Zeitschrift: Archives des sciences physiques et naturelles
Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
Band: 15 (1933)

Artikel: Au sujet des gîtes métallifères du Congo français
Autor: Lagotala, H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-740622

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

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

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

Download PDF: 08.08.2025

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

Sous le microscope, elles sont formées de petites plages jaunâtres de calcite ou de dolomie, imbriquées les unes dans les autres et accompagnées de grains informes de quartz, de baguettes de biotite brun-vert clair et de muscovite.

La teneur en carbonates oscille généralement autour de 85%.

Genève, Laboratoire de Minéralogie de l'Université.

H. Lagotala. — *Au sujet des gîtes métallifères du Congo français.*

Entre les rives du Djoué, au NW de Brazzaville, et les flancs orientaux du Mayombe s'étend une longue zone minéralisée, la zone minière du Niari et du Djoué, dont les principaux centres de minéralisation sont de l'W à l'E: Boko-Songo, les vallées de la Mounié et de la Loutété (Gandalonda-Pokodi, Kingoy, Kiodi, Fouati, etc.), Pimbi et environs, Tchicoumba, M'Passa, Moubiri, Mindouli et Renéville. Tous ces points se trouvent sur la rive gauche du Niari, entre ce fleuve et le rebord septentrional du Plateau des Cataractes, à l'exception de Renéville qui est située dans la vallée d'un affluent de la rive droite du Djoué. En dehors de cette zone, Delhaye et Sluys [1] signalent des schistes imprégnés de malachite, dans la vallée de la Diésa, un affluent de la rive gauche de la Foulakari. Il s'agit de schistes de la série des grès des Cataractes. Dans le Mayombe et près de Divénié, Amstutz a trouvé des traces de cuivre et de plomb dans des filons quartzeux, et l'on a signalé des points minéralisés en cuivre dans la boucle du Niari [2].

L'origine et l'âge de cette minéralisation ont été longuement discutés. Barrat [3] émet l'hypothèse d'une venue métallifère

[1] Delhaye et Sluys, *La région métallifère du Niari et du Djoué (Afrique équatoriale française).* Publications relatives au Congo belge et aux régions voisines. Années 1921-22. Annexe au t. XLV des Annales Soc. géol. Belgique. Liége (1923).

[2] Ghitulescu, rapport inédit, 1931.

[3] Barrat, M., *Sur la géologie du Congo français.* Annales des Mines, avril 1895. Paris.

triasique, contemporaine de la venue des diabases. Pour Mindouli il admet que les venues qui ont minéralisé les calcaires et peut-être les grès auraient formé un gîte à la fois filonien et de substitution.

Levat [1] signale la présence de grès minéralisés à Gandalonda (probablement Pokodi). Pour cet auteur l'origine des gîtes est due à une « concentration à la surface des bancs calcaires ou à une faible profondeur dans l'intérieur de ces bancs, des minerais de cuivre, de plomb et de zinc originairement contenus dans les grès ».

Delhaye et Sluys [2] admettent une origine filonienne des gîtes dont la formation serait contemporaine des mouvements triasiques (donc postérieure au dépôt des grès). Ils indiquent la présence, dans le niveau des brèches du Bangu et du Niari, de grès et de psammites imprégnés de malachite; de même, ils signalent l'existence de veinules de malachite dans la brèche à gros éléments. Pour ces auteurs les nodules de chalcosine trouvés dans les grès de Mindouli et de Kimfouka, dans la brèche, proviendraient de la substitution d'éléments calcaires entraînés par « flottaison » (?).

Bertrand [3] rapporte les gîtes du Niari à un filon couche dont le mur serait formé de calcaire et le toit de grès. Cet auteur écrit: « Le minerai se trouve au contact des calcaires et des grès sous forme de poches plus ou moins irrégulières. On ne trouve de cuivre dans les grès qu'au contact immédiat du minerai, sans que jamais, dans les parties supérieures, on ne puisse déceler le moindre placage de malachite ou de dioptase ».

