapidement considérés comme improductifs se sont tout naturellement retrouvés dans le collimateur des réductions d'emplois et de dépenses.

Les multiples conséquences ont été et restent le plus souvent douloureuses pour les géologues et fort dommageables pour la Géologie belge.

La pénurie des subsides a déclenché partout la course effrénée aux crédits de recherches auprès des organismes régio-

naux, nationaux ou internationaux. Dans bien des cas, les contrats portent sur des sujets très éloignés de la Géologie en général et de la Géologie belge en particulier. Très généralement aussi, le bailleur de fonds s'il accorde plus facilement des crédits pour l'acquisition d'un appareil très coûteux, se montre par contre beaucoup plus réticent lorsqu'il s'agit d'engager du personnel scientifique à court ou à long terme.

En face de ces agressions répétées, soucieux et inquiets pour leur avenir, les plus jeunes d'entre nous ont adopté diverses attitudes. Les uns ont décidé de se reconvertir dans une spécialité plus rentable. D'autres s'accrochent, vaille que vaille, à leur spécialisation dans l'attente d'un poste ou d'une mission très problématique. Ils acceptent les situations précaires des cadres spéciaux temporaires ou des chômeurs mis au travail selon la terminologie en usage pour désigner une disposition qui cache le plus souvent une duperie sur le plan scientifique.

Les plus lucides s'expatrient dans l'espoir de valoriser leur diplôme en exerçant leur véritable métier ou en perfectionnant leur formation.

L'effectif des géologues nationaux, de ce fait, se rétrécit comme une peau de chagrin ce qui entraîne des lacunes de plus en plus criantes dans les divers domaines de la Géologie belge.

L'observation du terrain, acte premier et essentiel de toute entreprise géologique, est de plus en plus négligé. Nous avons laissé ensevelir sous l'herbe des talus des kilomètres d'affleurements nouveaux mis à jour par les chantiers autoroutiers et définitivement perdus pour l'observation. Dans leur grande majorité, les planchettes de la carte géologique du royaume en sont toujours à l'édition de 1900 et portent encore - ô dérision ! - le prix de vente officiel de 3 francs. Nous assistons impuissants à la dégradation implacable d'un nombre croissant de coupes naturelles. Par manque de personnel, certains laboratoires ne peuvent plus assurer les préparations élémentaires d'un service géologique et plusieurs collections ont été reléguées aux oubliettes.

Tentons de faire le point et arrêtons-nous un moment, nous souvenant du conseil de PASCAL

"Quand tout se remue également, rien ne se remue en apparence, comme en un vaisseau. Quand tous vont vers le débordement, nul n'y semble aller. Celui qui s'arrête remarque l'emportement des autres, comme un point fixe".

Je crois que nous avons la chance de vivre une véritable révolution des Sciences de la Terre qui nous laisse entrevoir un incomparable potentiel en découvertes futures. Mais je crois aussi que nous avons à présent le devoir de canaliser nos ef-

forts et de sélectionner nos objectifs si nous voulons assurer les abondantes moissons de demain.

Les contraintes économiques, sociales et politiques ne nous laissent qu'une marge étroite de manoeuvre mais à l'intérieur des structures existantes nous avons cependant la possibilité et le devoir de polariser nos actions dans le sens le plus favorable à l'épanouissement de la Géologie.

A mes yeux, l'objectif prioritaire vise à promouvoir une politique impliquant un plus large recrutement de nos jeunes géologues pour une meilleure connaissance de la Géologie de notre pays. Je pense que la réussite d'une telle politique passe par le choix d'un petit nombre de projets de longue durée et la coordination des énergies et des compétences pour les réaliser.

L'élaboration d'une nouvelle édition de la carte géologique du royaume me paraît devoir figurer en bonne place parmi les projets prioritaires. Son utilité ne fait aucun doute et je rappellerai pour mémoire que nous avons souhaité sa venue tant de fois et depuis si longtemps qu'elle avait fini par s'identifier à l'Arlésienne de notre Géologie. Elle impose en outre la mobilisation d'un large éventail de moyens d'investigation et d'équipes de chercheurs multidisciplinaires.

Qu'on réfléchisse un instant à la situation privilégiée de la Belgique qui, malgré l'exiguïté de son territoire, offre à ses géologues la possibilité de gravir tous les échelons de la stratigraphie depuis le Cambrien jusqu'au Quaternaire et d'y exercer leur discipline favorite de la sédimentologie à la stratiologie en passant par la paléontologie et la pétrographie des roches magmatiques ou métamorphiques. On peut aisément varier le choix et le nombre de planchettes pour adapter, au mieux des disponibilités, le rythme et le volume des investissements à prévoir et à consentir.

La coordination des travaux doit être normalement assurée par le Service géologique aidé de son Conseil mais il est certain que dans une entreprise d'une telle ampleur chacun d'entre nous doit se sentir concerné et je suis convaincu que la Société belge de Géologie mettra tout en oeuvre pour rassembler les bonnes volontés et catalyser les énergies agissantes.

Mesdames, Messieurs, Mes Chers Collègues,

Au terme des journées qui ont marqué le Centenaire de notre Société, je lance un vibrant appel non seulement à votre enthousiasme pour la Science que nous servons, mais surtout à votre courage lucide si nous voulons assurer à la géologie de notre pays, un avenir qui soit digne de son passé.

L'exercice de notre métier a banalisé notre démarche scientifique rompue à déchiffrer les énigmes du passé de la Terre de sorte que nous avons appris très tôt que la prodigieuse histoire de notre planète est parsemée d'une multitude d'impasses et de drames.

Par conséquent, nous savons que "les âges noirs portent toujours dans leurs flancs, une Renaissance", mais aujourd'hui, je vous demande d'être les artisans de cette Renaissance que j'appelle de tous mes voeux

pour la plus grande gloire de la Géologie,

pour les succès d'un plus grand nombre de géologues belges,

pour le renom de notre Société !

A. BEUGNIES  
Président de la Société  
belge de Géologie.

13 octobre 1987

Société belge de Géologie	Centenaire 1987	Volume hors série
Belgische Vereniging voor Geologie	Eeuwfeest 1987	Boekdeel buiten reeks

**Ernest VAN DEN BROECK,  
FONDATEUR DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE**

Mesdames,  
Mesdemoiselles,  
Messieurs,  
Monsieur le Président,  
Cher Collègue,

La Société belge de Géologie,  
de Paléontologie et d'Hydrologie est  
centenaire !

Cent ans - un siècle...  
Cent ans - qu'est ce que cent ans en  
géologie ?  
Cent ans - qu'est ce que cent ans pour  
une Société de Géologie ?  
Cent ans - qu'est ce que cent ans pour  
un géologue ?

En géologie : cent ans sont à peine  
discernables, si peu...  
Pour une Société de Géologie : cent ans  
sont respectables mais c'est seulement  
l'âge du deuxième bilan ...  
Pour un géologue : cent ans sont remar-  
quables, mais si peu y arrivent...

Permettez-moi maintenant de retra-  
cer, de rajeunir, de remettre en mémoire,  
le portrait moral de notre fondateur qui  
sera suivi d'un essai de portrait physi-  
que, simplement basé sur le profil qui  
apparaît sur notre médaille du centenaire :

Ernest van den BROECK

il naît à Bruxelles, le 1er décembre 1851,  
il est le fils d'un respectable agent de  
change de notre capitale dont il aurait  
pu prendre la succession, mais, de santé  
délicate dans sa prime jeunesse, la Facul-  
té préconise les activités de plein air.  
Le contact de naturalistes éminents engen-  
dre chez lui le goût passionné des sciences  
naturelles avec une curiosité première  
pour les coquillages qui le fait entrer  
dans la conchologie, tel était le nom sans  
prétention de la conchyliologie d'au-  
jourd'hui, il contribue aux Annales de  
la Société Malacologique de Belgique,  
sa première publication paraît en 1869,  
il a dix huit ans.

Il se tourne ensuite vers la géologie et  
publie beaucoup de 1872 à 1907.  
Ses recherches servent à la délimitation  
et à la stratigraphie des dépôts pliocènes  
des environs d'Anvers, des dépôts oligo-  
cènes du Limbourg. Il collabore active-  
ment aux levés de la carte géologique de  
la Belgique au 40.000ème. Participe à  
des recherches géologiques aux Etats-Unis,  
en Grande-Bretagne et en France. Il fait  
de nombreuses tentatives en direction de  
la prévention des risques sismiques et  
construit des appareils enregistreurs  
qui s'avèrent fort utiles pour l'indus-  
trie minière.

En 1887, Ernest van den BROECK fonde la  
Société belge de Géologie, de Paléontolo-  
gie et d'Hydrologie avec ses amis Messieurs  
HOUZEAU et RUTOT. Il en sera Président  
et surtout Secrétaire Général.

En 1902, il publie un important travail  
sur le "régime hydrologique des masses  
calcaires".

En 1907, depuis vingt ans déjà, il assume  
la redoutable mais prenante tâche de la  
gestion journalière de la société, à  
l'époque point de machinisme dans les  
bureaux ou tout est manuscrit, la poste  
fonctionne, on est en train de découvrir  
l'usage de l'électricité, c'est le début  
du téléphone, le travail est écrasant.

A 56 ans, il désire retrouver une certaine  
liberté pour poursuivre ses oeuvres scien-  
tifiques et il demande à ses chers collè-  
gues de pouvoir donner sa démission.

C'est pendant l'exercice de son mandat de Secrétaire Général que s'établissent des liens qui unissent encore aujourd'hui la Société belge de Géologie et le Service géologique de Belgique.

L'excellente bibliothèque et les riches collections de la Société sont réunies au Service géologique ; le Directeur, Chef du Service à cette époque, M. MOURLON, célébrera avec émotion cet événement en 1907, lorsqu'il participera à la nomination à l'unanimité au titre de Secrétaire Général Honoraire de la Société et de Membre du Conseil avec voix délibérative d'Ernest van den BROECK.

En 1910, en collaboration avec E.A. MARTEL et C. RAHIR, il publie un ouvrage considérable, véritable monument de plus de 2.000 pages : "Les cavernes et les rivières souterraines en Belgique, ou sa part est majeure".

Ce travail amène naturellement Ernest van den BROECK à l'étude de l'anthropologie, ensuite de laquelle, il apporte à la Société belge d'Anthropologie et de Pré-histoire, des contributions importantes à la patine du silex, il en devient le Président.

Ses activités ne se bornent pas à la géologie, à la spéléologie et autres sciences annexes, il est aussi un excellent botaniste et consacre des travaux aux orchidées en pleine terre, aux glycines d'extrême orient, à sa collection d'érables.

En 1928, il crée "La Fédération nationale pour la défense de la nature et la protection des sites", devant de plus de vingt cinq ans, les unions écologistes qui naissent et disparaissent au fil des saisons dans le pays. Conservateur au Musée d'Histoire Naturelle, Membre à vie de la Société géologique du Nord depuis 1876, membre ou correspondant de presque toutes les sociétés savantes des cinq continents.

Dans ses dernières années, il s'intéresse spécialement au Japon, à ses Dieux du bonheur, aux Aïnos, cette race humaine aux origines paléosibériennes qui habite Sakhaline, Hokkaïdo et Shishima aux Kouriles.

Il disparaît, unanimement regretté, le 12 septembre 1932 dans sa quatre vingt unième année.

Je vous propose maintenant un essai de portrait physique de notre fondateur :

le profil qui apparaît sur la médaille du centenaire nous présente un homme au port altier, au front grand, à la chevelure soignée et encore bien fournie pour ses 56 ans, à l'élégante moustache qui surmonte une bouche bien dessinée, au menton volontaire orné d'une barbi-che parfaitement à l'image de l'époque, le nez légèrement busqué est beau et complète harmonieusement cet ensemble, la nuque est forte, avec tête aussi bien

faite, la nature avait dû lui donner bonne taille, la redingote, dont le col apparaît, devait lui aller fort bien.

Quatre mots me semblent le cadrer : courtoisie, prestance, amabilité et intelligence, pourquoi ces déductions ? simplement ensuite de la lecture des messages de regret adressés par toutes les sociétés géologiques de la planète lors de sa démission volontaire en 1907. A ses regrets arrivants de tous les horizons, je propose deux versions alternatives : ou

- 1) il est une terreur universellement crainte et chacun pousse un soupir de soulagement en feignant le regret ;  
ou
- 2) il est de commerce agréable, d'écrits intelligents et les regrets sont vrais et sincères ; mon sentiment va dans la direction de cette seconde proposition ne pouvant imaginer méchant caractère chez ce naturaliste remarquable, cet amateur d'orchidées, cet admirateur des dieux du bonheur.

Mesdames, Mesdemoiselles, Messieurs, Monsieur le Président, Chers Collègues, notre fondateur, Monsieur Ernest van den BROECK, est honnête homme et ma foi, Mesdames et Mesdemoiselles peut-être est-il fort bel homme.

Je livre cet essai à vos réflexions en espérant vous avoir convaincu du respect et de l'admiration que je porte à notre fondateur.

Comte Aymard d'URSEL  
Président de la Commission du  
Centenaire

13 octobre 1987

## MEDAILLE E. VAN DEN BROECK

Médaille du Centenaire de la Société belge de Géologie

A l'occasion du 100ème anniversaire de la Société belge de Géologie, il a été décidé de frapper une médaille à l'effigie d'E. van den Broeck, premier secrétaire général de notre société.

### REGLEMENT

Article premier - La Société belge de Géologie décerne, tous les ans, une médaille appelée E. van den Broeck du Centenaire de la Société belge de Géologie, au savant qui, pendant la période décennale précédente, a accompli une oeuvre de haute valeur dans le domaine des sciences de la Terre.

Article second - Le Conseil de la Société belge de Géologie forme, au plus tard lors de son Assemblée générale, un jury de sept membres chargé de rechercher et de désigner le lauréat. Le président de la Société préside ce jury, dont il est membre de droit. Le jury remet, dans les six mois, un rapport détaillé indiquant les qualités de la personnalité choisie.

Le prix peut ne pas être décerné.

Le nom du lauréat sera proclamé au cours de l'Assemblée générale suivante.

Herdenkingspenning van het Eeuwfeest van de Belgische Vereniging voor Geologie

Ter gelegenheid van het honderdjarig bestaan van de Belgische Vereniging voor Geologie werd een herdenkingspenning vervaardigd met de beeltenis van Ernest van den Broeck, de eerste secretaris van de vereniging.

### REGLEMENT

Artikel 1 - De Belgische Vereniging voor Geologie kent ieder jaar de medaille E. van den Broeck van het Eeuwfeest van de Belgische Vereniging voor Geologie toe aan de vorser die in de afgelopen tienjarige periode een bijzonder waardevolle studie op het gebied van de aardwetenschappen heeft verwezenlijkt.

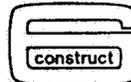
Artikel 2 - De raad van de Belgische Vereniging voor Geologie stelt uiterlijk tijdens de jaarlijkse algemene vergadering een zevenkoppige jury samen, belast met de selectie van de laureaat. De voorzitter van de vereniging is tevens voorzitter van deze jury. De jury stelt binnen de zes maand een omstandig verslag op over de wetenschappelijke prestaties van de uitverkozen vorser.

De prijs kan niet toegekend worden.

De laureaat zal bekend gemaakt worden tijdens de volgende algemene vergadering.



SOCIÉTÉ ANONYME  
LES ENTREPRISES  
S.B.B.M. et SIX CONSTRUCT



Travaux Publics et Privés

Travaux Industriels et Bâtiments

en Europe et Outre-Mer

Forages et Sondages Carottés

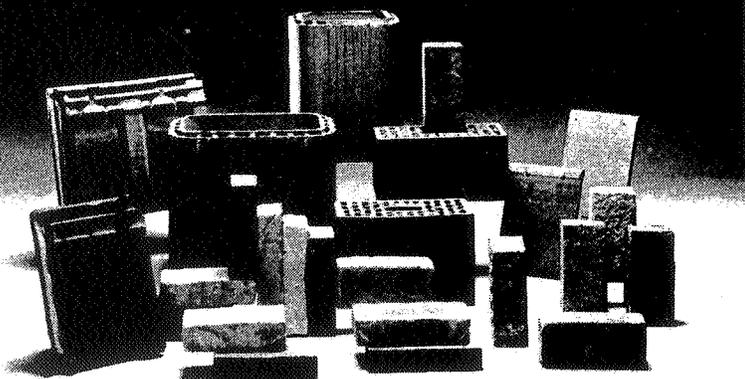
Reconnaisances Hydrogéologiques

et Géophysiques

Bld. Louis Mettwie, 74-76 - B-1080 BRUXELLES

TEL : 02/520.40.20 - TLX 63391 - TELEFAX 5210042

# Desimpel: nummer één in steen.



**DESIMPEL**  
**KORTEMARK**

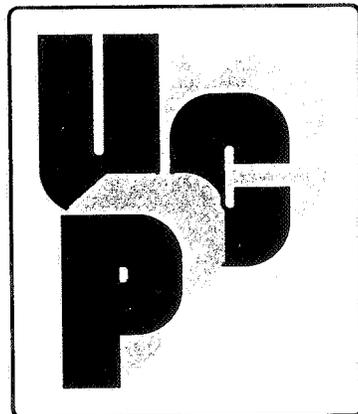
Steenakkerijen Desimpel s.s.  
Hoogledestraat 92 - 8110 Kortemark  
Tél. 0511 56 70 02 (4 lijn)  
Telex 81 801 dsmpib

Voor documentatie gelieve deze bon op te sturen naar Desimpel n.v. Hoogledestraat 92 B-8110 Kortemark

Naam : .....

Adres : .....

- Matériaux concassés de Porphyre, de calcaire et de grès.
- Graviers roulés et concassés.
- Sables de Meuse.
- Empierrements stabilisés au ciment et au chlorure de calcium.
- Produits enrobés, blocs asphaltiques et émulsions.
- Moellons.
- **argex** Granulats légers d'argile expansée.



#### Sièges de production :

- PORPHYRE Quenast - Bierghes - Lessines - Deux-Acres.
- CALCAIRE Soignies - Ecaussinnes - Mont-sur-Marchienne - Gourdinne - Beez.
- GRES Esneux.
- GRAVIERS Dilsen - Boorseme - Maasmechelen.
- ARGEX Kruikeke.

s.n.c. U.C.P.

Boulevard de la Woluwe, 108  
1200 BRUXELLES

Tél. 02/763.1655  
Telex 20 541

*PUTBORINGEN - VERKENNINGSBORINGEN  
POMPEN - POMPSTATIONS - ELECTRO-MEKANIEK  
FORAGES - SONDAGES  
POMPES - STATIONS DE POMPAGE - ELECTROMECHANIQUE*

## A M E Y E

MELKERIJSTRAAT 1 - 8850 ARDOOIE  
TEL. : 051 / 74.43.73

LISTE DES ANCIENS PRESIDENTS ET SECRETAIRES GENERAUX DE LA SOCIETE

ANCIENS PRESIDENTS

1887-1888 - A. HOUZEAU DE LEHAIE †	1937-1938 - Ets ASSELBERGHS †
1889-1890 - J. GOSSELET †	1939-1940 - F. KAISIN †
1891-1892 - E. DUPONT †	1941-1942 - E. MAILLIEUX †
1893-1894 - G. JOTTRAND †	1943-1944 - C. CAMERMAN †
1895-1896 - L. DOLLO †	1945-1946 - M. ROBERT †
1897-1898 - A. RENARD †	1947-1948 - A. HACQUAERT
1899-1900 - M. MOURLON †	1949-1950 - M.-E. DENAEYER †
1901-1902 - A. RUTOT †	1951-1952 - P. DUMON
1903-1904 - X. STAINIER †	1953-1954 - A. GROSJEAN †
1905-1906 - A. KEMNA †	1955-1956 - A. LOMBARD
1907-1908 - H. de DORLODOT †	1957-1958 - W. VAN LECKWIJCK †
1909-1910 - A. RUTOT †	1959-1960 - M. SLUYS †
1911-1912 - E. CUVELIER †	1961 R. du TRIEU de TERDONCK †
1913-1918 - M. LERICHE †	1962-1963 - J. LEPERSONNE
1919-1920 - A. HANKAR-URBAN †	1964-1965 - G. MORTELMANS †
1921-1922 - H. RABOZEE †	1966-1967 - A. BEUGNIES
1923-1924 - F. KAISIN †	1968-1969 - I. de MAGNEE
1925-1926 - J. CORNET †	1970-1971 - M. GULINCK †
1927-1928 - E. VAN DEN BROECK †	1972-1975 - P. de BETHUNE
1929-1930 - F. HALET †	1976-1977 - A. DELMER
1931-1932 - A. RENIER †	1978-1981 - F. GULLENTOPS
1933-1934 - V. VAN STRAELEN †	1981-1985 - G. SERET
1935-1936 - Ch. STEVEN †	1986-1988 - A. BEUGNIES †

ANCIENS SECRETAIRES GENERAUX

1887-1906. . . . . E. VAN DEN BROECK †	1943-1956. . . . . R. CAMBIER †
1907-1912. . . . . Baron L. GREINDL †	1956-1969. . . . . A. DELMER
1913-1918. . . . . F. HALET †	1970-1974. . . . . R. PAEPE
1919-1930. . . . . M. LERICHE †	1975-1978. . . . . R. LEGRAND †
1931-1936. . . . . Ets ASSELBERGHS †	1979-1988. . . . . E. GROESSENS
1937-1942. . . . . A. GROSJEAN †	

# STARPOLE

## SPELEO & ALPINE EQUIPMENT

escalade  
spéléo  
ski de fond  
montagne  
camping  
trekking

**82, AV. DES SAISONS 1050 BRUXELLES 02/640.65.74**  
**14, RUE LIBOTTE 4000 LIEGE**

LE SPECIALISTE DES MATERIAUX DE COUVERTURE  
ET DE REVETEMENT, PRESENT DANS PLUS DE 50  
PAYS A TRAVERS LE MONDE.

# Eternit®

DE WERELDSPECIALIST IN BEDEKKINGS- EN  
BEKLEDINGSMATERIALEN, VERTEGENWOORDIGD  
BEKLEDINGSMATERIALEN, VERTEGENWOORDIGD  
IN MEER DAN 50 LANDEN.

N.V. E T E R N I T S.A.  
2920 KAPELLE-OP-DEN-BOS  
TEL. : 015 / 71.11.11  
TELEFAX : 015 / 71.14.35

Société belge de Géologie Belgische Vereniging voor Geologie	Centenaire 1987 Eeuwfeest 1987	Volume hors série Boekdeel buiten reeks
---	-----------------------------------	--

## SYNTHESE GEOLOGIQUE SUR L'ARC CUPRIFERE DU SHABA (Rép. du Zaïre)

par A. FRANCOIS (★)

RESUME - Cette note expose les résultats obtenus par les levés précis qui ont couvert les deux tiers du district minier cuprifère du Shaba, soit une superficie de 15.000 km<sup>2</sup>.

Le seul ensemble sédimentaire important représenté est le Système Katangien, d'âge protérozoïque supérieur. L'auteur le divise en trois Supergroupes : Roan, Kundelungu Inférieur et Kundelungu Supérieur. Il propose quelques changements dans la nomenclature actuellement utilisée.

Le Katangien débute par le Roan, déposé en milieu lagunaire. Ce Supergroupe présente, à quelques niveaux bien déterminés, des lacunes qui pourraient être dues au fluage et à la dissolution de couches évaporitiques. Par la suite, une transgression importante a eu lieu, au cours de laquelle les deux Kundelungu se sont sédimentés d'une façon continue, en milieu marin.

Le Katangien a subi deux phases tectoniques majeures, à polarité orientée en sens inverse. Elles ont produit un plissement intense et des chevauchements d'amplitude considérable. En outre, la couverture kundelungienne a été déchirée par de grandes failles recoupant obliquement les plis et le long desquelles des amas de Roan sont remontés de la profondeur à la manière des masses salines dans les diapirs. Autre particularité : le Roan est partout disloqué en une mégabrèche constituée par des débris parfois kilométriques, noyés dans des microgrès chlorito-dolomitiques bréchiés. L'hypothèse évaporitique fournit une explication plausible de ces structures inhabituelles.

Les minéralisations sont nombreuses et diverses. Les plus importantes sont stratiformes, cupro-cobaltifères et localisées dans le tiers inférieur du Roan. De l'uranium et quelques accompagnateurs (Au, Ni, Se) viennent s'y ajouter localement, prenant un aspect filonien parfois très net. Un autre type de minerai se présente sous forme de filons de Zn-Pb-(Cu) liés à une assise dolomitico-calcaire du Kundelungu inférieur. Ces corps minéralisés contiennent de gros tonnages de métaux. Ils proviennent de remobilisations épi- ou diagénétiques provoquées par la circulation d'importants volumes de fluides. Ceux-ci pourraient être les saumures nées de la dissolution des évaporites hypothétiques du Roan.

ABSTRACT. - The results of geological mapping carried out in a large part of the Shaba Copperbelt are summarized in this paper.

The main part of the observed rocks belongs to the Katanga System, of Upper Proterozoic age. It is divided in three Supergroups : Roan, Lower Kundelungu and Upper Kundelungu. Some changes regarding the stratigraphic nomenclature are proposed.

The lower part of the Katanga System, called Roan Supergroup, has been deposited in a lagoonal environment. Gaps are observed at certain levels of the stratigraphic column. These discontinuities could be caused by flowing and dissolution of thick evaporite beds. Subsequently, an important transgression took place, during which both the Kundelungu Supergroups were then deposited in a marine environment.

(★) Avenue des Petits Champs 21 - B-1410 Waterloo.

Two main tectonic phases strongly folded the Katanga System and locally produced important overthrusts. Furthermore, the Kundelungu cover was cut by important oblique faults which cut across folds at a low angle and are locally filled by accumulations of Roan, which have risen from the depth like salt in diapirs. Another peculiarity to be noted : the Roan always forms a megabreccia. The dolomitic fragments, up to several kilometers in size, are wrapped in chloritic and dolomitic broken siltstones. The evaporitic hypothesis constitutes a plausible explanation of these unusual tectonic settings.

The base metal deposits are numerous and of several kinds. The most important are stratabound, located in the lower third of the Roan Supergroup and contains Cu and Co. Uranium and some other metals (Au, Ni, Se) are found locally in the same horizon, often in the form of veins. Furthermore, veins of zinc, lead and sometimes copper sulfides are found in a Lower Kundelungu dolostone formation. All these ore-bodies hold big amounts of base metals. They were formed by di- or epigenetic transport caused by the circulation of large volumes of fluids. These fluids may be the brines sprung from the leaching of hypothetical Roan evaporites.

## AVANT-PROPOS

L'étude qui suit s'appuie sur des levés précis qui ont couvert les deux tiers de l'Arc cuprifère du Shaba, soit environ 15.000 kilomètres carrés (cfr. fig. 1). L'échelle utilisée est le 1/1 000ème dans les zones minières et le 1/20 000ème autour de celles-ci.

J'ai résumé une partie de ces recherches dans quelques publications (Demesmaeker *et al.*, 1963 ; François, 1973a, 1973b, 1974 ; François *et al.*, 1968, 1981). Le reste, qui se rapporte surtout à la partie centrale de l'Arc, sera publié ultérieurement. Le tout est basé principalement sur des données macroscopiques. D'autres auteurs ont observé les roches à l'échelle microscopique. Citons par exemple : Oosterbosch (1962), Lefèbre (1973, 1975), Cailteux (1983).

Seul le Système Katangien est concerné ici. Les autres entités sédimentaires présentes dans le Haut-Shaba sont soit d'importance mineure (alluvions récentes et tapis de sable Kalaharien d'âge Cénozoïque), soit situées en dehors ou en bordure de l'Arc (Lukugien, d'âge Paléozoïque, et Kibarien, d'âge Protérozoïque moyen).

## PREMIERE PARTIE - LA STRATIGRAPHIE

### 1. MODE DE SUBDIVISION DU KATANGIEN

Le Katangien est un ensemble sédimentaire d'âge Protérozoïque supérieur, déposé dans un bassin intracratonique, entre les phases ultimes des orogénies kibarienne (1050 à 1100 M.a.) et Katangienne (600 à 650 M.a.). On peut lui appliquer valablement le qualificatif de Système, en accord avec Van Doorninck (1928).

Faute de fossiles caractéristiques utilisables, le Katangien doit être subdivisé lithostratigraphiquement. Partant de Formations pétrographiquement définies, on réunit celles-ci en Groupes, basés si possible sur des cycles sédimentaires. Les Groupes sont assemblés en Supergroupes caractérisés par des phénomènes importants ayant affecté l'ensemble du bassin de sé-

dimentation. Les Formations sont éventuellement divisées en Niveaux (ou Membres), Sous-Niveaux (ou Couches) et Horizons.

C'est en se basant sur les observations faites dans l'Arc cuprifère que le Katangien peut être le plus valablement divisé. Là, en effet, il est assez près du continent nourricier kibarien pour être lithologiquement bien diversifié, et suffisamment éloigné pour ne pas comporter de lacune importante. Son métamorphisme est faible et ses affleurements nombreux. Après deux décennies de travaux dans l'Arc et ses alentours, j'ai adopté et je propose la solution suivante à ce problème (cfr. fig. 2).

#### 1.1. Les Supergroupes

On observe dans la colonne stratigraphique deux mixtites d'origine probablement glacio-marine, témoins de phénomènes climatiques susceptibles de se manifester dans l'ensemble, ou du moins dans une grande partie du bassin. Je les utilise pour diviser le Katangien en trois Supergroupes aux caractéristiques assez différentes. De bas en haut :

- *Le Supergroupe de Roan.* Prédominance de roches organo-chimiques. Milieu lagunaire, parfois de type sabkah. Puissance totale mal connue (de l'ordre de 1500 m). Faciès très divers, sauf pour quelques niveaux. Pratiquement absent le long des socles au nord-ouest et à l'est de l'Arc.

Il est impossible d'établir une échelle stratigraphique continue du Roan. En effet, on y rencontre plusieurs coupures situées aux mêmes endroits de la succession et soulignées par des brèches. Ces hiatus sont localisés schématiquement dans la figure 3. Ils sont peut-être dus à des couches évaporitiques actuellement disparues par fluage et dissolution. Cette hypothèse est confortée par les pseudomorphoses de gypse et d'anhydrite ainsi que par les textures caractéristiques des milieux salins observées dans le Roan (Cailteux, 1986).

- *Le Supergroupe du Kundelungu inférieur Ki.* Prédominance de roches détritiques. Milieu marin. Forte transgression par rapport au Roan sous-jacent. Puissance totale très variable (1000 à 3000 m). Faciès très variés également, avec passa-



# ECHELLE STRATIGRAPHIQUE DU SYSTEME DU KATANGA

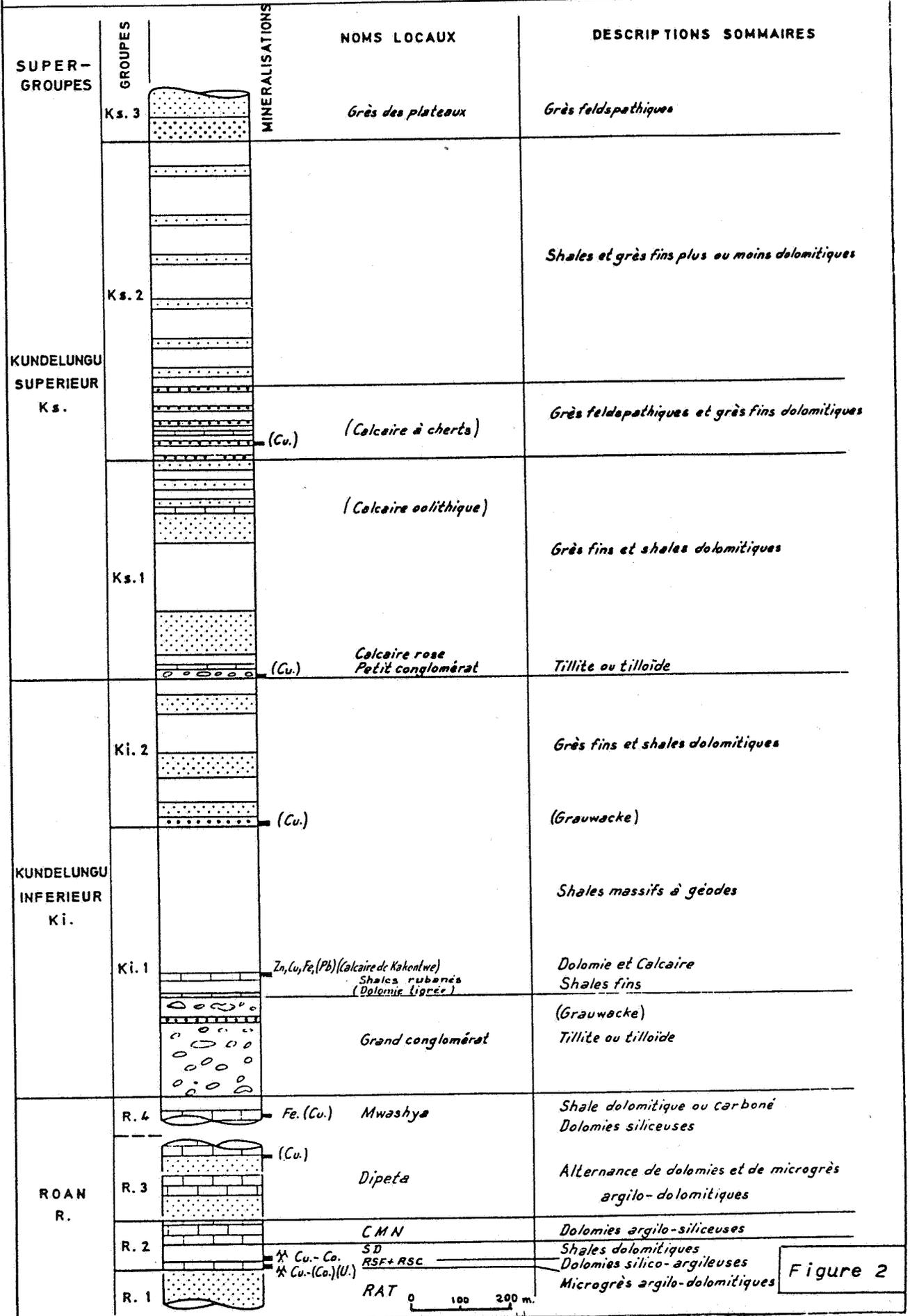


Figure 2

ge de pélites fines et épaisses au sud, à des grauwackes et des poudingues minces au nord. Là, le rivage était certainement proche.

- *Le Supergroupe du Kundelungu supérieur Ks.*  
Prédominance de roches détritiques. Milieu marin. Forte transgression par rapport au Kundelungu inférieur sous-jacent. Puissance totale d'environ 3000 m, assez constante, et faciès peu diversifiés, indices d'un rivage éloigné.

#### 1.2. Les Groupes et Formations du Kundelungu supérieur

Le Ks. est divisé en 3 Groupes :

- *Groupe Ks. 3* (des Plateaux). Arkoses rouges avec un horizon de poudingue. Peut-être siltstones au-dessus (?); ± 400 m.

- *Groupe Ks. 2* (de Kiubo). Deux Formations :

- Ks.2.2 : siltstones et shales dolomitiques plus ou moins gréseux ; litage souvent irrégulier ; ± 1500 m.
- Ks.2.1 : idem Ks.2.2, en plus gréseux, avec des bancs d'arkose grossière et un horizon de calcaire à cherts dans le faciès nord ; ± 200 m.

- *Groupe Ks. 1* (de la Kalule). Trois Formations :

- Ks.1.3 : idem Ks.2.2 ; + 350 m.
- Ks.1.2 : siltstones et shales dolomitiques ; à litage régulier ; 4 niveaux :
  - Ks.1.2.4 - surtout siltstones dolomitiques ; au nord, un horizon de calcaire oolitique ; + 50 m.
  - Ks.1.2.3 - surtout shales dolomitiques ; + 200 m.
  - Ks.1.2.2 - surtout siltstones dolomitiques ; à la base, horizon de shale très finement lité ; + 100 m.
  - Ks.1.2.1 - dolomie gris-rose ; 5 à 10 m.
- Ks.1.1 : mixtite d'origine peut-être glaciaire, avec très localement une passe d'arkose grossière ; 50 m au nord, 30 m au sud ; c'est le "Petit Conglomérat".

#### 1.2. Les Groupes et Formations du Kundelungu inférieur

Il est divisé en 2 Groupes.

- *Groupe Ki.2* (de Monwezi)

- Au nord de l'Arc : grauwacke grise, avec shales subordonnés ; 50 à 150 m.
- Au centre de l'Arc : siltstones et shales dolomitiques, à litage souvent irrégulier (biseaux) ; niveaux de siltstone massif ; un niveau de grauwacke grise à la base ; 350 à 550 m.
- Au sud de l'Arc : idem ci-dessus, sans grauwacke ; un horizon carboné noir ; 1400 à 2200 m.

- *Groupe Ki.1* (de Likasi). Trois Formations :

Ki.1.3 : Mudstones massifs gris acier ou gris violacé, devenant de plus en plus grossiers, rouges et stratifiés vers le nord ; 120 m au N à 1500 m au S.

Ki.1.2 : Calcaire et dolomie au sommet, shale rubané gris foncé (un peu carboné) au milieu, dolomie lenticulaire à la base. Vers le nord, les dolomies et calcaires disparaissent. Vers le sud, le faciès carbonaté envahit toute la Formation, puis le Ki.1.3 sus-jacent. Puissance : 10 m au N à 650 m au S.

Ki.1.1 : Mixtite d'origine probablement glacio-marine ; dans la partie supérieure, un horizon de poudingue au nord, qui passe au sud à une grauwacke, puis à une pélite (épisode interglaciaire ?) ; 950 m au N à 100 m au S ; c'est le "Grand Conglomérat".

#### 1.4. Les Groupes et Formations du Roan

Je divise le Roan en 4 Groupes, basés non sur des cycles sédimentaires, mais sur les hiatus observés dans la succession des couches (cfr. figure 3).

- *Groupe R.4* (de Mwashya). Deux Formations :

R.4.2 : Shale carboné noir finement lité au sommet ; siltstone dolomitique rubané gris clair à la base ; épaisseur très variable (0 à 300 m).

R.4.1 : Dolomies siliceuses et ferrugineuses avec horizons de siltstone dolomitique et d'hématite ; vers le nord, horizons silico-dolomitiques oolitiques ou jaspeux ; localement, tuf volcanique ; 80 à 100 m.  
*Lacune généralisée*

- *Groupe R.3* (de la Dipeta). Deux types de formations alternant :

- à dominance détritique ; en général mudstones peu dolomitiques, massifs, violacés, légèrement oligistifères vers le bas, siltstones lités vers le haut ;
- à dominance organo-chimique ; dolomies diverses, parfois stromatolitiques ou oolitiques.

Puissance totale mal connue, suite à l'existence de lacunes ; de l'ordre de 1000 m.

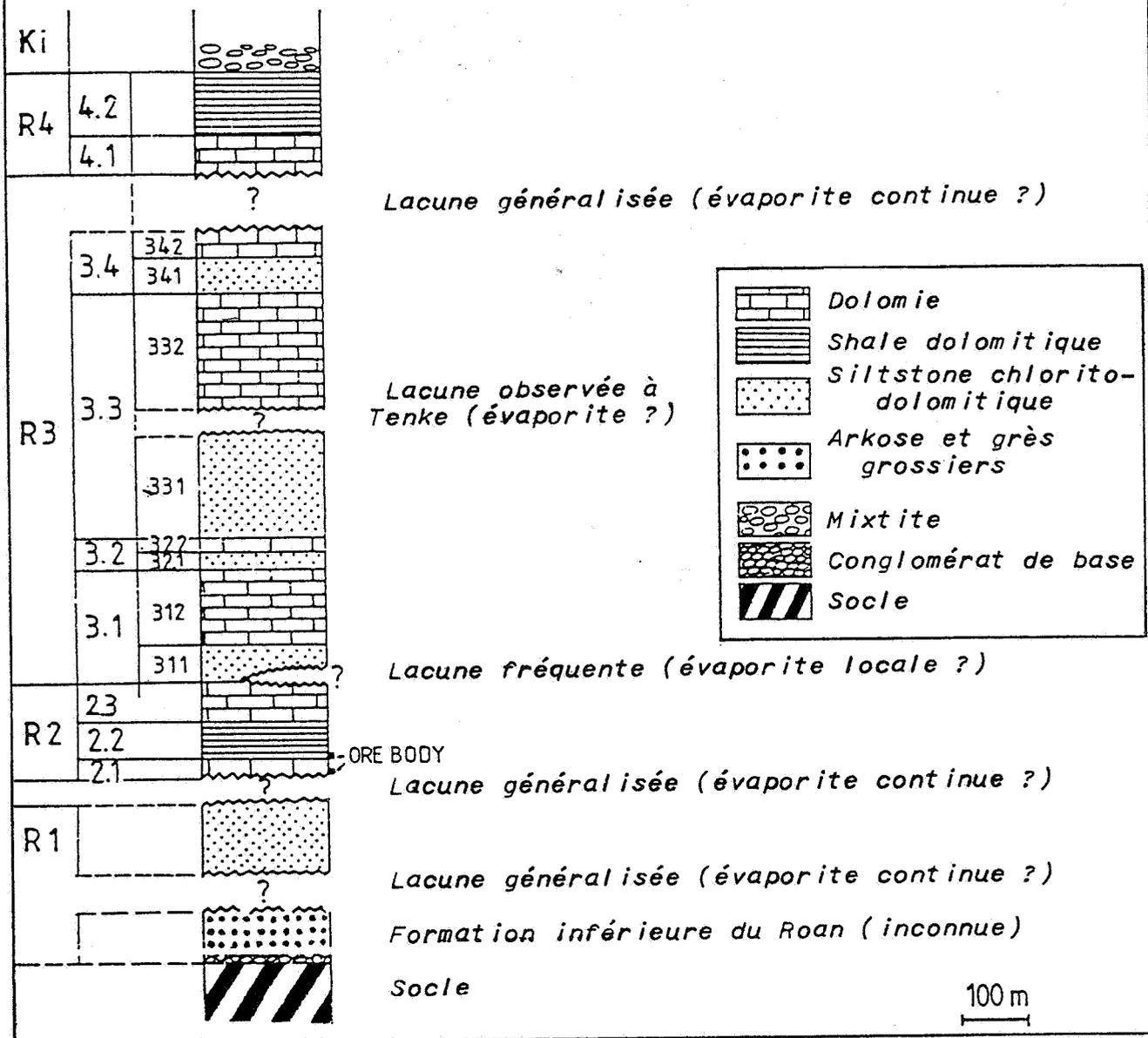
*Lacune fréquente*

- *Groupe R.2* (des Mines). Trois Formations :  
R.2.3. ou CMN (calcaire à minerais noirs), à dominance carbonatée ; 2 Niveaux :

- R.2.3.2 : dolomies claires avec bancs de grès fin chloriteux ; environ 40 m.
- R.2.3.1 : dolomies et shales dolomitiques plus ou moins carbonés, noirs à gris ; 30 à 85 m.

R.2.2 ou SD (Schistes dolomitiques) à dominance détritique ;

- vers le sud : siltstone dolomitique gris-vert avec trois niveaux de shale argileux peu dolomitique, plus ou moins carbonés, gris foncé à noirs ; 35 à 90 m.
- en plus, vers le nord : horizons de dolomie parfois



stromatolitique et d'arkose dolomitique.

R.2.I, à dominance carbonatée. 3 Niveaux :

R.2.1.3 ou RSC (roche siliceuse cellulaire) : dolomie stromatolitique grise non stratifiée ; 0 à 25 m.

R.2.1.2, comprenant les RSF (roches siliceuses feuilletées) et les D strat (dolomies stratifiées) : dolomies siliceuses, parfois argileuses, très finement à bien litées ; 8 à 12 m.

R.2.1.1. ou RAT grise (roche argilo-talqueuse grise) : siltstone chlorito-dolomitique massif gris ; 0,5 à 5 m.

Lacune généralisée

- Groupe R.1 (des RAT) ou RAT lilas (roche argilo-talqueuse) : siltstone chlorito-dolomitique oligistifère ; massif vers le haut, souvent lité vers le bas ; bréchié ou trituré au contact avec le R.2 ; teinte lilas vers le haut ; rouge-lie de vin vers le bas ; au milieu, un banc de dolomie impure et quelques bancs d'arénites généralement

finies ; puissance connue : environ 230 m. Lacune généralisée. La base du Roan est inconnue.

