

Contribution de l'imagerie spatiale à l'étude géologique d'une partie du Maniema (Province du Kivu, Zaïre)

La région de la Lowa et de ses affluents, l'Oso, la Luhoho,
la Luka, la Kyassa, de Walikale à Kasese.

Henri LADMIRANT et Armand WALEFFE

Résumé

L'examen d'une image de qualité exceptionnelle du satellite américain Landsat (bande du proche infra-rouge), appuyée par des données de terrain de quelques géologues, a permis de proposer une cartographie géologique d'une région du Maniema (Zaïre) portant sur une surface d'environ 8 000 km². Cette région correspond, en partie, à la plage restée en blanc sur la dernière édition de la carte géologique du Zaïre au 1 : 2 000 000 (LEPERSONNE, 1974).

Vu l'absence d'observations de terrain adéquates, cette interprétation ne s'attache pas à des considérations structurales détaillées; elle représente plutôt une cartographie d'unités lithologiques.

Abstract

The examination of a picture of exceptional quality taken by the American Satellite Landsat backed up by field data gathered by several geologists enables us to propose a geological cartography of a region of Maniema (Zaire) which covers an area of about 8,000 square kilometers. This region partly corresponds to the blank space in the latest edition of the geological map of Zaire made to the scale of 1 : 2,000,000 (LEPERSONNE, 1974).

As appropriate field observations are lacking, this interpretation does not deal with detailed structural considerations but matters with a cartography of lithological units.

L INTRODUCTION

La présente étude se rapporte à l'image Landsat E-50093-07482 prise le 2 juin 1984 et qui couvre une région limitée approximativement par les méridiens 27° à 28° 30'E et les parallèles 1° S à 2° 30'S. Cette région englobe une partie importante du cours moyen et du cours supérieur de la Lowa et de ses affluents, l'Oso, la Luhoho, la Luka et la Kyassa.

Cette image spatiale d'une qualité exceptionnelle étant donné l'absence presque complète de couverture nuageuse et la finesse des détails a, de plus, l'avantage de présenter un recouvrement d'environ un tiers avec l'image orientale voisine, image ERTS E-2049-07351 du 12 mars 1975, de moins bonne qualité; cette circonstance a permis l'étude en vision stéréoscopique de la région commune à ces deux images et la continuation vers l'ouest de l'étude entreprise par LAVREAU (1977) sur la partie occidentale de l'image ERTS du 12 mars

1975.

II. TRAVAUX ANTERIEURS ET GEOLOGIE REGIONALE

Une grande partie de la région couverte par l'image Landsat du 2 juin 1984 avait été parcourue et étudiée par plusieurs géologues dont BOUTAKOFF et DE LA VALLÉE POUSSIN; de leurs travaux devaient résulter la carte géologique de la région du Kivu à l'échelle du 1/500 000 (SALÉE *et al.*, 1937) et plusieurs études et publications dont une synthèse sur la géologie des territoires situés à l'ouest et au nord-ouest du fossé tectonique du Kivu (BOUTAKOFF, 1939).

D'autres travaux effectués dans le cadre des activités de prospection de sociétés minières se rapportent aux régions situées au nord de la région couverte par l'image Landsat et à sa partie septentrionale (KAZMITCHEFF, 1938; LHOEST, 1940).

Tenant compte de toutes ces données et d'études partielles inédites, Lepersonne a esquissé la géologie de la région étudiée ici, dans sa carte géologique du Zaïre au 1/2 000 000 (LEPERSONNE, 1974).

La MISSION NORD-KIVU (1974) a, au cours de travaux de terrain, étudié la géologie des régions situées au nord de 1°S, c'est-à-dire à la bordure septentrionale de la région couverte par la présente image Landsat.

Plus récemment, LAVREAU (1977), à partir des images Landsat situées à l'est et au nord-est de la région étudiée ici, a établi les relations lithologiques et structurales mutuelles de plusieurs domaines tectoniques ainsi que la position probable de deux discordances décrites dans les travaux de LHOEST.