Legraye [4], dans une intéressante étude sur le minerai de cuivre de Renéville, montre les relations entre la chalcopyrite,

[1] LEVAT, D., *Notice géologique et minière sur le bassin cuprifère du Kouilou-Niari (Congo français)*. Annales des Mines, janvier 1907. Paris.

[2] DELHAYE et SLUYS, *loc. cit.*

[3] BERTRAND, M.-F., *Note sur les gisements métallifères du Niari*. Annales Soc. géol. Belgique. Publ. relat. Congo belge. Année 1922-23. Liége, 1923.

[4] LEGRAYE, M., *Origine des gisements de cuivre du Niari (Congo français)*. Annales Soc. géol. Belgique, t. XLVIII. Bulletin. Liége, 1926.

la bornite et la chalcosine. Il conclut à l'existence d'une bande primitive de calcaire ou de dolomie minéralisés, dont la minéralisation serait en relation probable avec des filons minéralisés encore inconnus. Ces filons seraient, selon Legraye, en relation avec des massifs de roches éruptives « tels les lacolithes du Mayombe ».

Babet [1] considère la minéralisation dans les grès comme un fait rare, semblant « avoir été apporté accidentellement ». Pour cet auteur la minéralisation serait antérieure au dépôt des grès, peut-être contemporaine « du début du dépôt de la série schisto-gréseuse, dont la brèche par laquelle elle débute par places est minéralisée à M'Passa », et la genèse des gîtes du Niari et du Djoué serait « expliquée par le remaniement de gîtes anciens dont les filons sont encore inconnus » (Babet, 1932, p. 134). Dans son récent travail, Babet [2] estime que la chalcopyrite et la bornite sont très rares dans les gîtes miniers du Niari et du Djoué. Nous verrons plus loin que ce n'est pas le cas.

Duparc [3] est d'avis que les gisements du Niari « appartiennent indiscutablement à la classe des gîtes métasomatiques d'imprégnation et de substitution, avec transformation secondaire du minerai chalcopyriteux primitif ». Il n'admet pas l'idée d'un enrichissement par cémentation, provenant d'eaux cuivreuses descendantes.

Le général Jourdy [4] écrit au sujet de Mindouli: « les minerais n'y sont que de formation secondaire, remaniés *per descensum* par les eaux thermales sulfurées, silicatées et carbonatées, qui ont filtré à travers les fissures d'un massif gréseux (d'âge Karoo) jusqu'à la couche d'argile (terres noires) qui le sépare du massif inférieur de calcaire dévonien ». Il faut immédiatement noter qu'il y a là confusion, et qu'une pareille couche d'argile n'existe

[1] BABET, V., *Etude géologique de la zone du chemin de fer Congo-Océan et de la région minière du Niari et du Djoué.* Larose, Paris, 1929.

[2] BABET, V., *Observations géologiques dans la partie méridionale de l'Afrique équatoriale française.* Larose, Paris, 1932.

[3] DUPARC, L., *Les gîtes cuprifères du Niari (Congo français).* Bull. suisse de Minér. et Pétrogr., t. X, fasc. 2, 1930.

[4] JOURDY, LE GÉNÉRAL, *Les richesses minières des Pointes cassées.* Bull. Soc. Géol. France, 5me série, t. 2, fasc. 1-2. Paris, 1932.

pas entre les calcaires et les grès. Ajoutons que Burkhardt [1], dans sa thèse, a fait une étude intéressante et détaillée des terres noires cuprifères, démontrant leur formation à partir des calcaires et vérifiant leur genèse.

* * *

J'ai eu la possibilité d'étudier en détail la zone minéralisée du Niari-Djoué, et les travaux miniers et de prospections m'ont donné l'occasion de faire certaines constatations qu'il me paraît intéressant de résumer ci-dessous [2].