1.5. Remarques et suggestion au sujet de la nomenclature

1.5.1. Le cas des deux Kundelungu

Jules Cornet (1903) a appelé "Système du Kundelungu" les formations subhorizontales qu'il a observées dans les falaises bordant le plateau du Kundelungu. Nous savons maintenant que ces roches appartiennent au Supergroupe du Kundelungu Supérieur. Je suggère donc qu'on réserve le nom de Kundelungu à cette entité. Quant au Kundelungu inférieur, il pourrait être appelé "Supergroupe de Guba". En effet, il constitue le substratum des salines du même nom, et affleure largement au nord et au sud, sous ses divers faciès, le long de la rivière Dikuluwe. Le Système Katangien serait alors subdivisé en trois supergroupes :

- du Kundelungu K.
- de Guba G.
- de Roan R.

### 1.5.2. Les noms des Groupes

Ces noms furent attribués au cours d'une réunion de la Société Géologique du Congo Belge et du Ruanda Urundi, tenue le 11 janvier 1960 et dont le compte-rendu semble inédit. Plusieurs d'entre eux, mal choisis, devraient être remplacés :

- le Groupe Ks.3, ou mieux K.3, pourrait être baptisé "du Bianco" (il y affleure bien) au lieu de "des Plateaux", terme trop général.
- le Groupe Ki.1, ou plutôt G.1, pourrait se nommer "de Tilwezembe" au lieu de "de Likasi". Cette ville, en effet, est bâtie sur du Kundelungu supérieur.
- le Groupe R.2 pourrait s'appeler "de Kolwezi (région où il a été particulièrement bien étudié par R. Oosterbosch) plutôt que "des Mines", terme non géographique, trop général.
- le Groupe R.1 pourrait se dénommer "de Kamoto" (c'est grâce à des sondages traversant ce gisement que R. Oosterbosch a pu en établir pour la première fois une stratigraphie détaillée), plutôt que "des RAT", terme tout à fait malencontreux car il ne s'agit ni d'un nom géographique, ni d'une description lithologique valable.

## 2. PRECISIONS SUR LES FORMATIONS DU KATANGIEN DE L'ARC CUPRIFERE

### 2.1. La base du Système Katangien

L'Arc cuprifère rencontre tangentiellement le massif kibarien de Zilo au nord de Kolwezi. Le Katangien y débute par un poudingue qui, suite à une disposition transgressive, est sensiblement postérieur à la partie inférieure du Roan. Il est d'âge Ki.1.1 ou R.4 (François, 1973a).

Nous ne savons pas ce qui s'est déposé dans l'Arc avant le R.1. Je suppose que ce sont des arénites grossières et des conglomérats analogues à ceux connus en Zambie et dans le S.E. du Shaba, autour des massifs de socle. J'en vois pour preuve les paquets isolés de roches de ce type signalés localement. Citons par exemple :

- les grès microconglomératiques du Roan de Tombolo (François, 1973a).
- les grès grossiers, parfois nettement conglomératiques, traversés par des sondages en dessous du gisement est de Shinkolobwe (Derriks *et al.*, 1958).
- les grès grossiers et poudingues arkosiques (éléments jusqu'à 5 mm. de diamètre), oligistifères, qui forment de petits reliefs dans le Roan, à environ 6 km. à l'ouest-sud-ouest de Shinkolobwe (photo n° 1).
- les grès oligistifères lilas sur lesquels se dresse le signal Kolokoso, à 30 km. à l'ouest-sud-ouest de Shinkolobwe (donnée inédite).

### 2.2. Le problème des "RAT lilas" ou R.1.

#### 2.2.1. Origine et critique du terme "RAT"

Les anciens géologues du Shaba ont

constaté que le R.2, nommé alors "Série des Mines", est limité vers le haut comme vers le bas par des siltstones dolomitiques plus ou moins argileux, oligistifères et cataclasés, contenant des paquets de dolomie et de talc. Ils ont alors pensé que les forces tectoniques avaient disloqué ce Groupe et dispersé ses débris dans une formation plus ancienne, elle même partiellement bréchiée. Ils nommèrent celle-ci "roche argilo-talqueuse" ou RAT, d'après la nature des couches trouvées dans la mine de l'Etoile, en surface, contre la base du R.2. En profondeur, une dolomie parfois oolitique fut traversée sur plusieurs décamètres (Jamotte, 1938).

A Kolwezi, les roches occupant une position analogue sont fort différentes. Ce sont des siltstones dolomitico-chloriteux oligistifères de teinte rouge, lilas ou rose, épais de 235 m., sans talc, d'où ressortent trois horizons de grès et quelques mètres de dolomie non oolitique (Oosterbosch, rapport inédit - voir fig. 4). Elles furent placées dans le R.1 et improprement nommées "RAT lilas".

On sait par ailleurs que le R.3 contient des assises de dolomies parfois talqueuses, à horizons oolitiques ou algaires. J'en ai souvent observé sur le terrain, en dessous du R.2. C'est notamment le cas à Pungulume (François, 1973a), dans les cinq gisements de Tenke et à Kamatanda.

Je tire de tout cela les conclusions suivantes :

- l'âge des formations de Roan trouvées contre le R.2 est toujours incertain.
- les siltstones vus à Kolwezi constituent très probablement le R.1.
- les roches argilo-talqueuses de l'Etoile appartiennent au R.3.
- le nom de RAT prête à confusion et devrait être abandonné.

#### 2.2.2. Composition des RAT lilas

L'appellation "microgrès dolomitique chloriteux" donne une bonne idée des roches détritiques qui constituent l'essentiel du Groupe. Voici comment elles se présentent :

- ELEMENTS : - quartz détritique subanguleux, mal classés (20 à 250  $\mu$ ), en grains dispersés dans le ciment - 25 à 40 % de la roche.
- CIMENT : - dolomite microcristalline (2 à 30  $\mu$ ) - 10 à 50 %  
- chlorite type clinocllore - 15 à 20 %
- ACCESSOIRES - débris quartzolitiques, séricite, mica ferrifère, tourmaline, zircon.  
- hématisite en grains dispersés - 5 à 10 % de la roche.

Les deux horizons de grès (fig. 4) contiennent des grains de quartz de 50 à 1000  $\mu$  qui constituent 60 % de la roche.

L'horizon de dolomie contient 25 %

# ECHELLE STRATIGRAPHIQUE DU R.1 (Groupe des RAT)

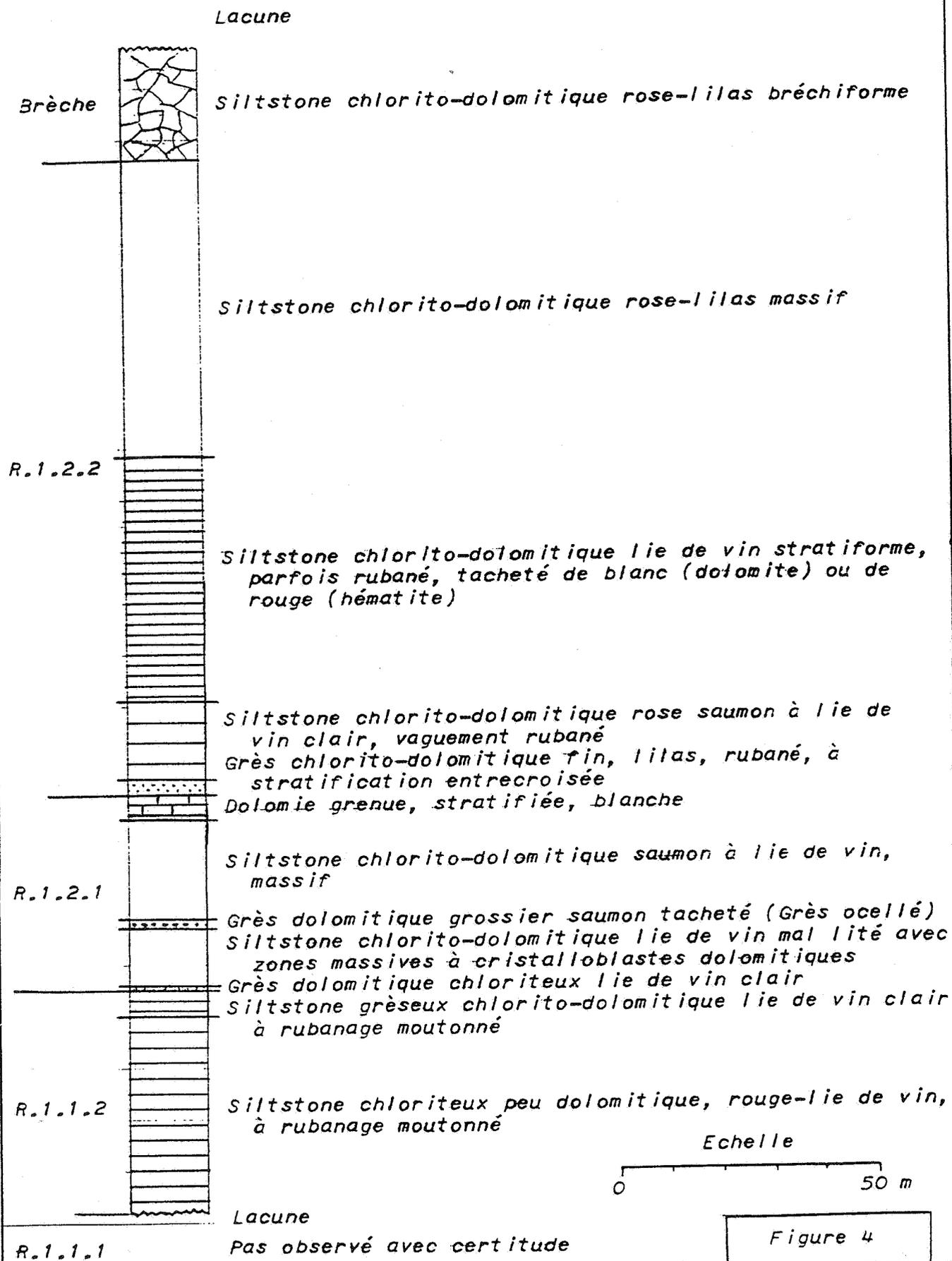


Figure 4

de SiO<sub>2</sub>. A deux reprises, j'y ai vu des stromatolites (François, 1973a).

La formation inférieure R.1.2 se distingue par sa pauvreté en dolomite (5 %), et sa richesse en hématite (15 %). On y trouve 40 % de quartz et 40 % de phyllites.

Oosterbosch (1962) signale un horizon de dolomie siliceuse grise contre la base du R.2, dans les gisements de Kolwezi, Kalongwe et Shinkolobwe. Il pourrait faire partie du R.3, et non du R.1.

### 2.2.3. Stratification et couleur

Les "RAT lilas" présentent plusieurs aspects :

- vers le haut, au contact avec le R.2, elles sont triturées, bréchiformes sur 5 à 20 m., de teinte rose-lilas (photo n° 5) ;
- plus bas, massives sur environ 50 m., rose-lilas (photo n° 4) ;
- vers le bas, généralement stratifiées ; la teinte fonce de plus en plus, devenant saumon puis lie de vin (photo n° 3 et 2).

### 2.2.4. Les faciès du R.1

La succession définie par Oosterbosch a été recoupée sous les mines de Musonoi et de Kamoto, au centre du Lambeau de Kolwezi. J'ai observé en périphérie, notamment sous le gisement de Dikuluwe, environ 50 m. de roches détritiques peu dolomitiques (5 à 15 %), peu oligistifères (1 à 3 %), légèrement feldspathiques, souvent plus grossières que le R.1 d'Oosterbosch. Ces grès à grain fin ou moyen sont de teinte lilas, violacée ou verdâtre. Il pourrait s'agir de R.1 appartenant à un second faciès (François, 1973a).

### 2.2.5. L'identification du R.1

L'abondance relative de l'oligiste est probablement la caractéristique la plus marquante des roches du R.1. Par ailleurs, la Formation inférieure rouge lie de vin, à litage moutonné, peut servir de couche repère (voir photo n° 2). Le "Grès ocellé", de teinte saumon à taches violacées (voir photo n° 3) est aussi un horizon remarquable. En l'absence de ce genre de roche, il est imprudent d'attribuer au R.1 les formations observées sous le R.2.

### 2.2.6 La genèse du R.1

Il est malaisé de se faire une idée à ce sujet, car il n'y a guère de roches semblables aux RAT ailleurs dans le monde. Je suppose que, en un premier temps, la mer a envahi une dépression située entre deux chaînes de montagnes, le massif kibarien au N.W. et le massif de Fort Roseberry à l'E. Il régnait un climat chaud et sec. Il en est résulté le dépôt en milieu oxydant d'un tapis conglomératique et d'arénites plus ou moins grossières, oligistifères. Les communications avec la haute mer furent alors coupées et une épaisse cou-

che d'évaporites s'est déposée.

Par la suite, le climat devenant plus humide, l'apport détritique a repris. Il y a eu dépôt d'argile gréseuse ou de grès et précipitation de dolomite et d'hématite dans une vaste lagune, en milieu oxydant à tendance évaporitique. Au cours de la diagenèse, les minéraux argileux et la dolomite donnent naissance à de la chlorite magnésienne. Celle-ci pourrait aussi provenir de matériaux pyroclastiques chloritisés.

Enfin, les communications avec la pleine mer sont à nouveau coupées et une nouvelle couche évaporitique se dépose. La partie supérieure bréchiforme pourrait être ce qui reste de cette formation après dissolution des sels.

### 2.3. Le Niveau des "RAT grises" R.2.1.1

Les RAT grises appartiennent à la Formation R.2 dont des échelles stratigraphiques simplifiées sont représentées sur les figures 5 et 6.

#### 2.3.1. Description

Mosaïque microgrenue (10 à 50 µ) de dolomite (10 à 50 %) et de quartz (25 à 30 %), avec une quantité variable de chlorite (clinocllore, 5 à 50 %) et de fines paillettes dispersées de séricite et phengite. Pas de stratification nette. Teinte grise. Présence occasionnelle de chalcocite, bornite, carrollite ou pyrite.

Tout ceci s'appuie sur des observations faites à Kolwezi et à Fungurume (Oosterbosch, 1962 ; François, 1973a). Plus à l'est, à la mine de l'Etoile, Lefèbvre *et al.* (1975) voient une roche assez différente, dans laquelle la chlorite domine nettement, accompagnée de zéolite, le quartz détritique et la dolomite étant absents ou rares. Ils considèrent qu'il s'agit d'une cendre volcanique déposée dans un milieu marin. A Kambove, c'est-à-dire au centre de l'Arc, Cailteux (1983) y a vu des grains de quartz de forme esquilleuse qui pourraient provenir de la quartzification d'échardes volcaniques.

Cette Formation, jamais talqueuse à l'état inaltéré, devrait être nommée "siltstone gris" au lieu de "roche argilo-talqueuse grise". Seules sa teinte et l'absence d'oligiste la distinguent des microgrès du R.1. Ces différences indiquent toutefois une modification profonde des conditions de dépôt. Par ailleurs, nous savons qu'il existe une lacune ubiquiste juste sous les RAT grises, ou quelques décimètres plus bas. Il est donc justifié de placer cette Formation dans le R.2.

#### 2.3.2. Faciès et épaisseur des RAT grises

Bien que leur composition minéralogique varie beaucoup, les RAT grises ne changent guère d'aspect, surtout en surface, lorsqu'elles ont subi l'altération superficielle (photo n° 6).

Dans les débris de R.2 de faciès médian (Kamoto, Kakanda Nord, Fungurume), les RAT grises sont minces (0,5 à 2 m.).

**LEGENDE**

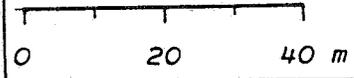
- Niveau stromatolithique
- Dolomie siliceuse massive claire
- Dolomie plus ou moins stratifiée claire
- Dolomie idem, gris foncé, carbonée.
- Dolomie idem, grise, un peu carbonée.
- Dolomie siliceuse feuilletée claire.
- Dolomie idem, gris foncé carbonée.
- Dolomie argileuse bien litée claire.
- Dolomie idem, gris foncé, carbonée.
- Shale finement lité carboné noir.
- Idem peu carboné gris.
- Microgrès ou Shale dolom. bien stratifié clair.
- Grès fin dolomitique chloriteux clair.
- Horizon de grès dolom. chloriteux clair.
- Grès dolom. feldspath. clair.
- Horizon de poudingue.

Figure 5

**ECHELLES STRATIGRAPHIQUES  
DU R.2**

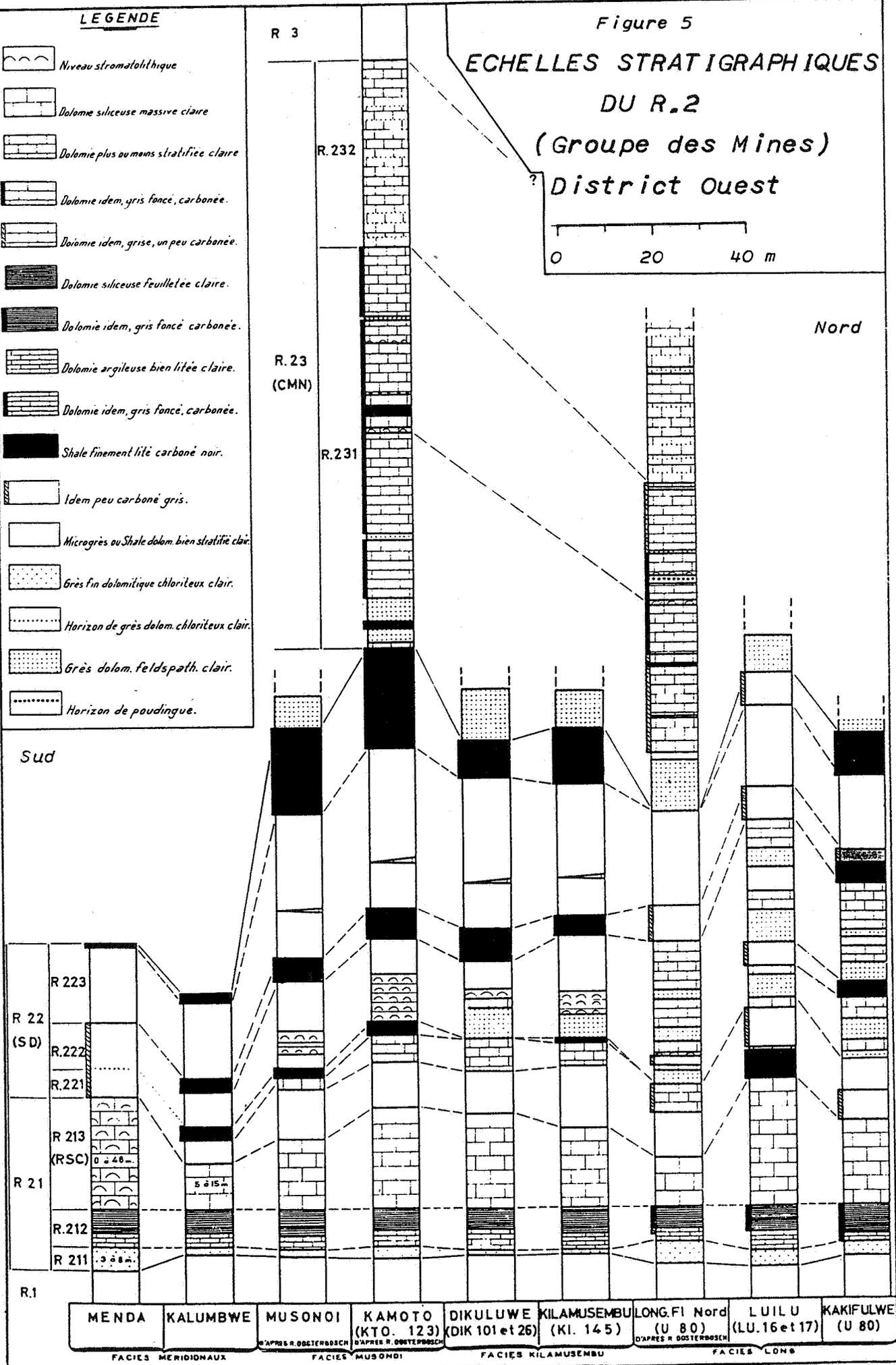
(Groupe des Mines)

District Ouest



Nord

Sud



MENDA

KALUMBWE

MUSONOI

KAMOTO (KTO. 123)

DIKULUWE (DIK 101 et 26)

KILAMUSEMBU (KI. 145)

LONG FI Nord (U 80)

LULU (LU.16 et 17)

KAKIFULWE (U 80)

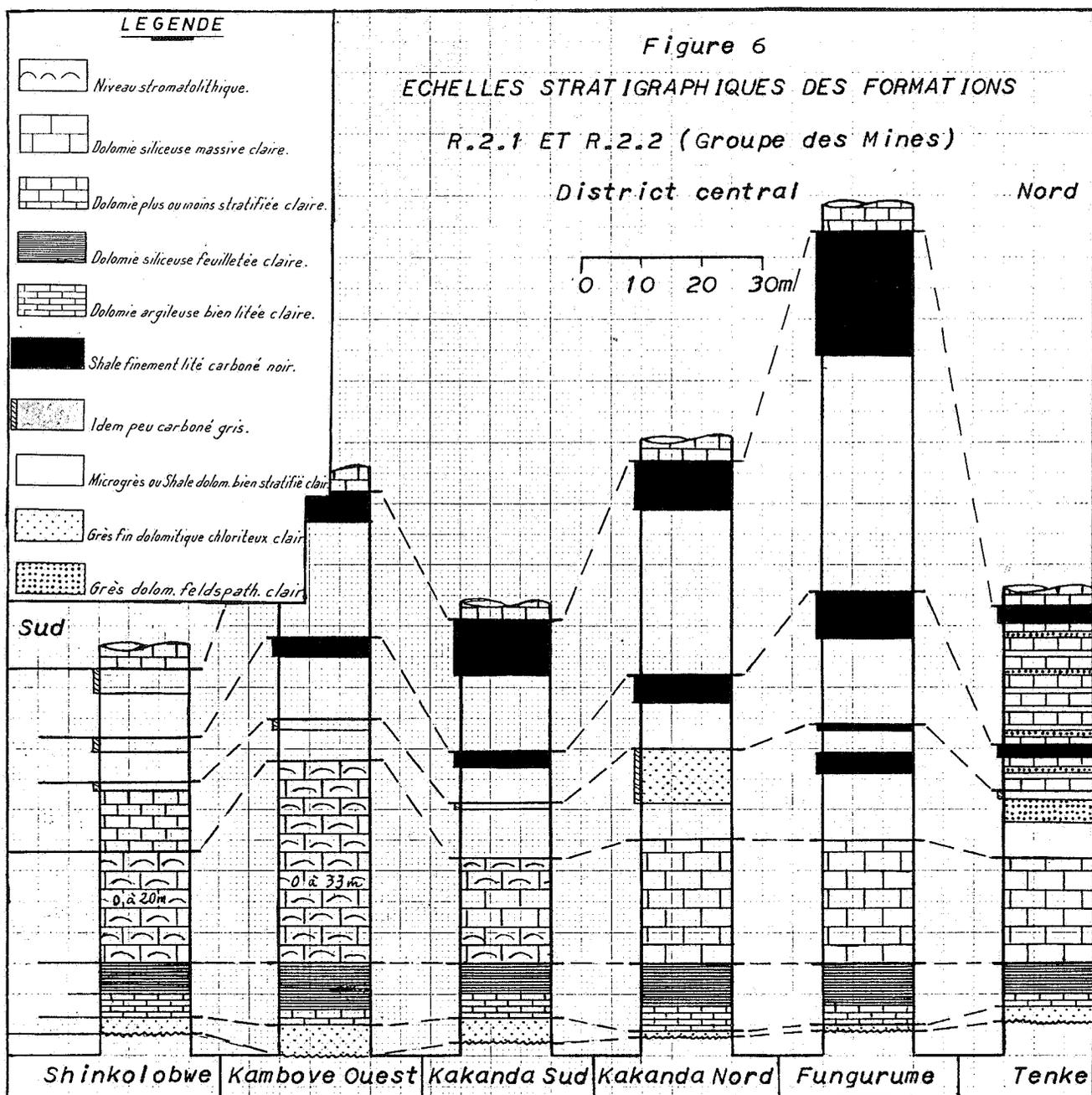
FACIES MERIDIONAUX

FACIES MUSONOI

FACIES KILAMUSEMBU

FACIES LONG

MSAJI L.



Elles sont plus épaisses dans les débris de faciès nord (Tenke : 2,5 m., Long : 5 m.) et surtout dans les faciès sud (Kambove Ouest : 5 m., Menda : 6 m., Etoile : 7 m., Kalongwe : 10 m.). A Kambove Ouest et à Kamatanda, la moitié inférieure du Niveau se caractérise par une teinte beige-rosâtre et par l'absence de minéralisation. On y trouve en outre des plages centimétriques de dolomite, entourées d'une fine bordure quartzeuse. L'altération superficielle transforme ces structures en géodes tapissées de quartz et de chlorite.

### 2.2.3. La genèse des RAT grises

Je suppose que, après l'épisode évaporitique hypothétique qui a marqué la fin du R.1, le dépôt de matériel détritique avec précipitation concomitante de dolomite a repris dans une ambiance toujours évaporitique. La teinte grise et la disparition de l'hématite trahissent un milieu devenu réducteur, ce qui pourrait s'expliquer par un brusque accroissement de l'activité biologique. Des cendres volcaniques de composition basique viennent s'y ajouter, surtout dans l'est de l'Arc, où elles peuvent former la majeure partie de la roche (Lefèvre

et al., 1975).

### 2.4. Le Niveau des dolomies impures stratifiées RSF + D. strat (R.2.1.2)

#### 2.4.1. Description du R.2.1.2

C'est une succession de bancs dolomitico-siliceux bien stratifiés, de teinte grise. Oosterbosch (1960) y distingue les unités suivantes, de haut en bas :

- Dolomie siliceuse à lits de shale microgréseux micacé (1,8 à 5,3 m.)
- Dolomie siliceuse zonaire (0,5 à 1,8 m.)
- Silicilite dolomitique (0, à 0,2 m.)
- Shale dolomitique chloriteux (0 à 0,7 m.)
- Dolomie siliceuse microgréseuse à nodules (0,7 à 2 m.)
- Shale dolomitique chloriteux (0 à 0,6 m.)
- Dolomie siliceuse massive (0,6 à 1,5 m.)
- Silicilite dolomitique (0 à 0,2 m.)
- Dolomie cristalline zonaire (0 à 0,8 m.).

Les deux premières sont couramment nommées RSF ou "roche siliceuse feuilletée" (3 à 7 m.) et les suivantes D. strat ou "dolomies stratifiées" (2 à 5 m.).

Voir photos n° 7 et 8. Ces deux ensembles diffèrent beaucoup chimiquement :

- RSF : carbonate : + 35 %  
quartz : + 50 %  
phyllites : + 5 %
- D. strat. : carbonate : + 55 %  
quartz : + 30 %  
phyllites : + 5 %

La teneur en phyllites (chlorite + séricite) peut dépasser 12 % dans les bancs de shale dolomitique des D. strat.

Les nodules signalés près du sommet des D. strat. sont typiques et ubiquistes. De forme ellipsoïdale et de dimension centimétrique (en moyenne 3 cm. de diamètre, 1 cm d'épaisseur), ils sont constitués d'un noyau (dolomite macrocristalline à Kamoto, chert ou quartz à Kambove), entouré d'une couche corticale (dolomite, quartz et sulfures à Kamoto, dolomite ou magnésite à Kambove). Le litage de la roche contourne les nodules d'une façon symétrique au-dessus et en dessous, ce qui montre qu'ils étaient formés de matière dure dès leur dépôt. Ce sont des encroûtements algaires (oncolites) ou de petits amas d'anhydrite modifiés par la diagenèse. Voir photo n° 7.

#### 2.4.2. *Faciès et épaisseur du R.2.1.2*

Ce Niveau est très constant : il se retrouve semblable à lui-même d'un bout à l'autre de l'Arc cuprifère. Le banc à nodules est un excellent horizon repère, partout présent dans les débris de R.2.

Quelques modifications sont cependant à signaler :

- de la magnésite se substitue, parfois majoritairement, à la dolomite dans les gisements méridionaux (Kalongwe, Shinkolobwe, Kambove) ;
- les RSF et parfois les D. strat sont carbonées et noires dans les débris de R.2 situés sur la bordure nord du Lambeau de Kolwezi.

Épaisseur : également très constante, de 7 à 10 m.

#### 2.4.3. *La genèse du R.2.1.2*

Il pourrait s'agir d'un dépôt chimique ou biochimique, accumulé dans une vaste lagune sursalée à fond plat, en milieu réducteur assez calme, avec peu d'apports détritiques (climat chaud et sec).

### 2.5. *Le Niveau des RSC (roche siliceuse cellulaire) R.2.1.3*

#### 2.5.1. *Description*

Mosaïque microgrenue (jusqu'à 2 cm.) de dolomite (40 à 55 %) et de silice souvent fibreuse (35 à 50 %), avec rares paillettes de séricite et chlorite (env. 2 %). Teinte claire, avec cristaux de dolomite pigmentés en noir par de la matière carbonneuse.

L'ensemble est massif ou d'aspect bréchiforme, avec parfois des structures stromatolitiques nettes.

Des bancs lenticulaires décimétriques de shale grés-chloriteux s'intercalent localement dans les RSC, le plus souvent non loin du sommet du Niveau, ou bien près de sa base.

#### 2.5.2. *Faciès et épaisseur des RSC*

Elles se présentent sous trois faciès différents.

- **Faciès sud** : au moins partiellement, biostromes algaires lenticulaires d'épaisseur fort variable, de 0 à 25 m. (Kalongwe, Kasompi, Swambo, Kakanda Sud, Kambove, Shinkolobwe, Luishia, Luiswishi, Ruashi, Etoile, Lupoto). L'altération superficielle ne laisse subsister qu'une silicilite très cavernueuse. D'où le nom de RSC (roche siliceuse cellulaire). Voir photo n° 9.

- **Faciès intermédiaire** : brèche grossière dans laquelle on reconnaît par endroit des débris algaires. Épaisseur assez constante, de 15 à 20 m. (Dikuluwe, Kamoto, Fungurume, Kakanda Nord). L'altération superficielle donne une silicilite très cariée. Voir photo n° 10.

- **Faciès nord** : brèche assez fine, sans débris algaire reconnaissable (Long, Pumpi, Tenke, Guba). Épaisseur assez variable, de 10 à 25 m. L'altération superficielle produit une silicilite assez peu cariée. Notons que, à Tenke, des structures algaires sont parfois conservées dans les décimètres supérieurs du Niveau.

Les RSC ne sont jamais carbonées. Leur couleur est toujours gris-clair.

#### 2.5.3. *Genèse des RSC*

Le climat est resté chaud et sec, et les apports détritiques sont presque nuls. Des algues prolifèrent dans la lagune, avec formation d'un biostrome discontinu. Vers le sud, la profondeur de l'eau suffit pour que ces constructions soient épargnées. Plus au nord, elles sont disloquées puis nivelées par les vagues, formant une couche continue et d'épaisseur assez régulière.

Cailteux (1983) voit dans l'ensemble D. strat. + RSF + RSC, et même dans la partie inférieure des SD, des sédiments déposés dans la zone intertidale. Cette hypothèse me semble incompatible avec la constance de ces niveaux sur une étendue considérable (300 X 50 km) et l'absence de chenaux d'érosion bien marqués, surtout dans les horizons silteux des D. strat. et la base des SD. Les surfaces d'érosion et les litages irréguliers, parfois observés, s'expliquent peut-être par l'action des courants côtiers et ne sont donc pas nécessairement le résultat d'émersions.

### 2.6. *La Formation R.2.2 ou SD (shales dolomitiques)*

#### 2.6.1. *Description*

Deux sortes de niveaux détritiques constituent la majeure partie de la Formation R.2.2 :

- des siltstones dolomitiques gris à structures empâtée. Grains de quartz subanguleux assez bien classés, de 50 à 60  $\mu$  (25 à 35 %) et paillettes de

phyllites (muscovite, séricite ou chlorite, 20 à 40 %), noyés dans une matrice dolomitique microgrenue (20 à 45 %) ;

- des siltstones peu dolomitiques noirs ou gris foncé, à texture empâtée. Grains de quartz subanguleux bien classés, d'environ 40  $\mu$  (30 à 50 %), noyés dans une matrice formée de phyllites (séricite et chlorite, 35 à 50 %), de dolomite microgrenue (5 à 20 %) et de matière charbonneuse (1 à 5 %) qui souligne le litage.

Viennent parfois s'y ajouter :

- des bancs de dolomie assez impure : mosaïque irrégulière de dolomite microgrenue (env. 50  $\mu$ ), parfois de grands cristaux dispersés (65 à 85 %) avec grains de quartz (5 à 15 %) et paillettes de séricite ou muscovite (5 à 10 %) ;

- des bancs de grès dolomitique légèrement feldspathique ; texture empâtée : grains subarrondis d'environ 400  $\mu$ , bien classés, de quartz (30 %) et de feldspath (5 %), noyés dans une pâte de dolomite micro ou moyennement grenue (100  $\mu$ , env. 50 %) et de séricite plus chlorite (15 %).

Les carbonates sont représentés par de la dolomite, partiellement remplacée par de la magnésite à Shinkolobwe.

#### 2.6.2. *Faciès et épaisseur des SD*

Les faciès évoluent du sud vers le nord. Cette évolution n'est connue que dans les parties occidentale et centrale de l'Arc cuprifère, là où les exploitations minières et les sondages ont permis de dresser de nombreuses échelles stratigraphiques du R.2 (figures 5 et 6).

Le type le plus simple, sans horizon de dolomie ou de grès, comporte trois niveaux de siltstone dolomitique gris ou gris-vert, surmontés chacun par un niveau de siltstone peu dolomitique carboné noir ou gris foncé. On le trouve avec des RSC stromatolitiques à Menda, Swambo, Kakanda Sud, Kambove, Kamatanda, et avec des RSC du genre brèche à Kalumbwe, Fungurume, Kakanda Nord. Ce sont respectivement les faciès de Menda et de Kalumbwe.

Vers le nord, c'est-à-dire en direction du continent nourricier, on observe dans le Lambeau de Kolwezi les faciès que voici (François, 1973) :

- de Musonoi, caractérisé par la présence de deux bancs de dolomie. Le banc inférieur a été appelé BOMZ (black ore main zone) par les anciens exploitants. Le second est stromatolitique. Ce type de R.2.2 caractérise les gisements de Kamoto et de Musonoi.

- de Kilamusembu, où apparaît un banc de grès feldspathique juste au dessus du BOMZ. Je n'ai observé ce faciès que dans le Lambeau de Kolwezi (Kilamusembu, une partie de Dikuluwe).

- de Long, avec plus de deux bancs de dolomie et d'un banc de grès. Ce faciès semble avoir eu une grande extension. On le retrouve à Tombolo, Pungulume, Kalukundi, Tenke et Guba.

C'est à Tondo qu'affleurent les débris les plus septentrionaux de R.2.

Leur stratigraphie est inconnue.

Vers le sud, on constate la réapparition de bancs de dolomie, notamment du BOMZ. C'est le cas dans la moitié sud-est de l'Arc cuprifère : Shinkolobwe, Luishia, Lukuni, Ruashi, Etoile. Il s'agit du faciès de Luishia. Ici aussi, on ignore la stratigraphie du R.2.2 qui affleure plus au nord (Shandwe, Kamwali, Kinsevere et Nambulwa).

Pour ce qui est des épaisseurs, nous remarquons un maximum axial qui ne correspond pas à un faciès particulier. Vous trouverez quelques données à ce sujet au tableau 1.

Le R.2.2 débute donc par une couche de siltstone dolomitique gris, appelée SDB (SD de base). Vers le bas, des concrétions ellipsoïdales en dolomite partiellement remplacée par du quartz, des sulfures et de la chlorite, longues de 1 à 5mm, sont toujours présentes. Comme pour les nodules des D. strat, le litage de la roche les contourne vers le bas et vers le haut. Il pourrait aussi s'agir de tout petits amas d'anhydrite transformés lors de la diagenèse, et ils indiqueraient donc un milieu à tendance évaporitique. Voir photo n° 11.

Le caractère carboné des couches foncées semble maximal dans les faciès intermédiaires de Musonoi et Kalumbwe, pour décroître vers le nord et le sud. Une exception : les SDB, localement très carbonés et noirs dans quelques débris de R.2 de faciès Long.

Le litage est très fin dans les horizons carbonés, plus grossier dans les siltstones gris. Les bancs de dolomie sont souvent massifs. La stratification est très régulière, sauf dans les grès où on a localement observé du cross-bedding.

#### 2.6.3. *Genèse des SD*

L'apport en matériel détritique a crû dans la lagune, suite à une légère transgression et à un climat moins sec, le milieu restant réducteur et à tendance évaporitique. Vers le nord, des dolomies ont continué à se déposer, accompagnées de sable plus près du rivage.

#### 2.7. *La formation du R.2.3 ou CMN (calcaire à minéral noir)*

##### 2.7.1. *Description*

C'est un ensemble extrêmement complexe dans lequel tous les types de roche rencontrés plus bas dans le R.2 se retrouvent.

Tout d'abord des dolomies microgrenues plus ou moins impures (dolomite : 60 à 83 % ; quartz : 1 à 25 % ; phyllites, parfois en majorité talc : 2 à 30 %), gris clair, gris foncé ou carbonées noires, massives ou bien litées, parfois stromatolitiques, rarement oolitiques. En plus, des passées ou bancs de siltstones plus ou moins carbonés gris à noir, chloriteux et dolomitiques, et des bancs de grès fin ou grossier, chloriteux, parfois microconglomératiques, gris.

Tableau 1. Epaisseurs du R.2.2. (SD)

Faciès	Région ouest	Région centrale	Région est	
Long	Long : 50 à 70 m	Tenke : 40 à 50 m	?	Nord
Kilamusembu	Kilamusembu : 80 à 85 m	?	?	
Musonoï	Kamoto : 90 à 100 m	?	?	
Kalumbwe	Kalumbwe : 36 m (?)	Fungurume : 110 m Kakanda nord : 70 m	?	
Menda	Menda : 33 m	Kakanda sud : 40 m Kambove ouest : 40 m	?	
Luishia	?	Shinkolobwe	Luishia : 50 m Etoile : 40 m	Sud

## 2.7.2. Faciès et épaisseur

En général, il est possible de différencier une partie inférieure à tendance carbonée, de teinte gris foncé à noir (photo n° 12) et une partie supérieure plus claire (photo n° 13), où figurent les horizons de siltstone et de grès chloriteux. Ce sont le CMN inférieur R.2.3.1 et le CMN supérieur R.2.3.2 (cfr. figure 7).

Il est difficile d'aller plus loin dans les corrélations pour l'ensemble de l'Arc cuprifère, car la Formation varie beaucoup. On y discerne bien plusieurs horizons très caractéristiques, qui pourraient servir de repères, mais leur extension est faible. Citons par exemple :

- les grès dolomitiques gris de la base, présents seulement dans le R.2 du Lambeau de Kolwezi ;
- un poudingue graphitoïde vu uniquement à Kamoto et à Musonoï ;
- une brèche à éléments de dolomie blanche cimentés par de la dolomie microcristalline gris foncé, appelée "marbre" et signalée à Fungurume ;
- l'horizon de dolomie massive claire de Kambove Ouest.

Le caractère carboné semble plus soutenu dans les débris de R.2 du type Kamoto que dans ceux situés dans une zone

isopique plus septentrionale (Tenke) ou plus méridionale (Kambove). A Shinkolobwe, la partie inférieure est très magnésienne et les teintes sont grises ou claires. Des différences existent dans l'aspect du CMN en surface. Dans le sud de l'Arc, il se montre souvent sous forme de dolomies franches (Menda, Kambove, Luishia). Plus au nord par contre, il n'affleure pas et les petits puits ne traversent que des roches silico-argileuses, parfois talqueuses. L'étude précise et la localisation des faciès du CMN restent à faire. Au tableau 2, vous trouverez quelques données concernant leurs épaisseurs. Le CMN semble s'épaissir vers le sud.

## 2.7.3. Genèse du CMN

Nous sommes dans des conditions de sédimentation analogues à celles qui prévalaient pour le R.2.1 : dans la même vaste lagune, en milieu saumâtre relativement calme, très réducteur au début, sous un climat chaud et sec, dépôt chimique et biochimique, interrompu par de courts épisodes détritiques. Les lits chloriteux pourraient avoir une origine partiellement volcanique.

Pour Cailteux (1983), le CMN se serait déposé dans la zone intertidale ou supratidale, ce qui expliquerait bien sa grande variabilité, mais cadre mal avec la présence de roches nettement carbonées dans les deux tiers inférieurs de la Formation.

Tableau 2. Epaisseurs du R.2.3 (CMN)

Faciès	Région ouest	Région centrale	Région est	
Long	Long : 85 m	Tenke : 125 m	?	Nord
Kilamusembu	Dikuluwe : 100 m	?	?	
Musonoï	Kamoto : 125 m	?	?	
Kalumbwe	?	Fungurume : 125 m	?	
Menda	?	Kambove W : 175 m	?	
Luishia	?	Shinkolobwe : + de 270 m? Ruashi : + de 110 m		Sud

**Légende**

-  Dolomie massive
-  Dolomie stratifiée
-  Dolomie à stromatolites
-  Shale carboné
-  Shale chloriteux dolomitique
-  Grès

-  Roche gris foncé ou noire
-  Roche grise
-  Roche claire

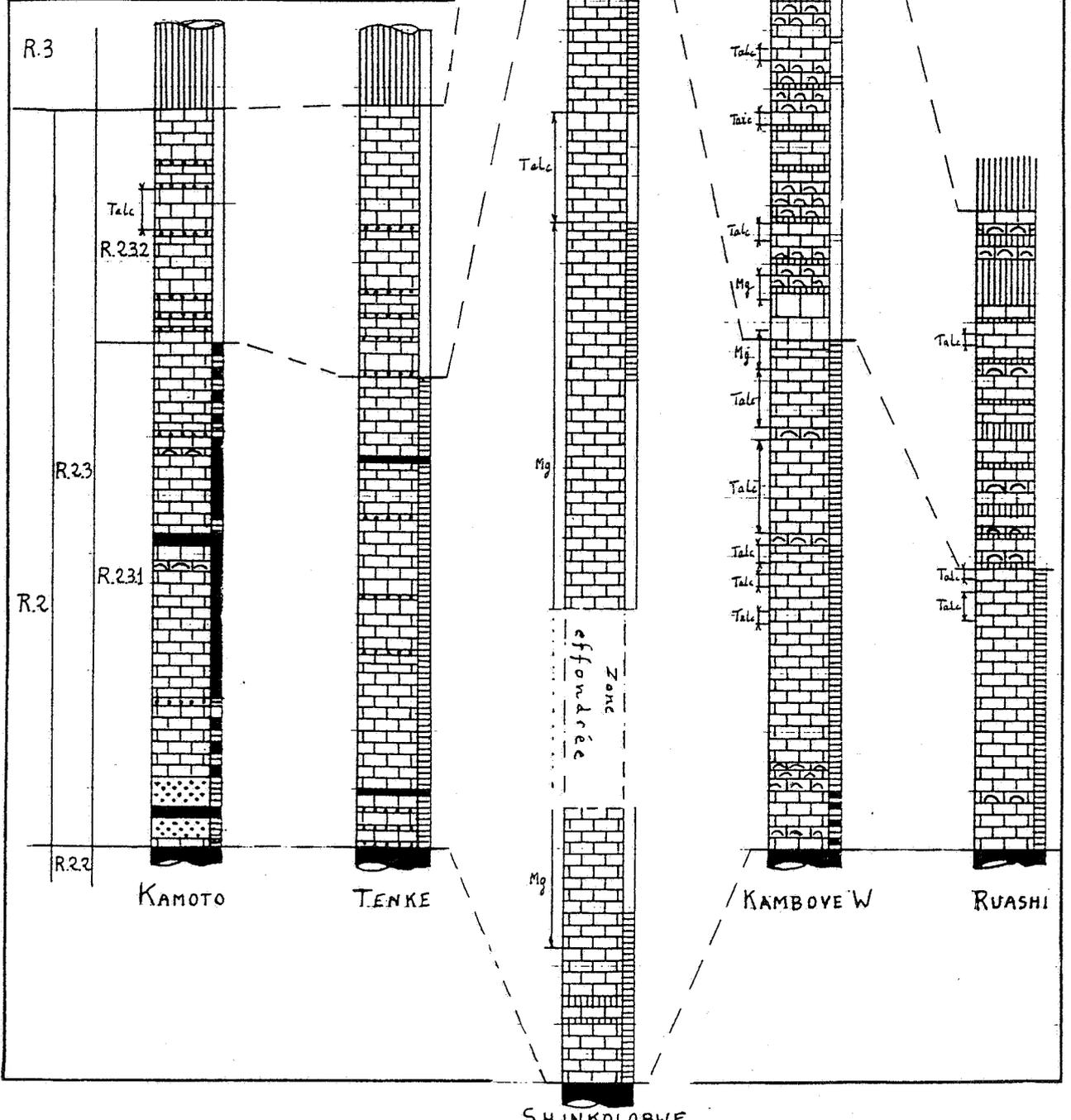
Talc : roche talqueuse

Mg : Dolomie magnésienne ou Magnésite

**Figure 7**  
**ECHELLES STRATIGRAPHIQUES**  
**SIMPLIFIEES**  
**DE LA FORMATION R.2.3**  
**(CMN)**

D'après Oosterbosch  
 pour Kamoto, Tenke,  
 Shinkolobwe, et  
 Cailteux pour  
 Ruashi et  
 Kambove  
 Echelle

0 10 20 30m



## 2.8. Le Groupe de la Dipeta R.3

### 2.8.1. Aperçu historique

En 1947, L. Pesch constate à Fungurume que les siltstones situés au-delà du CMN diffèrent de ceux qui affleurent contre les RAT grises. Il met ainsi en évidence une nouvelle Formation qu'il nomme "roches gréseuses supérieures" ou RGS (rapport inédit). En 1949, lors de levés réalisés dans les vallées de la Dipeta et de la Mofya, je découvre, au-dessus des RGS et en-dessous du R.4, une alternance de niveaux dolomitiques et de niveaux terrigènes d'abord microgréseux, puis psammitiques (rapport inédit). L'ensemble est devenu le Groupe de la Dipeta R.3.