En se référant à la carte géologique du Zaïre (LEPERSONNE, 1974), les formations présentes dans la région couverte par l'image Landsat comprennent de bas en haut:

- le socle ruzizien, dans les parties orientale et méridionale ;
- le Burundien occupant une partie importante de la région;
- le Permien inférieur au Carbonifère supérieur représenté par des lambeaux de la *série de la Lukuga*;
- le Jurassique supérieur représenté très localement par la *série de Stanleyville*.

Des intrusions granitiques généralement syntectoniques et post-tectoniques sont très abondantes dans la partie sud-occidentale de la région étudiée. Quelques intrusions basiques sont présentes. Des laves basiques récentes affleurent très localement dans la partie occidentale.

Quelques failles importantes ont été figurées dans la partie orientale.

A la suite des travaux de la MISSION NORD-KIVU (1974), une formation volcano-sédimentaire rattachée au Burundien (B4) a été signalée à la bordure septentrionale de la région étudiée ici.

Enfin, LAVREAU (1977) met en évidence différents domaines tectoniques distingués par leurs disharmonies structurales mutuelles et propose un ordre de succession de leur développement, sans toutefois délimiter les unités; ces phénomènes se présentant en partie dans la zone commune aux deux images spatiales, leur examen devra permettre une extension des conclusions vers l'ouest.

III. ANALYSE DE L'IMAGE

Un premier examen de l'image Landsat permet de distinguer : (photo 1)

- une zone couvrant la partie septentrionale de l'image et composée de structures plissées d'axes orientés grossièrement E-W mais présentant de nombreuses ondulations. La partie nord-est en particulier, par la possibilité de l'examen stéréoscopique et l'existence

d'un certain nombre d'observations de terrain, permet une étude plus détaillée;

- une zone occupant la partie orientale de l'image et où les structures prennent progressivement une direction SE-NW;
- une zone centrale où apparaissent des structures allongées approximativement N-S;
- une zone couvrant les parties sud et sud-ouest de l'image et présentant des directions de couches et des structures d'orientation SE-NW apparaissant dans un ensemble à microrelief relativement homogène, localement parcouru par de nombreuses failles et cassures.

A. Partie nord-est

L'examen de l'image débutera par le coin nord-est dans lequel quelques observations bien localisables permettent de définir la lithologie et de tenter une interprétation des structures (BOUTAKOFF, 1939; MISSION NORD-KIVU, 1974). Il s'agit principalement du secteur Oso, Lubonga, Ubulike et du secteur situé au nord de l'Oso jusqu'à la Rwate.

La structure allongée E-W, située directement au sud de l'Oso, a été parcourue par DE LA VALLÉE POUSSIN (1939) qui a reconnu à l'ouest de Pinga une crête de quartzite et poudingue parallèle au cours de l'Oso à pendage sud, bord septentrional d'un synclinal s'étendant vers le sud. Sur la rive droite de la Lubonga, ce géologue a traversé cette même formation, à pendage nord cette fois, et il l'a considérée logiquement comme le flanc méridional d'un synclinal devant se refermer au voisinage de Pinga.

Au cours d'itinéraires qu'il a été possible de reconstituer sur l'image Landsat, DE LA VALLÉE POUSSIN a rencontré de nouveau ce niveau d'arkoses et poudingues et a relevé les allures de ce niveau repère et les principaux traits structuraux de ce secteur s'étendant au nord-ouest de Masisi entre l'Oso et la Lubonga.

Ce sont toutes ces indications qui ont été reportées sur carte et qui sont le point de départ d'un test d'interprétation structurale de la région.

Quelques directions relevées dans la partie septentrionale au cours de la MISSION NORD-KIVU ont également été reportées sur carte et ont aidé à l'interprétation.

B. Secteur Oso-Lubonga

On y distingue une structure synforme déduite des observations de DE LA VALLÉE POUSSIN et soulignée par des bancs de poudingue et arkoses présentant une morphologie caractéristique sur toute sa périphérie.

Les formations présentes dans cette structure synforme montrent une série de couches assez fines, bien en relief, et constituées, d'après l'itinéraire de DE LA VALLÉE POUSSIN, d'alternances de schistes et de quartzites. On y aperçoit en outre de nombreuses disharmonies et des contacts traduisant la présence de plusieurs failles.