Renéville. — Dans les calcaires des quartiers Indus et Amélie, présence de chalcopyrite. Les grès qui se trouvent au NE du quartier Bel sont légèrement cuprifères.

Mindouli. — Les calcaires situés près de l'entrée de la galerie Mindouli présentent de la chalcopyrite. La masse de cette chalcopyrite est traversée par un réseau de veinules de bornite dont l'intérieur est formé de chalcosine. On y trouve aussi de la covelline. Dans les travaux miniers, les grès proches du contact sont souvent minéralisés par la chalcosine, la cuprite, les silicates et carbonates de cuivre et parfois par du cuivre natif. De même les grès près de l'entrée de l'ancienne galerie V sont minéralisés. Cette minéralisation des grès se retrouve dans les grès assez loin du contact grès-calcaires. Les sondages ont montré la fréquence de la pyrite en mouches et filonets, moins fréquemment de la chalcopyrite, de même des mouches et des filonets de blende et de galène. Dans le ravin de la Mouillette, des affleurements de grès montrent de la chalcosine, des silicates et carbonates de cuivre et de la pyrite. Les conglomérats de l'attaque IX ainsi que les grès qui se trouvent à l'WSW de cette attaque sont cuprifères.

[1] BURKHARDT, R., *Sur la formation des « terres noires » cuprifères dans le bassin du Niari (Congo français).* Thèse. Kundig, Genève, 1929.

[2] Je ne tiendrai compte dans cette étude que de la présence de minéralisation, sans me préoccuper de la quantité de minerai. De même, je laisserai de côté la question des minerais de la zone d'oxydation des gîtes calcaires.

Moubiri. — J'ai retrouvé des grès minéralisés en cuivre à l'WNW des vieux travaux.

Tchicoumba. — Les sondages et les travaux miniers ont montré des grès riches en pyrite. Dans des minerais de fer provenant de ce gîte l'on voit des veines et des placages de chalcosine.

M'Passa. — La brèche calcaire qui se trouve à l'W et au S de la case de M'Passa et dans le ravin de la cascade est minéralisée. Cette brèche d'écrasement n'a rien de commun avec la brèche des grès immédiatement au-dessus. Cette brèche calcaire est cimentée par de la pyrite, de la chalcopyrite, de la bornite, de la covelline et de la chalcosine. On y trouve également de la limonite. Sur certains échantillons l'on voit nettement la chalcopyrite entourée par de la bornite, et la bornite enveloppée par de la chalcosine. En certains points du gîte de M'Passa l'on trouve des masses de pyrite cuprifère avec chalcosine. En d'autres points (G. XIV) des nodules de chalcopyrite sont traversés par des veinules de bornite; l'axe de ces filonets est formé par de la chalcosine. D'autres masses montrent des nodules de chalcopyrite entourés ou pénétrés par de la bornite ou de la covelline. Au point G. 32 des nodules de bornite avec covelline et chalcosine. Les calcaires de M'Passa présentent aussi de la galène en petits amas ou en filonets et de petits nodules de blende.

Loutété-Mounié. — Dans une vallée de la rive droite de la Mounié, les calcaires possèdent des nodules de pyrite cuprifère entourés et pénétrés par de la covelline, voisinant avec des amas de galène qui entourent ou pénètrent, en les séparant parfois les deux minéraux précédants. A Kingoy (Louzounai), une écaille de grès minéralisés, incluse dans des grès stériles [1] est caractérisée par la présence du cuivre. Dans un grès feldspathique, légèrement micacé, les grains anguleux de quartz sont cimentés par de la chalcosine. Un échantillon de ces grès montre

[1] LAGOTALA, H., *Note préliminaire sur la géologie de la Loutété-Mounié (région des Gouéris, dans le Moyen-Congo).* C. R. Acad, Sciences, t. 195, p. 715, séance du 24 octobre 1932. Paris.

un filonet de chalcopyrite entouré et pénétré par de la covelline. Ce filonet en s'amincissant ne présente plus que de la chalcosine. La surface de ces grès est en général recouverte d'un enduit de chrysocolles, mais certains d'entre eux ont des placages d'azurite, ce qui semble démontrer que ces grès appartenaient à la série des grès à ciment calcareux. Parfois, mais rarement, on trouve de la galène dans ces grès.