En 1950, la première de ces alternances est retrouvée par Capponi dans les gisements de Kamoto et Dikuluwe. De 1955 à 1960, des sondages forés dans les gisements de Tenke permettent à Oosterbosch de dresser l'échelle stratigraphique des trois premières alternances. Enfin, vers 1965, Leruite trouve deux alternances supplémentaires au N.E. de Tenke (figure 8 ; rapports inédits).

### 2.8.2. Description

L'horizon détritique inférieur du R.3 se présente de la façon suivante :

Eléments : - quartz détritiques subanguleux mal classés (25 à 70  $\mu$ , moyenne 30  $\mu$ ), dispersés dans le ciment, environ 35 % de la roche ;  
- feldspath, environ 5 % de la roche.

Ciment : - dolomite microcristalline, environ 15 % de la roche ;  
- chlorite néogène, séricite, environ 35 % de la roche.

Accessoires : - mica ferrifère ;  
- hématite en grains dispersés, environ 5 % de la roche.

Teinte : gris acier à gris violet.

Pas de stratification

Épaisseur : 30 à 120 m.

Ces roches sont plus fines et moins dolomitiques que les RAT. Cependant, elles leur ressemblent beaucoup, surtout à l'état altéré. Il n'est pas étonnant qu'on ait longtemps confondu les deux Formations (voir photo n° 14).

Plus haut dans l'échelle stratigraphique, les roches analogues peuvent être sans oligiste et de teinte verdâtre. Plus haut encore, elles sont plus grossières. Ce sont alors des siltstones gréseux micacés (psammites). Elles ne sont jamais carbonées.

Les formations carbonatées prennent des aspects très divers. Il s'agit généralement de dolomies parfois talqueuses, rarement de magnésites ou de calcaires. Elles peuvent être massives, en gros bancs ou finement litées. Comme teinte, on note le blanc, toutes les nuances du gris, le rouge, le jaune, le brun, jamais le noir ou le gris très foncé. Elles sont parfois oolitiques, stromatolitiques ou bréchiées. Voir photo n° 15.

Il est souvent difficile de savoir avec certitude si une roche en contact anormal avec du R.2 appartient au R.1 ou au R.3. En général, ce dernier se reconnaît par une faible teneur en oligiste et une teinte gris violacé à gris verdâtre pour les horizons détritiques, ainsi que par la présence de bancs de dolomie et de talc. Notons au passage que les carottes de RGS, exposées aux intempéries, se disloquent et se pulvérisent rapidement, contrairement à celles de RAT. C'est probablement l'effet d'une moindre teneur en carbonate. J'ai parlé précédemment des horizons repères des RAT. Pour le R.3, on peut utiliser les bancs décimétriques de dolomie massive rougeâtre présents dans la partie supérieure des RGS, ainsi que les niveaux de dolomie stromatolitique, oolitique ou talqueuse trouvés plus haut dans le Groupe.

### 2.8.3. Faciès et épaisseur du R.3

Le R.3 se présente certainement sous plusieurs faciès. Dans le Lambeau de Kolwezi, les RGS de Dikuluwe sont nettement plus gréseuses que celles de Kamoto. Celles de Tenke aussi. Dans d'autres régions, on connaît des ensembles à dominance dolomitique dont la stratigraphie détaillée n'a pas été faite et qui constituent probablement du R.3 de faciès inconnu (exemple : dolomies de Kibashi, à l'ouest de Menda). C'est tout ce que je puis dire sur ce sujet.

Quelques chiffres concernant les épaisseurs sont indiqués au tableau 3. Nos connaissances restent bien fragmentaires à ce sujet.

### 2.8.4. Genèse du R.3

Les ensembles dolomitiques sont analogues au CMN supérieur. Je suppose qu'ils se sont déposés dans un milieu lagunaire, en eau saumâtre peu profonde mais relativement calme, sous un climat sec et chaud. Les formations détritiques témoignent d'un apport abondant de matériel argilo-sableux dû à un climat très humide. Les lacunes correspondent peut-être à des intercalations évaporitiques actuellement disparues.

## 2.9. Le Groupe de Mwashya R.4.

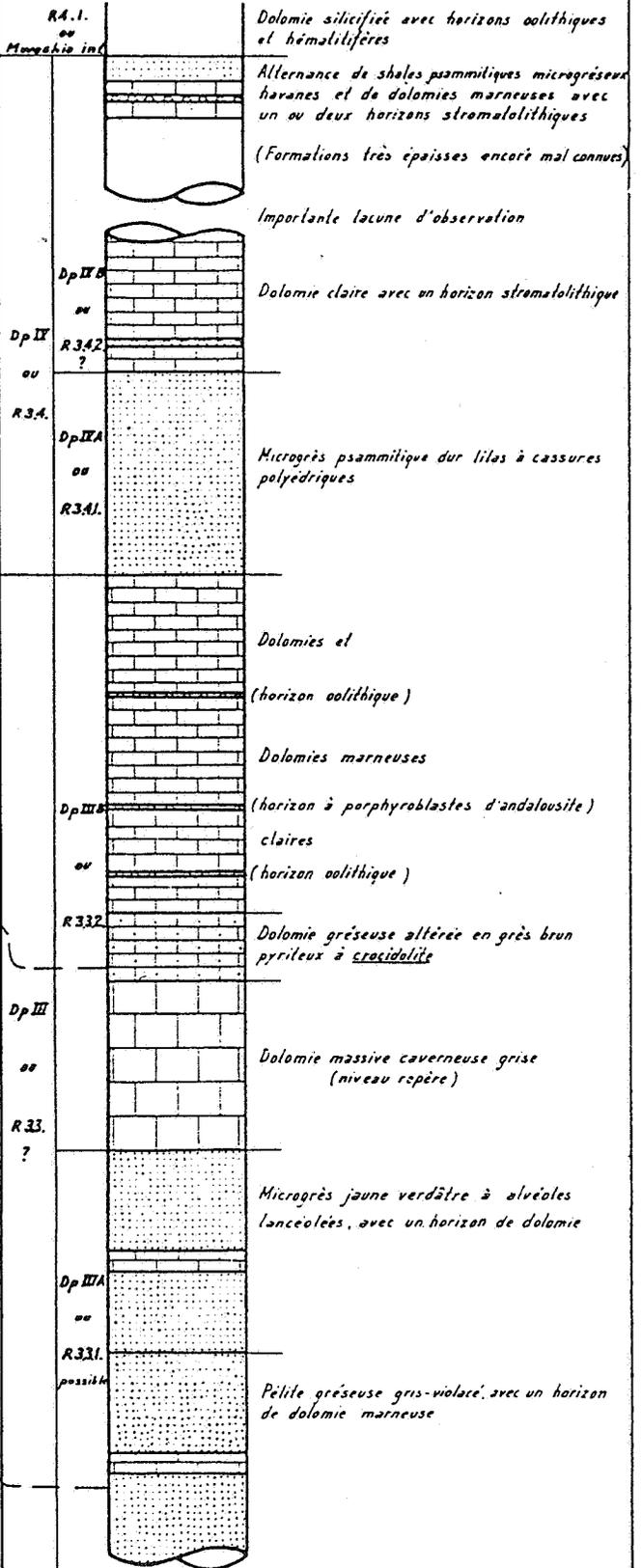
### 2.9.1. Description

Le R.4 n'est connu en détail que localement, à Shituru et surtout à Kambove, grâce aux sondages récents qui l'ont traversé (Lefèbvre, 1973 et 1978 ; Cailteux, 1983). On observe la succession que voici (figure 9) :

FORMATION DU MWASHYA SUPERIEUR R.4.2 (dominance détritique).

- Niveau R.4.2.2 (pélitico-carboné).  
Petits grains anguleux de quartz (+ 20  $\mu$ ) et paillettes de séricite noyés dans une pâte phyllito-charbonneuse pratiquement non dolomitique noire. Environ 30 % de quartz, 5 % de feldspath, 2 % de dolomite, 45 % de phyllites, 10 % de carbone, 0,5 % de pyrite. Litage très fin et régulier.

STRATIGRAPHIE DANS LES LEYES DE SURFACE  
( D'après G. LERUITE )



STRATIGRAPHIE DANS LES SONDAGES DE TENKE  
( D'après R. OOSTERBOSCH )

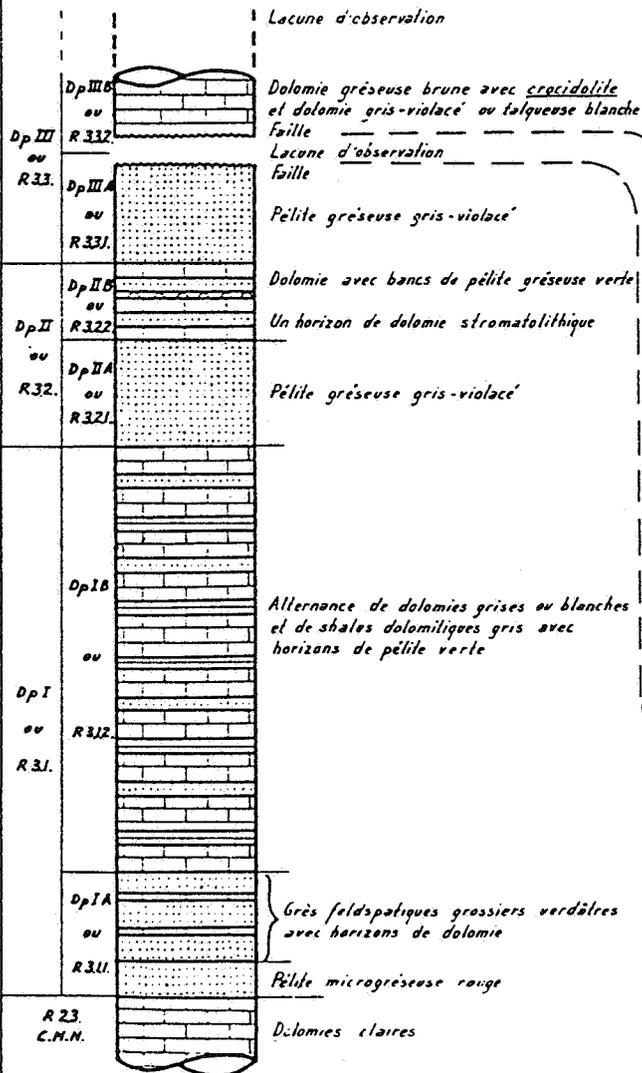


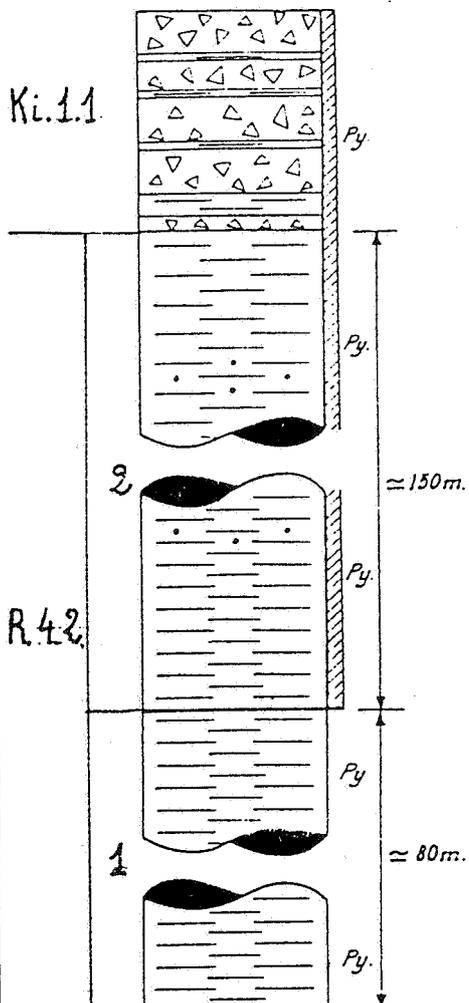
Figure 8  
ECHELLE STRATIGRAPHIQUE DU R.3  
(Groupe de la Dipeta)

0 50 100 m.

Figure 9

LITHOSTRATIGRAPHIE DU R.4

KAMBOVE  
J. CAILTEUX - 1983



LEGENDE

xxx	Débris ou concrétions siliceuses d'origine algair		Roche carbonneuse
	Stromatolites		Roche pyroclastique
	Pisolites		Hématite
	Débris talqueux		Tillite (Ki.11)
~	Surfaces d'érosion		Jaspe, dolomie silicifiée
	Dolomie		Shale noduleux (type SDB)
	Shale		Cristaux de gypse (épigenisés)
			Talc

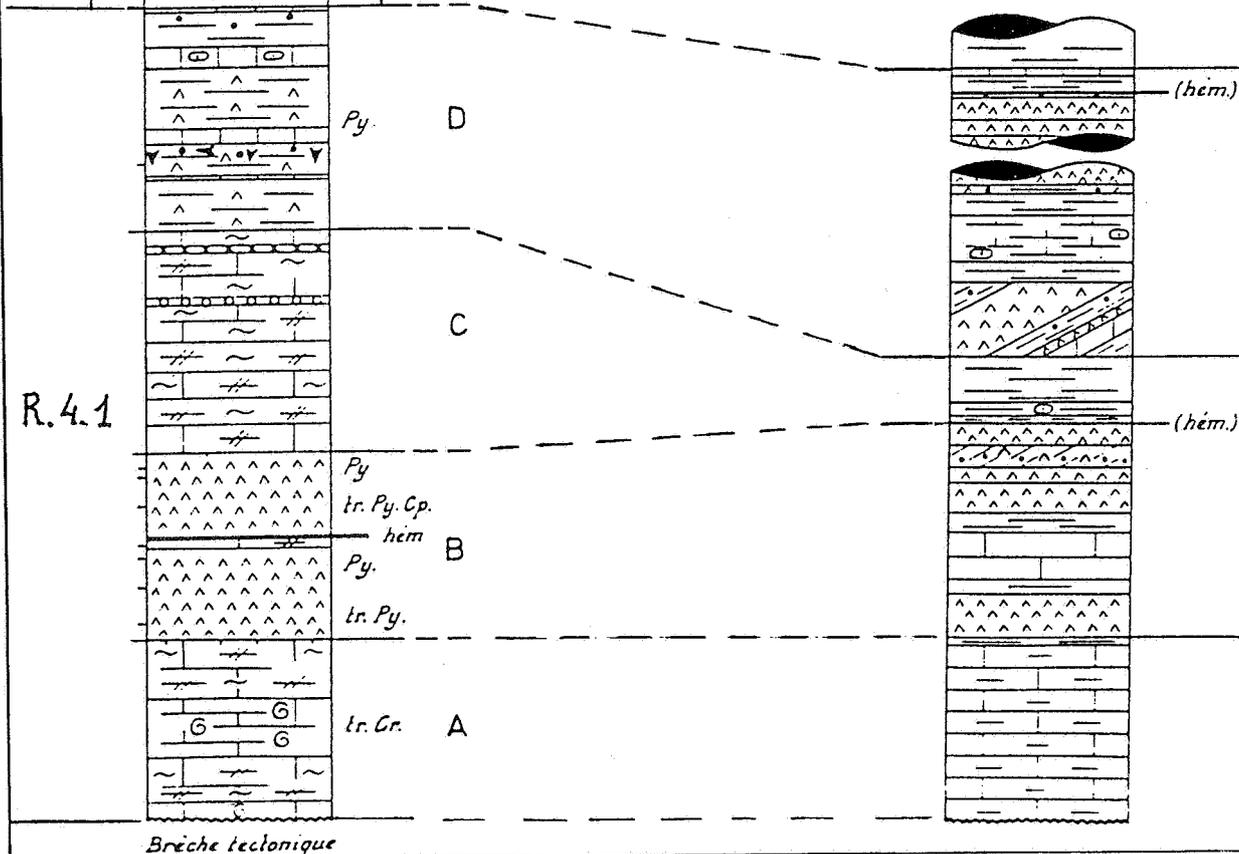


Tableau 3. Epaisseurs du R.3

Lambeau de Kolwezi		Tenke	
?		Dolomies siliceuses du R.4	
		Lacune	
?		Ensemble dolomitique supérieur	40 m
		Lacune	
?		Ensemble dolomitique	40 m
		Ensemble détritique	60 m
		Ensemble dolomitique	170 m
		Ensemble détritique	120 m
		Lacune	
?		Ensemble détritique	30 m
		Ensemble dolomitique	20 m
		Ensemble détritique	30 m
Ensemble dolomitique	35 m	Ensemble dolomitique	120 m
Ensemble détritique RGS	120 m	Ensemble détritique	35 m
Localement brèche		Brèche pélimitique (localement)	
Dolomies du CMN		Dolomies du CMN.	

lier. Couleur noire. Puissance : 150 m environ. Photo n° 17.

- Niveau R.4.2.1 (gréso-dolomitique). Grains anguleux de quartz et de feldspath (+ 40  $\mu$ ) noyés dans une pâte séricito-chloriteuse dolomitique. Environ 20 % de quartz, 10 % de feldspath, 20 % de phyllites, 35 % de dolomite. C'est un siltstone dolomitique régulièrement rubané, de teinte gris clair. Puissance : environ 80 m.

#### FORMATION DU MWASHYA INFÉRIEUR R.4.1 (dominance dolomitique).

- Unité D. Shale chlorito-gréseux d'origine partiellement pyroclastique et partiellement détritique, gris vert, avec horizons de jaspe et de roche siliceuse oolitique. Présence de petits nodules et de cristaux épigénisés de gypse dans le shale. Environ 30 m. Voir photo n° 16.
- Unité C. Dolomie talqueuse massive ou mal stratifiée claire. Environ 30 m.
- Unité B. Cinérite formée d'une pâte chloriteuse massive ou stratifiée, contenant des fragments de plagioclase et de nombreux fantômes de minéraux ferro-magnésiens transformés en chlorite et phlogopite. Couleur vert-noir. Vers le milieu, un petit banc de dolomie fine, blanche, un peu talqueuse, surmontée d'hématite massive. Localement, traces de chalcopryrite. Environ 25 m.
- Unité A. Dolomie talqueuse massive ou mal stratifiée, localement algaire. Parfois traces de carrollite. Environ 25 m.

#### 2.9.2. Faciès et épaisseur du R.4

En ce qui concerne le R.4.1, la description qui précède montre sa grande complexité. On n'en connaît généralement que les parties dures qui affleurent : roches silico-ferrugineuses résultant de l'altération de dolomies, bancs siliceux oolitiques, de jaspe ou d'hématite. Il est actuellement malaisé de définir des faciès. Notons simplement la disparition complète des bancs ooli-

tiques et jaspeux au sud de l'Arc cuprifère. L'apport pyroclastique semble maximal à Shituru, et se manifeste dans un rayon d'environ 50 km autour de ce centre. L'épaisseur du R.4.1 varie de 60 à 120 mètres.

Le R.4.2 est plus simple. Son aspect ne varie guère, sauf en direction de l'est où on voit apparaître, dans sa partie supérieure, un ou deux horizons de grès parfois grossier, arkosique ou non. Son épaisseur, extrêmement variable, atteint localement 400 mètres, pour s'annuler ailleurs.

#### 2.9.3. Genèse du R.4

Hormis les couches pyroclastiques localement présentes, le R.4.1 ressemble fort aux ensembles à prédominance dolomitique rencontrés plus bas dans le Roan. Ici aussi, j'imagine un milieu lagunaire, saumâtre, et un climat sec et chaud. La lacune ubiquiste, connue sous sa base, peut s'expliquer par la disparition d'une couche d'évaporites.

En ce qui concerne le R.4.2, les conditions de dépôts semblent avoir complètement changé. Je suppose que la mer a envahi la lagune, sous un climat devenu très humide et graduellement plus froid, d'où accroissement rapide de l'apport détritique. Puis la vie microbienne se développe en abondance et des boues organiques s'accumulent sous une lame d'eau devenue plus épaisse, dans un milieu très calme.

La puissance du R.4.2 croît du nord vers le sud, mais d'une façon irrégulière, avec amincissements locaux qui peuvent aller jusqu'à la disparition totale de la Formation. Cette disposition ne semble pas être due à une discordance entre le Roan et le Kundelungu Inférieur, car le contact entre le R.4.2 et la mixtite qui le surmonte a souvent un caractère progressif, des éléments venant simplement s'ajouter à la pâte carbonée. Pour expliquer cette disposition, j'ai supposé qu'il y a eu localement rabotage des dépôts, encore meubles, par une banquise épaisse se déplaçant vers le sud (François, 1973).

## 2.10. La Formation du Grand Conglomérat Ki.1.1

### 2.10.1. Description sommaire

Mixtite avec éléments très divers qui constituent environ 50 % de la roche : quartzite et quartz dominants, feldspath, dolérite, gabbro ; très mal classés (0,5 à 500 mm) ; provenant en général du Kibara ; on y trouve parfois des débris de roche siliceuse oolitiques du R.4.1. Le tout est noyé dans un ciment phylliteux (séricite dominante, pennine, quartz), et dolomitique (20 à 50 % de la pâte), gris vert ou noir (jusqu'à 4 % de carbone libre dans la pâte). En général massive, très rarement stratifiée (photos n° 18 & 19).

Présence d'intercalations variées : dolomie (très rare) ou roches détritiques diverses, toujours très peu ou non carbonatées, allant du poudingue pisaire au siltstone, en passant par une grau-wacke feldspathifère fine ou grossière, analogue à des roches trouvées plus haut dans le K.i. Voir photo n° 20.

### 2.10.2. Faciès et épaisseur du Ki.1.1

La pâte de la roche est souvent noire au sud, gris vert au nord. Par ailleurs, la seule intercalation probablement continue est constituée par un poudingue et de la grau-wacke au nord, de la grau-wacke et du siltstone au centre, et rien que du siltstone, d'ailleurs difficilement observable, au sud de l'Arc. D'où la possibilité de distinguer deux ou trois faciès (François, 1973).

La puissance diminue spectaculairement au nord (1000 m et plus) au sud de l'Arc (+ 400 m), tout en restant assez constante le long des lignes isopiques. Au sud de l'Arc, elle semble devenir très irrégulière et même s'annuler à proximité de la frontière de Zambie (François *et al.*, 1981). Voir figure 10.

### 2.10.3. Genèse du Ki.1.1

Plusieurs caractères du Ki.1.1 plaident en faveur d'une origine glaciaire : nette prédominance du ciment phylliteux, absence de stratification et de classement des éléments, nature variée de ceux-ci, qui sont souvent à facettes et parfois striés. L'épaisseur souvent considérable et relativement régulière, la nature parfois carbonée et pyriteuse de la pâte, les contacts normaux et parfois progressifs de la Formation avec les couches encaissantes font penser à une tillite marine, déposée au large d'un inlandsis sous un climat très froid. L'horizon non tillitique (épisode interglaciaire ?) est constitué de sédiments souvent plus grossiers que ceux appartenant au R.4.2 ou au reste du Ki. Je suppose donc que le Ki.1.1 s'est déposé au cours d'une phase régressive.

## 2.11. Le Kundelungu inférieur au-dessus du Ki.1.1

C'est un ensemble détritique complexe qui varie beaucoup perpendiculairement aux lignes isopiques.

Il se présente sous l'aspect le plus

simple dans l'axe de l'Arc cuprifère. Nous avons alors, de haut en bas :

- le Ki.2 : alternance de siltstones grossiers ou fins, dolomitiques (25 à 50 % de quartz, 20 à 40 % de séricite avec chlorite subordonnée, 10 à 25 % de dolomite), massifs ou à litage fin souvent irrégulier ; teinte gris vert. Voir photos n° 25 et 26.
- le Ki.13 : pélite peu dolomitique (10 % de quartz, 60 à 80 % de séricite avec chlorite subordonnée, 10 à 15 % de dolomite), généralement massive, très rarement avec litage fin irrégulier ; teinte gris violacé ; présence de nodules de calcite entourée de chlorite ou d'oligiste. Voir photo n° 23.
- le Ki.1.2.1 : shale argileux très peu dolomitique, légèrement carboné (5 à 35 % de quartz, 60 à 90 % de séricite avec chlorite subordonnée, 0 à 4 % de dolomite, 0 à 0,5 % de carbone libre) ; rubanage très régulier ; teinte gris plus ou moins foncé. Voir photo n° 21.

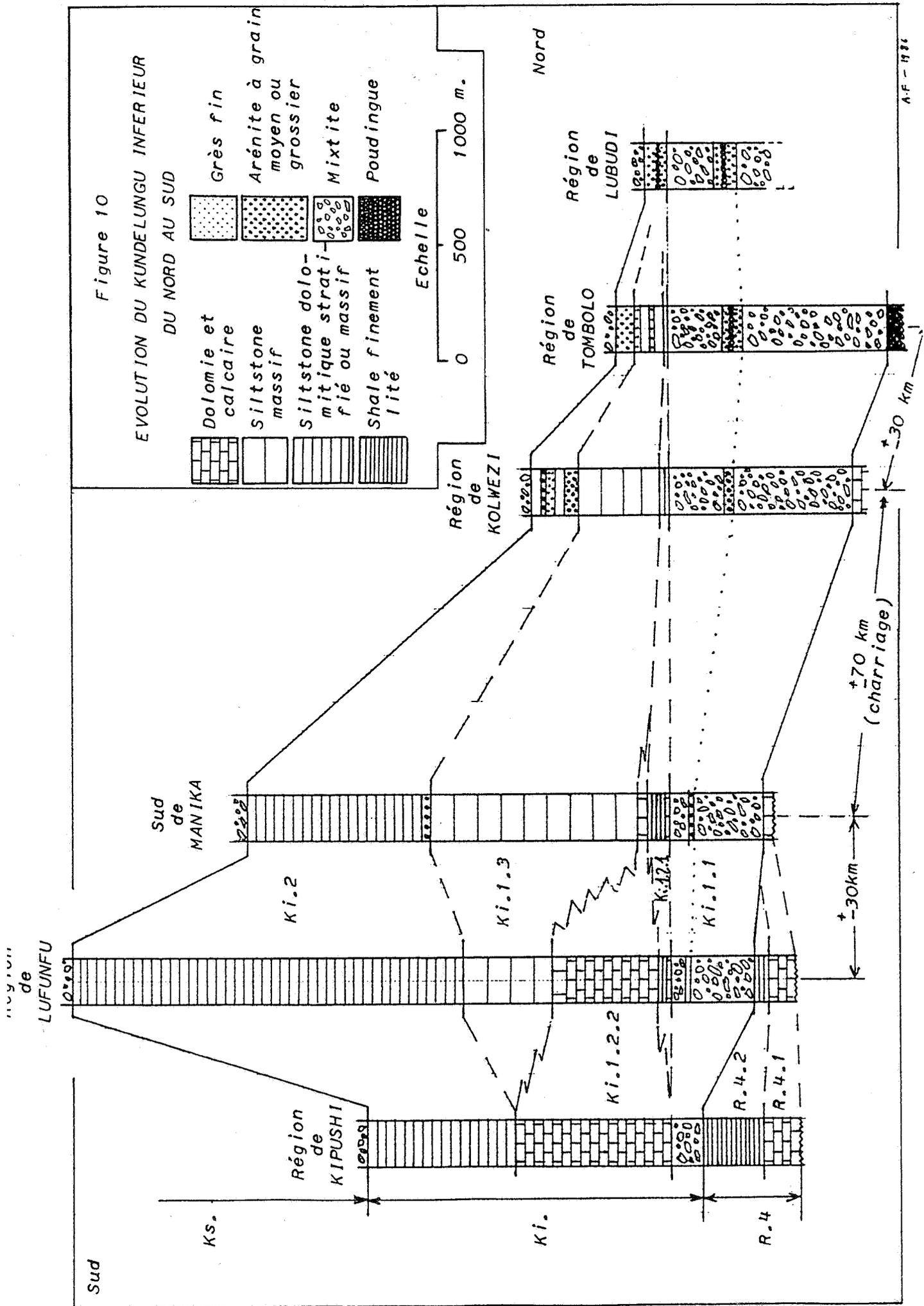
Lorsqu'on se déplace vers le nord, on constate les modifications suivantes (cfr. figure 10) :

- le Ki.2 est progressivement envahi, à partir de sa base, par des bancs de grau-wacke feldspathique et dolomitique grise, plus ou moins grossière (40 à 50 % de quartz, 10 à 25 % de feldspath et roche basique, 15 à 20 % de séricite, 10 à 30 % de dolomite). Les horizons de siltstone disparaissent. Finalement, contre le socle Kibarien, il ne reste plus que la grau-wacke avec des passées de poudingue. Voir photo n° 27.
  - le Ki.1.3 est progressivement envahi par des arkoses de plus en plus grossières (40 à 50 % de quartz, 40 % de feldspath, 10 % de séricite, 0 à 2 % de dolomite). Sa teinte vire au rouge lie de vin. Voir photo n° 24.
  - le Ki.1.2.1 s'amincit et devient de plus en plus gréseux.
- L'ensemble se réduit finalement à une arénite grossière à bancs de poudingue.

Vers le sud, le Ki.1.3 prend une teinte gris acier. On note l'apparition d'un niveau de dolomie et de calcaire parfois carbonés (90 % de carbonate, 0,5 % de carbone libre), de teinte gris clair ou gris foncé, généralement mal stratifié, qui remplace graduellement le Ki.1.2.1, puis le Ki.1.3. C'est le Ki.1.2.2, mieux connu sous le nom de "Calcaire de Kakontwe". Finalement, seul un ensemble carbonaté surmonté par des roches pélitico-dolomitiques stratifiées du Ki.2 demeure (François, 1973b). Voir figure 10 et photo n° 22.

L'épaisseur de l'ensemble croît rapidement du nord vers le sud, passant de 100 à quelque 2600 m. Il se peut qu'elle passe par un maximum un peu au sud de l'Arc cuprifère, mais je ne puis le certifier (cfr. figure 10).

Au point de vue genèse, il pourrait s'agir de sédiments marins déposés sous une épaisseur d'eau croissante du nord vers le sud, depuis la zone littorale jusqu'au talus continental. Le Niveau de Kakontwe pourrait être un dépôt pélagique, formé à grande distance du ri-



vage, suite à l'absence de tout apport détritique, lors d'un maximum de la transgression. La base du Ki.2 indique une régression temporaire, suivie par une nouvelle avancée de la mer.

## 2.12. Le Supergroupe du Kundelungu Supérieur

Cet ensemble détritique est le plus complet au nord de l'Arc cuprifère. De haut en bas se succèdent :

- le Ks.3 : arkose fine ou grossière, avec rares bancs de siltstone argileux ou gréseux et de poudingue pisaire ; teinte rouge à lilas ; litage souvent irrégulier, entrecroisé ; débris de siltstone dans l'arkose (conglomérat intraformationnel) ; 400 m ou plus. Voir photo n° 37.
- le Ks.2.2 : alternance de siltstones argileux ou gréseux, feldspathiques, plus ou moins dolomitiques (35 % de quartz, 15 % de feldspath, 25 % de séricite, 5 % de chlorite, 15 % de dolomite calcitique) ; teinte gris rose pour les passes gréseuses, gris violet pour les passes argileuses ; litage souvent irrégulier, onduleux, parfois entrecroisé ; présence fréquente de granoclassement et de conglomérats intraformationnels ; puissance mal connue, peut-être jusqu'à 1500 m. Voir photo n° 36.
- le Ks.2.1 : même roche que ci-dessus, à dominance gréseuse ; en plus, horizons de grès feldspathique calcaro-dolomitique à grain grossier ou moyen, gris rose, et un ou deux bancs épais d'un mètre de calcaire impur à nodules cherteux décimétriques ; puissance : 150 à 250 m. Voir photos n° 34 & 35.
- le Ks.1.3 : même siltstone que ci-dessus, moins feldspathique, à dominance argileuse ; litage souvent onduleux, les lits plus gréseux se terminant en biseau ; puissance : environ 150 m. Voir photo n° 33.
- le Ks.1.2.2 : alternance de shale dolomitique (20 % de quartz, 5 % de feldspath, 35 % de séricite, 5 % de chlorite, 20 % de dolomite) ; litage assez fin et très régulier ; teinte alternativement gris verdâtre et gris violacé et de grès dolomitico-phylliteux (40 % de quartz, 5 % de feldspath, 20 % de séricite et chlorite, 25 % de dolomite calciteuse) ; en gros bancs ; souvent teinte gris verdâtre, parfois gris violacé, ou gris vert à taches violacées ; on les appelle souvent macignos - dans la partie supérieure, bancs ou horizon de calcaire franc (90 % de calcite) ; teinte rose ; souvent oolitiques, bien stratifiés - puissance totale : 300 à plus de 1000 m. Voir photos n° 31 et 32.
- le Ks.1.2.1 : dolomie massive ou finement et régulièrement litée, teinte rose ou gris clair ; ce niveau porte le nom de "calcaire rose" ; épaisseur, environ 5 m. Voir photo n° 30.
- le Ks.1.1 : mixtite ; le ciment (environ 80 % de la roche) est constitué de grains détritiques très mal classés (20 µ à 1 mm) entourés par une pâte séricito-dolomitique très fine (15 %

de dolomite) ; les éléments (2 mm à 5 cm de diamètre) sont enrobés dans le ciment ; éléments et grains détritiques sont formés de quartz, quartzite, feldspath, agate, shale, granite ; teinte gris violacé ; puissance, 40 à 50 m. Voir photo n° 28.

Voilà comment ces formations évoluent vers le sud :

- le Ks.3 n'est connu qu'au nord de l'Arc, sous forme d'arkoses subhorizontales qui couronnent les plateaux de Kundelungu et de Bianco. Il existe peut-être dans l'axe des grands synclinaux qui passent entre l'Arc cuprifère et le plateau de Kundelungu, sous forme de sédiments plus fins.
- le Ks.2. Suite à la disparition des grès feldspathiques et du calcaire à cherts, le Ks.2.1 ne se différencie plus du Ks.2.2, à partir du milieu de l'Arc. L'épaisseur peut dépasser 1 km.
- le Ks.1.3 devient plus argileux. On le trouve dans des zones déprimées, entre le Ks.2 et le Ks.1.2.2 qui résistent mieux à l'érosion. Son épaisseur peut atteindre 380 m.
- le Ks.1.2.2 perd ses bancs de calcaire oolitique. Sa puissance croît jusqu'à dépasser 1000 m.
- le Ks.1.2.1, mince et très altérable, affleure très rarement. Il semble rester pareil à lui-même sur toute la largeur de l'Arc.
- le Ks.1.1 subit une modification notable sur la bordure sud de l'Arc cuprifère. Le ciment (80 % de la roche) devient une pélite sériciteuse avec environ 20 % de dolomite et un peu de pennine. Les éléments, qui dépassent rarement 2 cm, sont des débris de quartz, de quartzite et de calcaire ou dolomie, en proportion indéterminée. La teinte varie du gris au gris verdâtre. L'épaisseur est d'environ 30 m. Voir photo n° 29.

Si on ne considère que les formations connues au nord et au sud de l'Arc (Ks.1.1 + Ks.1.2 + Ks.1.3), la puissance totale passe de 500 à 1300 mètres environ (cfr. figure 11).

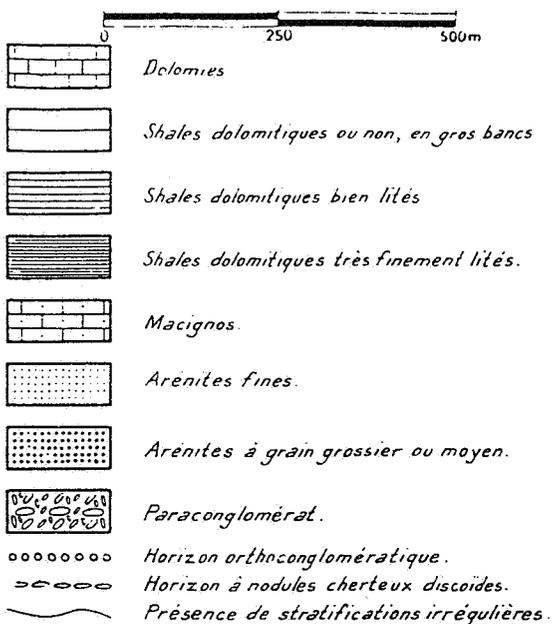
Au point de vue genèse, la sédimentation marine s'est poursuivie.

Le Ks.1.1 ressemble beaucoup au Ki.1.1, hormis la dimension réduite de ses éléments. Ses contacts avec les roches encaissantes s'effectuent aussi sans discontinuité. Son épaisseur est également très régulière, avec une diminution vers le sud, contrairement à toutes les autres Formations du Ki. et du Ks. Il pourrait donc être une tillite marine comme le Ki.1.1. Les éléments calcaro-dolomitiques proviennent probablement du Niveau du Calcaire de Kakontwe. Ce dernier ne s'étant déposé qu'à partir du sud de l'Arc, sans doute a-t-il émergé loin au sud, peut-être en Zambie ? Le caractère grossier du ciment dans le nord indique un dépôt au cours d'une phase régressive.

On assiste ensuite à un épisode transgressif : apport abondant de matériel détritique qui se dépose dans un

Figure 11

SUPERGROUPE DU KUNDELUNGU SUPERIEUR Ks  
EHELLES STRATIGRAPHIQUES



milieu calme, sous une épaisse lame d'eau à l'endroit de l'Arc, avec passage à la zone néritique plus au nord (calcaire oolitique). C'est le Ks.1.2.

Le reste de la succession stratigraphique, avec ses litages irréguliers, révèle le comblement du bassin en voie de subsidence, le Ks.2.1 et le Ks.3 indiquant deux phases régressives secondaires.

### 3. HISTOIRE SEDIMENTOLOGIQUE DU KATANGIEN DE L'ARC CUPRIFERE

Voici comment je conçois la suite des événements qui ont donné naissance au Katangien :

a. Transgression marine, avec formation d'un tapis de conglomérats et d'arénites dans un golfe ouvert au sud et bordé au nord-ouest comme à l'est par des reliefs.

b. Isolement d'une vaste lagune dans le golfe. Dépôt d'évaporites, puis de siltstones dolomitiques, avec apport probable de matériel volcanique, puis encore d'évaporites. Le tout dans des conditions oxydantes, sous un climat chaud, l'activité biologique restant faible. C'est le R.1.

c. Dans la même lagune, sous un climat chaud. Succession de périodes à sédimentation principalement biochimique, parfois évaporitique, dans un milieu réducteur, suite à des épisodes secs ou à une pente continentale faible, et de périodes à sédimentation principalement détritique en milieu réducteur ou légèrement oxydant, suite à des épisodes humides ou à une forte pente continentale. C'est l'ensemble R.2 + 2.3 + R.4.1.

d. Transgression marine qui recouvre la lagune sous un climat froid. Dépôt de boues argilo-sableuses dans un milieu d'abord légèrement réducteur, puis euxinique. C'est le R.4.2.

e. Première glaciation. Etablissement d'un inlandsis sur le continent et régression avec émergence du R.4.1 au nord. La calotte glaciaire atteint le rivage et forme un glacier flottant qui racle localement le fond et se disperse en icebergs vers le sud. Accumulation dans un milieu réducteur de boues argilo-dolomitiques grises ou noires, dans lesquels sont enrobés des éléments parfois volumineux, libérés par la fonte des glaces. Le till marin, très épais à proximité du continent, s'amincit pour finir par disparaître vers le sud. Un réchauffement temporaire provoque le dépôt de sédiments détritiques, grossiers au nord, fins au sud. Le tout constitue le Ki.1.1.

f. Réchauffement modéré du climat. Fonte de l'inlandsis, forte transgression marine et apport terrigène abondant, dans un milieu d'abord réducteur, puis oxydant, du moins à proximité des côtes. Dépôt d'argile peu carbonatée d'abord rubanée et foncée, puis massive et violacée. Le tout est remplacé par des arénites rouges vers le nord, près du rivage et par des boues calcaro-dolomitiques loin au sud, là où l'apport terrigène ne parvient plus. C'est l'ensemble Ki.1.2 + Ki.1.3.

g. Régression secondaire, suivie par une

faible transgression, dans un climat tempéré. Apport détritique abondant dans un milieu de moins en moins réducteur. Remplissage du bassin par des boues argilo-gréseuses, avec horizons de sable grossier qui disparaissent au sud mais envahissent tout le Groupe au nord. Première phase tectonique notable avec émergence loin au sud. C'est le Ki.2.

h. Seconde glaciation, avec établissement d'un inlandsis sur les terres émergées et régression de la mer. Un till marin se sédimente. Sa pâte est rouge et grossière au nord (milieu agité et oxydant). Elle est gris verdâtre et fine au sud (milieu calme, un peu réducteur). Les éléments proviennent du continent septentrional au nord, et de la terre émergée méridionale au sud. C'est le Ks.1.1.

i. Court épisode à climat très sec. Les glaciers n'atteignent plus la mer. Il se forme des boues dolomitiques. C'est le Ks.1.2.1.

j. Etablissement d'un climat chaud et humide, ce qui provoque la fonte de l'inlandsis et une reprise de l'apport terrigène. Forte transgression. Des boues argilo-sableuses s'accumulent dans un milieu très calme, tantôt légèrement réducteur, tantôt un peu oxydant. C'est le Ks.1.2.2. Le bassin de sédimentation se comble et l'épaisseur de la tranche d'eau diminue. Il en résulte le dépôt au nord de calcaire oolitique (sommet du Ks.1.2.2), puis partout d'argiles peu sableuses et carbonatées, à litage irrégulier. C'est le Ki.1.3.

k. Légère régression, qui se traduit par l'accumulation de sables fins et d'argiles dolomitiques, avec des bancs de sable feldspathique grossier au nord. L'horizon de calcaire à cherts résulte d'un court épisode sec, à faible apport terrigène. La régression correspond à une importante phase tectonique qui se produit au sud de l'Arc. C'est le Ks.2.1.

l. Faible transgression, avec retour aux conditions qui prévalaient lors du dépôt du Ks.1.3. C'est le Ks.2.2, qui ne s'est probablement formé qu'au nord des terres émergées suite au récent plissement. L'apport terrigène est considérable et de grandes quantités de sédiments comblent le bassin en voie de subsidence.

m. Régression marquée dans le nord, sous un climat chaud et humide. Les conditions sont franchement oxydantes. Il se forme un tapis de sables rouges avec passées argileuses ou conglomératiques, qui marque probablement la fin de la sédimentation dans le golfe du Shaba.