Des formations se trouvant directement en dessous des bancs repères de poudingue et d'arkose apparaissent en un relief déprimé. Les quelques observations tirées des itinéraires de DE LA VALLÉE POUSSIN montrent qu'il s'agit de roches de l'Assise inférieure de l'Urundi (schistes et quartzites) ou de métasédiments.

Etant donné le changement de faciès morphologique constaté au-dessus et en dessous de ces niveaux repères de poudingues et d'arkoses, nous conserverons ici la subdivision en *Assise inférieure* et *Assise moyenne de l'Urundi* adoptée par BOUTAKOFF et DE LA VALLÉE POUSSIN pour les formations situées de part et d'autre de ce niveau repère.

C. Secteur Oso-Rwate

Quelques indications sur la lithologie et l'allure des couches sont données par la carte de la MISSION NORD-KIVU (1974).

L'examen de l'image satellite permet de distinguer des massifs allongés d'assez forte épaisseur, fortement ravinés, semblant traduire la présence de formations à prédominance pélitique et, dans la vallée de la Bilati, un ensemble de couches minces en relief, analogues à celle du synforme Oso-Lubonga. (Fig. 1)

Dans la vallée de la Bilati, on observe un biseautage de ces couches minces entre elles et par l'ensemble à aspect pélitique mais, dans ce dernier cas, l'existence d'une discordance n'est pas évidente; il s'agit plutôt de failles longitudinales dont les indices apparaissent dans la partie septentrionale de l'image satellite.

A la limite supérieure de l'image, les roches volcaniques du B4 relevées par la MISSION NORD-KIVU (1974) apparaissent avec une morphologie propre et semblent en superposition sur un ensemble pélitique qui doit correspondre à celui de l'entre Oso-Bilati.

Nous considérons donc cet ensemble pélitique comme l'unité superposée à l'ensemble à minces couches dures, et cela en conformité avec *l'Assise supérieure de l'Urundi* adoptée comme telle par BOUTAKOFF et DE LA VALLÉE POUSSIN.

On adoptera donc, pour les formations à rattacher au Burundien, la subdivision de BOUTAKOFF en U1, U2, U3 qui semble correspondre aux caractères morphologiques relevés sur l'image Landsat, tout au moins dans la partie nord-est; on y ajoutera la formation volcanique B4 définie par la MISSION NORD-KIVU (1974).

Etant donné l'incertitude concernant la localisation d'une éventuelle discordance, il ne sera pas tenté ici de distinguer les formations appelées Bilatien parmi les unités constituant l'Urundi de BOUTAKOFF.

D. Zone septentrionale

Cette zone englobant la partie nord-est décrite en détail ci-dessus est la continuation vers l'ouest des formations à couches individualisées et de l'ensemble pélitique rapportés respectivement à *l'Assise moyenne* et à *l'Assise*

supérieure de l'Urundi, telles que décrites par BOUTAKOFF. On y retrouve les mêmes caractères morphologiques et des structures d'orientation générale E-W comme dans la partie orientale.

Plusieurs plis peuvent être mis en évidence mais leur nature ne peut être déduite que de l'interprétation stratigraphique ci-dessus.

Plusieurs failles longitudinales traversent cet ensemble.

E. Zones centrale et orientale

Vers le sud et le centre de l'image, on retrouve un ensemble de couches bien individualisées qui semblent se rapporter aux formations semblables de l'Assise moyenne U2 telles que décrites dans la partie nord-est; on remarque cependant une orientation générale SE-NW au lieu de E-W et WNW-SSE et des plis serrés.

Ces couches rejoignent les couches semblables dans la partie septentrionale de l'image. Leur limite avec les couches de l'Assise inférieure se retrouve vers le sud-ouest et le sud de l'image où cette dernière se traduit par un relief moins accentué mais vraisemblablement influencé par le métamorphisme développé autour des massifs granitiques. Quelques observations de conglomérat au voisinage de la limite U1/U2 appuyent ces tracés.

F. Zones méridionale et sud-occidentale

Les caractères relevés dans l'Assise moyenne U2 s'atténuent au sud-ouest d'une diagonale traversant l'image Landsat; au sud-ouest de cette ligne, on retrouve sporadiquement quelques crêtes isolées semblant appartenir à cette assise mais noyées dans une zone à relief atténué traduisant la présence de roches plus métamorphiques. La transition entre l'Assise moyenne et l'Assise inférieure semble se faire graduellement sans contraste morphologique marqué.