Par la suite, tous ces dépôts subissent la diagenèse, avec formation de chlorite magnésienne dans le Roan, peut-être à partir d'un matériau partiellement volcanique et de saumures. Un métamorphisme régional se développe vers le sud, avec apparition de biotite, de scapolite, d'épidote, de hornblende et de grenat (François *et al.*, 1981).

1. ORIGINE DU BASSIN DE SEDIMENTATION

La dépression dans laquelle le Roan s'est déposé a été considérée comme un rift post-kibarien (Lefebvre, 1978). Dans ce cas, le contact Kibarien-Roan devrait se faire le plus souvent par l'intermédiaire de failles radiales. Je n'ai rien constaté de tel le long du promontoire de Zilo, pas plus au nord de Kolwezi (contact observé sur 60 km) qu'à hauteur de Lubudi et de Mitwaba. En outre, les empilements sédimentaires qui remplissent les rifts comportent ordinairement un fort pourcentage de roches franchement volcaniques. Or il n'y en a guère dans le Roan, sauf au sein du R.4 des environs de Likasi (Lefebvre, 1973) et par endroits dans le R.3 et le R.2 (Lefebvre *et al.*, 1975). Enfin, les fossés d'effondrement n'engendrent pas des tectoniques tangentielle-compressives semblables à celle connue dans l'Arc. Il s'agit donc d'une hypothèse qui doit encore être étayée par des observations. En attendant, je garderai l'ancienne conception d'une plate-forme continentale en forme de golfe, graduellement submergée par une transgression marine.

2. LES PHASES PRECOCES DE L'OROGENESE KATANGIENNE

2.1. La discordance entre le Groupe de Muxashya R.4 et les Formations sous-jacentes

Au Shaba, les trois Groupes inférieurs du Roan sont partout disloqués en une sorte de mégabèche avec des éléments parfois kilométriques de formations dolomitiques qui appartiennent au R.2 ou au R.3, noyés dans une masse de siltstones chlorito-dolomitiques triturés. Voir les photos n° 38 et 39.

Il ne s'agit manifestement pas du résultat de mouvements tectoniques précoces, survenus avant le dépôt du R.4, lequel se serait sédimenté en discordance sur un ensemble plissé et érodé. On a supposé que les siltstones ont joué le rôle de "couches savon", fluant et se disloquant sous l'effet des efforts tectoniques. Les ensembles dolomitiques, déstabilisés, se seraient alors brisés en morceaux (Schuiling, 1947). Cette interprétation n'est guère convaincante. Dans le monde, en effet, les alternances de formations pélitiques et dolomitiques qui se sont plissées régulièrement, sans fluage ni dislocation, sont innombrables.

Par la suite, de Magnée (1977) souligne les analogies existant entre les structures du Roan et la tectonique saline. Il en déduit l'existence d'assises évaporitiques puissantes dans ce Supergroupe. Ultérieurement, Buffard *et al.* (1979) supposent que les sources salines connues au Shaba proviennent de couches de halite localisées dans le R.4. Pour ma part, je me rallie à ces hypothèses qui expliquent à la fois les lacunes stratigraphiques du Roan, sa dislocation généralisée en mégabèche et les formes tectoniques particulières dont nous parlerons plus loin.

2.2. Le passage du Roan au Kundelungu inférieur

La présence dans le Ki.1.1 de cailloux oolitiques nécessite une érosion du R.4.1 dans le nord du golfe shabien. L'émersion correspondante n'est pas nécessairement due à un plissement. Un abaissement eustatique du niveau marin, consécutif à une glaciation, l'a peut être produite. Par ailleurs, les lacunes locales du R.4.2 n'indiquent pas forcément des soulèvements avec émerision. Elles pourraient provenir d'un raclage de pélites encore meubles couronnant des hauts-fonds par des glaces flottantes.

2.3. Le passage du Kundelungu inférieur au Kundelungu supérieur

Partout où le passage entre le Ki. et le Ks. est observable, il se fait d'une façon insensible, progressive, en concordance. Pourtant, le Ks.1.1 méridional contient des cailloux de calcaire qui pourraient provenir du Ki., plus précisément du Ki.1.2.2 (Niveau de Kakontwe). Ce dernier ne s'étant pas déposé au nord de l'Arc, il faut supposer qu'il a émergé au sud, en Zambie.

2.4. En résumé, les levés effectués dans l'Arc cuprifère n'ont pas décelé de mouvement tectonique précoce. Il y a peut-être eu un soulèvement en Zambie, alors que le dépôt du Kundelungu inférieur s'achevait.

3. LA PHASE KOLWEZIENNE

Les levés précis effectués dans les deux tiers occidentaux de l'Arc cuprifère ont mis en évidence une première phase tectonique majeure de l'orogénèse katangienne. C'est la phase Kolwezienne. Elle s'est manifestée par un glissement de la couverture vers le nord, causé peut-être par la gravité. Elle semble avoir épargné les socles anciens.

Ce mouvement a produit des plis à plans axiaux déversés vers le nord. Dans l'ouest de l'Arc, le flanc sud d'un des anticlinaux ainsi formés a fortement chevauché le flanc nord. Il s'est transformé en massif charrié et se superpose, le long d'une faille dite "de Kansuki", au flanc nord devenu massif autochtone. La faille de Kansuki se situe partout à un horizon à peu près constant de l'autochtone, plus précisément à quelque 200 m au-dessus de la base du Ks.2.1 (Demesmaeker *et al.*, 1963 ; François, 1973a).

Ne voyant pas comment la nappe de charriage aurait pu repousser devant elle les quelques 2000 m de sédiments du Ks.2.2 et du Ks.3, en suivant les plis de l'autochtone, j'en ai déduit qu'elle s'est mise en place juste après le dépôt du Ks.2.1, sur des formations restées horizontales (Demesmaeker *et al.*, 1963). C'est la phase Kolwezienne de la tectonique.

L'amplitude du charriage est mal connue, faute de sondage traversant le massif charrié. Le chiffre de 75 km est donné suite à la réapparition du massif autochtone dans une fenêtre tectonique, un peu au nord de Kengere, sur le méridien

de Kolwezi (François *et al.*, 1981). La faille de Kansuki se retrouve vers l'est, tout au long du tracé sinueux indiqué sur la figure 12, pour se perdre dans un des anticlinaux des monts Dipompa. Le rejet diminue vers l'est, pour finalement s'annuler. La même faille se retrouve plus au nord, entourant le lambeau charrié de Kolwezi, ainsi que le Roan de Tombolo et des Klippes.

Le charriage de Kolwezi semble relayé en direction du sud-est par les anticlinaux de Kambove, puis de l'Etoile. Ils se caractérisent par le chevauchement du flanc sud sur le flanc nord. Je suppose qu'ils proviennent, comme la faille de Kansuki, d'un glissement de la couverture vers le nord, au cours de la phase Kolwezienne de la tectonique (voir photo n° 40).

La mise en place du charriage de Kolwezi a produit des structures fort intéressantes. Citons par exemple les nombreux lambeaux de poussée de dimension parfois considérable (jusqu'à 10 X 10 km en affleurement), qui furent arrachés à l'autochtone et entraînés vers le nord, entre le fleuve Lualaba et Tenke (cfr. figure 12). Citons aussi un front de nappe que j'ai localisé d'abord à l'est de Tshilongo (François, 1973), puis au nord de Tenke. On y voit du Roan bréchié qui s'encapuchonne entre deux ensembles de Kundelungu autochtone, dont l'un s'est déposé avant la mise en place du charriage, et l'autre après.

#### 4. LA PHASE KUNDELUNGIENNE

Mes levés montrent que la faille de Kansuki, subhorizontale à l'origine, a été fortement déformée, d'où son allure tortueuse qui apparaît clairement sur la figure 12. Ils prouvent aussi l'existence d'un plissement à plans axiaux déversés vers le sud. Dans certains des anticlinaux ainsi formés, c'est le flanc nord qui chevauche le flanc sud, le rejet pouvant atteindre 10 kilomètres.

Un de ces anticlinaux, qui passe un peu au nord de Kabolela (anticlinal de Kakanda), déforme la faille chevauchante de Kambove (cfr. François, 1973, et fig. 13). De même, près du gîte barytifère de Sablinga, un accident qui date de la phase Kolwezienne est infléchi par le pli anticlinal de Tanga, au coeur duquel il pénètre profondément (fig. 14).

Il y a donc eu une deuxième phase majeure de plissement appelée "Kundelungienne", qui a gauchi des structures nées de la phase Kolwezienne. Il est intéressant de noter que le plissement qui, en Zambie, a agi à la fois sur le socle et sur la couverture, a donné des plis à plans axiaux déversés vers le sud (Mendelsohn, 1961). La phase Kundelungienne aurait donc affecté à la fois le socle et l'ensemble du Système Katangien.

#### 5. LES FAILLES A EXTRUSION

Mes levés ont mis en évidence des alignements étirés et discontinus de mégabèches de Roan, bordés de part et d'autre par des formations d'âge très divers, allant du R.4 au Ks.2. Ces

structures ne sont pas dues à des plis anticlinaux. Elles jalonnent d'importants accidents d'allure légèrement onduleuse qui, souvent, recourent les couches en biseau. Un sondage d'environ 550 m, foré à Sesa, a montré qu'elles s'enracinent profondément. Je les ai interprétées comme le résultat de la remontée de roches du Roan le long de failles qui ont localement affaibli la résistance de la couverture kundelungienne. De tels mouvements sont de nature diapirique et n'ont lieu que si le matériel profond est moins dense que les roches sus-jacentes, et très plastique. Ils constituent un argument de poids en faveur de l'existence d'importantes formations évaporitiques dans le Roan du Shaba.

J'ai cartographié trois de ces alignements à l'ouest du méridien 27° est. Ce sont les "failles à extrusion" de Monwezi, de Sesa et de Kamatanda. Il y en a également, moins bien connues, à l'est du même méridien. Je vais les décrire sommairement ci-après.

##### 5.1. La faille à extrusion de Monwezi

Cette structure s'étend sur une longueur de 170 km au moins, entre Kalongwe à l'ouest et Shomberwa à l'est (fig. 12). Son repérage est aisé là où de vastes plages du Roan la soulignent, comme à Shinkolobwe.

Entre ces accumulations, l'accident disparaît sous du recouvrement. Il se manifeste alors parfois par des discordances d'âge ou d'allures entre les massifs qui le bordent.

Plusieurs gisements ont été découverts dans des débris de R.2 le long de la faille de Monwezi : Kalongwe, Mindigi, Swambo, Shinkolobwe.

##### 5.2. La faille à extrusion de Sesa

C'est un accident orienté N45°W qui traverse en diagonale le synclinorium de Kambove, sur une longueur de 30 km (fig. 12). Il débute par une déchirure dans le flanc sud de l'anticlinal de Mulungwishi, pour disparaître complètement à quelques kilomètres au NW de Likasi. Il ne semble pas présenter de rejet horizontal notable. Le Roan axial est large de 0 à 2,5 km et recèle les gisements Shanguluwe, Kamfundwa, Kazibizi et Sesa.

##### 5.3. La faille à extrusion de Kamatanda

Une plage de Roan de 3 X 1,2 km affleure à 5 km au NE de Likasi, isolée dans le Kundelungu inférieur du flanc nord du synclinorium de Kambove. Outre les siltstones et roches siliceuses habituelles, on y trouve un débris de R.2, le gisement de Kamatanda (fig. 12). Ce n'est pas une klippe. En effet, elle se prolonge par une faille sinueuse, qui se perd dans du Roan au sud de Luambo. Cet accident se manifeste dans une tranchée de la voie ferrée Likasi-Kolwezi par 200 mètres de siltstones bréchiés et de roches siliceuses diverses. Kamatanda fait donc partie d'une faille jalonnée d'extrusions.



#### 5.4. Les failles à extrusion à l'est de la Lufira

La partie de l'Arc situé à l'est de la rivière Lufira est encore assez mal connue, faute de levés détaillés. Cependant, j'y ai rencontré, en plusieurs endroits, des paquets de Roan qui ont certainement émergé suite à des remontées extrusives. Citons les cas suivants (cfr. figure n° 15) :

- ensemble Kebumba-Kampesimpesi, avec le gisement de Kamwali ;
- ensemble Sokoroshe I et II ;
- ensemble de Tshifufiamashi, avec le gisement très intéressant de Kinsevere ;
- ensemble Kapota-Mapandwe ;
- le Roan de Karukuruku nord.

#### 5.5. Remarques concernant les extrusions

a. Les paquets de Roan extrusif se situent-ils bien le long de failles continues, ou dans une suite de cassures isolées plus ou moins importantes ? Pour répondre à cette question, il faudrait effectuer de nombreuses recherches par sondages, ce qui ne se justifie pas économiquement. Je signale simplement que la continuité a été constatée chaque fois que les conditions d'affleurement étaient favorables. Parfois, comme entre Sesa et Kazibizi, j'ai vu deux ensembles de Kundelungu d'âge différent (dans ce cas du Ks.1.2.2 et du Ks.2), séparés par quelques décimètres de brèche et de roche siliceuse (rapport inédit).

b. On peut se demander si la remontée extrusive est la cause ou le résultat de l'existence d'une faille. A mon avis, la seconde hypothèse est la plus vraisemblable. Ce sont des failles qui, en diminuant la résistance de la couverture kundelungienne, ont permis les remontées extrusives du Roan, malaisément explicables sans la présence d'importantes formations salines actuellement disparues.

c. L'âge des structures extrusives prête à discussion. Pour la faille de Monwezi, j'ai constaté qu'elle coupe huit plis anticlinaux qui semblent se correspondre deux à deux, avec un rejet horizontal dextre d'environ 5 km. S'il en est bien ainsi, elle serait postérieure au plissement et serait due à une phase tardive de la tectonique. La faille de Sesa ne semble pas avoir provoqué de rejet horizontal notable. Je suppose donc qu'elle date de la phase Kundelungienne. La faille de Kamatanda, par contre, pourrait être antérieure à cet événement, car elle épouse plus ou moins les allures des massifs qui la bordent.

d. Les relations entre les failles à extrusion et le socle ne sont pas connues. En effet, les régions dans lesquelles ces accidents existent sont toutes situées loin des affleurements de socle.

#### 6. LES RABOTAGES DE FLANCS D'ANTICLINAUX

Il n'est pas rare de voir une portion du flanc d'un anticlinal remplacée par de la mégabrèche de Roan. Dans un cas, observé au NW de Kakanda, le flanc a visiblement subi une flexion et s'est brisé. Le Roan a comblé le vide ainsi

créé en remontant de la profondeur. Ailleurs, le Roan semble avoir arraché une partie du flanc pour s'y substituer. C'est en bordure d'une structure de ce genre que se situe le gisement de Kipushi (fig. 16).

En général, ces rabotages coïncident avec une faille transversale qui a affaibli la résistance du flanc d'anticlinal concerné. Ils constituent un argument de plus en faveur du caractère évaporitique d'une partie du Katangien.

#### 7. TECTOGENESE DE L'ARC CUPRIFERE DU SHABA

Il est souvent difficile de retrouver dans les chaînes tectoniques les structures engendrées par la tectonique globale. C'est le cas pour l'orogène Katangien, dont la cartographie précise est encore incomplète et dont une partie importante a disparu par érosion, ou est cachée par des dépôts plus récents.

En ce qui concerne les manifestations orogéniques précoces, l'émergence peu marquée qui a lieu sur la bordure nord du bassin de sédimentation, et qui s'est traduite par la présence d'éléments de R.4 dans le Ki.1.1, pourrait correspondre à une régression temporaire provoquée par l'accumulation d'un inlandsis, sans mouvement tectonique notable. Par contre, l'existence de cailloux du Ki.1.2 (Formation de Kakontwe) dans le Ks.1.1 trahit un soulèvement important localisé loin au sud de l'Arc cuprifère, peut-être le long des dômes de socle qui s'alignent actuellement entre les massifs de la Kafue et de la Kabompo (François *et al.*, 1981). Il a pu surgir au droit d'une zone de subduction, à l'instar des guirlandes d'îles de la mer des Caraïbes.

La faille Kolwezienne est survenue durant le dépôt du Kundelungu supérieur. Les plis et les chevauchements engendrés alors sont inexplicables sans un glissement de grande amplitude (plus de 70 km) de la couverture vers le nord, sous l'effet de la gravité. Au sud de l'Arc, un nouveau soulèvement serait donc survenu, amplifiant celui dont il a été question ci-dessus. D'où naissance de loupes de glissement dont les limites méridionales sont peut-être visibles sur le méridien de Kolwezi (François *et al.*, 1981).

La faille Kundelungienne a influencé à la fois le socle et l'ensemble du Katangien. Elle s'exprime par des plis déversés vers le sud et des chevauchements orientés dans la même direction. Elle pourrait provenir des efforts de compression imposés à la plate-forme par le mouvement de subduction.

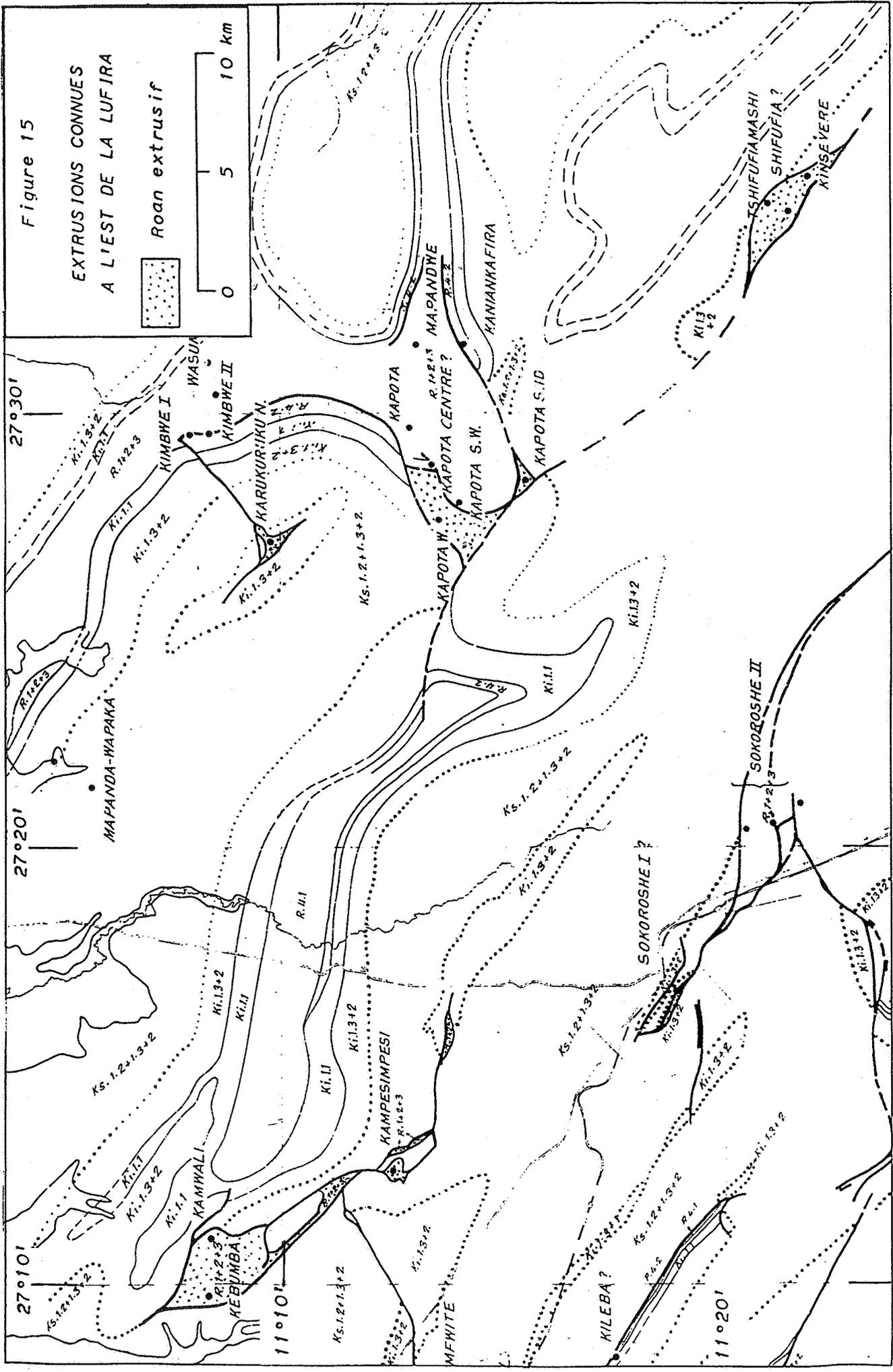
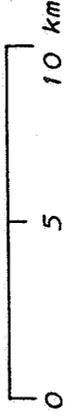
La phase Monwezienne se traduit par de grandes failles jalonnées de remontées diapyriques, nées soit pendant, soit après la phase Kundelungienne. Elle a peut-être affecté le socle, mais il n'y a aucune certitude à cet égard, pas plus que sur la cause de ces déchirures.

Tous ces mouvements ont probablement été facilités par la présence de formations évaporitiques dans le Roan. La dislocation en mégabrèche de ce supergroupe a

Figure 15

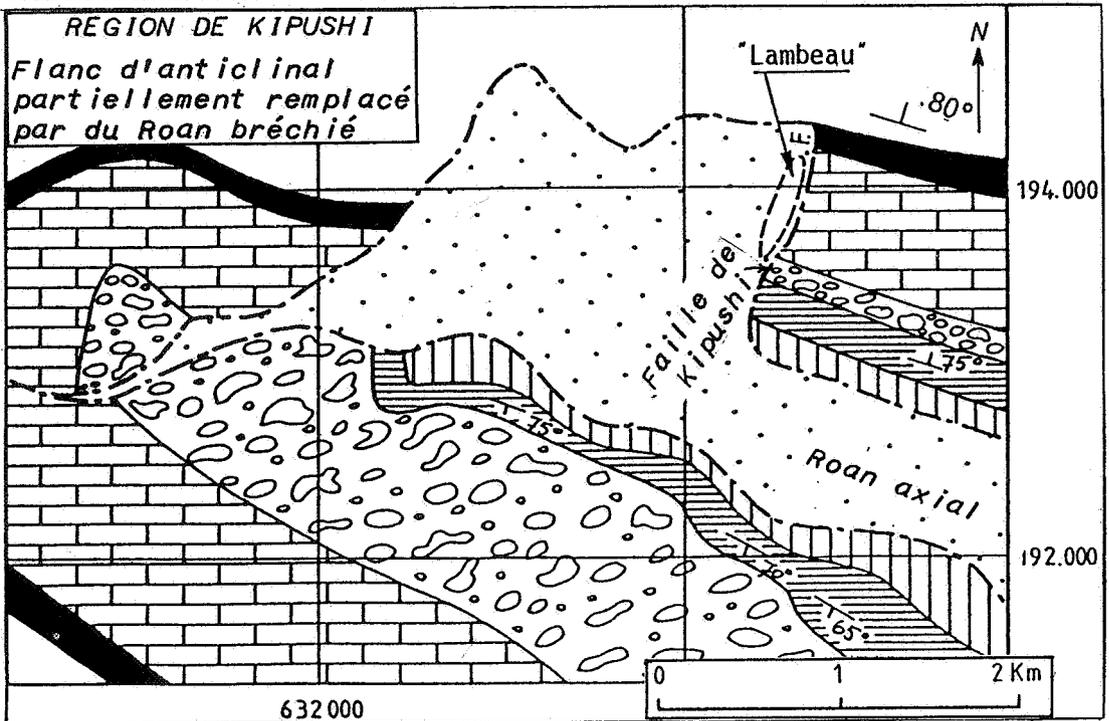
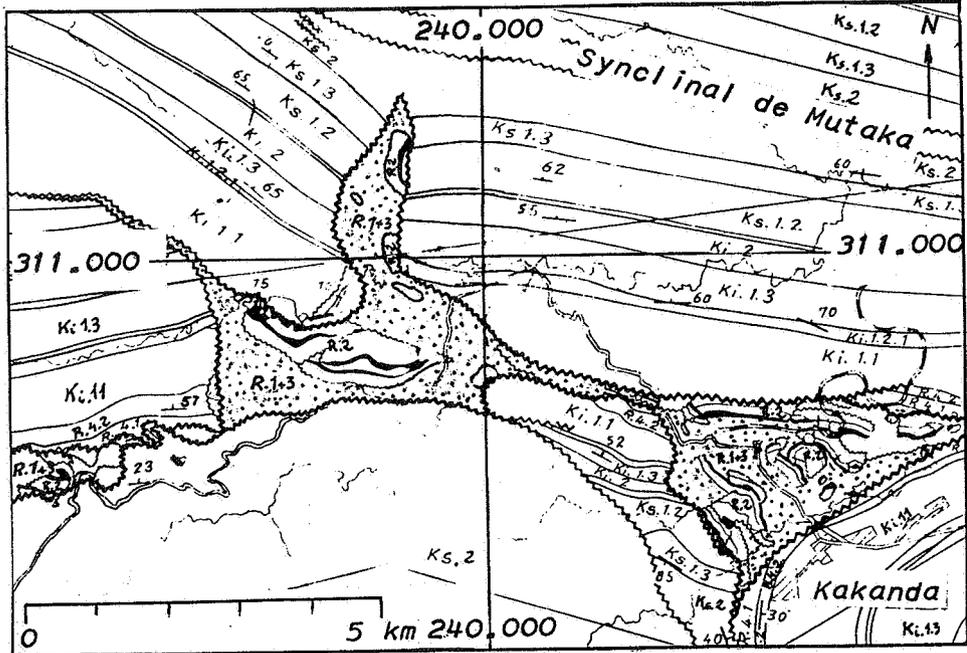
EXTRUSIONS CONNUES  
A L'EST DE LA LUFIRA

Roan extrusif



REGION DE KAKANDA

ROAN INJECTE DANS LE FLANC SUD DU SYNCLINAL DE MUTAKA



- |         |  |   |
|---------|--|---|
| Ki.2    |  | Shales dolomitiques plus ou moins gréseux, à litage souvent fin, parfois irrégulier.    |
| Ki.1.3  |  | "Série récurrente" : alternance de dolomies et de shales dolomitiques en bancs minces.  |
| Ki.1.2  |  | Dolomies diverses, englobant le niveau du "Calcaire de Kakontwe" ou Ki.1.2.2.           |
| Ki.1.1  |  | Mixtite nommée "Grand Conglomérat" (tillite ?).   |
| R.4.2   |  | Shales plus ou moins gréseux rubanés (Mwashya supérieur).                               |
| R.4.1   |  | Dolomies siliceuses, shales dolomitiques, avec horizons d'hématite (Mwashya inférieur). |
| R.3+R.1 |  | Ensemble bréchié de siltstones dolomitiques et de dolomies (méga-brèche de Roan).       |

vraisemblablement commencé avec les premiers mouvements tectoniques importants (phase Kolwezienne), et s'est poursuivie ensuite.

Les corrélations entre les phases de la tectonique et les datations absolues ne sont pas claires. Les uraninites trouvées dans les structures extrusives (gisements de Kalongwe, Swambo et Shin-kolobwe) donnent des âges de ca 706, 670 et 620 Ma. Ils correspondent peut-être aux trois phases déterminées dans l'Arc. Les âges sensiblement inférieurs accusés par d'autres minerais, localisés dans des anticlinaux : ca 580, 550 et 520 Ma, à Menda, Kamoto, Kambove Ouest et Musoshi ne semblent pas se rapporter aux mouvements tectoniques qui ont créé la chaîne Katangienne (Cahen *et al.*, 1971).

### TROISIEME PARTIE - LES MINERALISATIONS

Il ne sera pas question ici des gisements de fer et des occurrences de barytine, dont l'intérêt économique est pratiquement nul à l'heure actuelle. Signalons toutefois que les horizons fer-rifères du R.4.1, longtemps connus seulement à l'état altéré, en surface, ont été traversés en profondeur (env. 450 m) par des sondages de Kambove. Ils sont minces (quelques décimètres) et faits d'hématite massive (Cailteux, 1983). Il est donc probable que les minerais de fer bien connus dans le Mwashya ne naissent pas de l'altération de couches pyritifères, mais se sont déposés directement sous forme d'hématite.

La quasi-totalité des occurrences en métaux non ferreux connues dans le sud du Shaba sont cuprifères. J'en ai dénombré 236 (François, 1974). Restent deux gisements de plomb-zinc sans ou avec très peu de cuivre, ainsi qu'une faible occurrence de nickel.

Beaucoup de ces gîtes ne sont connus que par des affleurements ou des fouilles très superficielles, dans la zone où les sulfures ont subi l'altération supergène et où les métaux sont remobilisés. Leurs contenus et formes originels sont donc souvent ignorés ou mal connus.

Voici comment ils se présentent macroscopiquement et mon opinion sur leur genèse.

#### 1. OCCURRENCES CUPRIFERES STRATIFORMES LIEES A UN ACCROISSEMENT BRUSQUE DU CARACTERE REDUCTEUR DU MILIEU

C'est le type de gîte le plus commun, lié à des couches sombres qui succèdent à des roches plus claires, parfois rougeâtres.

La première de ces séquences, à la base du R.2, recèle la grande majorité des gisements exploitables du Shaba. C'est la seule que je décrirai en détail. D'autres, moins nettes, se situent plus haut dans la série. Le cuivre y est sous forme de chalcopryrite s'altérant en malachite. Les teneurs sont généralement inférieures à 0,5 %. La minéralisation est probablement syngénétique. On en trouve dans le R.4.1, à la base du Ki.2, dans le Ks.1.1 (Petit Conglomérat) et dans

certains horizons du Ks.1.2 et du Ks.2.

#### 1.1. Caractéristiques macroscopiques principales des minéralisations cupro-cobaltifères du R.2

L'échelle stratigraphique et les teneurs en Cu et Co de quelques gisements sont schématisées sur les figures 17, 18 et 19. Ces minéralisations se présentent de la façon que voici :

- a. Elles se localisent dans deux ore-bodies de teinte grise. L'ore-body inférieur, épais de 10 à 15 m, est microgréseux à la base, puis dolomitico-siliceux (RAT grises + D. stat + RSF). Il succède au R.1 détritico-dolomitique de teinte lilas, après une discontinuité généralisée qui pourrait correspondre à une couche évaporitique disparue. Suit un biostrome dolomitique algaire massif souvent disloqué, épais de 0 à 25 m, de teinte claire, pratiquement stérile (RSC). Suit enfin le second ore-body de siltstone dolomitique épais de 5 à 10 m (SD de base). Localement, on observe une ou deux intercalations décimétriques de roche semblables près du sommet ou de la base des RSC. Voir photo n° 41.
- b. Sous la zone d'altération supergène, elles sont constituées par des sulfures. Dans la grande majorité des débris de R.2, il s'agit de pyrite, accompagnée parfois d'un peu de chalcopryrite et de carrollite. Plus rarement, la chalcosine et la bornite sont abondamment représentées aux dépens de la pyrite, ce qui donne les gisements cupro-cobaltifères exploitables.
- c. Ces sulfures sont finement disséminés dans la gangue. Ils occupent aussi des plages millimétriques ou centimétriques dans des nodules ou des cassures, accompagnés de quartz et de dolomite. On les trouve aussi dans les intercalations détritiques des RSC (voir photos n° 6, 7, 8, 11 et 12).
- d. Ces minéralisations sont indépendantes de la nature de la gangue qui les contient, qui peut être indifféremment un grès fin chlorito-dolomitique, une dolomie siliceuse ou un siltstone dolomitico séricitique.
- e. Les sulfures cuprifères se localisent presque toujours dans des roches finement et régulièrement litées. La carrollite peut parfois abonder dans des dolomies massives.
- f. Les minéralisations sont brusquement interrompues par les failles transversales et les brèches microgréseuses, toujours stériles, qui limitent les débris de R.2.
- g. Elles ont été découvertes dans tous les types de structures tectoniques qui ont permis au Roan d'affleurer : extrusions et anticlinaux complets à enracinement vertical, anticlinaux à flancs chevauchants qui s'enracinent obliquement au nord ou au sud, lambeaux charriés isolés dans des cuvettes de Kundelungu.
- h. La présence de sulfures, qu'ils soient de fer, de cuivre ou de cobalt, est visiblement liée au passage à des conditions de dépôt plus réductrices. C'est au premier de ces passages, qui est aussi le plus contrasté (R.2 après le R.1) que sont liées les plus fortes valeurs en sulfures, qui d'ailleurs varient relativement peu (aux alentours de 8 %, pyrite comprise). L'ore-body supérieur se situe au passage entre les RSC, très claires, et les SD

Figure 17

MINERALISATIONS DU R.2  
DANS LE LAMBEAU DE KOLWEZI  
(Ouest de l'Arc)

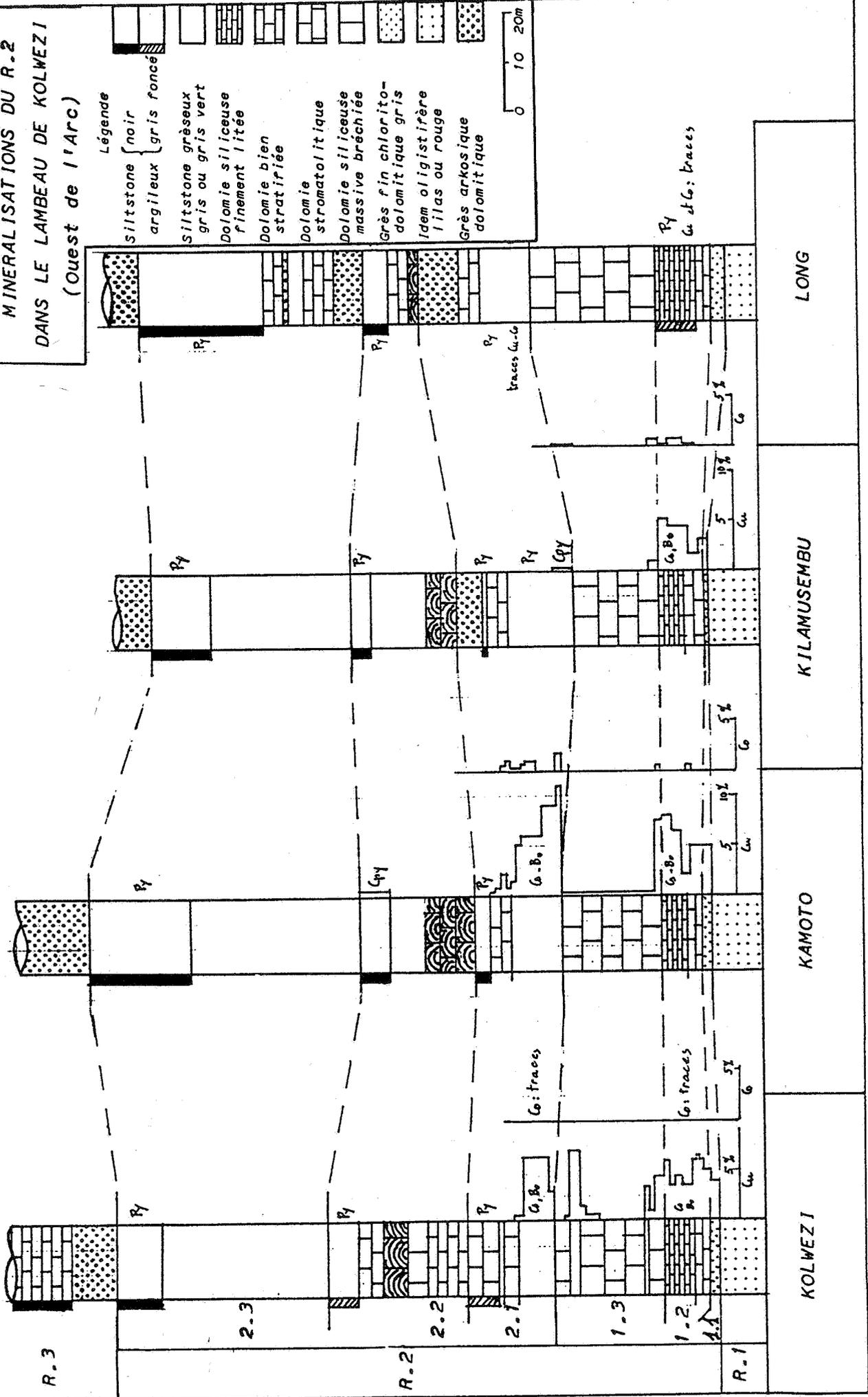
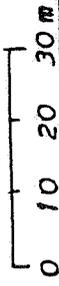


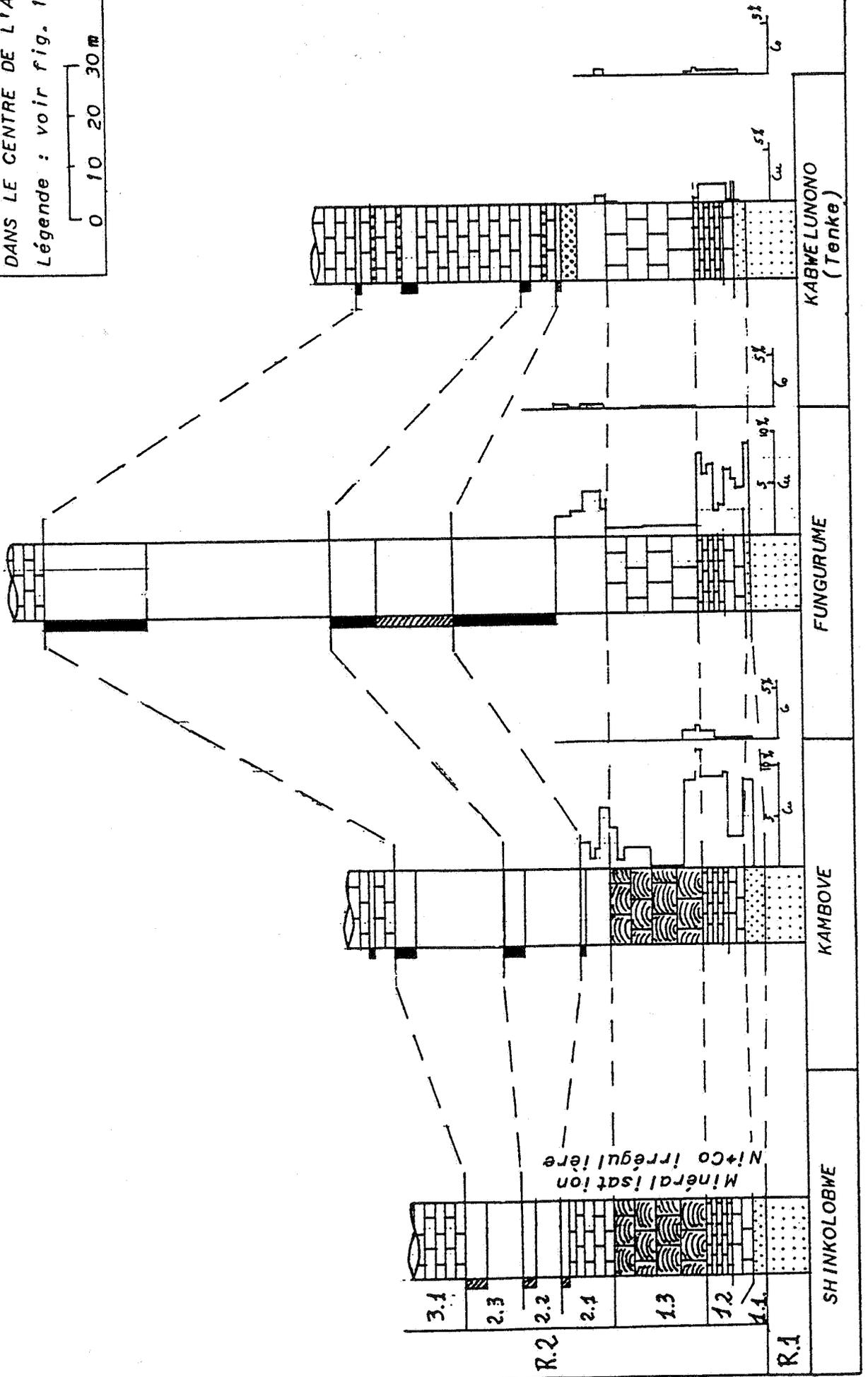
Figure 18

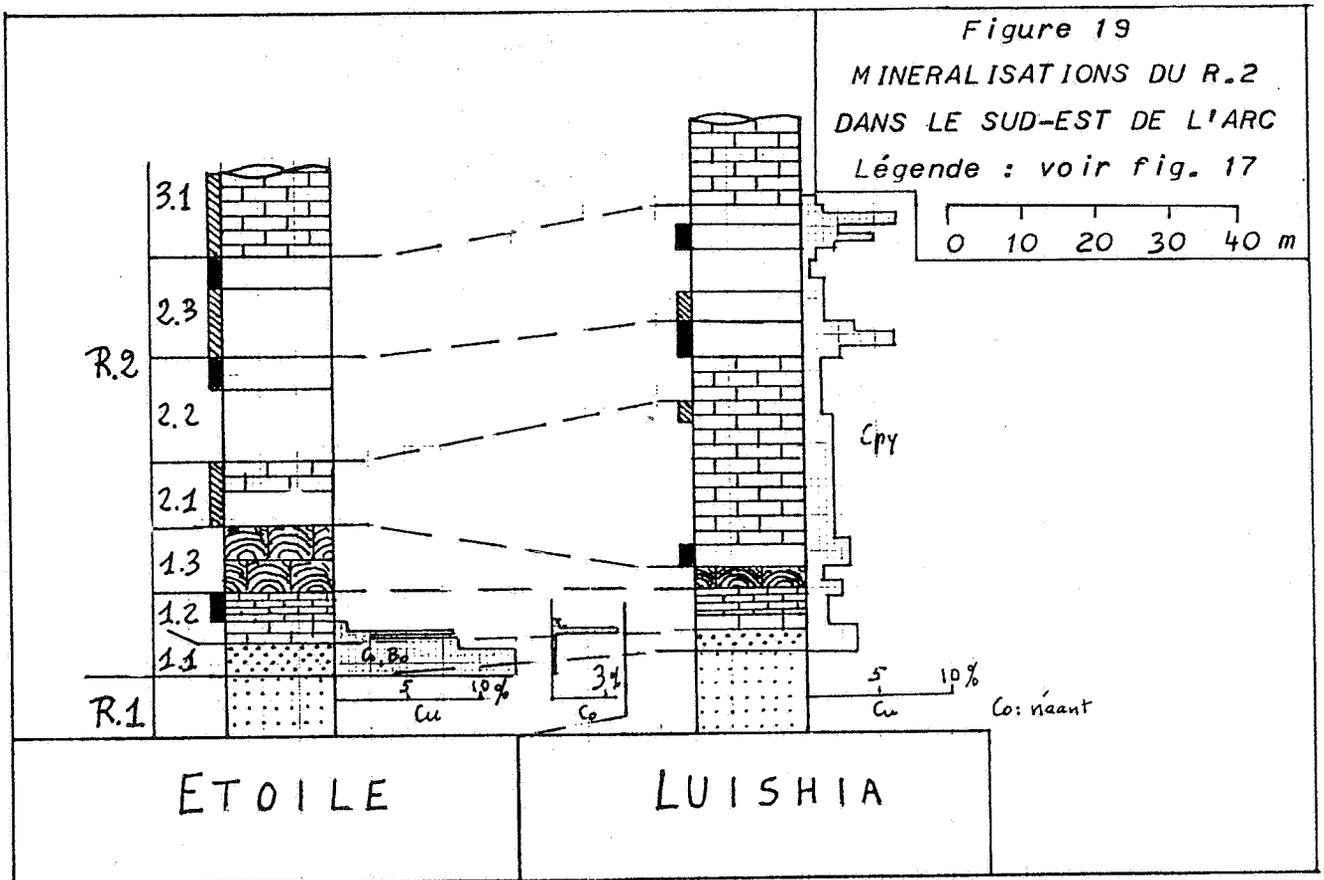
MINERALISATIONS DU R.2  
DANS LE CENTRE DE L'ARC  
Légende : voir fig. 17



Nord

Sud





gris. Pour plus de détails, voir Oosterbosch (1960).

i. On observe un zonage assez constant des minéraux cuprifères et ferrifères dans le sens vertical : de haut en bas, hématite (R.1) - chalcosine + bornite (R.2.1 et R.2.2.1) - chalcoppyrite + pyrite ou pyrite seule (R.2.2.2). En général, la teneur en cuivre passe par des maxima à la base des deux ore-bodies, et au sommet de l'ore-body inférieur. Celui-ci est presque toujours plus riche en cuivre que l'ore-body supérieur.

j. En ce qui concerne le cobalt, il y a souvent un enrichissement sur les lisières de chacun des ore-bodies, avec une partie plus pauvre au centre. L'ore-body supérieur est généralement plus cobaltifère que l'inférieur, mais il y a des exceptions à cette règle (cas de Kambove, figure 18).

k. Il semble bien que les minéralisations cupro-cobaltifères du R.2 étaient originellement discontinues, en taches isolées, séparées par des zones pyriteuses. La fréquence de ces taches était grossièrement liée aux faciès du R.2 (François, 1974). Plus précisément, j'ai constaté que les débris qui appartiennent aux faciès intermédiaires sont les mieux et les plus fréquemment minéralisés en cuivre et en cobalt. Il y aurait donc une zone favorable, qui coïncide avec le maximum d'épaisseur du R.2.2 (SD). Au sud comme au nord, teneurs et puissance du R.2.2 décroissent (cfr. figures 17 & 18).

l. Les minéralisations cupro-cobaltifères du R.2 s'étendent plus largement dans l'ore-body inférieur que dans le supérieur. Il n'y a pas d'exception à cette règle.

m. Des observations faites dans le Lambeau de Kolwezi montrent que le maximum du cobalt est décalé vers le nord par rap-

port à celui du cuivre. Ce zonage peut-être local.

n. Quelques débris de R.2 contiennent des minéralisations anormales. Citons par exemple Luishia (figure 19), où le cobalt manque et le cuivre est présent, en teneurs relativement faibles (1 à 3 %), sur toute l'épaisseur du R.2.1, du R.2.2, et même dans une partie du R.2.3, sous forme de chalcoppyrite.

o. Signalons, pour terminer, la présence très locale, dans des débris de R.2 situés sur la bordure sud de l'Arc cuprifère, de nickel (Shinkolobwe, Swambo, Kasompi) et de traces de zinc (Kaboléla, Shinkolobwe). Signalons aussi la présence d'uranium et de nombreux accompagnateurs (Au, Ag, Pt, Pd, V, Se, Mo, Ce) dans de nombreux débris de R.2. Il sera plus longuement question de ces minéralisations dans le chapitre consacré aux gîtes uranifères.

#### 1.2. Hypothèses sur la genèse des minéralisations cupro-cobaltifères stratiformes de la base du R.2

Age de la minéralisation. Les caractéristiques données dans les paragraphes f, g et h appuient l'hypothèse d'une minéralisation précoce, antérieure à la première phase tectonique importante (phase Kolwezienne), et indépendante des mouvements qui ont amené les gisements à leur emplacement actuel.

Dépôt de la pyrite. Les minéralisations pyriteuses avec chalcoppyrite subordonnée dont il est question dans les paragraphes b et c pourraient être d'origine strictement syngénétique. Suite à l'activité bactérienne, le fer et les traces de cuivre, en solution dans les saumures sulfatées de la lagune, se seraient déposés sous forme de sulfure dès que le milieu, très oxydant à l'origine, est devenu réducteur.

Dépôt des sulfures de métaux non ferreux. Les minéralisations sulfurées cupro-cobaltifères riches (paragraphe b, c, e, i) pourraient provenir du remplacement de la pyrite et de la chalcopryrite disséminées par de la chalcosine, de la bornite et de la carrollite, qui envahissent aussi les nodules et les cassures précoces. Ce phénomène serait également antérieur à la phase Kolwezienne, et pourrait avoir eu lieu durant la diagenèse, à partir de solutions cuprifères.

Cheminement des solutions cupro-cobaltifères. La prédilection évidente du cuivre pour l'ore-body inférieur (cfr. paragraphe 1) suggère que les saumures cuprifères ont abordé les formations minéralisées par le bas et non latéralement. Telle serait l'origine des fortes teneurs présentes parfois à la base du R.2 (cfr. Etoile, figure 19). Les RSC, peu pyritifères suite à leur dépôt dans un milieu agité, relativement oxydant, auraient été traversées localement par des solutions en restant pratiquement stériles. La propagation relativement aisée des fluides le long des joints de stratification explique l'étroite liaison des sulfures de cuivre avec deux horizons très bien lités (cfr. paragraphe 1).

Cause de la disposition en taches de la minéralisation (cfr. paragraphe h). Je suppose que la couche d'évaporite hypothétique qui séparerait le R.2 du R.1 était localement très mince, et aurait de ce fait laissé passer les saumures cupro-cobaltifères à des endroits privilégiés (voir croquis figure 20).

Origine des métaux. Ce problème n'est pas clairement élucidé. Cailteux (1983) suppose un lessivage de niveaux pyroclastiques existant sous les corps minéralisés. Les métaux, contenus à des teneurs anormalement élevées dans ce type de sédiments, auraient été dissous dans l'eau du bassin. Cette eau, piégée dans des sabkhas, aurait formé des saumures riches en métaux. Elle aurait ensuite filtré le long de couches finement litées, et les métaux se seraient précipités au contact d'eaux interstitielles douces, chargées de H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, SO<sub>4</sub>.

Cette hypothèse ne rend pas compte de la disposition en taches des minerais, ni de leur prédilection pour l'ore-body inférieur. On peut imaginer que les eaux météoriques venues du continent, ainsi que celles issues de la compaction des sédiments meubles, de la déshydratation du gypse et de la transformation des minéraux argileux en chlorite, ont filtré à travers la base du Roan en se réchauffant et en se chargeant de sels aux dépens des évaporites du R.1. Transformées en saumures chaudes chimiquement très actives, elles ont dissous les sels métalliques présents dans le R.1 et le socle, où des ensembles volcaniques existent probablement. Ainsi se seraient formées les solutions cupro-cobaltifères qui ont donné naissance aux taches riches en Cu et Co.

## 2. OCCURRENCES URANIFÈRES DANS LE GROUPE DES MINES

### 2.1. Caractéristiques principales

Toutes les minéralisations uranifères connues dans l'Arc cuprifère sont localisées dans le Groupe des Mines R.2. L'urane est accompagné de métaux précieux (Pd, Au, Pt, Ag), de sélénium, de vanadium, de molybdène et de cérium. On peut les classer dans deux types distincts :

- les occurrences d'allure stratiforme, situées dans les gisements cuprifères. Les mesures radiométriques effectuées sur les sondages qui traversent quelques gisements de cuivre et de cobalt révèlent l'existence d'une anomalie radioactive dans les RAT grises, c'est à dire à la base de l'ore-body inférieur. La teneur en uranium varie entre 60 et 400 ppm (Audéoud *et al.*, 1984). On rencontre aussi localement des minéralisations apparentes, souvent très riches, remplissant de petites cassures qui traversent la base du R.2 (RAT grises, D. strat et RSF). En outre, des minéralisations faibles et diffuses se manifestent plus haut dans le Groupe, d'autant plus rares qu'on s'éloigne plus des RAT grises (François, 1974).

Ces occurrences ont été trouvées dans des structures anticlinales produites indifféremment par les phases Kolwezienne et Kundelungienne de la tectonique. Il s'agit de 16 gisements de Cu-Co disséminés tout le long de l'Arc cuprifère. Plusieurs autres ont pu passer inaperçues, surtout lorsque l'uraninite est dépourvue de ses produits d'altération. Au fait, il en existe au moins une dans chaque groupe de gisements. On n'en a cependant pas découvert dans le R.2 de faciès nord, comme celui qui affleure près de Tenke.

Le tonnage en U308 contenu atteint parfois des valeurs non négligeables : 2500 tonnes à Musonoi-Extension, par exemple. Une petite partie a été stockée, mais il n'y a pas eu de récupération sélective systématique, pour ne pas gêner l'extraction des minerais cuprifères.

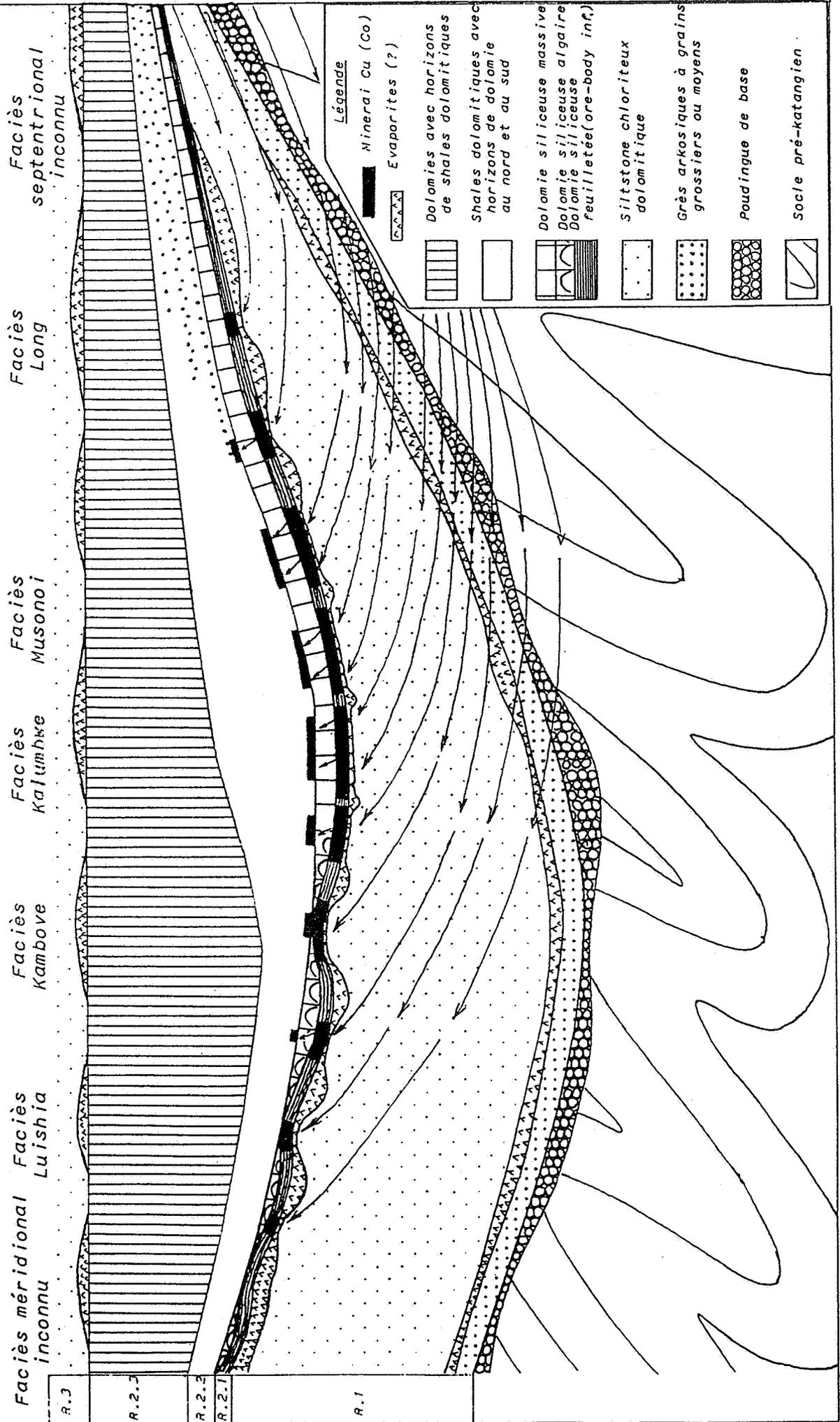
- les gisements d'allure filonienne, avec un contrôle tectonique évident. C'est le cas de Shinkolobwe, de Swambo et de Kalongwe (Thoreau *et al.*, 1955 et 1958).

Ils sont tous situés sur la bordure sud de l'Arc, dans des mégabèches occupant la faille extrusive de Monwezi. Les deux premiers sont nickélifères.

La majeure partie du minerai (minéraux d'altération près de la surface, uraninite plus bas) est confinée dans une ou plusieurs failles qui traversent ou limitent des débris de R.2. Le reste se présente sous forme de fines disséminations ou de petites concrétions, surtout dans l'ore-body inférieur. La minéralisation semble disparaître en profondeur. Le tonnage total en U308 varie beaucoup : 40 000 tonnes à Shinkolobwe, 600 tonnes à Swambo, 150 à Kalongwe.

MODELE HYPOTHETIQUE PROPOSE POUR LA GENESE DES MINERALISATIONS CUPRO-COBALTIFERES RICHES DU SHABA

Figure 20



## 2.2. La genèse des minerais uranifères du Groupe des Mines

Ces minéralisations sont assez mal connues : seules celles appartenant à une extrusion, Shinkolobwe notamment, furent étudiées en détail (Thoreau *et al.*, 1933 ; Derriks *et al.*, 1955 et 1958).

L'uranium est partout lié d'une façon évidente à la base du R.2, là où il y a eu un passage brusque de conditions très oxydantes (R.1) à un environnement réducteur (RAT grises), souligné peut-être par une couche évaporitique. On sait qu'un tel changement provoque la précipitation de métaux dissous dans l'eau du bassin de sédimentation.

Je suppose donc qu'un protore uranifère précoce (ca 1050 Ma) s'est déposé avec le premier mètre du R.2, dans la moitié méridionale de l'Arc. Sa teneur aurait avoisiné celle trouvée dans les RAT grises par Audéoud *et al.* (1984), soit 300 ppm U308. Les mouvements tectoniques l'auraient disloqué et déplacé avec le reste du R.2.

Cette hypothèse justifie la localisation des occurrences d'uranium dans le sud de l'Arc, ainsi que leur présence dans le Lambeau de Kolwezi, amas de Roan isolé sur du Kundelungu stérile.

### 2.2.1. Cas des occurrences d'allure stratiforme

Les déterminations d'âge ont donné des valeurs relativement faibles : ca 520 à 580 Ma. Luishia fait exception, avec 620 Ma. Le chiffre de 520 Ma aurait pour cause un "événement thermique important", postérieur à la tectonique qui a affecté le Katangien, et encore inexplicé (Cahen *et al.*, 1971). Il y aurait donc eu des remobilisations du protore uranifère, suivies d'une précipitation d'uraninite dans de petites cassures. Le tonnage total d'U308 est trop faible pour qu'un apport extérieur ait été nécessaire : un déplacement à courte distance, peut-être per descensum, peut suffire.

### 2.2.2. Cas des gisements de Kalongwe et Swambo

Ils appartiennent à une extrusion, et ne contiennent que quelques centaines de tonnes d'U308. Les datations ont donné respectivement ca 620 et 670 Ma. Elles pourraient correspondre à des remobilisations locales occasionnées par les phases Kundelungienne et Monwezienne de la tectonique.

### 2.2.3. Cas de Shinkolobwe

Ce gisement, nommé aussi "Kasolo", comporte trois débris contigus de R.2. Il fait aussi partie d'une extrusion. On y retrouve les deux âges cités au paragraphe précédent, et un autre plus élevé de ca 706 Ma (phase Kolwezienne ?). Le tonnage d'U308 est considérable : environ 40 000 tonnes.

En partant d'un protore épais de 1 mètre, à 300 ppm d'U308, et en supposant que la longueur horizontale moyenne de Kasolo est de 600 mètres, son extension verticale aurait dû dépasser 80 km pour fournir tout l'uranium extrait, ce qui est au moins vingt fois trop. Cette minéralisation remarquable n'a donc pas pu naître par le lessivage du protore présent dans les seuls débris de Kasolo.

Je suppose que ce débris de R.2 s'est individualisé au cours des phases Kolwezienne et Kundelungienne. Des remobilisations d'importance secondaire de l'uranium se seraient alors produites. Plus tard, au cours de la phase Monwezienne, le débris se serait disposé subverticalement, formant en quelque sorte une mèche poreuse qui descendait très bas dans l'extrusion. Les eaux imprégnant le Roan seraient descendues en dissolvant les évaporites et en se chargeant de sels métalliques aux dépens des débris de R.2 rencontrés en profondeur, pour remonter vers la surface le long du débris de Kasolo. Les métaux se seraient précipités sous forme d'oxydes d'urane et de sulfures, là où les saumures chaudes se mélangeaient à des eaux superficielles douces et froides.

### 2.3.4. Conclusion

Il faudra encore beaucoup de recherches pour élucider la genèse de l'uranium shabien. Il conviendrait en particulier de multiplier les mesures d'âge. Il est étrange en effet que les occurrences stratiformes, liées à la phase de plissement la plus ancienne, soient plus jeunes que les minerais filoniens prélevés dans une extrusion tectoniquement plus récente.

## 3. OCCURRENCES FILONIENNES DE Zn ET DE Pb LIEES AU NIVEAU CALCARO-DOLOMITIQUE DE KAKONTWE

Il existe trois gisements de ce type : Kipushi, Lombe et Kengere. Ils affleurent au sud de l'Arc cuprifère, le premier sur sa limite et les deux autres loin en-dehors. Il n'en sera donc question que très sommairement.

### 3.1. Caractéristiques principales

#### 3.1.1. Kipushi

Ce gisement a été décrit en détail, notamment par Intiomale *et al.* (1974).

Un dôme anticlinal de forme elliptique affleure à 25 km au S60°W de Lubumbashi. Sa partie axiale est occupée par une brèche, mélange de dolomies et de pélites chloriteuses, avec passes de talc, appartenant probablement au R.3. Une portion de son flanc nord a disparu sur une longueur de 2 km, pour être remplacée par des formations mal connues, sans doute analogues à la brèche axiale (fig. 16). La faille, dite "de Kipushi", qui limite cette échancrure vers l'est, recoupe orthogonalement une partie du Kundelungu inférieur, représenté notamment par 500 mètres de dolomies (Formation de Kakontwe). Contre cette faille et séparé des dolomies par quelques mètres de brèche, on trouve le "Lambeau", sorte de plaque de Kundelungu (inférieur ou supérieur ?), longue de 400 m, épaisse au plus de 120 m et qui s'étend entre les niveaux - 50 et - 1500 m, parallèlement à la faille de Kipushi. Il existe donc entre cette dernière et le Lambeau une sorte de chenal occupé par une brèche et le long duquel se localise la colonne minéralisée. Celle-ci comprend de la chalcopryrite et de la blende, avec bornite et galène subordonnées. Des apophyses de blende massive, entourée de pyrite, issues du filon principal, envahissent la dolomie, parfois sous forme de colonne descendante.

Une minéralisation en chalcopryrite disséminée, d'allure stratiforme, part du filon et se prolonge sur une centaine de mètres, le long du contact entre la dolomie et le shale dolomitique sus-jacent.

Le gisement, qui est connu depuis la surface jusqu'à plus de 1300 m de profondeur, a recelé au total quelque 10 Mt de zinc et 5 Mt de cuivre, accompagnés par Pb, As, Cd, Ge et Ag.

### 3.1.2. Lombe

Ce gîte se trouve à 80 km au S10°W de Likasi. Il est encore mal connu. On trouve dans la région un alignement anticlinal orienté N80°E, et dont l'axe est occupé par le Grand Conglomérat à l'est, et la Formation de Kakontwe à l'ouest, au-delà d'une faille qui traverse obliquement la structure (fig. 21).

La minéralisation superficielle consiste en deux pointements, l'un cuprifère à l'est, l'autre zinco-plombifère à l'ouest. Seul ce dernier a quelque importance. Il occupe un contact bréchié entre les dolomies de Kakontwe et des shales sus-jacents, sur le flanc nord de l'anticlinal.

La minéralisation en Zn-Pb forme un amas lenticulaire épais de 10 m, qui s'enfonce en suivant la pente des couches (70°N). Il s'amincit rapidement en profondeur et se pince complètement vers 65 m. Il est relayé plus bas par un second amas dont la tête a été découverte par un sondage et dont je ne connais pas l'extension (fig. 22). On y trouve surtout de la blende, à laquelle s'ajoutent de la pyrite, de la galène, avec des traces de tennantite et de mispickel.

Lombe n'a pas été exploité. Son intérêt économique est très douteux.

### 3.1.3. Kengere

Ce gisement affleure à 50 km au sud de Kolwezi, dans un environnement géologique qui semble simple (François, 1981). Un important accident coupe longitudinalement un synclinal. Il est rempli par des brèches argilo-talqueuses, accompagnées de roches silico-ferrugineuses. La Formation Ki.1.2 (calcaires et dolomies de Kakontwe) affleure au sud, et le Ki.2 (shales dolomitico-gréseux) au nord. La lèvre nord est donc descendue par rapport à la lèvre sud, le rejet pouvant avoir atteint 5 km. Il constitue soit la limite sud d'une loupe de glissement, origine du charriage de Kolwezi, soit une extrusion.

Le gisement a été trouvé à environ 150 m de la lèvre sud, en plein milieu de la Formation de Kakontwe, qui se présente en succession renversée et pend de 45° à 60° vers le sud. On y voit un niveau de shale calcaireux noir, épais de 25m, partiellement bréchié en son milieu, et traversé par une petite faille transversale à faible rejet (quelques mètres). C'est lui qui recèle la minéralisation, faite de pyrite, blende et galène, avec leurs produits d'oxydation près de la surface. Le minerai s'étend de part et d'autre de la faille, sur une centaine de mètres, avant de disparaître. Les sondages ont montré que sa puissance se

réduit à 2 ou 3 m en profondeur. L'al-tération supergène a certainement causé l'épaississement en surface de ce filon-couche.

Kengere a été exploité en carrière et a fourni environ 10 000 t de plomb. Le tonnage total en métaux pourrait atteindre 50 000 tonnes, le zinc pré-dominant et le cuivre étant pratiquement absent.

### 3.2. Remarques sur la genèse des minéralisations en Zn et Pb du niveau de Kakontwe

Ces minéralisations sont en étroite relation avec des failles affectant le Niveau de Kakontwe. Il s'agit manifestement de filons hydrothermaux de substitution, avec éventuellement un épanchement d'allure stratiforme le long d'un horizon favorable.

Kipushi se distingue par son importance et par la complexité de sa minéralisation. L'existence d'une sorte de chenal redressé rempli de brèche et surmonté d'un toit peu perméable a assurément joué un grand rôle dans sa genèse. Il pourrait avoir servi de conduit pour la branche montante d'une cellule de convection. Des eaux météoriques, transformées en saumures chaudes et minéralisées par un long filtrage à travers le Roan de l'axe anticlinal, l'auraient suivi en remontant vers la surface. Leur rencontre avec les eaux superficielles froides et douces aurait provoqué le dépôt des minéralisations. Les apophyses zincifères descendantes pourraient constituer la trace de circuits secondaires greffés sur la cellule principale (de Magnée *et al.*, 1987).

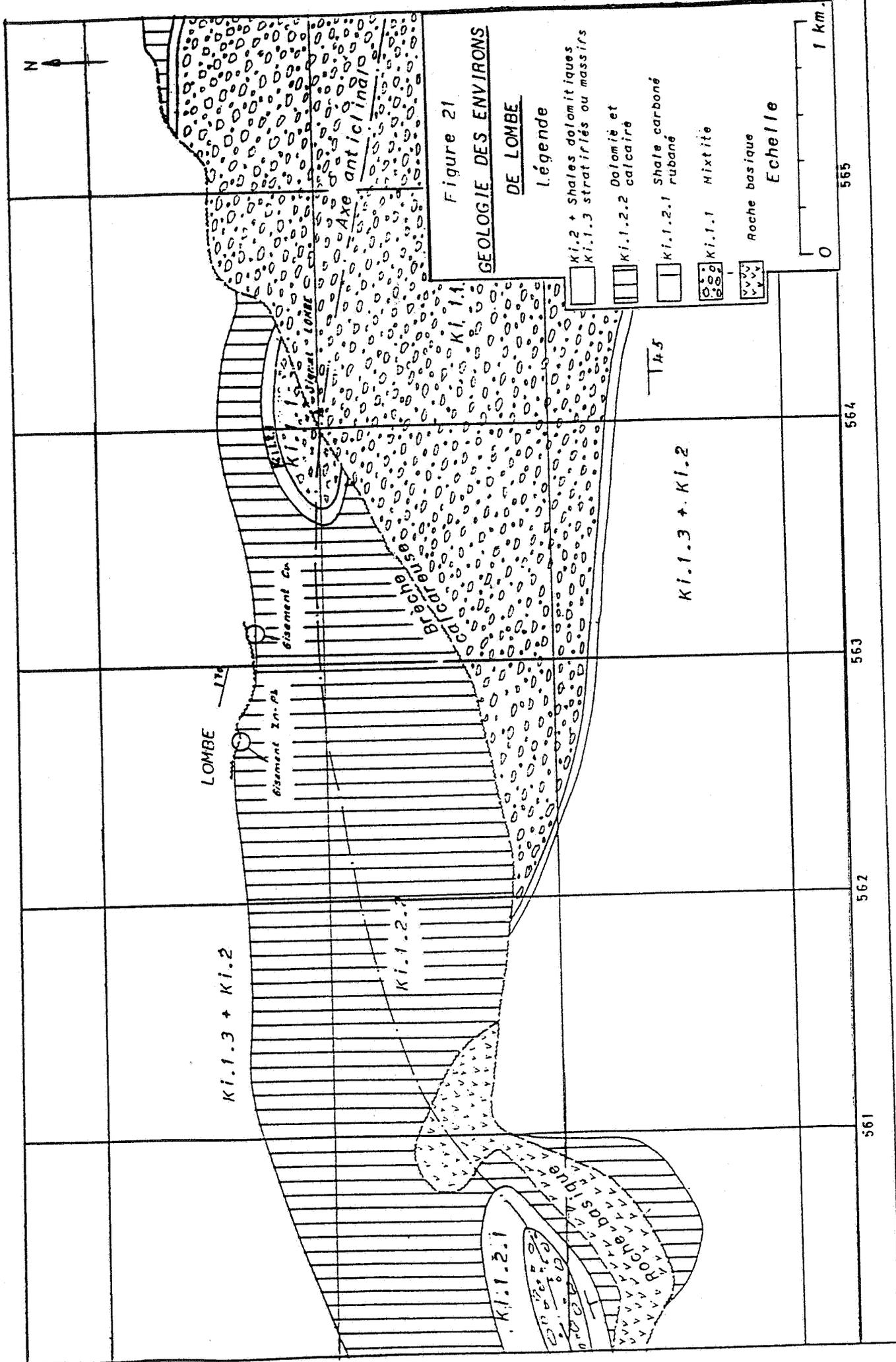
Lombe est trop mal connu pour qu'il soit possible de discuter de son origine. Il semble qu'il n'y ait pas de Roan à proximité, du moins en affleurement. Tel n'est pas le cas de Kengere. En effet, ce gisement est branché sur une faille qui pénètre probablement dans le Roan présent au nord. Elle a pu être la partie ascendante d'un circuit convectif analogue à celui de Kipushi, mais moins efficace.

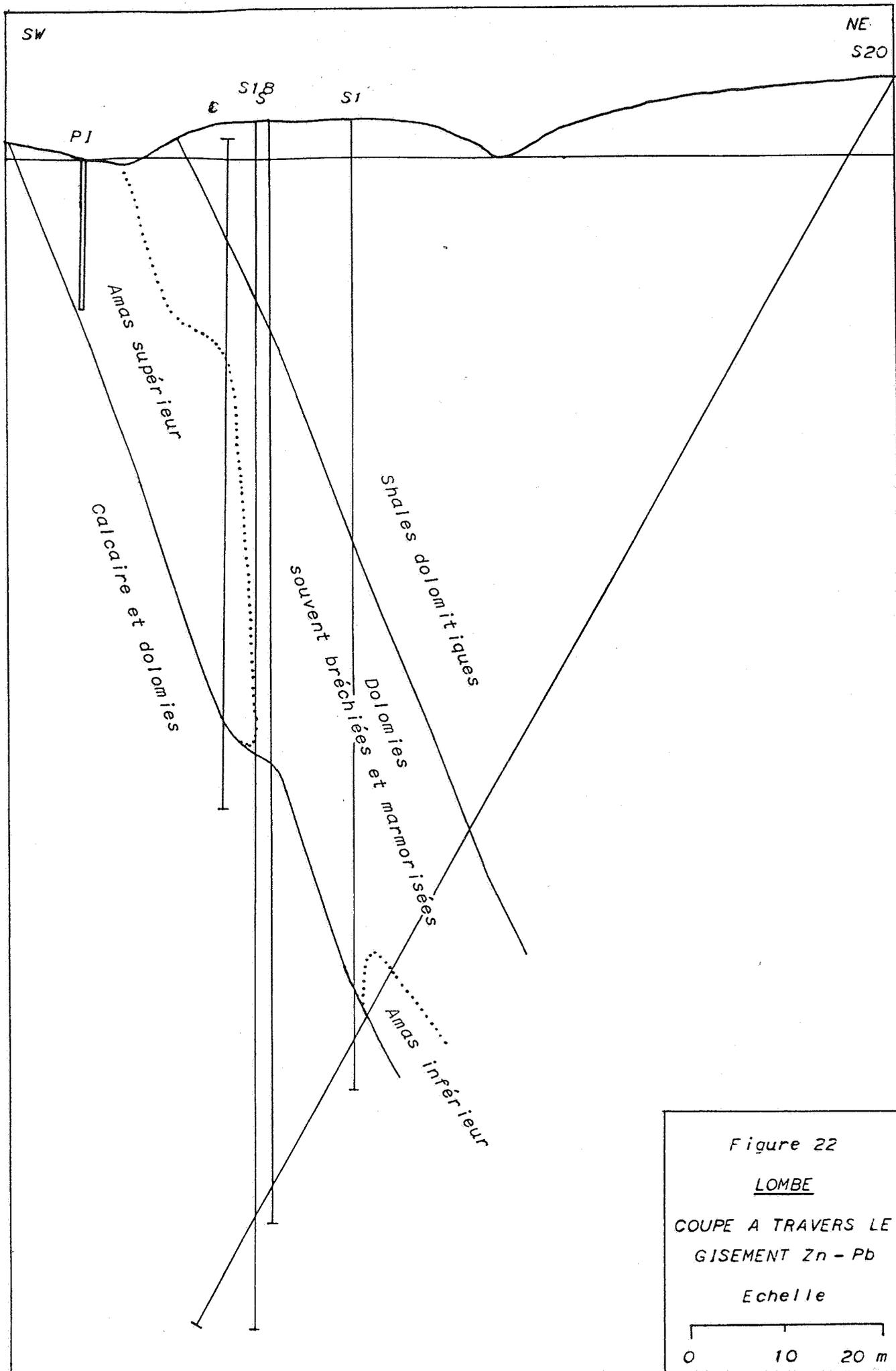
L'origine des métaux reste problématique. Le cuivre de Kipushi pourrait provenir du lessivage de débris de R.2 : il y en a non loin au nord, dans l'anticlinal de Kasonta. En ce qui concerne le zinc, il a été signalé en petites quantités dans le sud de l'Arc cuprifère, à Shinkolobwe (Derriks *et al.*, 1958) et à Kabolela (Lefèbvre, 1976). Notons aussi la présence de roches basiques dans l'environnement plus ou moins proche des trois gisements.

### CONCLUSIONS GENERALES

L'extension des levés détaillés dans la partie centrale de l'Arc cuprifère, entre le méridien 26°E et la rivière Lufira, ont confirmé et complété les résultats obtenus plus à l'ouest, dans la région de Kolwezi.

En ce qui concerne la stratigraphie :  
- il conviendrait d'adopter pour le Ka-





tangien une division en trois Supergroupes, basée sur les deux mixtites du Kundelungu ;

- les changements de faciès observés témoignent de l'existence d'une transgression marquée vers le nord, entrecoupée de régressions secondaires. Il n'y a pas d'indication précise sur la localisation de la limite sud du bassin de sédimentation ;

- le Supergroupe inférieur (Roan) s'est déposé dans un milieu lagunaire. Les lacunes reconnues à des niveaux bien déterminés du Roan proviennent peut-être de couches puissantes d'évaporites, actuellement disparues par fluage et dissolution ;

- l'importance du volcanisme comme source du matériel sédimentaire n'est pas encore établie avec précision.

En ce qui concerne la tectonique :

- certains éléments des mixtites sont le produit d'émersions localisées en-dehors de l'Arc, et dont la cause et l'importance sont ignorées ;

- l'existence de deux grandes phases de plissement, à polarité dirigée en sens inverse, a été pleinement confirmée. La première, qui a produit un charriage de grande amplitude dans la région de Kolwezi, pourrait résulter d'un simple glissement de la couverture vers le nord, sous l'effet de la gravité. La seconde paraît plus importante. Elle a affecté à la fois le socle et la couverture, engendrant un train de plis déversés vers le sud ;

- plusieurs failles jalonnées de Roan extrusif ont été identifiées dans la partie centrale de l'Arc. Certaines pourraient être postérieures aux plissements ;

- l'existence des évaporites mentionnées précédemment explique les anomalies tectoniques de l'Arc, notamment la dislocation du Roan en mégabrèche, les extrusions et la disparition partielle de flancs d'anticlinaux.

En ce qui concerne les minéralisations :

- la répartition des minéralisations cupro-cobaltifères stratiformes du Groupe des Mines en taches irrégulièrement distribuées est confirmée. La fréquence de ces taches est vaguement liée aux faciès. Elle est toujours plus grande dans l'orebody inférieur que dans le supérieur. Ces particularités pourraient résulter de l'enrichissement d'un protore syngénétique pauvre par des saumures ascendantes, durant la diagenèse ;

- les minéralisations uranifères du R.2 se multiplient lorsqu'on se rapproche de la base de ce Groupe. Elles pourraient s'être formées par la remobilisation généralisée, à des époques différentes, d'un minerai syngénétique mince et pauvre existant originellement à cet endroit de la colonne stratigraphique ;

- de nombreuses occurrences cuprifères pauvres, sans intérêt économique, se trouvent en-dehors des ore-bodies principaux ;

- la présence d'évaporites dans le Roan pourrait avoir joué un rôle considérable dans la genèse des minéralisations, notamment les filons avec Zn-Pb, en donnant

naissance à des saumures et en facilitant leurs migrations.

Nombreux sont donc les problèmes qui sont encore à élucider.

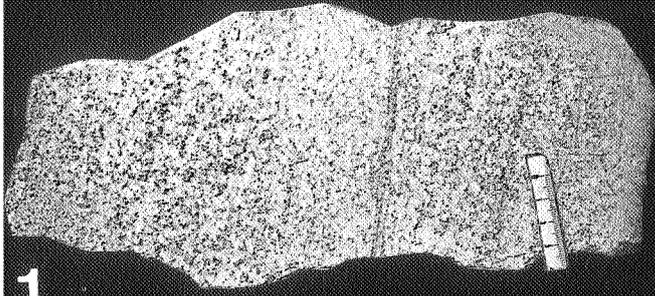
## BIBLIOGRAPHIE

- AUDEOUD, D., MOINE, B. & POTY, B. (1984) - Minéralisations uranifères et milieux confinés du Shaba. GRECO 52 SGA, Paris.
- BUFFARD, R., GRUJENSHI, C. (1979) - Les sources salines de l'Arc du Shaba méridional. Leur relation probable avec l'existence d'une assise salifère de la couverture katangienne. *Annale Soc. Géol. de Belg.*, 102, 285-294.
- CAHEN, L., SNELLING, NJ. (1971) - Données radiométriques nouvelles par la méthode K-Ar. Existence d'une importante élévation de température post-tectonique dans les couches katangiennes du sud du Katanga et de la Zambie. *Annales Soc. Géol. Belg.*, 94, 199-209.
- CAILTEUX, J. (1983) - Le "Roan" shabien dans la région de Kambove (Shaba, Zaïre). Thèse de doctorat inédite déposée à l'Université de Liège.
- CAILTEUX, J. (1986) - Diagenetic Sulphide Mineralization within the Stratiform Copper-Cobalt Deposit of West Kambove (Shaba-Zaire). Sequence of Mineralization in Sediment-Hosted Copper Deposits (Part 2). In : *Geology and Metallogeny of Copper Deposits* (edited by G.H. Friedrich *et al.*), Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1986, 398-411.
- CORNET, J. (1903) - Les gisements métallifères du Katanga. *Bull. Soc. belge Géol.*, XVII-1903.
- de MAGNEE, I. (1977) - Conférence inédite à l'Université libre de Bruxelles.
- de MAGNEE, I., FRANCOIS, A. (1987) - The origin of the Kipushi (Cu, Zn, Pb) deposit in direct relation with a proterozoic salt diapir. Copperbelt of Central Africa, Shaba, Republic of Zaïre. A l'impression dans *Mineralium Deposita. Springer International*.
- DEMESMAEKER, G., FRANCOIS, A., OOSTERBOSCH, R. (1963) - Gisements stratiformes de cuivre en Afrique. Symposium coordonné par J. Lombard et P. Nicolini, 2ème partie : Tectonique, Lusaka, 1962. *Association des Services géologiques africains*, 47-115.
- DERRIKS, J., VAES, J. (1955) - Le gîte d'uranium de Shinkolobwe. Conférence internationale de Genève. VI, 108-144.
- DERRIKS, J., OOSTERBOSCH, R. (1958) - Les gîtes de Swambo et de Kalongwe comparés à Shinkolobwe. Contribution à l'étude de l'uranium du Katanga. Deuxième Conférence internationale des Nations Unies sur l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques. Genève, II.
- FRANCOIS, A. (1973a) - L'extrémité occidentale de l'Arc cuprifère shabien. Etude géologique. Publié par le Département Géologique de la Gécamines, Likasi, République du Zaïre.
- FRANCOIS, A. (1973b) - Le niveau du Calcaire de Kakontwe et ses faciès au Shaba. *Acad. roy. des Sc. d'Outre-Mer, Bull. des séances 1973-1974*, 845-867.
- FRANCOIS, A. (1974) - Stratigraphie, tectonique et minéralisations dans l'Arc cuprifère du Shaba (République du Zaïre). *Centenaire de la Soc. géol. Belg.* In : *Gisements stratiformes et provinces cuprifères, Liège 1974*, 79-101.

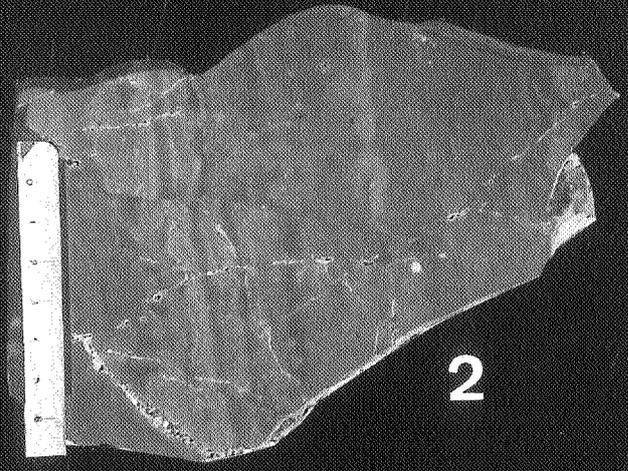
- FRANCOIS, A., OOSTERBOSCH, R. (1968) - Etudes géologiques récentes dans le Katanga méridional. ASGA, Progrès dans la reconnaissance géologique des pays africains. Réunion de Prague, 1968.
- FRANCOIS, A., CAILTEUX, J. (1981) - La couverture katangienne entre les socles de Zilo et de la Kabompo. République du Zaïre. Région de Kolwezi. *Mus. roy. Afri. centr., Tervuren, Belgique. Annales, série in 8°.* *Sci. géol.*, 87, 1981.
- INTIOMALE, M., OOSTERBOSCH, R. (1974) - Géologie et géochimie du gisement de Kipushi, Zaïre. *Centenaire de la Soc. Géol. Belg.* In : Gisements stratiformes et provinces cuprifères, Liège 1974, 123-164.
- JAMOTTE, A. (1938) - Sur la stratigraphie, la lithologie et la structure du gisement cuprifère de l'Etoile du Congo. *Ann. Serv. Mines Comité Sp. du Katanga, IX, 1938*, 0-103.
- LEFEBVRE, J.J. (1973) - Présence d'une sédimentation pyroclastique dans le Mwashya inférieur du Shaba méridional. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 96, 197-217.
- LEFEBVRE, J.J. (1978) - Le Groupe de Mwashya, mégacyclothème terminal du Roan (Shaba, Zaïre sud-oriental). I. Approche lithostratigraphique et étude de l'environnement sédimentaire. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, 101, 1978, 209-225.
- MENDELSON, F. (1961) - The Geology of the Northern Rhodesian Copperbelt. Mac Donald. London.
- OOSTERBOSCH, R. (1950) - La Série des Mines dans le polygone de Fungurume. *Comm. 50ème anniv. Comité sp. du Katanga, Bruxelles, 14*, 1-18.
- OOSTERBOSCH, R. (1962) - Les minéralisations dans le système de Roan au Katanga. Gisements stratiformes de cuivre en Afrique. Symposium coordonné par Lombard J. & Nicolini P. 1ère partie. Lithologie, Sédimentologie. Copenhagen 1960. ASGA Paris 1962. 71-136.
- SCHUILING, H. (1947) - La tectonique des gîtes de cuivre du Katanga. *Centenaire A.I.Lg. Congrès 1947, Section Coloniale.* 309-313.
- THOREAU, J., DU TRIEU DE TERDONCK, R. (1933) - Le gîte d'uranium de Shinkolobwe Kasolo (Katanga). *Mém. Inst. Colonial belge - Section des Sc. naturelles et médicales.* 1, 8.
- VAN DOORNINCK, N.H. (1928) - De Lufilische plooiing. Den Hagen 1928.

#### PLANCHE I

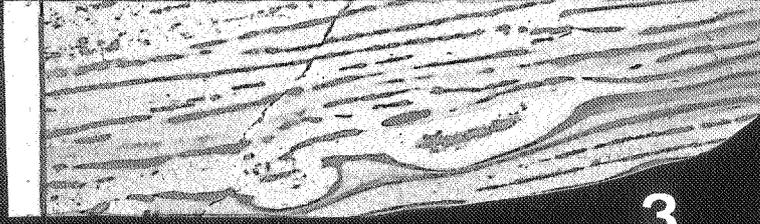
- Photo n° 1* - Grès grossier arkosique oligistifère gris-clair, à lits microconglomératiques. Cette roche appartient peut-être à la base du Katangien.
- Photo n° 2* - Niveau le plus ancien connu du R.1 (RAT). Pelite microgréseuse dolomitique. Litage grossier à très grossier, irrégulier. Rouge lie de vin avec lits plus clairs. Nids d'oligiste spéculaire. Kamoto Principal, niveau 207.
- Photo n° 3* - R.1 (RAT), partie médiane. Lits alternant de pelite gréseuse dolomitique lilas, de grès dolomitique à grains moyens, beiges et de pelite fine violet foncé. Oligistifère. Musonoi, échantillon de sondage.
- Photo n° 4* - R.1 (RAT), partie supérieure. Pelite microgréseuse dolomitique massive, parfois plus ou moins triturée, gris-lilas. Nids et diaclases tapissés d'oligiste spéculaire. Kamoto Principal, niveau 207.
- Photo n° 5* - R.1 (RAT) brêchié, près du contact avec le R.2. Brèche à éléments et pâte formées de pelite microgréseuse dolomitique beige et gris-lilas. Kamoto principal, niveau 207.
- Photo n° 6* - R.2.1.1 (RAT grise). Pelite microgréseuse dolomitique massive gris-foncé, riche en bornite et chalcosine. Kambove Ouest, galerie préparatoire.
- Photo n° 7* - R.2.1.2.1 (D. strat). Dolomie siliceuse microgréseuse rubanée gris-clair à lits plus foncés. Litage généralement très régulier. Nodules de dolomite et chalcosine. Chalcosine finement disséminée dans la roche. Kamoto Principal, niveau 207.
- Photo n° 8* - R.2.1.2.2 (RSF). Dolomie siliceuse à lits de dolomie argileuse micacée, gris-clair à lits plus foncés. Litage très fin, parfois un peu onduleux. Chalcosine finement disséminée. Musonoi carrière, niveau 1320.