Plus vers le sud-ouest, on atteint la limite du Burundien telle qu'elle résulte de la carte géologique du Zaïre (LEPERSONNE, 1974).

On passe ainsi dans une région à nombreux massifs granitiques et d'un métamorphisme élevé. La limite entre le Burundien et le socle anté-burundien a été placée arbitrairement le long d'un accident tectonique rectiligne important traversant la partie sud-occidentale de l'image satellite, approximativement à l'endroit où elle figure sur la carte géologique.

Plus au sud-ouest, dans le coin de l'image, on voit apparaître un ensemble de couches en relief faisant penser au faciès relevé dans le U2 mais qui, d'après la carte géologique, doit appartenir au socle anté-burundien; les images en notre possession ne permettent pas d'analyser le prolongement de ces couches dans les régions voisines.

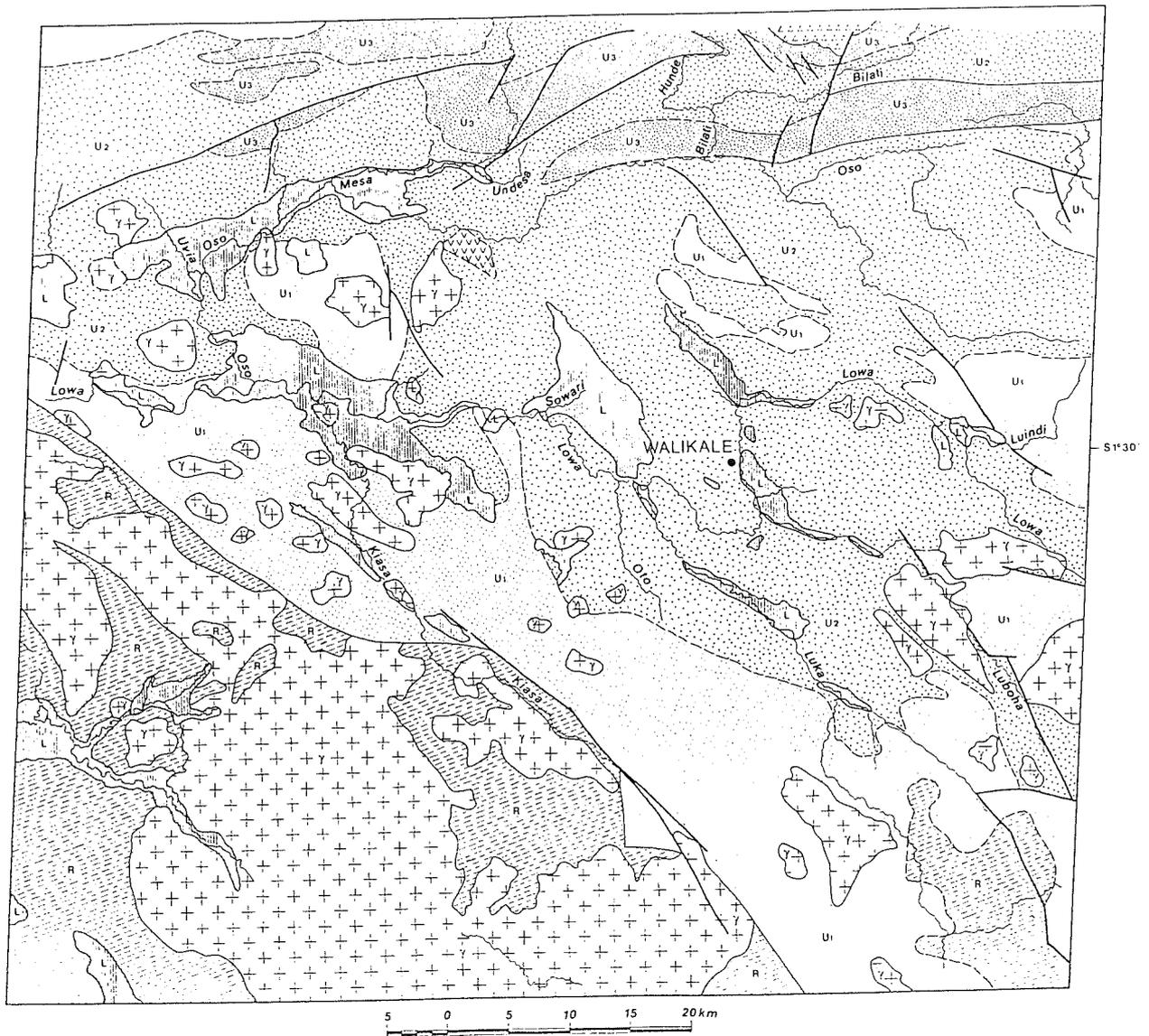


Figure 1. Esquisse cartographique de la région de Walikale. R. : Ruzizien indifférencié; U1, U2, U3 : Urundien *sensu* Boutakoff; B4 : formation volcanique du Burundien supérieur; -y : zones granitiques; L : Série de la Lukuga (Permo-Carbonifère).

G. Les massifs granitiques

Des massifs granitiques ont été recherchés sur l'image satellite aux endroits où ils figurent sur la carte géologique, en essayant de les identifier par certains caractères morphologiques particuliers tels que : réseau serré de failles, relief particulier contrastant avec les roches sédimentaires voisines, massifs circonscrits par des roches sédimentaires, et, de cette façon, préciser les tracés de la carte géologique.

H. Les formations de la Série de la Lukuga

Les formations de la *Série de la Lukuga* ont été repérées sur image satellite à partir de la carte géologique et des descriptions de certains itinéraires de BOUTAKOFF ; elles se distinguent par leur aspect homogène, généralement un peu plus clair que celui des régions environnantes, et l'absence de relief; ces formations se rencontrent principalement dans les vallées principales des grandes rivières : Lowa, Oso, Luka.