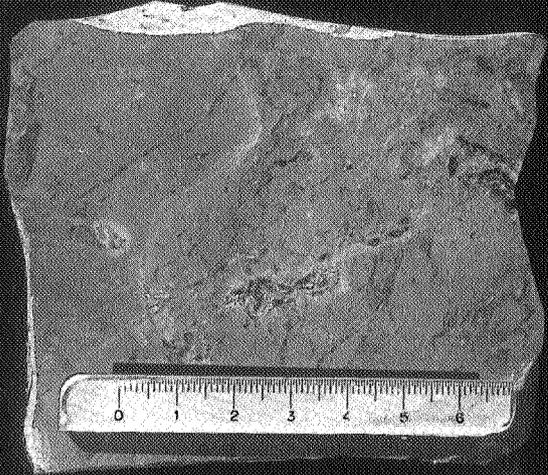
1



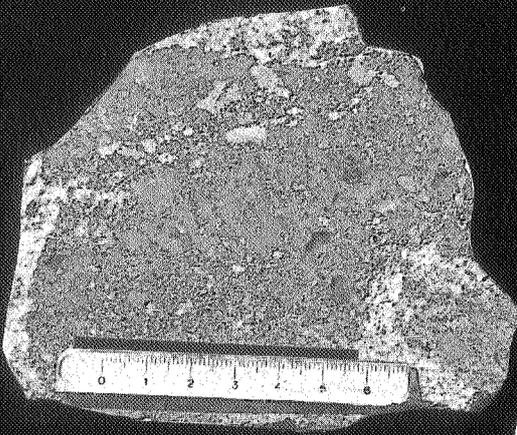
2



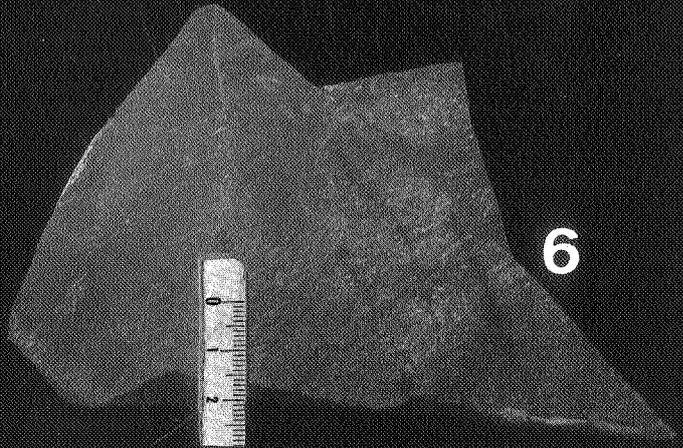
3



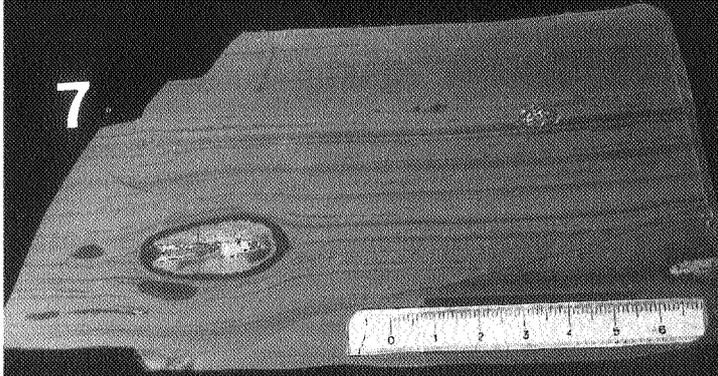
4



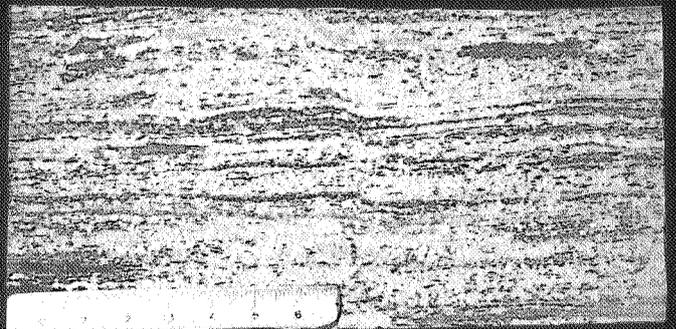
5



6



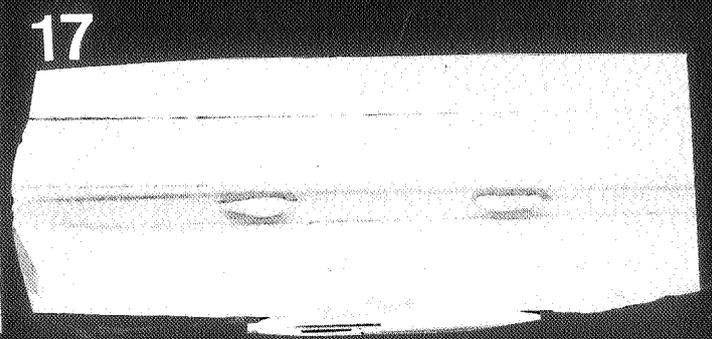
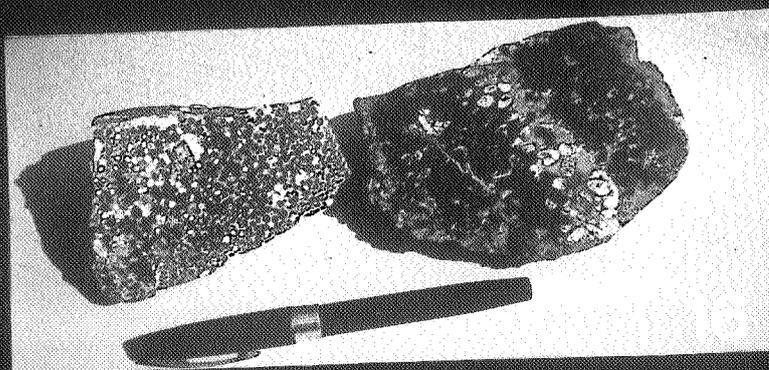
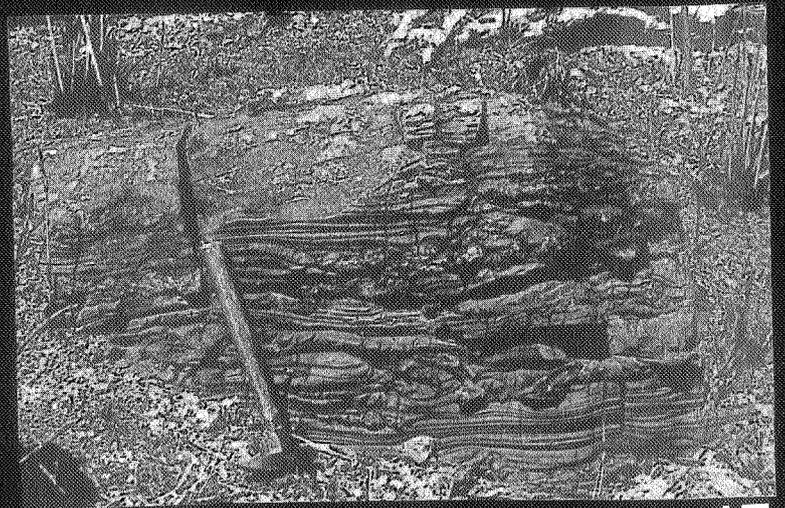
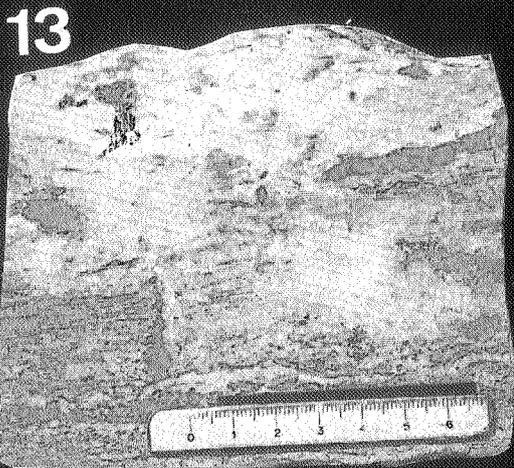
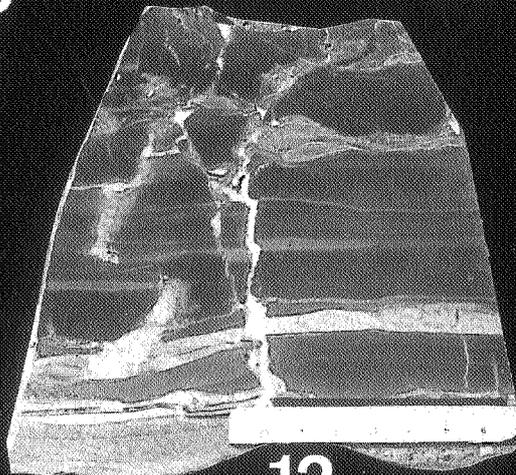
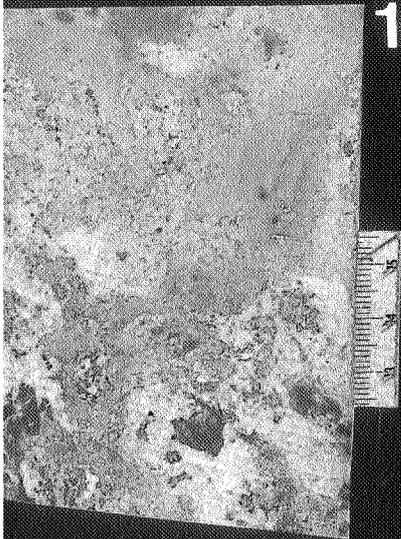
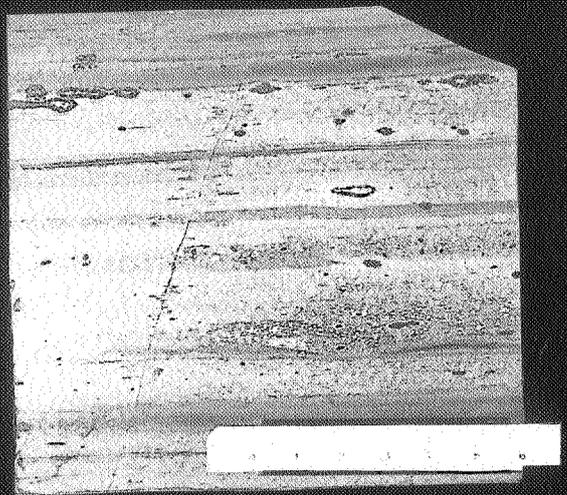
7



8

## PLANCHE II

- Photo n° 9* - R.2.1.3 (RSC). Roche quartzreuse non stratifiée, à structures stromatolitiques, très cariée, gris-clair, très altérée. Gisement de Kasompi Est.
- Photo n° 10* - R.2.1.3 (RSC). Dolomie siliceuse massive gris-beige ou blanche, avec macrocristaux de dolomite noire. Présence de débris algaires. Apparence brêchiée assez nette. Kamoto Principal, échantillon de sondage.
- Photo n° 11* - R.2.2.1 (SD de base). Shale dolomitique finement et très régulièrement lité gris plus ou moins foncé. Chalcosine finement disséminée. Petits nodules avec dolomite, quartz, chalcosine et carrollite. Kamoto Principal, niveau 207.
- Photo n° 12* - R.2.3.1 (CMN inférieur). Dolomie microcristalline légèrement carbonée ou non, gris-foncé ou gris très clair, à litage grossier parfois irrégulier. Kamoto Principal, niveau 207.
- Photo n° 13* - R.2.3.2 (CMN supérieur). Dolomie microcristalline grise ou blanchâtre, litage fin ou grossier, irrégulier. Kamoto Principal, niveau 207.
- Photo n° 14* - R.3, base (RGS dans le Groupe de la Dipeta). Argilite microgrêseuse dolomitique non stratifiée, légèrement triturée, gris-clair violacé ou gris-verdâtre. Kamoto Principal, carrière.
- Photo n° 15* - R.3 (Dipeta), partie médiane. Dolomie à stratification fine et irrégulière, grise. Altération superficielle en "peau d'éléphant". Vallée de la Mofya, au nord de Fungurume.
- Photo n° 16* - R.4.1 (Mwashya Inférieur). Roche siliceuse oolitique (dolomie oolitique altérée ?), avec oolites petites ou grosses, noires ou blanches. Au sud du gîte de Kakonge Ouest.
- Photo n° 17* - R.4.2.2 (Mwashya Supérieur, niveau super.). Pelite fine, dure, non micacée, très finement litée, gris-vert à gris-lilas, parfois lilas-violacé. Il s'agit d'un shale carboné noir altéré. Flanc nord de l'anticlinal de Menda.

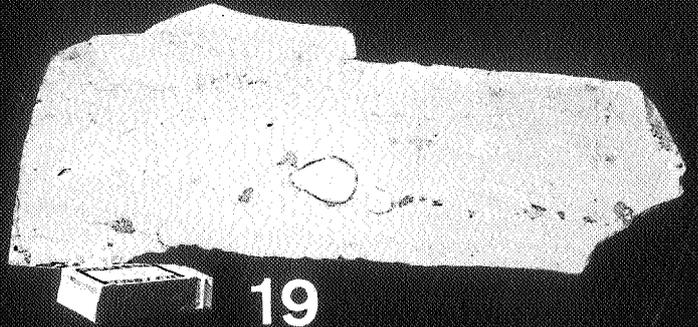


### PLANCHE III

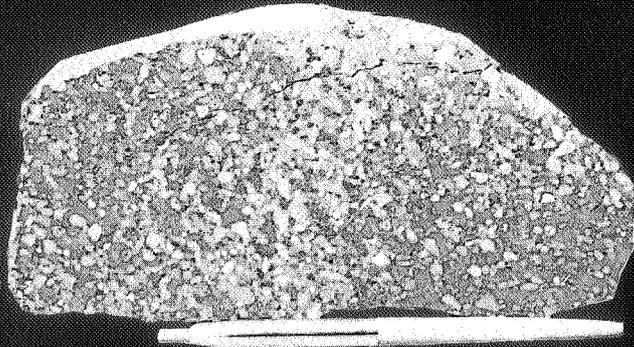
- Photo n° 18* - Ki.1.1 (Grand Conglomérat). Mixtite à ciment pélito-gréseux dolomitique gris-vert. Eléments non classés. Un élément constitué d'oolites siliceuses du Mwashya typiques. Au sud du gisement de Kabolela.
- Photo n° 19* - Ki.1.1 (Grand Conglomérat). Mixtite altérée. Ciment argilo-gréseux gris-rouge grossièrement lité, éléments de tailles diverses, alignés suivant la stratification. Une telle structure litée est exceptionnelle dans cette Formation. Anticlinal de Kasaba, flanc sud.
- Photo n° 20* - Ki.1.1 (Grand Conglomérat). Poudingue à éléments siliceux bien arrondis et très bien classés, noir, gris ou blancs. Le ciment est presque absent. Route de Luambo à Bunkeya.
- Photo n° 21* - Ki.1.2.1 (Shales rubanés). Shale très fin, non ou très peu dolomitique, légèrement carboné, gris plus ou moins foncé, à litage fin ou grossier, parfaitement régulier. Le long de la rivière Kavungo.
- Photo n° 22* - Ki.1.2.2 (Calcaire de Kakontwe). Calcaire plus ou moins dolomitique, microcristallin, massif, gris, avec structures organiques (?) révélées par l'altération superficielle. Haute vallée de la Mura (ferme Swannepoel).
- Photo n° 23* - Ki.1.3. Pelite un peu dolomitique massive gris assez foncé, légèrement violacé, avec géodes centimétriques remplies de calcite et oligiste. Appartient à un faciès sud. Rivière Kanteba (affluent rive droite de la rivière Nyundeulu, au sud de Menda).
- Photo n° 24* - Ki.1.3. Shale argileux lie de vin, avec lits d'arkose fine gris-jaune. Stratification très irrégulière. Appartient à un faciès nord. Route Kolwezi-Zilo.
- Photo n° 25* - Ki.2. Siltstone grossier dolomitique massif, gris-vert à taches violacées (macigno tacheté). Appartient à un faciès sud. Le long de la rivière Kavungo.
- Photo n° 26* - Ki.2. En alternance : siltstone grossier dolomitique gris-beige et pelite peu dolomitique gris-violacé. Litage fin à très fin, onduleux, parfois entrecroisé. Granoclassement. Appartient à un faciès sud. Route Likasi-Mwadingusha.



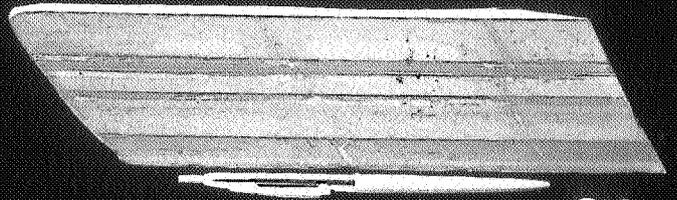
18



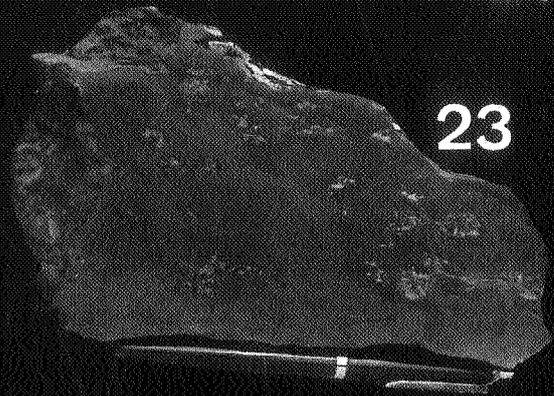
19



20



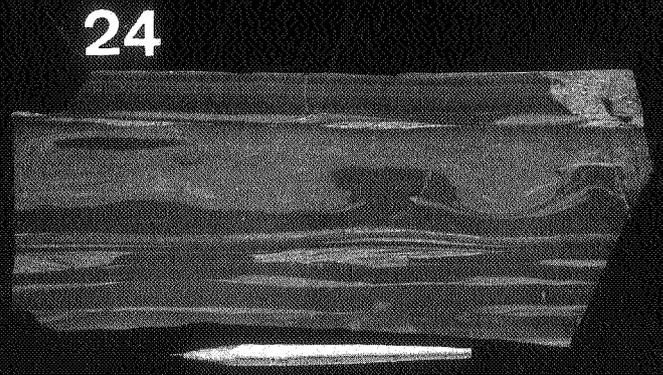
21



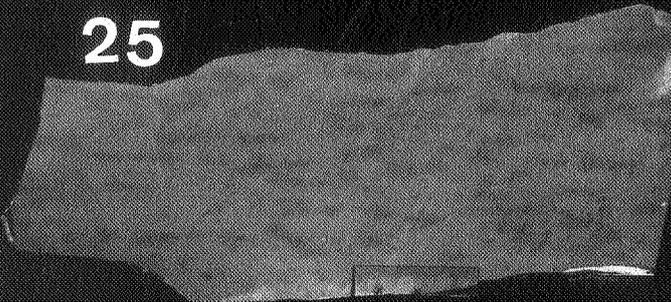
23



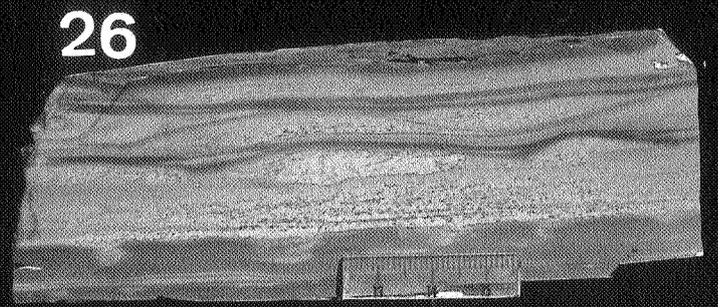
22



24



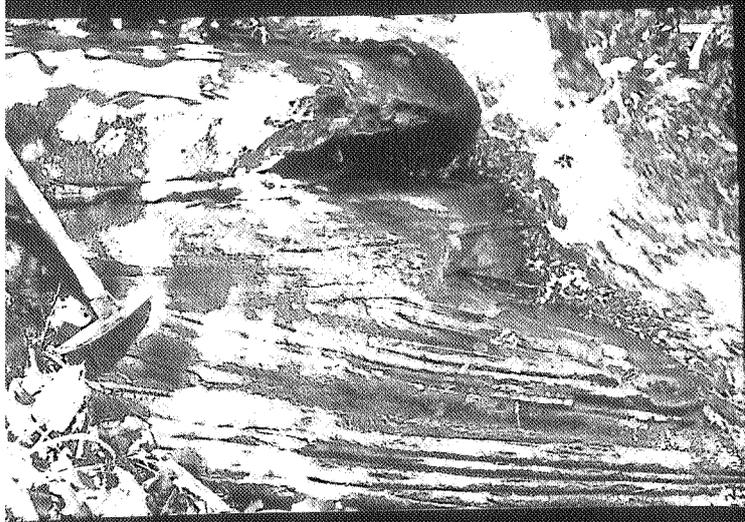
25



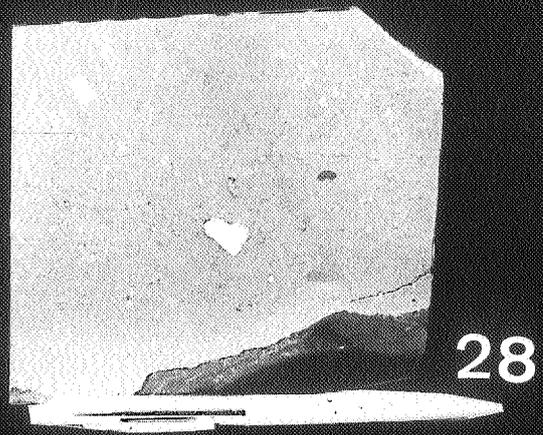
26

## PLANCHE IV

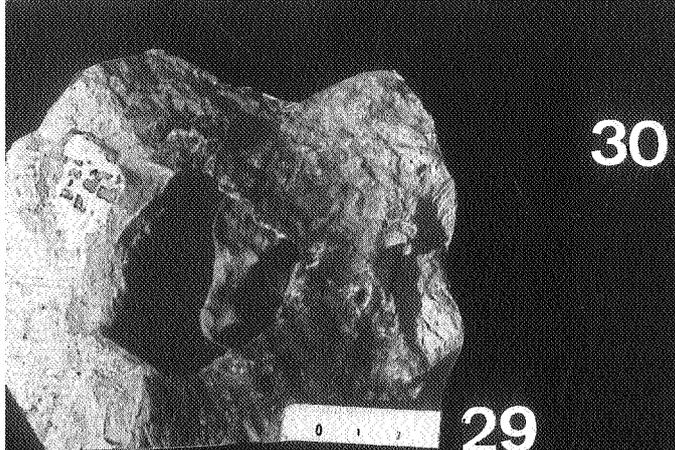
- Photo n° 27* - Ki.2. Grauwacke arkosique assez grossière, peu dolomitique, gris foncé. Stratification fine à grossière, parfois entrecroisée. Appartient à un faciès nord. Le long de la rivière Bona.
- Photo n° 28* - Ks.1.1 (Petit Conglomérat). Mixtite à pâte faite d'un siltstone dolomitique grossier massif gris-lie de vin. Eléments généralement petits, parmi lesquels on trouve des agates. Appartient à un faciès sud. Route de Luambo à Bunkeya.
- Photo n° 29* - Ks.1.1 (Petit Conglomérat). Mixtite à pâte pélito-dolomitique massive gris-vert. Eléments petits assez rares. Un gros élément de Calcaire (de Kakontwe ?) en voie de dissolution. Appartient à un faciès sud. Environ 5 km au NE de Milebi.
- Photo n° 30* - Ks.1.2.1 (Calcaire rose). Dolomie microcristalline à stratification fine, gris-rose. Altération superficielle en "peau d'éléphant". Environ 10 km au N.NE de Pungulume.
- Photo n° 31* - Ks.1.2.2. En alternance : bancs de siltstone très dolomitique massif gris-verdâtre (macigno) et de shale dolomitique finement et régulièrement stratifié gris-vert ou gris-violacé. A 3 km au NW de Kasompi Ouest.
- Photo n° 32* - Ks.1.2.2, horizon supérieur (Calcaire rose oolitique). Calcaire franc, formé par l'accumulation d'oolites de 2 mm de diamètre. Carrière de Lubudi.
- Photo n° 33* - Ks.1.3. Pelite peu dolomitique gris-violacé, avec lits de grès fin dolomitique beige, souvent lenticulaires. Litage assez irrégulier, fin ou grossier. Route Likasi-Mwadingusha.
- Photo n° 34* - Ks.2.1 (Grès de Kiubo). Arkose à grain assez grossier, dont le ciment carbonaté a disparu par altération superficielle. Litage fin à grossier, irrégulier, souvent entrecroisé. Enduits de malachite (minéralisation secondaire per descensum). Gîte de Kimweulu.
- Photo n° 36* - Ks.2 (probablement Ks.2.1). En alternance : grès fin jaune beige et pelite fine gris-violacé. Conglomérats intraformationnels. Litage fin à grossier, souvent irrégulier, entrecroisé. Granoclassement très net. Enduits de malachite (minéralisation per descensum). En bordure sud de la mine de Shanguluwe.



7

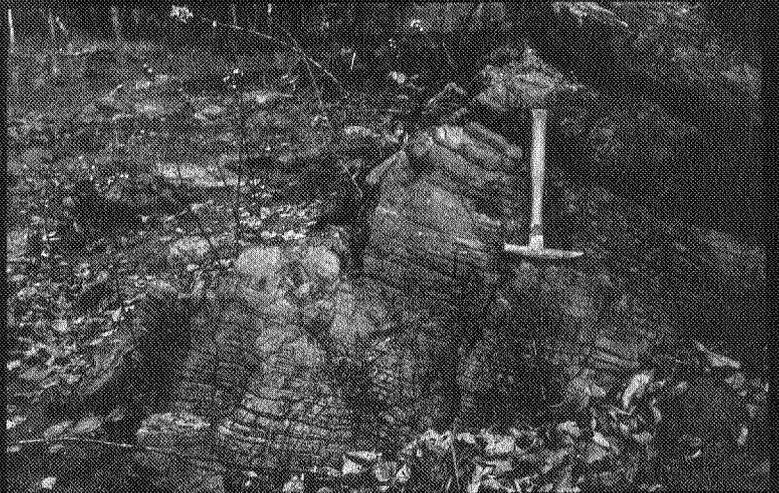


28

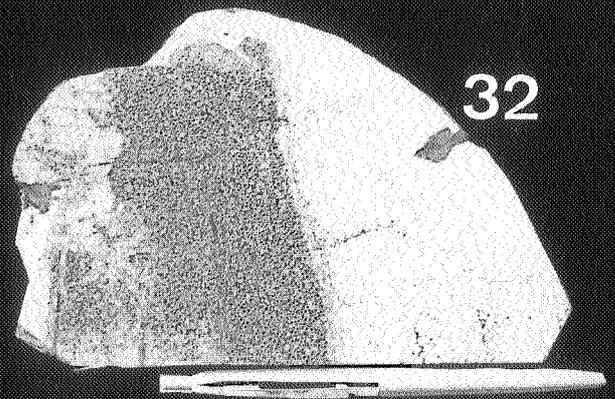


30

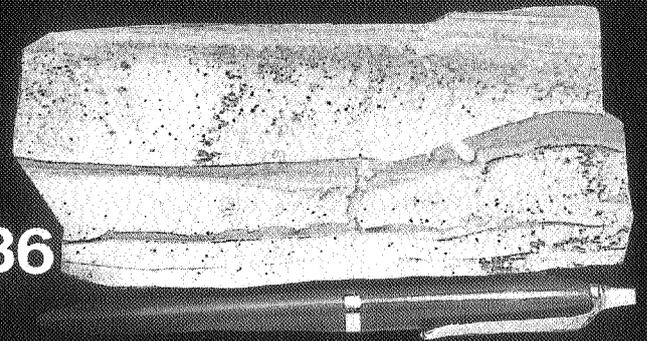
29



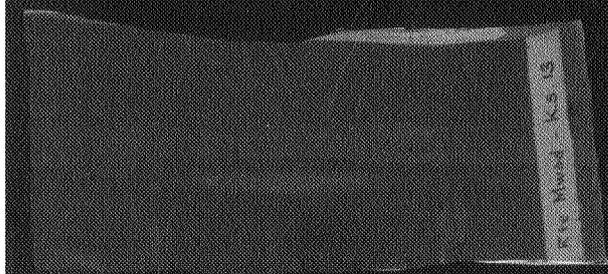
31



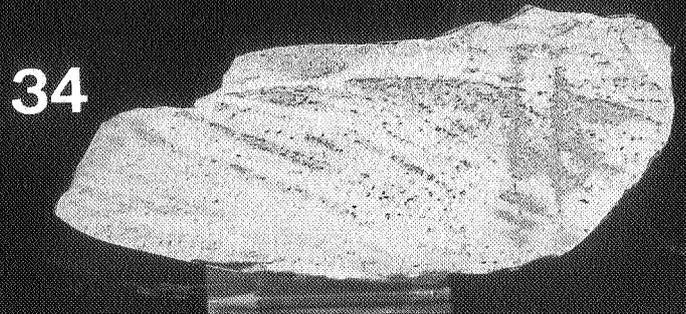
32



36



33

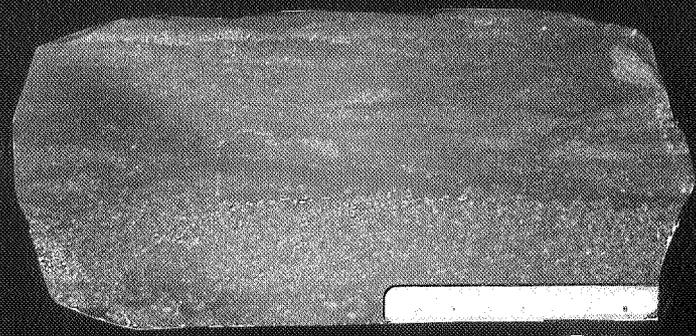
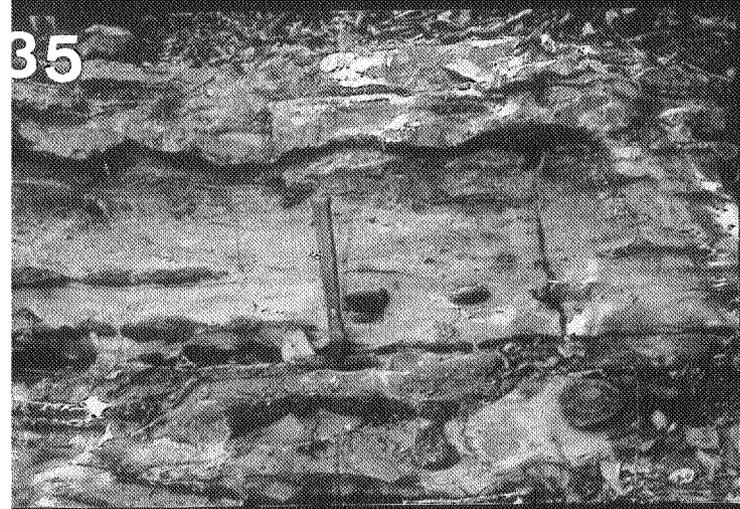


34

## PLANCHE V

- Photo n° 35* - Ks.2.1 (horizon à nodules cherteux discoïdes). Banc de calcaire vaguement stratifié gris-rose avec nodules cherteux décimétriques en forme de disques alignés suivant la stratification. Appartient à un faciès nord. Vallée de la rivière Gule.
- Photo n° 37* - Ks.3 (Grès et poudingue des Plateaux). En alternance : arkose grossière, parfois microconglomératique, non dolomitique, grise, avec lits irréguliers de pelite grêseuse rouge sombre. N'est observé qu'au nord de l'Arc. Plateau de Bianco, en tête de la chute de la rivière Mulamba.
- Photo n° 38* - Exemple d'un "débris" de R.2 isolé dans du R.1 bréchié. On observe une injection de R.1 dans le R.2. Gisement de Mutoshi.
- Photo n° 39* - Autre exemple d'un "débris" de R.2 emballé dans du R.1 bréchié. Gisement de Musonoi.
- Photo n° 40* - Anticlinal à flanc chevauchant. On observe du Ks.2 (pelite et siltstone dolomitiques) appartenant au flanc chevauché, en contact avec une brèche de friction à éléments de R.1 et/ou de R.3, appartenant au flanc chevauchant. La partie supérieure du Ks.2 est en voie de dislocation, pour donner quelques éléments de la brèche. Sondage de Kambove Ouest.
- Photo n° 41* - Les deux ore-bodies du R.2 et les roches encaissantes. Exemple pris à Kamoto Principal en 1971.
- Photo n° 42* - Ore-body supérieur du R.2 (SD de base). Echantillon altéré. Belle minéralisation en hétérogénite, traces de malachite. Gisement Oliveira.

35



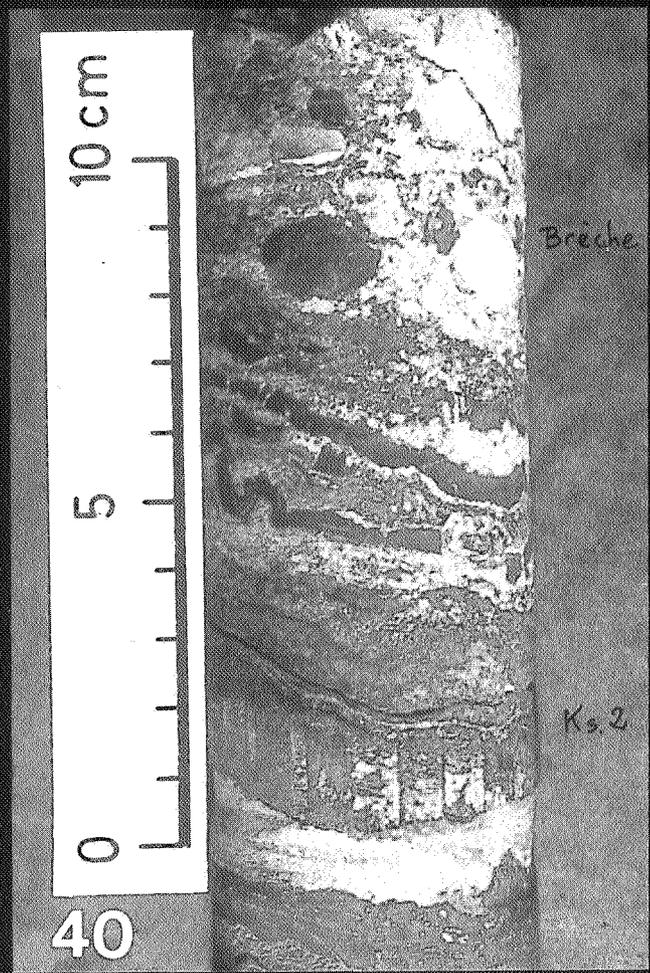
37



38

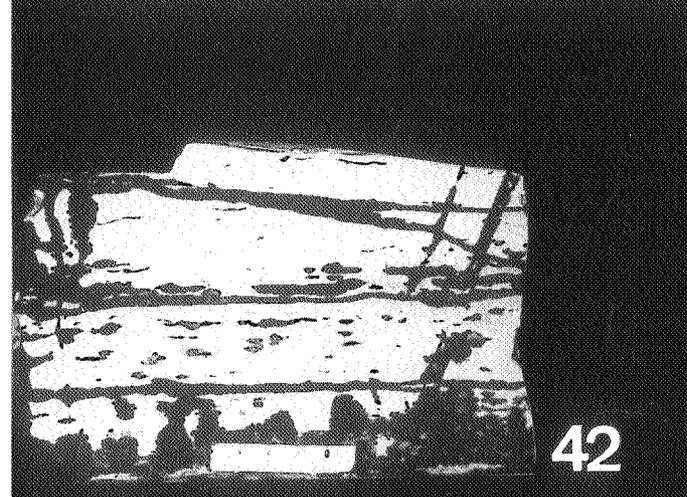


39



40

41



42



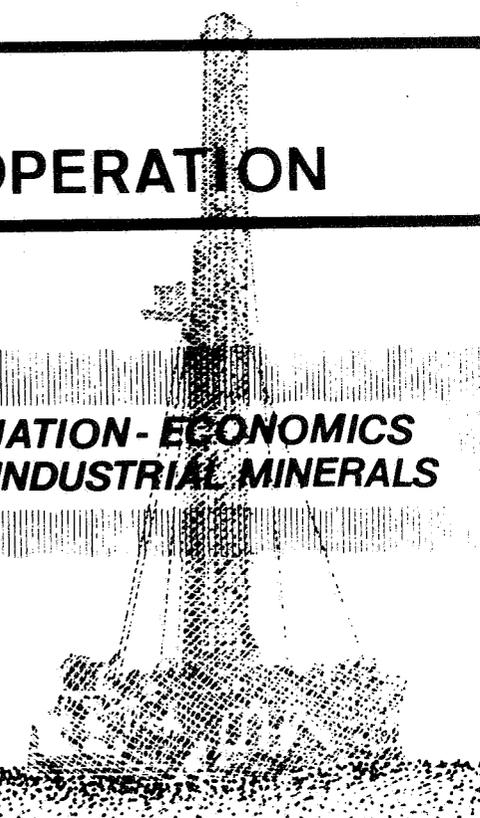
# BUREAU OF GEOLOGY FOR INTERNATIONAL COOPERATION



**EXPLORATION - VALUATION - ECONOMICS  
FOR METALLIC AND INDUSTRIAL MINERALS**

TECHNICAL HEADQUARTERS AND MAILING ADDRESS  
c/o ROYAL MUSEUM OF CENTRAL AFRICA  
13, STEENWEG OP LEUVEN  
1980 TERVUREN (Belgium)

Tel: 32-2-767 54 01 Extension 313 Telex: 22 803 B Fax: 32-2-425 59 72



*Marque de Grégoire Wincqz, Maître de Carrières à Soignies (XVIII<sup>e</sup> siècle)*

Depuis 1668,  
nous extrayons et  
façonnons le petit  
granit ou pierre  
bleue dans le  
Hainaut.  
Le marbre rouge  
"Royal" provient  
de notre carrière de  
Philippeville.

**CARRIERES**  
**GAUTHIER & WINCQZ**

7400 SOIGNIES - Belgique  
Tél. : 067/33 21 16  
Telex 57878 Carsen B  
Telefax : 067/33 91 37

Société belge de Géologie Belgische Vereniging voor Geologie	Centenaire 1987 Eeuwfeest 1987	Volume hors série Boekdeel buiten reeks
---	-----------------------------------	--

## HYDROGEOLOGIE : APERÇU HISTORIQUE

par W. LOY (\*)

RESUME - L'homme intervient de manière différente dans le cycle hydrologique en fonction de sa situation géographique et de l'importance de sa consommation. Les théories sur l'origine des eaux souterraines et les méthodes de les prélever sont passés en revue depuis les temps avant notre ère au Moyen-Orient, en Grèce, chez les Romains, à la Renaissance et pendant les temps modernes. Ainsi on peut constater que la technique de la prise d'eau souterraine s'est développée bien avant l'activité scientifique sur ce sujet. Cette même technique a amené une surexploitation des nappes aquifères créant le déstockage et la pollution. Une législation et gestion adéquate s'avère nécessaires.

KORTE INHOUD - Hydrogeologie : historisch overzicht.  
In functie van de nodige hoeveelheid water en van zijn woonplaats grijpt de mens in op een bepaalde plaats in de hydrologische cyclus. De theorie over de oorsprong van grondwater en de methoden om dit grondwater te winnen worden overlopen vanaf de Oudheid tot op de dag van heden. Vastgesteld wordt dat de techniek van de watervang zich ontwikkelde vooraleer de wetenschap zich met grondwater inliet. Diezelfde techniek heeft roofbouw van de waterlagen als gevolg die op zijn beurt destockage en bevuilding veroorzaken. Een doeltreffend beheer en wetgeving dringen zich op.

ABSTRACT - Hydrogeology : historical review.  
According to the necessary quantity of water and of his dwelling, men intervene in a certain stadium of the hydrological cycle. The theories on the origin of groundwater and the methods to recover it are mentioned from ancient times onwards up to the present time. The technique of waterworks has developed before science was interested in this field.  
The same techniques cause mining of groundwater which leads to destockage and pollution of the aquifers. An adequate management and legislation are highly needed.

Oublions un moment, à l'occasion de ce centenaire, toutes les données et calculs et retraçons plutôt en résumé le chemin suivi par l'hydrogéologie... Depuis son existence, l'homme est toujours intervenu à des niveaux divers dans le cycle hydrologique afin d'obtenir la quantité nécessaire d'eau potable. Cette quantité est au minimum deux litres d'eau douce par jour pour subsister, mais une fois placé dans la civilisation moderne, l'homme en utilise au moins cent fois plus.

Cette intervention dans le cycle se faisait, et se fait toujours, au stade où il rencontre un minimum de difficultés techniques ou financières. L'Australien puise l'eau stagnante d'un pot-hole, l'Esquimau laisse fondre de la glace et, dans les régions plus tempérées, l'eau est prélevée des rivières. Quand l'eau de surface est devenue trop polluée, et malgré l'importance de cette réserve, le choix s'est restreint et on s'est tourné vers la source, qui est devenue le centre social de la communauté.

(\*) K.U. Leuven - Redingenstraat 16 - 3000 LEUVEN

Lorsque l'homme a voulu disposer de quantités plus grandes, il est intervenu dans un stade où l'écoulement se fait plus lentement : l'eau souterraine. Mais ici aussi, les réserves sont loin d'être inépuisables et en plus dans certains cas de qualité douteuse. On en revient au même problème de pollution que précédemment avec toutefois de meilleures connaissances techniques dans une situation plus polluée. Dans certaines régions, le manque d'eau douce est lié à un excès de consommation et de pollution, le tout pouvant être accentué par une insuffisance de précipitations. C'est pourquoi l'homme intervient de nouveau à un autre endroit du cycle : il veut dessaler l'eau de mer. Solution financièrement fort onéreuse mais indispensable dans certaines régions du monde aussi bien par l'isolement dans les zones arides que par l'isolement politique (p.e. Guantanamo).

L'eau de surface a toujours été mieux connue que l'eau souterraine. Cette dernière a toujours été entourée d'une auréole mystérieuse qui survit encore au travers des sourciers. Psychologiquement, on investira plutôt dans un élément facile à observer - l'eau de surface - que dans l'eau souterraine moins connue et moins accessible. Les frais de forage et de pompes entravent inconsciemment l'exploitation de l'eau souterraine, malgré un prix de revient de l'eau de surface dix fois plus élevé que celui de l'eau souterraine. En plus, il suffit d'un été sec (par exemple 1976) pour démontrer que l'abondance en eau de surface est très relative.

Dire que l'hydrogéologie est aussi ancienne que la civilisation serait un peu exagéré mais citons quand même les faits historiques suivants :

Abstraction faite de plusieurs passages dans la Bible où des problèmes d'eau sont mentionnés, c'est environ au 7<sup>e</sup> millénaire avant J.C. que les premiers drainages souterrains (kanats) ont été réalisés au Moyen-Orient. Depuis lors, les villes de Téhéran (et de Marrakesh) sont toujours approvisionnées au moyen de kanats. Hammurabi (1800 avant J.C.) édicta une législation adéquate dans laquelle la priorité de l'utilisation de l'eau était comme suit : d'abord l'approvisionnement de la population et du cheptel, ensuite l'eau ménagère, puis l'eau pour l'irrigation et en dernier lieu, la navigation. La peine de mort était prévue pour toute infraction à cette loi. L'eau souterraine était aussi connue en Egypte comme le prouve le puits de Joseph situé près du Caire. Ce puits, datant du 17<sup>e</sup> siècle avant J.C., avait une profondeur d'environ cent mètres.

Thalès de Milet, éduqué en Egypte et en Mésopotamie au 6<sup>e</sup> siècle avant J.C., prétendait que l'eau était la matière première, l'archée, de tous les autres éléments. En effet, il avait déjà constaté que l'eau pouvait se présenter à l'état solide, gazeux et liquide. Platon prétendait, au 4<sup>e</sup> siècle avant J.C., que l'eau de mer se distillait dans le sous-sol et, ainsi épurée, revenait à la surface. Cette théorie était reprise plus

tard par Kepler (1571-1630) et Descartes (1596-1650). Aristote (384-322 avant J.C.) écrivait que l'eau de source provenait de la condensation de l'eau dans les cavités froides souterraines. Cette hypothèse, reprise en 1877 par Volger, fut poussée à l'extrême : toute eau souterraine était due à la condensation !

Plinius l'Ancien (23-79 après J.C.) connaissait déjà le phénomène de la géothermie et la relation entre la composition chimique de l'eau souterraine et la composition minéralogique des formations géologiques ("Tales sunt aquae qualis terra per quam flunt"). Le deuxième romain qui se distinguera dans l'hydrologie était Vitruvius, ingénieur-architecte sous J. César de 50 à 25 avant J.C. Il émit l'hypothèse de l'infiltration de l'eau des rivières. Ceci signifia un progrès énorme dans l'hydrologie mais depuis lors, les connaissances stagnaient jusqu'à la fin de la Renaissance. Abstraction faite des connaissances hydrostatiques d'Archimède, les textes classiques démontrent clairement que ni les Grecs, ni les Romains n'avaient une connaissance élémentaire des principes de l'hydrodynamique !

Leonardo da Vinci (15<sup>e</sup> siècle) s'occupait de quelques aspects hydrologiques quand il observa que certains synclinaux dans les Alpes étaient plus perméables que d'autres. D'après Agricola (1549), l'eau souterraine provenait de la condensation des vapeurs ascendantes et de l'infiltration de l'eau de pluie.

L'hypothèse proposée par Vitruvius était reprise par B. Palissy (1510-1590), P. Perrault (1608-1680) et Mariotte (1620-1684). Pour la première fois, des données quantitatives et qualitatives sur l'hydrogéologie étaient rassemblées. Perrault observa e.a. la relation entre la pluviométrie et le débit de la Seine dans le bassin hydrographique de son cours supérieur. Perrault étant juriste, était probablement stimulé dans cette recherche par C. Huygens qui résidait à Paris. Perrault décrit ses expérimentations dans son livre "L'origine des Fontaines" publié en 1674 et dédié d'ailleurs à C. Huygens. Pour annuler une légende : ce n'est pas P. Perrault qui est l'auteur des contes mais bien son frère cadet Charles.

C'est W. Smith (1779-1839) et J. Paramelle (1790-1875) qui introduisirent définitivement l'hydrogéologie dans les milieux scientifiques, quoique la dénomination "eau souterraine" ait été encore relativement peu connue. Comment d'ailleurs peut-on expliquer qu'en 1849 un juge anglais se prononçât comme suit lors d'une discussion relative à une pollution d'un puits d'eau : "the laws of the existence and progress of percolating water cannot be known or regulated. It rises to great heights and moves collaterally by influences beyond our apprehension. These influences are so secret, changeable and uncontrollable that we cannot subject them to the regulations of law nor build them a system of rules". Entretemps, A. Dumont écrivait en 1851 une "Note sur l'application de la géologie à la recherche d'eaux souterraines"...

A peine sept ans après cette décision du juge en Angleterre, Henry Darcy (1803-1858) établit en 1856 expérimentalement

la base de la géo-hydrologie quantitative et de l'hydraulique. La loi de Darcy dit que la vitesse de l'eau, et donc le débit par unité de section, sont proportionnels au gradient et à un coefficient de perméabilité. Aussi en 1856 le premier livre sur l'eau souterraine s.s. était édité sous le titre "L'art de découvrir les sources" et avait comme auteur J. Paramelle (1790-1875). Le mot hydrogéologie n'était pas encore en usage et Paramelle s'appelaient lui-même un hydroscopie. En outre, le livre de J. Dumas "La science des fontaines" parut en 1856. La loi de Darcy fut appliquée par J. Dupuit (1804-1866) sur les puits d'eau et plus tard adaptée par G. Thiem afin de déterminer les caractéristiques des nappes aquifères.

On est tenté de croire que, jusqu'en 1861, les Américains ne connaissaient rien des eaux souterraines puisque de nouveau un juge se prononça dans l'Ohio comme suit : "ground water as too secret and occult to be adjudicated by law". Ce point de vue a été annulé par la "Haute Cour" de cet Etat le 31 décembre 1984... Daubré écrivait en 1887 : "qu'une classification rationnelle des mécanismes de la circulation des eaux souterraines est très difficile, surtout si l'on tient compte de l'impuissance où se trouve l'observateur de suivre ces dispositions jusqu'à une grande profondeur". La situation changea et l'eau souterraine va jouer un rôle important dans le cadre de "United States Geological Survey" fondé en 1879. En effet, le "Groundwater Survey", créé en 1890, avait pour but de gérer les ressources d'eau souterraine d'une façon efficace en tenant compte des intérêts partiels comme l'agriculture et les voies d'eau. A. Hazen, C. Slichter et O. Meinzer sont ici les grands noms.

En 1910, Van Den Broeck, Martel et Rahir publièrent le livre sur "Les cavernes et les rivières souterraines de la Belgique", en deux volumes : "Les calcaires dévoniens du bassin de Dinant" et "Les calcaires carbonifériens du bassin de Dinant et coup d'oeil sur le bassin de Namur" et quel coup d'oeil ! Ceci sans disposer des techniques modernes de recherche.

Beaucoup de savants belges ont contribué au développement de l'hydrogéologie. On peut citer e.a. d'Andrimont et Delecourt pour n'en citer que deux d'une série de personnes dont l'apport à cette sciences est si important qu'ils méritent d'être traités dans une communication ultérieure.

L'américain Theis fixa en 1935 le principe de l'hydraulique souterraine démontrant la relation entre le débit, le rabattement et le temps lors d'un pompage. Grâce à l'étude de Theis, il est possible de déterminer certaines caractéristiques hydrologiques de la nappe aquifère en fonction du temps. Cette étude adaptée par e.a. C. Jacob, rendait possible une gestion de l'eau souterraine.

En 1958, les modèles analogues apparaissaient (Santing, Karplus). La circulation de l'eau souterraine est simulée en se basant sur l'analogie entre celle-ci et certains principes de l'électricité ou de

la diffusion de la chaleur.

La dernière étape vers la situation actuelle est l'apparition des modèles mathématiques (+ 1968), ou la circulation de l'eau souterraine est décrite au moyen des comparaisons mathématiques qui sont résolues par ordinateur.

En résumé, on peut représenter l'hydrogéologie comme une science spéculative jusqu'en 1850. De 1850 jusqu'à 1950, comme une science descriptive et depuis 1950, comme une science exacte.

On observe donc que l'eau souterraine était déjà exploitée bien avant de comprendre son origine ou son comportement. Comme déjà mentionné, Vitruvius fut le premier à proposer une hypothèse exacte sur l'origine des eaux souterraines alors que l'on ne connaissait pratiquement rien sur la dynamique de ces eaux. Notre connaissance est le résultat de plusieurs millénaires de travaux publics, quelques siècles d'analyses scientifiques, quelques dizaines d'années d'expérimentations en laboratoire et à peine quelques années de calcul automatisé. L'hydrogéologie est en même temps le résultat d'une interaction continue entre plusieurs disciplines scientifiques et techniques. Le transfert de la connaissance de la géologie, de la géophysique, de la prospection et de l'hydraulique a comblé beaucoup de lacunes dans l'étude de l'hydrogéologie, phénomène classique dans le monde scientifique :

- on savait très peu sur le comportement de l'eau souterraine quand on construisait les kanats. On manipulait mieux la technique de creuser que la science ;

- en Belgique, l'exportation de l'eau minérale commença en 1583 tandis que la première publication de nature hydrogéologique parut plus de trois cents ans après. En 1887, Poskin publia "Les trous de mauvais air à Niverzè-Spa" ;

- suite à des épidémies de typhus et de choléra dans "les temps modernes", on décida de réaliser la distribution publique. Auparavant, on niait simplement le fait que l'eau était le moyen de transport par excellence pour certains virus et bactéries (typhus à Anvers en 1866, choléra à Hamburg en 1892). Quoique à ce propos, il faille mentionner que ce phénomène était déjà connu par les anciens. On sait que Cicéro conseilla à son esclave d'être très prudent quant à l'usage de l'eau lors d'un voyage. Il lui donna le conseil de boire l'eau de la source plutôt que celle de la distribution ;

- Theis était actif dans la thermodynamique quand il s'aperçut de l'analogie avec la dynamique de l'eau souterraine.

Aussi longtemps que la technique de la prise d'eau était limitée à la communauté agraire, l'eau demeurait aussi un élément de l'environnement. Les premières machines étaient des installations primitives pour pomper de l'eau. La distribution de l'eau était donc un premier pas dans la révolution industrielle. L'eau était devenue une matière première, une ressource. Dès l'application de cette technique de prélèvement d'une façon efficiente et à une échelle plus vaste, on commençait à parler théâtralement de

techniques de gestion et d'exploitation. Celles-ci avaient comme suite ironique le déséquilibre dans la nature causé par la surexploitation et la pollution. La surexploitation amène des conflits aussi bien sur le plan quantitatif (plusieurs conflits internationaux sont dus au manque d'eau) que sur le plan de l'environnement. La baisse du niveau de l'eau souterraine est la cause de la dégradation soit sous forme de subsidence (Tournaisis), d'infiltration (Campines) ou d'intrusion d'eau salée (région côtière). Pour y remédier, plusieurs techniques sont disponibles : infiltration artificielle, usage d'explosifs afin de créer des aquifères d'une façon artificielle, etc... Mais toutes ces techniques ne peuvent être appliquées partout d'une manière uniforme.

Ces situations qui sont sources de conflit, nécessitent la mise au point d'une législation ad hoc. Cette législation, conçue malheureusement de manière trop sectorielle, laisse encore subsister les problèmes globaux. Une législation plus sévère sur les déversement des eaux usées (normes sectorielles) avait comme suite immédiate que plus d'eau usée était infiltrée d'une façon camouflée dans les nappes. Les fuites d'hydro-carbures et la percolation des engrais liquides viennent encore aggraver la situation. Le sous-sol, si riche en toute sorte de minerais et de cavités, devient le dépotoir de tous les déchets possibles, ce qui constitue une négligence inacceptable. La note sera à payer dans un avenir proche. D'où la nécessité de la législation actuelle quant aux zones de protection des captages d'eau souterraine.

Entretemps des fautes énormes sont commises sur le plan technique que l'on croit dominer. Avouons que les Romains ont réalisé quelques aqueducs qui n'étaient pas fonctionnels mais ils sont moins en faute que l'homme moderne qui réalise une galerie au-dessus du niveau piezométrique de nappe, ou qui modifie un plan de secteur d'une façon malhonnête, ou qui réalise un égoût industriel qui ne peut pas être mis en service....

Tous ces faits doivent nous inquiéter parce qu'on utilise une science naturelle qui ne peut pas être approchée par une étude théorique mais bien en contact étroit avec la nature, comme démontré par l'histoire. En plus, ceci doit aller de pair avec une dose de bon sens car nous savons que tous les phénomènes ne peuvent être exprimés par une formule.

Par ces constatations, on peut conclure que l'hydrogéologie est aussi bien une science qu'une technique avec comme objet  $H_2O$  : presque d'une simplicité désarmante au point de vue chimique mais dont le remplacement est impossible. Pensons à ce propos que de nos jours, il existe encore des régions où on ne compte pas les années "avant ou après J.C." ou "avant ou après Mohamed" mais "avant ou après le puits d'eau". En outre, cette combinaison de  $H_2O$  possède tant de caractéristiques bizarres en guise d'auto-protection de sorte que l'humanité pourra l'exploiter encore pendant un temps il-

limité à condition de ne pas trop la maltraiter.

Parlant d'autoprotection, je voudrais attirer votre attention bienveillante sur le fait que la densité maximale de l'eau se trouve à la température + 3,98°C. Supposez un moment que ce ne soit pas le cas et que la densité soit plus élevée que 0°C comme découlant de la logique.

#### BIBLIOGRAPHIE

PARAMELLE (1886) - L'art de découvrir les sources. 3ème Edition. *Libr. polytechn. Baudry et Cie, Ed.*

ADAMS, F.D. (1954) - The birth and development of the geological sciences. *Dover publ. N.Y.*

MARGAT, J. s.d. - Les trois stades de l'économie de l'eau (copie sans références).

.... et beaucoup d'autres informations écrites ou orales de la part de personnes qui oeuvrent dans cette science fascinante qu'est la géologie et dont les informations, si aimablement fournies, seront reproduites dans une communication ultérieure traitant l'historique de l'hydrogéologie en Belgique.

# EXPLORATION

---

## IN SEARCH OF TOMORROW'S ENERGY



### PRAKLA-SEISMOS AG

PHONE: 511/6420  
TELEX: 922419 + 922847 + 923250  
TELEFAX: 6476860



BUCHHOLZER STR. 100  
P. O. BOX 510530  
D-3000 HANNOVER 51

FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY

# GROUPE RYAN

- *Charbons industriels*
- *Amendements de sol*
- *Absorbants domestiques  
et industriels*
- *Absorbants*
- *Services portuaires*

Siège social :

Boulevard Audent 31      bte 6

6000 CHARLEROI

Tél. 071/31.97.06

Telex 51443 RYAN B

Telefax 071/31.43.17

Société belge de Géologie Belgische Vereniging voor Geologie	Centenaire 1987 Eeuwfeest 1987	Volume hors série Boekdeel buiten reeks
---	-----------------------------------	--

## CONTRIBUTION DE LA BELGIQUE A LA RECHERCHE PETROLIERE

par G. FORTEMS (\*)

RESUME - La contribution de la Belgique à la recherche pétrolière à l'intérieur de ses frontières a été modeste. Cette carence s'explique par l'exiguïté du domaine sédimentaire potentiel, tant en terre qu'en mer ainsi que par des conditions défavorables de genèse, d'empêchement et de conservation des hydrocarbures. A ces facteurs techniques peu encourageants s'ajoute une législation peu adaptée, désuète et compliquée, ces dernières années, par les lois de régionalisation.

La phase d'activité de recherche pétrolière la plus importante remonte aux années soixante lorsque furent réalisés les puits de Heibaart (Campine) et de Rosée (Condroz) ainsi qu'une série de trois core-drills en Flandre Occidentale (Houtem, Steenkerke, Stuivekenskerke).

Depuis 1977, une douzaine de demandes de concession ou de droits de recherche ont été déposées pour des zones situées tant dans le Nord que dans le Sud de la Belgique. Ce regain d'intérêt, qui s'inscrit dans le contexte plus large des récents chocs pétroliers, n'a pas engendré d'activité d'exploration nouvelle faute d'attribution de droits aux compagnies pétrolières réquérantes.

C'est en définitive au Service Géologique de Belgique que revient le mérite d'une reconnaissance indirecte du potentiel pétrolier du sous-sol belge par l'exécution de campagnes sismiques et surtout de nombreux puits profonds.

Si la Belgique n'a pas réussi à développer une activité pétrolière sur son territoire, par contre son action à l'étranger est beaucoup plus significative essentiellement grâce aux efforts déployés depuis 1920 par la société belge Petrofina. C'est en effet dès sa fondation que Petrofina s'est lancée dans l'exploration et l'exploitation pétrolière en étant présente par sa filiale Concordia sur l'une des scènes les plus actives de l'époque : la Roumanie.

En 1921, sa production annuelle (128.500 tonnes soit près d'un million de barils) représentait 11 % de la production de la Roumanie. En 1936, Concordia produisit 10 millions de barils. Cette contribution belge souvent méconnue se terminera avec la Seconde Guerre Mondiale. Concordia fut placée sous séquestre par le Reich et nationalisée avec disparition définitive de Petrofina de Roumanie.

Très rapidement après la guerre, Petrofina se tournera vers d'autres horizons : le Mexique (1949), le Canada (1950), l'Angola (1952), l'Egypte (1954) et les Etats-Unis (1956). Dès l'origine, Petrofina s'évertuera à développer des équipes de spécialistes (géologues, géophysiciens, ingénieurs) exerçant le rôle d'opérateurs des travaux de recherche.

Windfall sera à cette époque le fleuron des découvertes de Petrofina au Canada tandis que le petit champ de Benfica en Angola constituera le premier gisement de pétrole découvert sur la côte de l'Ouest Africain. En Egypte,

---

(\*) C/O PETROFINA - Rue de l'Industrie 52 - 1040 Bruxelles.

Petrofina participe à la mise en évidence d'accumulations de pétrole substantielles dans le Golfe de Suez, notamment le champ de Belayim terrestre.

Le début de la décennie soixante voit l'entrée de Petrofina au Zaïre (1959-1960) et en Italie (1960), au Maroc (1961), en Espagne et en Argentine (1962).

L'étape suivante - décisive dans l'histoire de l'Exploration-Production de Petrofina - sera, en 1964, dès la première attribution de concessions en Mer du Nord, sa prise d'intérêts dans le cadre d'une association conduite par Phillips où elle détiendra une participation de 30 % dans la plupart des permis (Royaume-Uni et Pays-Bas en 1964, Norvège en 1965). Ces recherches déboucheront dans un premier temps sur la découverte du gisement de gaz de Hewett (1967) au Royaume-Uni et ensuite sur celles des gisements de pétrole et de gaz du Grand Ekofisk (à partir de 1969) en Norvège.

Les énormes dépenses consenties pour le développement de ces découvertes en Mer du Nord freineront l'élan de l'exploration vers des zones nouvelles. Des travaux de recherche furent toutefois entamés au Svalbard et en Iran en 1969 et couronnés, dans ce dernier pays, par des découvertes importantes de gaz.

Les efforts d'exploration reprendront à partir de 1975 au Groenland et en Irlande, ensuite en Tunisie (1977), Saba (1979), Indonésie (1980), Australie (1981), Sénégal (1982), Danemark (1984), Gabon et Kenya (1985), Tanzanie, France et Jordanie (1987) avec un retour en Egypte (1978-1986).

Aujourd'hui, Petrofina est présente dans 18 pays en Exploration-Production. Son domaine minier couvre une superficie totale de 92.500 km<sup>2</sup>, ce qui correspond à 24.000 km<sup>2</sup> nets compte tenu de ses pourcentages de participation.

L'ensemble des effectifs Exploration-Production du Groupe Petrofina s'élève à un millier de spécialistes dont 200 géologues et géophysiciens appartenant à une vingtaine de nationalités.

La production totale du Groupe Petrofina en 1986 a été de 46 millions de barils de pétrole et 128 milliards de pieds cubes de gaz. Cela représente une moyenne journalière de 126.000 barils de pétrole et 350 millions de pieds cubes de gaz. L'essentiel de cette production provient de gisements situés en Norvège, au Royaume-Uni et aux Etats-Unis. Angola, Zaïre et Tunisie pour le pétrole, Italie, Pays-Bas et Maroc pour le gaz constituent les autres sources de production.

Ces dernières années, les budgets d'investissement en Exploration-Production de Petrofina représentaient 55 % à 60 % du budget total du Groupe.

Outre Petrofina, d'autres sociétés belges se sont intéressées à la recherche pétrolière à l'étranger. Petrobelge, association de différents groupes financiers et de Petrofina opérateur, a entrepris dans les années soixante des travaux de recherche en Italie, au Maroc, au Zaïre. Cette association cesse toutefois de fonctionner en 1964, Petrofina poursuivant seule l'activité dans les pays précités.

Cometra par ailleurs a joué un rôle déterminant dans la recherche pétrolière au large du Zaïre. Titulaire initial de la concession (1959), cette société a réussi à intéresser des partenaires américains et japonais à l'exploration de ce domaine restreint, mais prometteur. Gulf, opérateur du Groupe, y a découvert et développé trois gisements de pétrole dont le plus important est Mibale. Après la cession de sa participation dans l'offshore zairois (1985), Cometra a privilégié le développement de ses activités de recherche et de production aux Etats-Unis.

Au total, si la Belgique n'a pas de production d'hydrocarbures sur son territoire, sa contribution à la recherche pétrolière à l'étranger est significative, tant sur le plan technique que financier, grâce à la société Petrofina, figure de proue dès 1920 et de plus en plus présente aujourd'hui sur la scène internationale.

15 septembre 1987.

Société belge de Géologie	Centenaire 1987	Volume hors série
Belgische Vereniging voor Geologie	Eeuwfeest 1987	Boekdeel buiten reeks

## BELGIAN STONE, A REVIEW

by E. GROESSENS (\*)

**Abstract** - The stones have been exploited since the days of the Romans who were the first to polish them, and since then, right through the Renaissance and until the present time, they have decorated important public and private buildings, churches, cathedrals, castles and palaces such as, for instance, the palace of Versailles in Paris. Sadly, some of these fascinating stones are no longer quarried, although hopefully this is only a temporary state and they may re-open in the future. But there is still available a large selection of grey, black and red marbles which is reviewed here. Many other building stones are quarried in Belgium nowadays. Exept the Balegem stone, all of them are produced in the French speaking part of the country.

**Résumé** - Les matériaux de construction extraits du sous-sol belge sont nombreux et diversifiés. Depuis la période romaine, jusqu'à nos jours, les marbres furent exploités et commercialisés dans le monde entier. Beaucoup de gisements prestigieux sont actuellement abandonnés, il reste cependant une large gamme de matériaux disponibles dont un répertoire actualisé est établi ci-après.

### INTRODUCTION

*"Belgium, one of the founder members of the EEC, has a small but by no means insignificant minerals industry. Essentially it is an important producer of four groupes of minerals : - carbonates, such as limestone, dolomite, and whiting ; synthetic materials in the form of soda ash and sodium sulphate ; silica and sand ; and construction materials, including a wide range of Belgian marbles. The country is also a producer of barytes, silica-alumina sands, and silex, and it the past was a source of phosphates".*

So did Lee Pettifer introduce a article reviewing the operations of the major companies producing industrial minerals in Belgium in 1981. And indeed, Belgium is one of the Europe's leading producers of dolomite. The main areas of production are centred around Marche-les-Dames (Namur) in the middle of the Meuse valley. The country is without question Europe's largest exporter. But, the production of limestone is Belgium's major extractive industry. The main areas of output are all in the French speaking part of the country - along the Meuse valley and around Tournai. From the table it is apparent that the main uses for limestone within Belgium are as an aggregate and

for iron and steel production, whilst smaller quantities of crushed or ground higher grade material are used for sugar processing, glass manufacture, and industrial chemicals production. So far as Europe markest are concerned, Belgium is a significant producer in the vicinity of Mons of the chalk whiting variety of calcium carbonate fillers.

Belgium is also one of only four world producers of silex grinding mill-blocks. The others are Yugoslavia, Spain and China. It has long been recognised as a producer of good quality quartz sand. The main centres of production are near Mol and Maasmechelen. At Anhée-sur-Meuse, two companies account for a large proportion of the Belgian production of silica-alumina sands.

In addition to limestone, Belgium produces a wide range of materials for road building and construction purposes. These include prophry, sandstone, and sand and gravel. The production of prophry is concentrated exclusively in the southwest of Brussels. Although sandstone is produced by a much larger number of producers and in a much wider range of locations, annual output runs

(\*) Service géologique de Belgique - Rue Jenner 13 - B-1040 Bruxelles.

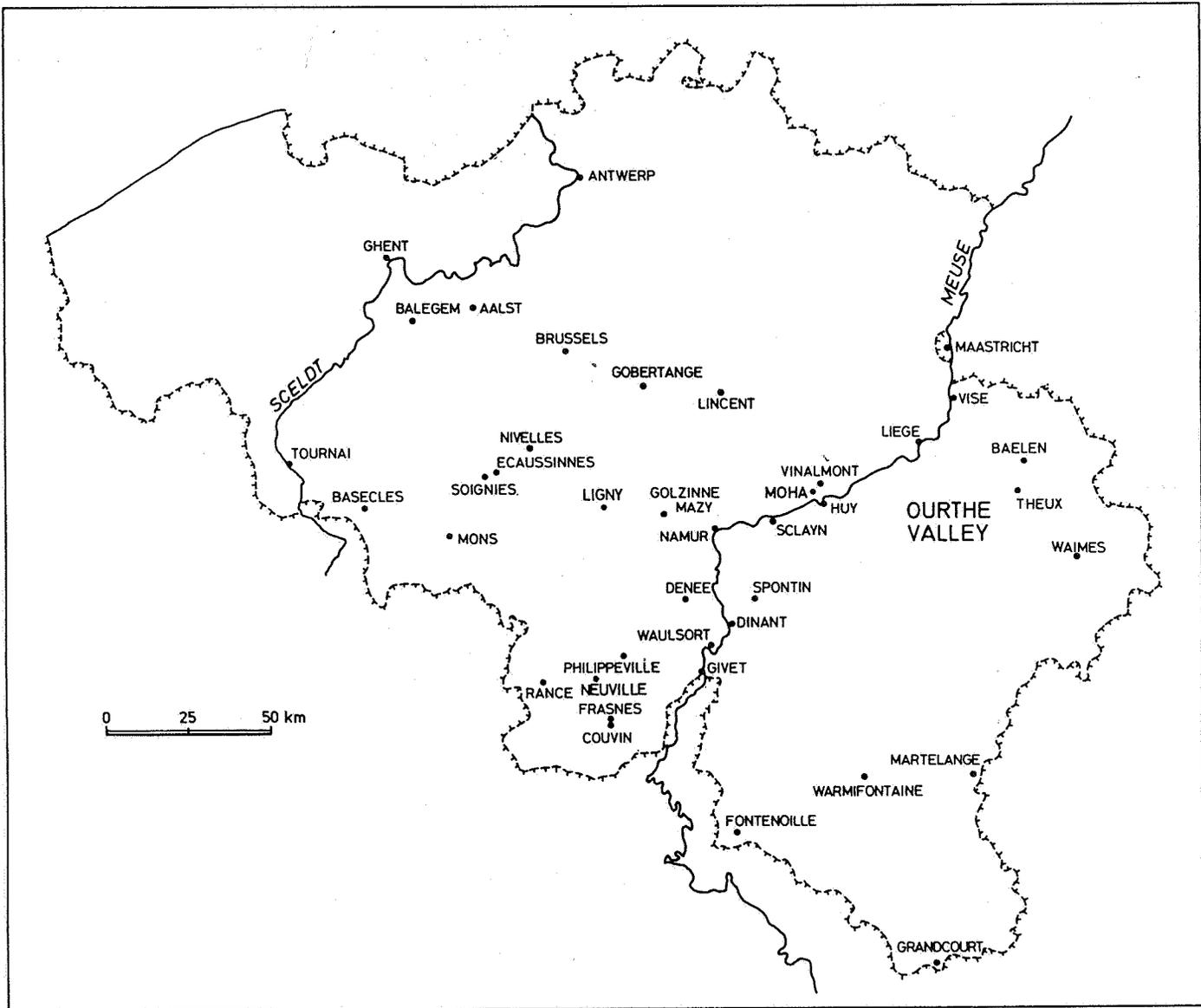


Figure 1. Localization of listed town names.

at about 50 % of that porphyry. Capacity is in the hands of around fifty producers which, apart from two operating near Mons, are based throughout the Ardennes.

Belgium has been a renowned producer of marble for over 2 000 years. The name "marble" is used here in its commercial or technological sense and not in the way understood by petrographers, because historically it has been applied in this way to describe those rocks which take a good polish, have an attractive appearance, and are used for decoration in building and for furniture and other objects as well as for carving fonts, etc.

All are hard limestones from the sedimentary deposits of the Upper Devonian or Lower Carboniferous times. They are stones of low porosity and with a number of different minerals giving to them a variety of colours, often enhanced with the remains of fossil organisms such as shells, ossicles of crinoid, coral colonies, and sometimes also with white calcite veins.

All our limestones are of marine origins and all were deposited during the interval between the Upper Devonian and the Lower Carboniferous. Belgium has produced hundreds of different varieties of these hard limestones and was until the middle of this century one of the

main world producers.

Not only marbles were produced in Belgium, in fact, because of its high rate of population density and its corollary which is the construction business, almost all hard rocks which could be used as building material have been quarried in the past. Many of these stone quarries are completely abandoned nowadays, others are reopened for occasional restorations, some others are still worked and are listed below.

#### HISTORY

The Belgian marble industry has always offered to architects the good and fashionable material they needed to improve the aesthetic value of the buildings they wished to decorate. The Romans not only imported ornamental stones from far away but they also opened many quarries, and archeological discoveries show that the stone cutters already worked most of the varieties which are found in Belgium today. When the Roman Empire fell, marble-working skills disappeared almost completely for some centuries.

During the 13th century, Tournai became an important centre for local black marble carving. Thanks to the river Scheldt, the fonts and tombstones were dispersed over the whole of Europe.

Many of these beautiful fonts are nowadays found in British cathedrals, others are to be seen in Belgium and in churches or museums in other countries. Flagstones were also made at Tournai. The beautiful tomb of the French queen, Blanche of Castilla (1185-1252) which is to be seen at St Denis Cathedral in Paris, in worth pointing out. At the same time, craftsmen searched for similar material in other parts of the country and reopened deserted Roman quarries or started new ones. Fonts and tombstones were then made from dark to black limestones outcropping along the river Meuse. The black marble of Dinant was, for instance, used for the carved tomb of Jean-sans-Peur (1371-1419) displayed at Dijon.

If the Tournai limestone was in the western part of the country, the main building stone during the Norman period ; the Gothic period increased the use of the Balegem stone which lightness allowed the carving of slender mullions, lintels and all the flamboyant ornamentation of our town halls and churches. In the eastern part of the country, the Upper Cretaceous Maastrichtian stone or the Lower Paleocene Lincen calcarenite were mainly worked. Unfortunately, those white limestones are subject to decay by atmospheric pollutants and were thus gradually replaced by other materials as the Gobertange stone, essentially till the end of XIXe century and the French limestones in later restorations.

The Italian Renaissance gave a new impetus to the marble industry ; the red and black marbles were then exported and used in the decoration of the duomo of Florence and the Vatican City palaces. The campaigns of the French kings in Italy (1498-1559) gave the French nobles a taste for rich and fascinating decoration and furnitures, and when they returned home they enhanced their castles with marbles from all parts of Europe.

The fame of the colourful Belgian marbles was greastet during the Baroque period (17th-18th century) when all churches were enhanced with a majestic and voluptuous decoration.

The apogee for the marble business was certainly the enlarging by Louis XIV of the palace of Versailles (1680) when columns, staircases and floortiles were carved in marbles coming from all part of the kingdom, and especially from its then northern province of Flandres. Form there came the names Rouge de Flandres for the Belgian red marbles and "granit de Flandres" which has sometimes been given to the Petit Granit. The famous "Hall of Mirrors" of Versailles is decorated with the most prestigious of all red marbles - the red marble of Rance. This splendid palace was not only imitated by all European sovereigns, but by prosperous people living throughout the world. Among many other examples are the chamber where the holy relics of the prophet Mohomed are displayed at the Topkapi palace of Istanbul which is ornamented with Belgian red.

Many new quarries were opened at that time but the end of this period of prosperity approached because the French Revolution (1789) when war and insecurity on one side, and the loss, on the other side, of

their main customers (the noblemen and churchpeople) retarded the progress of all sectors of trade and industry.

With the First Empire, our marble business recovered its prestigious state, not only because of the creation by Napoleon of a new aristocracy and middle class but also thanks to the British naval blockade hindering the importation of Italian marble blocks into France. This period saw also the of industrialisation of the marble industry.

After the abdication of Napoleon, new kingdoms were created. Belgium and the Netherlands had for 15 years a joint venture. From that time, to protect their own production, the French government established high rates of importation taxes. Many Belgian marble cutters whose business was mainly oriented to Paris, left their country and emigrated to northern France where they founded new companies. The trade with other countries of north Europe and with Britain and its overseas empire was improved.

The second apogee of the Belgian marble trade came in the second part of last century and lasted till World War I ; a revival took place during the interval between the two worlds wars but the increased costs of the Belgian marbles due to high salaries, and the introduction of substitutes, caused the loss of many markets and the decline of the Belgian marble business which with the exception of a short period after World War II, when new techniques were introduced, became even worse with the creation of the Common Market.

I would take too long to analyse all the reasons for this regression, but I would point out the loss of our technological advantage to Italy and the appearance of new uses for marbles as well as the increase in the demand for white or pale varieties of stone not generally produced in Belgium. One figure only will illustrate this trend : we now import 36 times more Italian marble than in 1962, the year the Common Market was established. This figure does not include granites which are not produced in Belgium. Actually a few quarries are still active, and the potential for future activities is still enormous and worth emphasising.

#### PETIT GRANIT

The major stone is the Petit Granit or Blue Stone which is a Tournaisian crinoidal dark blue limestone composed almost entirely of fragments of the skeletons of echinoderms. As each plate of this skeleton is a single crystal of calcite the rocks formed by those fragments have a similar aspect to a granitic rock. In 1982, 72,000 m<sup>3</sup> of Petit Granit slabs were sawn or polished.

This limestone has also been called in the past Marbre of Ligny from the name of a particular village. From its local quarry a fairly dark variety was extracted and mainly used in France. For instance the Pantheon of Paris (1764) is floored with tiles made from Ligny marble. During the reign of Napoleon I, the

mince à lavier mince à bordures	rachas délit	rachas
mauvais 70	0.80	
dur 50	0.70	
bon 70	0.50	bon 70
1 m 40	0.90	délit à la terre
50 de délité	0.45	délit à la terre
dure croûte	0.80	dure croûte
1 m 10	1.10	
1 m 30	1.45	
pas de loup	1.20	pas de loup
litée à dalles	1.60	litée à dalles
bon 2 m	0.70	bon 2 m
1 m	1.45	bon 2 m
mauvais 2 m	1.00	banc de 1 m dit 3 m 10 banc de 2 m
3 m 10	2.00	
1 m 70	1.50	
	1.45	
	1.70	banc de 1 m 70
cul de poupli	2.40	cul de poupli
1ère crasse	1.00	terme du cul de poupli
2ème crasse	1.00	1ère crasse
braye	0.80	2ème crasse
1ère belle	0.60	braye
2ème belle	1.00	belle litée délité
		2ème belle
grosse fine	1.40	grosse fine
blanche tâche	0.70	blanche tâche
	0.70	noire litée
	0.50	noir terme
		gros dur
		cliquantas
		cliquantas
		Moerdyck délité à la terre noire
		Jean de Braint
		gros banc
		4ème retenue
		noir banc
		mauvais mince diable et banc de 4 pieds

Figure 2. Stamples. Bassin d'Ecaussinnes, Neufvilles, Soignies.

# CARRIERE DE GORE

A THON - SAMSON

## COUPE TRANSVERSALE

Echelle 0 2 4 6 8 10 m

### LEGENDE

Terre	
Coumayes	moellons d'enrochements
Pierre de 2e qualité	moellons débrutis moellons piqués
Tinrass	moellons débrutis
Moulon	moellons d'enrochements
Bancs agréés	pierre de taille 1ère qualité
Dolomie	

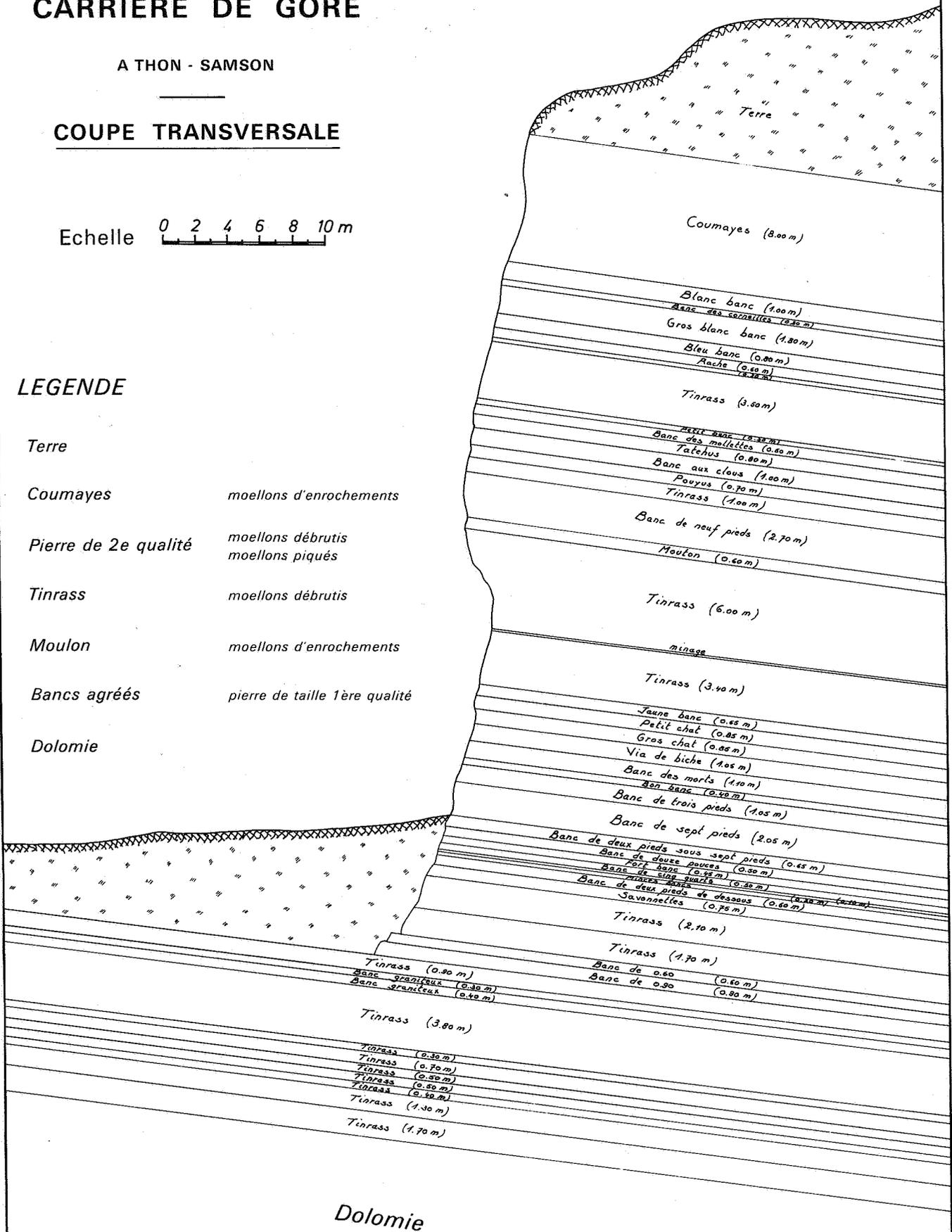


Figure 3.

fashion was to cover the furniture with this material, then called Marbre Empire. Actually, this material is known abroad as Ecaussines or Pierre de Soignies (after the two main quarrying localities) or Belgian crinoidal marble.

Above 80 % of the production comes from the area around Soignies-Ecaussines, in the south-western part of the country. The other 20 % is produced in the Ourthe Valley, in the north-eastern part of the country, and in Denee and Spontin in the south-central part. The total thickness of the different extracted beds represents 40 meters.

The Belgian crinoidal marble is one of the best building stones in Europe. It is composed of more than 95 % of CaCO<sub>3</sub> and its colour varies from pale grey to blue after surface cutting and to black when polished. It hardly alters, as can be seen on the old buildings in Belgian cities. It is inert to frost, rain or salt-laden wind, and is very resistant to sulphurous smoke.

Belgian crinoidal marble is nowadays quarried from two different geological units within the Lower Carboniferous.

A Middle Tournaisian limestone from the Landelies Formation is quarried under the name "Petit Granit du Bocq" at

CARRIERES DES NUTONS  
Rue des Rivières 33  
5311 SPONTIN

The Upper Tournaisian Petit Granit is mainly quarried at and near Soignies where three companies operate open cast mines and these are as followed

1. S.A. CARRIERES DU HAINAUT  
7400 SOIGNIES
2. S.A. CARRIERES GAUTHIER & WINCQZ  
7400 SOIGNIES
3. S.A. C.C.B. - Division "Carrières du Clypot".  
7470 NEUFVILLES-SOIGNIES

In the Eastern part of the country, near the Rivers Ourthe and Amblève a number of quarries work the Encrinite of Ourthes Formation, also Upper Tournaisian in age. Most of those companies joined a sales office called "GROUPEMENT DES CARRIERES DE PETIT GRANIT, LIEGE-NAMUR S.A.". rue Joseph Potier 13 - 4060 SPRIMONT

1. S.A. CARRIERES DE LA PREALLE  
4058 CHANXHE-POULSEUR
2. S.A. CARRIERES DE MONT ET VAN DEN WILDENBERG  
4070 AYWAILLE
3. S.A. CARRIERES DE SPRIMONT  
4060 SPRIMONT
4. S.A. DES CARRIERES DE CHANXHE  
4058 CHANXHE-SPRIMONT
5. S.P.R.L. JULES JULLIEN & FILS  
5296 LES AVINS

Another company is member of this grouping but is situated in the Namur Province :

6. S.A. BELGE DES MARBRES, PIERRES & GRANITS (M.P.G.)  
5642 DENEË

A nationale grouping is located at 7400 Soignies and called "FEDERATION DES CARRIERES DE PIERRE BLEUE-PETIT GRANIT". One only quarry is situated in the Luxembourg province and named "S.A. CARRIERES DE BENDE-JENNERET".

Some 80 % of the production goes to local use, the remaining 20 % is exported mainly to the Netherlands, France, Germany, Switzerland and the Scandinavian countries.

#### CALCAIRE DE MEUSE - VINALMONT

The limestones which outcrop on both sides of the river Meuse, between Namur and Lige, have been largely quarried in the past under the general designation of Calcaire de Meuse. Actually, only the Visean limestones are still used for ornamental or building stones. The stratigraphically youngest of these Lower Carboniferous limestones is quarried in a single quarry along the river. It produces a dark blue limestone, much thinner grained than

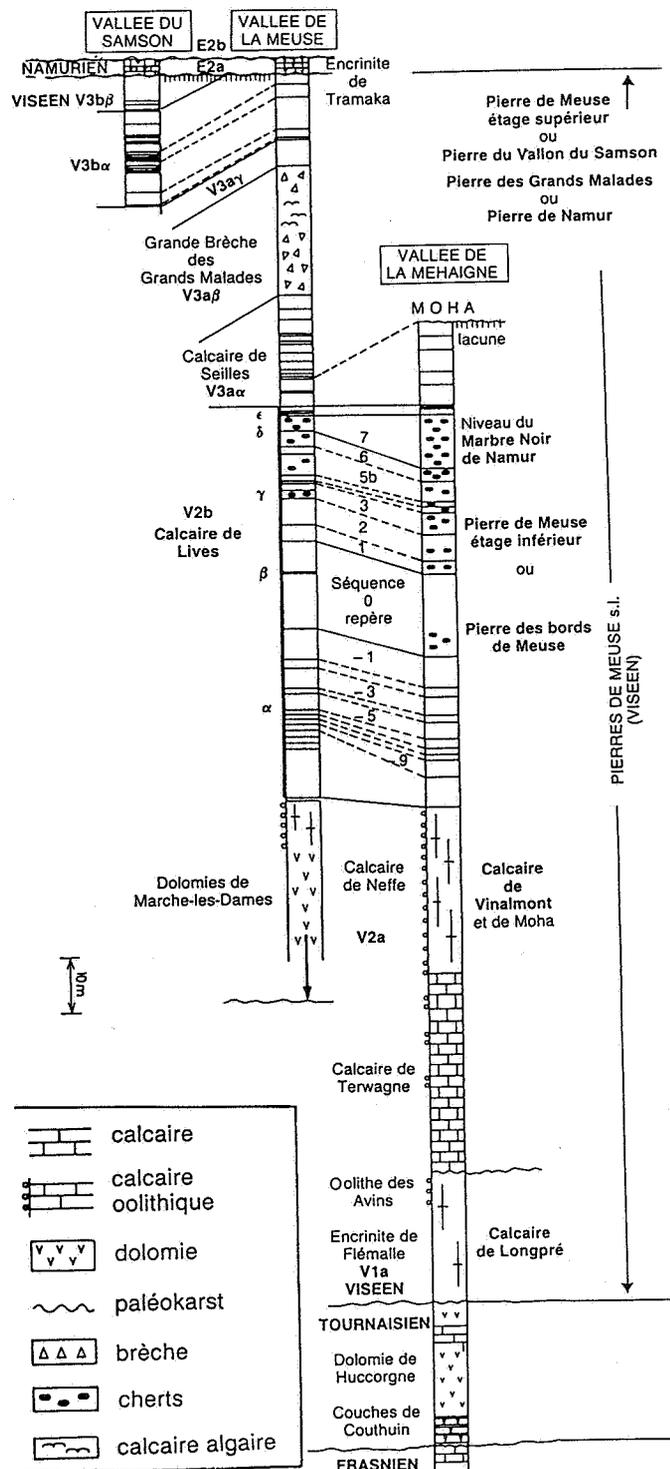


Figure 4. Log of the Dinantian in the Namur Syncline (After CSTC/NIT 163).