I. Les formations volcaniques récentes

Ces formations signalées dans la carte géologique du Zaïre sont de trop faible étendue pour pouvoir être distinguées sur l'image satellite. Cependant, trois structures circulaires devant avoir de 200 à 500 mètres de diamètre, apparaissant à quelque distance de la Lubonga sur sa rive droite, pourraient être d'anciens cratères volcaniques. A noter que DE LA VALLÉE POUSSIN signale dans la même région l'existence d'un petit cratère de 30 mètres de diamètre au confluent Ubiliko-Oso.

J. Vestiges d'érosion en "badlands"

L'épaisse série schisteuse rapportée à la partie supérieure de la formation FS II de la Bilati, *sensu* LHOEST (1940) (non différenciée sur notre carte et notée U3 dans l'angle N-E) comporte des niveaux de grès arkosiques, est plissée et détermine de longues crêtes parallèles orientées E-W (Zone C in LAVREAU, 1977).

Ces crêtes, dont la longueur atteint plusieurs dizaines de km et la largeur presque 1 000 m, sont caractérisées par un réseau général subséquent. De nombreux et courts affluents perpendiculaires entaillent les versants par des ravins profonds et rapprochés, souvent distants de 250 m.

Ces nombreux ravinements, compte tenu de l'échelle, rappellent les formes du type "badlands" et suggèrent un processus d'érosion sous climat au moins du type subaride, ce qui ne cadre pas avec le couvert forestier tropical dense actuel.

Ces témoins morphologiques d'une époque climatique sèche nous paraissent pouvoir être rapprochés des formations de dunes fossiles décrites dans le Kasai septentrional (LADMIRANT ET WALEFFE, 1985).

L'origine de ce système de ravinements denses suppose une phase climatique aride, peut-être avec un maigre couvert végétal. En Afrique centrale, les dernières variations climatiques du Pléistocène terminal sont représentées par un maximum de sécheresse froide allant de 25 000 à 15 000 ans avant le temps présent. Cette phase coïncide probablement au meilleur âge pour la formation de ces

formes en "badlands" (LADMIRANT ET ROCHE, 1988).

BIBLIOGRAPHIE

- BOUTAKOFF, N., 1939. Géologie des territoires situés à l'ouest et au nord-ouest du fossé tectonique au Kivu. *Migul*, 9 (1) : 7-207.
- DE LA VALLÉE POUSSIN, J., 1939. Itinéraires géologiques au Kivu. *Migul*, 9 (1) : 209-279.
- KAZMITCHEFF, A., 1938. Contribution à l'étude des roches éruptives et métamorphiques du Kivu. *Migul*, 9 (7) : 1-48.
- LADMIRANT, H. et WALEFFE, A., 1985. Découverte d'un erg fossile par analyse d'images Landsat (Nord Kasai, Rép. du Zaïre). *Bull. Soc. belge Photogramm. Télédét. Cartogr.*, 159-160 : 71-79.
- LADMIRANT, H. et ROCHE, E., 1988. Important Quaternary climatic changes as evidenced from remote sensing data (satellite Landsat) and from palaeobotanical studies. Examples from Central Africa. Global Change IGBP. *Proceedings of a Symposium held in Brussels on 22 April 1988; Acad. roy. Sc. Lett., Beaux-Arts de Belgique* : 91-96.
- LAVREAU, J., 1977. Contribution de l'imagerie spatiale à la résolution de certains problèmes géologiques au Kivu. La région Masisi-Walikale à la Tanya et la position des couches de la Bilati. *Bull. Soc. belge Géol.*, 86 : 135-144.
- LEPERSONNE, J., 1974. *Carte géologique du Zaïre à 1:200.000 + note explicative*, 35 p., Rép. du Zaïre, Serv. géol. Kinshasa.
- LHOEST, A., 1940. Quelques grandes lignes de la géologie de la concession nord de la Compagnie minière des Grands Lacs africains. *Ann. Soc. géol. Belg.*, 63 : 183-199.
- MISSION NORD-KIVU, 1974. BREM, inédit.
- SALÉE, A., BOUTAKOFF, N. et DE LA VALLÉE POUSSIN, J., 1937. Carte géologique de la région du Kivu. *Migul*, 9 (1) : 5 planches.

Adresse des auteurs : Henri LADMIRANT
et Armand WALEFFE
Laboratoire de Télédétection aérospatiale
Musée royal de l'Afrique centrale
13, Steenweg op Leuven
B - 3080 TERVUREN



Photo 1. Image Landsat E-50093-07482 du 2 juin 1984, bande MSS-7.

Comité d'Honneur

Arthur BODSON, *Recteur de l'Université de Liège*
 Komanda ALONI, *Recteur de l'Université de Lubumbashi*
 Willy LEGROS, *Vice-Recteur de l'Université de Liège*
 Nicolas DEHOUSSE, *Vice-Recteur honoraire de l'Université de Liège*
 René GROSJEAN, *Administrateur de l'Université de Liège*
 Charles JEUNIAUX, *Doyen de la Faculté des Sciences*

André BEGUIN	François MALAISSE
Anna BREHMER	Musaka MBENZA
Charles CHRISTIANS	Numbi MBUYU
Simone COPIN	Bernadette MERENNE-SCHOUMAKER
Morgan DE DAPPER	Hubert MICHEL
Jan DE PLOEY t	Muen Kabeya Manyota NTOMBI
N'Landu DIKUMBWA	Nicole PETIT-MAIRE
Jean-Clair DUCHESNE	Emile ROCHE
Suzanne DUSSART-DEBEFVE	Jean-Claude RUWET
Jean ETIENNE	Henry SANTKIN
Jean FRENAY	Guy SERET
Joachim FRENKIEL	Jacques SOYER
Lutumba ILUNGA	Simone SPORCK-PELLETIER
Marcel JANSSENS	Maurice STREEL
André JOURNAUX	Jean-Jacques SYMOENS
Kamutanda KALOMBO	Jacques THOREZ
Elisabeth KOKKELKOREN	Nyamba TSHIDIBI
Jacqueline LIENARD	Françoise VANRIET
Marcel et Thérèse LOOTENS	Roger VILAIN

Comité organisateur

Odette ADAM	Adrien LAURANT
René ANCION	Léon LEMAIRE
Marc BINARD	Yvonne LEMAIRE
Alice CHAPELIER	Georges MABILLE
Pierre DEGEE	Raymond MICHEL
Camille Ex	André OZER
Michel ERPICUM	François PETIT
Michel GEWELT	Albert PISSART
Jean GRIMBÉRIEUX	