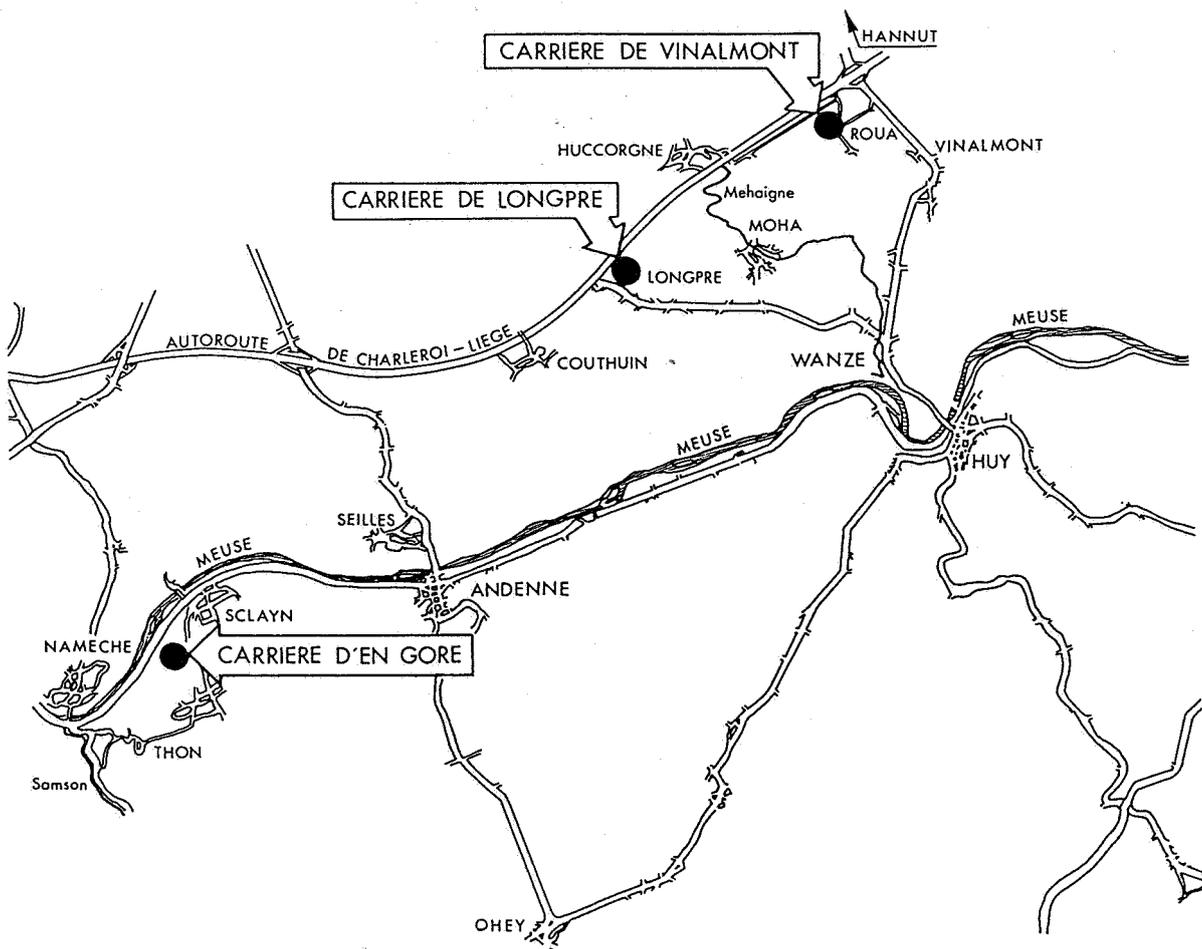


Figure 5. Localization of "Pierre de Meuse" quarries (After CSTC/NIT 163).

the Petit Granit, and which is only produced for official buildings at the GORE quarry at Sclayn.

A stratigraphically older stone is a pale-grey oolitic limestone weathering into white and showing nice sedimentary structures when exposed outside. This limestone may also be polished into a uniform grey marble. The rock is composed of 99 % of  $\text{CaCO}_3$  and is inert to frost. The only working quarry is located in Vinalmont, and a part of the production is exported mainly to the Netherlands and Germany. The stone of Vinalmont is commercialized by S.A. DE MONT & VAN DEN WILDENBERG at Aywaille.

Another pale limestone is produced by J.Cl. BRIOT at Longpre (Wanze) near Vinalmont, from a stratigraphically older level. The Longpre stone was formally used for the restoration of old buildings ; more recently the quarry has produced some 100 m<sup>3</sup> a year to be used as ornamental stone. Actually this company also buy blocks of Vinalmont at the lime quarry at Moha. The marble work J.Cl. BRIOT is located at

Rue de l'Industrie 27  
7000 NAMUR

All the "Pierre de Meuse" are sawn or transformed as randomashlar. Only the Vinalmont stone is produced in polished slabs.

#### THE BELGIAN BLACK MARBLES

The speciality of my country has always been, and is still, the black marbles.

Although they were quarried from different localities and from different stratigraphical units, they are known abroad under the general designation of Belgian Black, and they have in common their microscopic grain size, their purity and their homogeneity. Most of them were Lower Visean in age, as those of Dinant, Theux and Basecles. The black marble of Namur came from selected beds of the stratigraphically youngest level of the previously mentioned Calcaire de Meuse.

All these Visean black marbles are from thin beds of pure black limestones intercalated with shales or coarse grained limestones generally grey in colour and used for local building purposes. They were quarried by the Romans and during the Middle Ages and the Renaissance, because on one side large but thin blocks were easily extracted and used for carving tombstones and making floortiles, and on the other side nice compositions were made, mixing black and white marbles, or black marble enhanced with brass. In spite of their great reputation, all of these mainly underground quarries were closed because of the high percentage of waste compared with the good quality black marble.

The only active quarry, which is also an underground exploitation, is situated at Golzinne near Mazy and commercialized by

S.A. MARBRE NOIR DE GOLZINNE  
Rue de Suisse 2  
1060 BRUSSELS

This Belgian Black marble is also the only one quarried from Upper Devonian sediments, or more precisely Middle Frasnian. The useful beds are only a few meters thick and only traditional extracting techniques are used to preserve the extraordinary qualities of this material. Some 400 to 500 m<sup>3</sup> are produced each year, and are mainly exported. The first quarry in the region was opened in 1645 and the first underground quarry started in 1859.

Two Lower Carboniferous - Tournaisian limestones are also quarried for black marbles. One is called Noir de Denée and is selected within the upper beds of the Petit Granit -(M.P.G.) quarry of Denée. It is mainly composed of a black micritic limestone, still loaded with crinoids and bryozoa which are the main component of the underlying Petit Granit. The Noir de Denée may also be obtained with geodes constringing with the black background. The annual production of the quarry is almost 1 000 m<sup>3</sup> of which a third is black marble.

The other Tournaisian black marble is the famous Noir de Tournai produced by

"LA PIERRE DE TOURNAI"  
Carrières et Cimenteries LEMAY  
Vieux Chemin de Mons 12  
7520 VAULX-LEZ-TOURNAI

This company is the only one able to supply Tournai limestone for restoration and the rebuilding of old monuments, and also produces marble blocks and tiles for floor and wall decoration.

#### THE RED MARBLES

Ancient reefs, or mud-mounts occur at different stratigraphical levels in

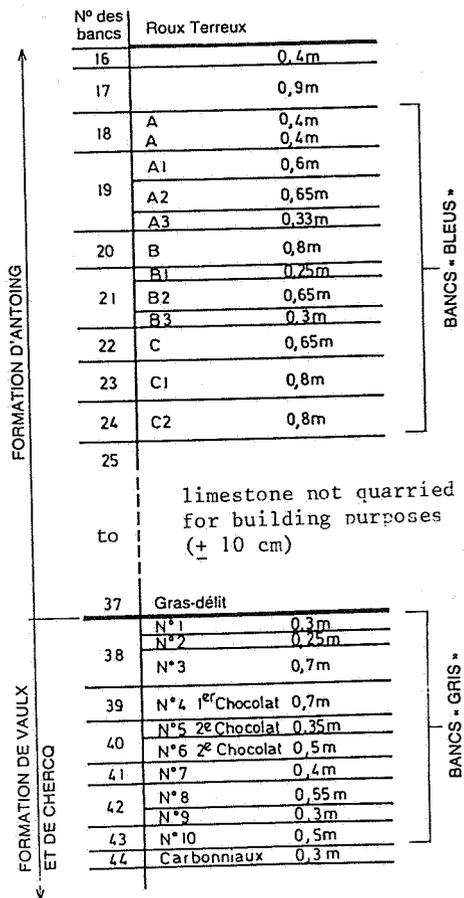


Figure 6. Log of the beds of "Pierre de Tournai" at Lemay quarry.

the Belgian Paleozoic, but red mud-mounts only appear in the Uppermost Devonian - two horizons in Frasnian, and one horizon in the Famennian and also one doubtful horizon which is in relation with the Waulsortian facies of the Lower Carboniferous.

The quarry from which this last marble was extracted was located near Dinant, but has been completely filled up and only small debris may be collected attesting to the activity in the past. The only Famennian mud-mount known in Belgium pro-

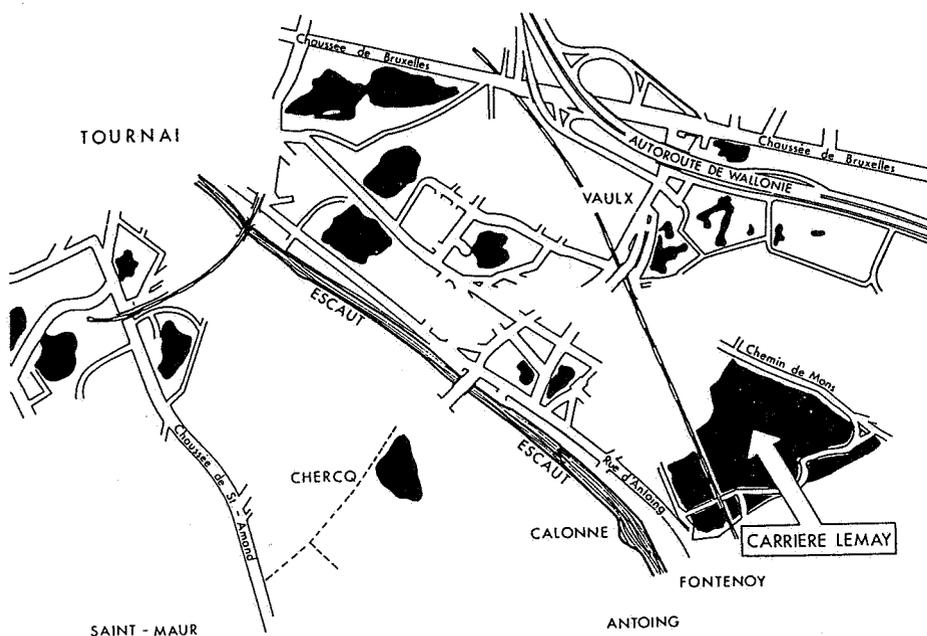


Figure 7. Localization of Lemay quarry at Tournai.

duced in the past a very fascinating red marble called Marbre de Baelen.

During the Frasnian, reefs or mud-mounts grew at different stratigraphical intervals. The older reefs produced mainly grey marbles which were little used. The base of the oldest horizon produced locally a red marble in the type-region of Frasnian horizons, more than 200 quarries have been opened successively beginning in Roman times until the present day, with a few quarries still active.

The different reefs grew mainly at the southern margin of the Dinant Basin along a curve passing through Rance, Frasnes, Givet and in the direction of Liege. Nevertheless, the great majority of them are located around Philippeville, where quarrying activity is still going on.

The general shape of such a mud-mount is a dome surrounded on all sides by shales. Within this reef, the colour varies with the position in this dome structure. The name which has been given to the marble differs of course with the more or less pronounced red colour, after the locality of the quarry, the fashion of the time, the owner, etc. This explains why hundreds of different trade marks have been given to these marbles but we can give them a common designation - Belgian Red to replace that of the Red of the Flanders which has been used in the past.

Actually four quarries are active at Philippeville. The only one where marble sawing and polishing is done on the work is CARRIERE DE ROCHEFONTAINE (S.C. CO-MARBLE) at 6344 FRANCHIMONT where "Versailles Grey" and "Rochefontaine Pink".

The three other ones produce marble blocks which are enhanced and polished on a major marble works.

1. CARRIERE DE TAPOUMONT  
6354 NEUVILLES (Philippeville)

from where "Royal red" and "Byzantine-Red" of Tapoumont, as well as "Rosy-grey of the Ardennes" are produced by S.A. CARRIERES GAUTHIER & WINCQZ at 7400 SOIGNIES.

2. S.A. CARRIERE DE NEUVILLES

This quarry produce mainly the dark "Griotte" variety which is enhanced at the MARBRERIE DE MAZY - 5830 MAZY-GEMBLOUX under the name "BELGIAN RED OF NEUVILLE".

3. THE HAUT-MONT QUARRY at 6364 VODELEE (Doische) produce a "RED MARBLE OF PHILIPPEVILLE" which is worked by S.A. CARRIERES DE SPRIMONT at 4060 SPRIMONT.

#### THE NATURAL WHITE BUILDING STONES

##### BALEGEM STEEN

The stone of Balegem also called "LEDIAN LIMESTONE or SANDSTONE" is a Middle Eocene sandy limestone (30 to 40 % quartz) pale grey, weathering into yellowish by alteration of its glauconitic contents.

Most of the mediaeval monuments in Brussels and in the Flanders were build with Ledian limestone.

In the past this famous stone was quarried in many places around Balegem, east and west of Aalst and around Brussels. Actually the only place it is worked is at its type locality where it occure into one or two regular beds into Upper Ledian sands. The actual owners of the quarry are N. & W. VERLEE - 9510 BALEGEM.

##### PIERRE DE GOBERTANGE

The Lutetian (Eocene) sands are locally interstratified by 8 to 10 solid white limestone beds. The thickness of those beds varies from 20 to 40 cm, but the coherent usefull part of them do not extend 10 to 15 cm in thickness.

The CaCO<sub>3</sub> content varies from 73 to 83 %. Some varieties have yellowish to reddish stains due to the weathering of glauconite.

For many years, this limestone (also called Brusselian ashlar - moellons bruxelliens) was quarried for local use near Nivelles (Plancenoit, Loupoigne, etc.) and East of Brussels (Zaventhem, Diegem, Woluwe, etc.) but the best quality has always been and is still worked at Gobertange, near Jodoigne.

The Gobertange stone was very estimated last century, it was than, together with the Petit-Granit the leading buildingstone in Belgium. In the past, it was mainly quarried in underground galleries starting from a pit, actually, an open quarry is active at Gobertange and produces random ashlar.

M. DEWART  
Rue de Gobertange  
5904 MELIN

Blocs comming from the same quarry are sawn and enhanced by another company

ENTREPRISE COLEN S.P.R.L.  
Zone Industrielle  
5900 JODOIGNE

##### PIERRE GAUMAISE

A pale yellow-ochre shelly limestone, Bajocian in age, called "CALCAIRE DE GRANDCOURT" in Belgium, is quarried near the crossing of the Frontiers of France (where is was worked at Audun-le-Tiche, Villers-la-Chèvre and Tallencourt), of Luxemburg (quarried at Rumlange [Tetange] and Differdange) and Belgium, where the Bajocian limestone only outcrop on a little streak extending from Torgny to Halanzy. The sawned surfaces of this stone shows nice "haring bone" sedimentary structures.

The only active quarry has been reopened a few years ago by Mr. Slegten at Ruette who produces as well sawn stones as sawn bedded wallings and random ashlar for inside and outside uses.

LA PIERRE GAUMAISE  
Route de la Malmaison  
RUETTE

Table 1. After CSTC, N.I.T. 80, 1970.

Technical characteristics								
	compression breaking load (kg/cm <sup>2</sup> )	volumetric weight (kg/m <sup>3</sup> )	width of the groove (mm)	porosity (Po %)	$\lambda_e$ (kcal/mh°C)	saturation factor	$\phi$ of pores at 10 % Po ( $\mu$ )	sonic speed
Balegem	Min.	2305		5,7		0,61	8,7	3895
	Med.	826		10,9	1,8	0,66	9,3	4073
	Max.	1225		13,2		0,73	9,92	4472
Goberlange	Min.	645		6,7		0,43	0,7	4134
	Med.	822		10,3	1,8	0,64	1,4	4385
	Max.	956		12,9		0,89	2,64	4670
Fontenoille	Min.	702		4,4		0,48		4142
	Med.	945		7,8	1,8	0,66	0,35	4323
	Max.	1141		11,9		0,79		4838
Pierre Gaumaise	Min.	152	0,600	20,6		0,68	31,1	2770
	Med.	187	0,990	22,6	< 1,45	0,71	40,3	2940
	Max.	213	1,500	24,6		0,73	73,3	3110
"Tuiffeau" de Maastricht	Min.	4	2,30	52,7		0,80		1201
	Med.		3,31	53,8	0,60	0,82		1277
	Max.	30	4,90	62,2		0,84		1334



## PIERRE DE FONTENOILLE

The Jurassic sandy limestone, called "CALCAIRE GRESEUX SINEMURIEN" has been quarried in many places of southeastern Belgium and Luxemburg (The Pierre de Larochette was famous last century).

Actually, a pale yellow ashlar is produced from two open cast quarries, opened in the Florenville Formation.

The thickness of the compact and fine grained beds varies from 5 to 40 cm, sometimes more and their CaCO<sub>3</sub> content varies from 50 to 90 %.

The "Pierre de Fontenoille" is produced by

1. CARRIERE G. MILLARD  
rue du Haut-Courtil 12  
6808 IZEL
2. CARRIERE DARGENTON  
rue de Montauban 29  
6743 BUZENOL

## THE DEVONIAN ASHLAR

In the past, many formations of the Paleozoic have yield siliceous rocks use for building purposes : Dongelberg quartzite from the Cambrian, Lower Devonian conglomerate rocks and sandstones, Upper Devonian "QUARTZITE DU CONDROZ" and many Upper Carboniferous sandstones. The Malmedy Conglomerate which is suppose to be of Permo-Triassic age has been used for building stone at Basse-Bodeux.

Actually, only Devonian rocks are quarried as material for road construction and building purposes. Only a minor part of the more than 50 working companies do produce ashlar.

Lower Devonian (Gedinnian) arkoses are very good buildingstones, very resistant and inert to frost. Some quarries produce ashlar from different colors, especially around the Stavelot Massif.

Many old sandstone quarries deappeared because of the competition of the Famennian sandstones. These sandstones better known as "PSAMMITES DU CONDROZ" or "GRES DE L'OURTHE" are quarried almost everywhere they outcrop but the biggest quarries are situated in the Ourthe Valley (Esneux-Comblain), at Tavier, at Rhisnes and on both sides of the River Meuse.

Most of the producers are member of the "FEDERATION DES PRODUCTEURS DE GRES"  
rue de Tailfer - LUSTIN

## SLATE

Production of slate in Belgium occurs exclusively in two regions in the Ardennes around Neufchâteau towards Arlon and in an area between Stoumont and Vielsalm which lies partly in Liège and partly in Luxemburg province.

The producer around Neufchâteau is

ARDOISE BELGE  
rue de Tournay  
6620 WARMIFONTAINE

and at Martelange is

ARDOISIÈRES DE MARTELANGE  
Route de Bastogne 6  
6630 MARTELANGE

In all, seven small firms have slate operations in the Stoumont-Vielsalm area. Two companies S.P.R.L. CARRIERE BURTON-GRANDJEAN and ALBERT MEYER have underground mines at Vielsalm. The following companies all have open cast pits : S.A. PIERRE JACQUES at Vielsalm ; CHRISTIAN BERNARD at Lierneux ; JOSEPH NEUVILLE and JULIEN DAINEF at Chevron ; and GEORGES GIET at Rahier.

## CONCLUSION

Many famous Belgian stones and marbles have not been listed here because all extraction has stopped. Among the best known are Blue belge, Grand Antique de Meuse, Florence, Lilas, Notre Dame de Dieupart, Saint-Anne, Grand and Petit Antique, etc. But the potential for these marbles is still enormous and people are getting more concerned today that we cannot let this prestigious sector of our activities disappear completely. World crises and the difficulties of the building sector however do not unfortunately help to resolve this problem. Efforts are nevertheless made in different directions by promoting exhibitions, creating new products, informing potential customers and students in architecture etc.

## BIBLIOGRAPHIE

CENTENAIRE DE L'ASSOCIATION DES INGENIEURS  
SORTIS DE L'ECOLE DE LIEGE (A.I.Lg). Congrès 1947.  
Section Géologie. Ed. A.I.Lg. Liège, 424 p.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION -  
Le petit-granit. Notes d'informations  
techniques n° 28 - 1962, 4 p.  
n° 55 - 1965, 7 p.  
n° 99 - 1973, 39 p. + annexe  
VI, 8 p.  
n° 156 - 1984, 40 p.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION  
(1970) - Pierres blanches naturelles. Note  
d'information technique n° 80, 107 p.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION  
(1986) - La pierre de Vinalmont. Annexe 2 de la  
note d'information technique n° 163, 11 p.

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION  
(1986) - La pierre de Tournai. Annexe 1 de la  
note d'information technique n° 163, 12 p.

CONIL, R., GROESSENS, E. & VANDENVEN, G. (1981) -  
Le Sondage de Denée. Prof. Paper 1981/4,  
Serv. Géol. Belgique, 183, 55 p.

CONSEIL GEOLOGIQUE (1930) - Les ressources du  
sol belge en matières utiles.

GROESSENS, E. (1978) - Le petit-granit. Serv.  
Géol. Belg., 1-62.

- GROESSENS, E. (1981) - L'industrie du marbre en Belgique. *Mém. Inst. Géol. Univ. Louvain*, 31, 219-253, 5 fig.
- GROESSENS, E. (1982) - Le Calcaire de Vinalmont. *Bull. Soc. belge Géol.*, 91, 3, 127-134.
- GROESSENS, E. (1982) - Le Petit Granit. *Pierre et Marbre*, Sept.-Oct. 82, 6-9.
- GROESSENS, E. (1981) - Considérations sur l'industrie de la pierre. *Coll. "Les ressources naturelles wallonnes"*. C.E.R.W. Liège 2-3 avril 1987 - A7.
- GROESSENS, E. (1984) - Ornamental and Building stones from Belgium. *Stone Industries*, June 1984.
- LEFEVRE, A. - La pierre de Gobertange (3 vol.)  
Vol. A : Le passé de Melin dans les pierres antiques, 33 p.  
Vol. B : Origines et histoire, 147 p.  
Vol. C : Légendes et réalités, 46 p.
- MAUSOLEE (Edition le) - Essai de Nomenclature des Carrières françaises de roches de Construction et de décoration. Givors (France), 1976, 254 p.
- NIJS, R. & DE GEYTER, G. (1985) - Geologie en petrografie van inheemse natuurlijke bouwstenen in onze historische monumenten. Nota's bij de Vrije Cursus, R.U.Gent, 1985, 25 p.
- PETTIFER, L. (1981) - The Industrial Minerals of Belgium. *Industrial Minerals*, 188, Sept. 1981.

#### ACKNOWLEDGMENTS

The author would like to express his gratitude to the "CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION (C.S.T.C.) - WETENSCHAPPELIJK EN TECHNISCH CENTRUM VOOR HET BOUWBEDRIJF (W.T.C.B.), rue du Lombard 41, 1000 BRUSSELS for permission of using figures already published in their Notes d'Information Technique.

**T R A N S C A R S.A.**

**5133 MAIZERET (ANDENNE)**

**TEL. : 081 / 58.85.14**

**TELEX : 59033**

**CARRIERES DE CALCAIRES**

**MOELLONS POUR TRAVAUX HYDRAULIQUES  
CONCASSES POUR TRAVAUX ROUTIERS  
PIERRES A HAUTE TENEUR POUR L'INDUSTRIE**

GÉOLOGIE DE LA PRÉHISTOIRE : Méthodes,  
Techniques, Applications.  
Ouvrage collectif - 76 auteurs, 1320 pages,  
355 figures et diagrammes, 55 tableaux,  
40 planches noir et blanc, 76 photos couleur.  
Prix de vente : 390,- FF + 50 FF. de frais  
d'envoi.

Édité par G.E.O.P.R.E..

Commande à adresser à : Université Pierre  
et Marie Curie - Mr Jean-Claude MISKOVSKY  
Département de Géodynamique des Milieux  
Continents - Laboratoire de Sédimentologie.  
Tour 16-26 - 4ème Etage. Place Jussieu, 4  
F-75252 Paris Cedex 05.

Réalisé par 76 chercheurs français, sous  
la direction de Jean-Claude MISKOVSKY,  
chercheur au Centre National de la  
Recherche Scientifique, et publié par  
l'Association pour l'Etude de l'Environ-  
nement Géologique de la Préhistoire et  
des interactions entre l'Homme et son  
cadre de vie (GEOPRE), avec la concours  
du Ministère de la Recherche, de l'Édu-  
cation Nationale et de l'UNESCO, du  
Centre de Recherches Archéologiques  
du CNRS, de l'Association pour la Dif-  
fusion des connaissances archéologiques  
et du Département de Géodynamique des  
Milieux Continents de l'Université  
Pierre et Marie Curie de Paris, le livre  
Géologie de la Préhistoire est une mise  
au point exhaustive des méthodes et des  
techniques utilisées par les géologues  
au service de l'archéologie et permettant  
d'étudier et de mieux saisir l'évolution  
de l'environnement de l'Homme.

Cette oeuvre collective de 1320 pages,  
abondamment illustrée, n'existait pas  
jusqu'ici. C'est donc une première  
grande mise au point des méthodes dont  
les applications permettent de mieux  
connaître l'environnement de l'Homme pré-  
historique et actuel.

Ce manuel, bien étudié et structuré au  
cours de plusieurs réunions des auteurs,  
à été conçu afin de pouvoir être lu,  
compris et utilisé non seulement par les  
enseignants et les archéologues (profes-  
sionnels ou amateurs), mais aussi par  
un public large.

Préfacé par Hubert CURIEN (ancien Ministre  
de la Recherche et de la Technologie, père  
de la fusée Ariane) et par d'éminents  
savants étrangers (URSS, USA, Japon,  
Italie, Nouvelle-Zélande) ce livre sera  
utile à tous.

Jean-Claude MISKOVSKY  
Responsable de l'Édition

**S.A. COMPAGNIE DES CIMENTS BELGES**  
**Grand Route , 260 -7530 Gaurain-Ramecroix**

DIVISIONS

CARRIERES DU CLYPOT

7470 Neufvilles - Tél.: 067/33.27.32 - 33.27.67

SCHUMACHER

40, Nieuwbrugstraat - 1830 Machelen  
Tél.: 02/251.60.18 - 251.56.04

PIERRE BLEUE  
DITE PETIT GRANIT BELGE  
BLOCS - TRANCHES  
PIERRES FACONNEES

MARBRERIE  
MOELLONS - CONCASSES  
MOELLONS CLIVES

PIERRE DE FRANCE  
BLOCS - TRANCHES  
PIERRES FACONNEES  
MOELLONS CLIVES  
CHEMINEES.



## IN MEMORIAM

### Alphonse BEUGNIES

Au moment d'ouvrir cette assemblée générale de la Société belge de Géologie du 16 février 1988, il convient au préalable de rendre hommage à notre Président, le Professeur Alphonse BEUGNIES décédé le 18 janvier 1988.

Né le 11 novembre 1922, Alphonse BEUGNIES fit ses études à la Faculté Polytechnique de Mons où il obtint le diplôme d'Ingénieur des Mines en 1946 et celui d'Ingénieur Géologue en 1947. Sa carrière de géologue débuta au Congo belge (Zaïre aujourd'hui) où de 1947 à 1953, il fut Ingénieur, puis Chef du Service des Mines, au Comité spécial du Katanga. Son travail consistait à visiter les mines en activité et à donner des conseils aux petits exploitants ; ce séjour au Katanga lui permit aussi d'effectuer de nombreux levés sur le terrain et d'étudier notamment les roches éruptives et métamorphiques ainsi que la tectonique de cette région. Les résultats de ses premiers travaux firent l'objet de plusieurs publications dont un mémoire à l'Académie royale de Belgique et un mémoi-

re couronné par l'Académie royale des Sciences d'Outre-mer de Belgique. De retour à l'Alma Mater à Mons en 1953, il fut tout d'abord Chargé de Cours en géologie appliquée, chez le Professeur R. MARLIÈRE, puis fut nommé Professeur ordinaire en 1959. Dès lors, il fut titulaire de la Chaire de Minéralogie-Pétrographie pendant vingt-cinq ans. Il fut également Doyen de la Faculté Polytechnique de Mons durant trois années académiques, de 1977 à 1983.

Comme minéralogiste, il était très fort en microscopie des milieux cristallins et a d'ailleurs écrit un livre sur ce sujet qui parut en 1969. En outre, il publia plusieurs notes sur les minéraux opaques et s'occupa aussi de microscopie infrarouge et de thermoluminescence. Cependant, loin de se limiter à ce domaine très spécialisé, Alphonse BEUGNIES était un géologue complet au sens fort du terme. En effet, il a également mené à bien des recherches dans des disciplines aussi diverses que la stratigraphie du Dévonien moyen et supérieur, la pétrographie des

roches métamorphiques ainsi que la structurologie du Massif de la Tombe et de l'Ardenne. Pour ses investigations en Haute Ardenne particulièrement chère à son coeur dans les dernières années de sa vie, Alphonse BEUGNIES devait débrouiller à la fois les plis, les failles, la schistosité, les isogrades du métamorphisme, les petites intrusions magmatiques et bien sûr la lithostratigraphie du Cambrien et du Dévonien inférieur représentés par d'épaisses et monotones séries détritiques ; au terme de cette longue démarche, il arrivait finalement à reconstituer les déformations successives qui affectèrent cette région.

Le point de départ de tous ses travaux était donc le terrain qu'Alphonse BEUGNIES affectionnait tout spécialement et où il était passé maître. Parcourant inlassablement l'Ardenne pendant plus de trente ans, il était un observateur minutieux et patient, serrant constamment la réalité des faits et pratiquant avec aisance l'art de la cartographie. C'est ainsi qu'il collabora au tracé de plusieurs feuilles de la carte géologique du Nord de la France au 1/50.000 et fut nommé en 1967 correspondant scientifique et collaborateur du Bureau de Recherches Géologiques et Minières de France. Dans le même esprit, il réalisa avec G. WATERLOT et J. BINTZ le guide géologique régional Ardenne-Luxembourg édité chez Masson en 1973 et participa à celui de la Belgique publié par F. ROBASZYNSKI et C. DUPUIS, en 1983.

Une activité aussi étendue et aussi variée lui donnait l'occasion de rencontrer de nombreux chercheurs d'autres institutions belges et de Lille en France. Il aimait notamment d'animer de petites équipes informelles dont le groupe Ardenne, dans le but de relancer l'étude du socle calédonien et de réaliser des synthèses pluridisciplinaires comme celle sur le Cambrien de l'Ardenne en 1976 ou celle sur la tectonique de blocs dans le Sud de la Belgique et le Nord de la France en 1977. Il guidait volontiers d'autres géologues sur les affleurements qu'il connaissait, dans l'espoir de voir leur étude approfondie par des méthodes et techniques différentes de celles qu'il avait lui-même utilisées. Deux personnes en tout cas m'ont confié qu'elles auraient dû aller sur le terrain au printemps prochain, avec Alphonse BEUGNIES.

Dans ses rapports avec les autres, il était toujours accueillant et de bonne humeur, ayant manifestement gardé intact l'enthousiasme de ses vingt ans. Son humour était quasi légendaire. Les critiques, qu'il avait l'habitude d'adresser à ses collègues, n'étaient généralement pas méchantes quoiqu'elles manquaient rarement leur cible. En fait, ces remarques plutôt ironiques d'Alphonse BEUGNIES étaient souvent des plaisanteries, voire une façon assez particulière de défendre ses idées. Dans les discussions, cependant, il était considéré comme un élément modérateur, soucieux de faire progresser les problèmes. Quand par

hasard il se trompait, ce qui peut arriver à tout le monde, il reconnaissait très sportivement ses erreurs. Ainsi, lors d'une controverse sur le Frasnien de Landelies avec M. COEN, Alphonse BEUGNIES s'est montré vraiment beau joueur.

Il était aussi un membre fidèle et dévoué de plusieurs sociétés de géologie, assistant régulièrement à leurs séances et conduisant de temps en temps une excursion avec compétence et autorité. Il était souvent présent aux sessions extraordinaires de nos deux sociétés belges et était en quelque sorte devenu au fil des années un pilier indispensable à leur réussite. La journée, Alphonse BEUGNIES examinait les coupes parcourues de son regard perçant, posait des questions et intervenait fréquemment. Quand il s'agissait de défendre son fief, comme il le disait lui-même (c'est à dire les problèmes qu'il avait étudiés), il le faisait toujours avec efficacité et ténacité, en utilisant parfois des arguments très frappants. Ainsi en 1971, il lança une pierre à Bouffioulx pour montrer à l'assistance médusée un petit noyau anticlinal visible tout en haut d'une immense carrière. Quant aux mémorables soirées de ces sessions extraordinaires, Alphonse BEUGNIES les consacrait volontiers à divertir la compagnie. Pour ses histoires en principe véridiques, il puisait son inspiration dans ses souvenirs : quelques aventures en Ardenne, mais surtout ses voyages à l'étranger, au Zaïre tout d'abord, au Japon ensuite. En effet, lors du Congrès International de Minéralogie d'Osaka en 1970, il eut l'occasion de fréquenter pendant plusieurs jours la société japonaise traditionnelle, en compagnie des Professeurs P. BOURGUIGNON et P. BARTHOLOME. Toujours est-il qu'Alphonse BEUGNIES racontait ses histoires avec un brio et une verve incomparables, fignant le moindre détail tandis que l'assistance était suspendue à ses lèvres ou se tordait littéralement de rire pendant d'interminables minutes.

Cette intense activité dans plusieurs sociétés de géologie lui valut d'être successivement président de la Société Géologique du Nord en 1964, de la Société belge de Géologie en 1966-1967 et de la Société Géologique de Belgique d'octobre 1979 à octobre 1981 avant de redevenir président de la Société belge de Géologie en 1986. Il fut également vice-président de la Société Géologique de France en 1979. Personnalité aux multiples facettes, il a toujours fait preuve de dynamisme, de créativité et de réflexion critique ; ainsi il acquit peu à peu une grande renommée tant au niveau national qu'international. En 1978, il fut élu membre associé de l'Académie royale des Sciences d'Outre-mer de Belgique. Membre du Conseil Géologique de Belgique depuis 1971, il fut désigné pour présider la Commission de stratigraphie du Paléozoïque inférieur en 1982. Et en 1986, il devint président du Comité National des Sciences Géologiques qui dépend de l'Académie Royale de Belgique.

En septembre 1984, Alphonse BEUGNIES prit sa retraite anticipée à la Faculté Polytechnique de Mons, mais n'en poursuivit pas moins ses recherches et toutes ses autres activités jusqu'à sa mort. Les 2 et 3 mai 1985 se déroulèrent en son honneur deux journées d'hommage consacrées à différents aspects de la géologie de l'Ardenne ; il y eut d'une part une série de notes de synthèse et de communications hautement spécialisées présentées à Mons et d'autre part une excursion dirigée par Alphonse BEUGNIES lui-même, sur le thème du métamorphisme et de la structure de l'Anticlinal de l'Ardenne. Ces manifestations firent l'objet d'un volume jubilaire publié aux Annales de la Société Géologique du Nord.

Le 25 février 1987, Alphonse BEUGNIES fut porté pour la seconde fois à la présidence de la Société belge de Géologie. Et là il fut vraiment le président idéal pour le centenaire de cette société. Il collabora à l'organisation de ses diverses manifestations. Conscient des efforts et du dévouement déployés par E. GROESSENS et le Comte A. d'URSEL pour en assurer le succès, il décida avec une extrême gentillesse de leur décerner la médaille Ernest VAN DEN BROECK qui venait d'être instituée. Il participa à toutes les activités du Centenaire, depuis la séance du 21 mai 1987 sur le stratotype de l'Yprésien jusqu'à la journée du 1 décembre 1987 sur la télédétection, sans oublier la période du 10 au 15 octobre 1987 où alternèrent des excursions sur les stratotypes dévono-carbonifères et ter-

tiaires ainsi que des réunions scientifiques de haut niveau à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. Son discours académique de clôture fut à la fois remarquable et généreux. Voilà disait en substance Alphonse BEUGNIES, il y a d'une part la carte géologique de Belgique, dont il a écrit par ailleurs qu'elle fêtera son centième anniversaire en 1993, et d'autre part il y a de jeunes géologues cherchant en vain un emploi et avides d'utiliser leurs compétences fraîchement acquises. Pourquoi dès lors ne pas créer sous l'égide du Service Géologique de Belgique des équipes de chercheurs multidisciplinaires qui s'attelleraient à la révision de cette carte géologique. Enfin, c'est grâce à notre ancien président que nous aurons le privilège d'écouter tout à l'heure la conférence du Professeur H. CHAMLEY de l'Université de Lille.

Il apparaît donc que notre ancien président, le Professeur Alphonse BEUGNIES était un géologue éminent, capable de briller dans des domaines très variés tout en s'attirant la sympathie générale. Son testament de géologue, c'est probablement l'allocution présidentielle qu'il présenta à Liège le 6 octobre 1981 et qu'il intitula tout simplement "Méditations ardennaises". Et quel plus bel hommage rendre à notre ancien président que de répéter les derniers mots de ses fameuses méditations ardennaises : "Vive la géologie ! Vive l'Ardenne !"

Marie COEN-AUBERT

## Publications

## Publikaties

## Bulletins :

- par tome 1.200.- F  
- par fascicule 300.- F

Série complète à partir du Tome LXII (1953)  
jusqu'au Tome 93 (1984) soit 32 tomes, plus  
Table LI (1942) à LXXI (1962) 15.000.- F

## Bulletins :

- per volume 1.200.- F  
- per deel 300.- F

Volledige reeks van Vol. LXII (1953) tot  
Vol. 93 (1984) hetzij 32 vol. met Tafel  
LI (1942) tot LXXI (1962) 15.000.- F

## Mémoires in-4°

300.- F .

## Verhandelingen in 4°

300.- F .

1. BOMMER, Ch., 1903. Les causes d'erreur dans l'étude des empreintes végétales (31 p., 10 pl.). épuisé
2. PRINZ, W., 1908. Les cristallisations des grottes en Belgique. (90 p., 143 fig.). épuisé
3. SALEE, A., 1910. Contribution à l'étude des polypiers du Calcaire Carbonifère de la Belgique. Le genre *Caninia*. (62 p., 9 pl.).
4. STÜBEL, A., 1911. Sur la diversité génétique des montagnes éruptives. (70 p., 53 fig.).
5. ROBERT, M., 1931. épuisé (voir série suivante n° 2)

## in-4°, 2e série : Nouveaux Mémoires

1. CAMERMAN, C., et ROLLAND, P., 1944. La pierre de Tournai. (125 p., 4 dépliants, 5 pl.).
2. ROBERT, M., 1949. Carte géologique du Katanga méridional, avec notice topographique de J. VAN DER STRAETEN et notice géologique de M. ROBERT. (32 p., 1 carte polychrome au 1/1.000.000e).
3. LEPERSONNE, J., et WERY, A., 1949. L'oeuvre africaine de Raymond De Dycker. (131 p., 1 dépliant).
4. STEVENS, Ch., 1952. Une carte géomorphologique de la Basse- et Moyenne-Belgique. (24 p., 8 fig., 1 carte polychrome).
5. DELCOURT, A., et SPRUMONT, G., 1955. Les spores et grains de pollen du Wealdien du Hainaut. (73 p., 4 pl., 14 fig.).

## in-8°

1. DELECOURT, J., 1946. Géochimie des bassins clos, des océans et des gites salifères. Mers et lacs contemporains. (177 p., 3 fig.).
2. LOMBARD, A., 1951. Un profil à travers les Alpes, de Bâle à Chiasso. (50 p., 16 fig., 2 dépliants). épuisé
3. ROBERT, M., 1951. Les cadres de la géologie du Katanga. (45 p., 1 fig., 1 dépliant).
4. CAHEN, L. et LEPERSONNE, J., 1952. Equivalence entre le système du Kalahari du Congo belge et les Kalahari Beds d'Afrique australe. (64 p., 8 fig.). épuisé
5. MARLIÈRE, R., 1958. Ostracodes du Montien de Mons et résultats de leur étude (53 p., 6 pl., 3 fig.).
6. SYMPOSIUM SUR LA STRATIGRAPHIE DU NEOGENE NORDIQUE, Gand, 1961. (248 p., 13 pl.) 500.- F .
7. BORDET, P., MARINELLI, G., MITTEMPEGER, M. et TAZIEFF, H., 1963. Contribution à l'étude volcanologique du Katmaï et de la Vallée des Dix Mille Fumées (Alaska). (114 p., 22 pl.). 500.- F .
8. van BEMMELEN, R.W., 1964. Phénomènes géodynamiques. I. A l'échelle du Globe (géonomie). II. A l'échelle de l'écorce terrestre (géotectonique). III. A l'échelle de l'orogénèse alpine (tectonique). (127 p., 38 fig.). 500.- F .
9. MAMET, B., MIKHAILOFF, N. et MORTELMANS, G., 1970. La stratigraphie du Tournaisien et du Viséen inférieur de Landelies. Comparaison avec les coupes du Tournaisis et du Bord Nord du Synclinal de Namur. (81 p., 6 fig.). 300.- F .

## Publications hors-série : patronnées par la Société

## Buitengewone Publikaties : gepatroneerd door de Ver.

- LANCASTER, A., 1888. La pluie en Belgique - Premier fascicule (seul paru). 224 p. et une carte au 1/400.000 de la répartition annuelle des pluies 300.- F .
- LA GEOLOGIE DES TERRAINS RECENTS DANS L'OUEST DE L'EUROPE. 1947 (Session extraordinaire des Sociétés belges de Géologie, en septembre 1946). 495 p., 97 fig., 12 pl., 2 tabl. 800.- F .
- BOUCKAERT, J., 1961. Les Goniatites du Carbonifère belge (Documents pour l'Etude de la Paléontologie du Terrain Houiller). 10 p., 29 pl. 300.- F .
- BEUGNIES, A., 1968. Livret guide des excursions dans le Massif Cambrien de Rocroi, de Fépin à Bogny suivant la vallée de la Meuse. 38 p., 1 pl. 50.- F .
- MARLIÈRE, R., 1969. Introduction à quelques excursions géologiques dans Bassin de Mons. 10 p., 1 pl. 50.- F .

## Tables générales des matières :

## Inhoudstafels :

- |                                 |           |                                     |           |
|---------------------------------|-----------|-------------------------------------|-----------|
| Tome I (1887) à XX (1906)       | 300.- F . | Volume I (1887) tot XX (1906)       | 300.- F . |
| Tome XXI (1907) à L (1940-1941) | 300.- F . | Volume XXI (1907) tot L (1940-1941) | 300.- F . |
| Tome LI (1942) à LXXI (1962)    | 500.- F . | Volume LI (1942) tot LXXI (1962)    | 500.- F . |

Les commandes doivent être adressées au  
Secrétariat. Le paiement anticipatif est  
demandé et se fera par virement au

C.C.P. 000.0145219.10

de la Société belge de Géologie, Bruxelles.  
Une remise de 25% est consentie aux  
libraires et aux membres de la Société.

De bestellingen worden aan het Sekretariaat  
gericht. Verplichtend voorafgaandelijk te  
betalen door storting op

P.C.R. 000.0145219.10

van de Belgische Vereniging voor Geologie,  
Brussel.  
Boekhandels en Leden genieten van 25%  
afslag.