A Kiodi [1], une écaille de grès est minéralisée par de la chalcosine, on y voit aussi de la pyrite. De même à Podoki. Nous ne sommes pas certain que le gîte que Levat nomme Gandalonda corresponde exactement à celui de Pokodi, il en est en tous cas fort voisin. A Gandalonda, Levat cite de la chalcosine et des oxydes de cuivre dans les grès. Enfin à la Montagne Percée Ch. Couchet a trouvé des placages de malachite dans les conglomérats à éléments roulés des grès des Cataractes.

* * *

Il ressort nettement des faits exposés ci-dessus que la présence de la chalcopyrite et de la bornite ne sont pas des faits rares comme le pense Babet. A M'Passa, en particulier, ces deux minéraux sont abondants. Il est de même évident que les grès minéralisés qui, jusqu'à ce jour, étaient considérés comme un fait exceptionnel, sont fréquents. Actuellement des grès minéralisés par le cuivre sont connus à Renéville, dans la vallée de la Diésa, à Mindouli, à Moubiri, à Kimfouka, à Kiodi, à Kingoy, à Pokodi et à la Montagne Percée. Ces grès en outre renferment souvent beaucoup de pyrite et accessoirement de la blende et de la galène.

La nature de la minéralisation a été longuement discutée, comme nous l'avons vu plus haut. Mais nous nous permettons de penser que nos données apporteront des précisions à ce sujet. Dans les calcaires la métosomatose est la forme générale du gîte, la chalcosine étant primaire ou provenant d'un rema-

[1] LAGOTALA, H., et COUCHET, Ch., *Note au sujet de la tectonique de la région cuprifère du Moyen-Congo.* C. R. séances Soc. Phys. et Hist. nat., vol. 49, nº 3. 17 novembre 1932.

niement de la chalcopyrite et de la bornite. Cependant, dans certaines parties des gîtes de Renéville, de Mindouli et de M'Passa, le minerai remplit de petites cavités des roches, forme des filonets nombreux et s'insinue entre les strates calcaires. Il est donc acquis que certaines zones des gîtes correspondent à des gîtes d'imprégnation.

De la chalcosine cubique a été trouuée à Mindouli au Puits N° 2. En général la chalcosine est, dans ces gisements, grenue. Les mouvements tectoniques ont pu cependant déterminer des transformations d'état que nous examinerons dans un prochain travail.

Dans beaucoup de cas nous avons la preuve de la transformation de la chalcopyrite en chalcosine. Il convient d'insister sur le gîte de M'Passa. La fréquence de la pyrite, de la chalcopyrite, de la bornite et de la chalcosine, de la galène et la présence accessoirement de la blende indiquent que nous sommes en présence d'une partie d'un gisement primaire dans les calcaires.

La minéralisation dans les grès permet d'envisager l'idée d'une venue minéralisante postérieure au dépôt des grès. Le cuivre est représenté dans les grès par la chalcopyrite, la covelline et la chalcosine, et par les formes d'oxydation, chrysocolles, malachite et azurite. On y trouve, comme indiqué ci-dessus, beaucoup de pyrite accompagnée d'un peu de galène et de blende. Si les grès ne possédaient que de la chalcosine, à l'exclusion de la chalcopyrite, l'on pourrait penser que leur minéralisation n'est que secondaire et due à des remaniements du gîte dans les calcaires. Mais la présence de la pyrite dans les grès, et surtout la présence de la chalcopyrite accompagnée de covelline et de chalcosine, éveillent l'idée que les métasomatoses minéralisantes ne se sont pas bornées aux calcaires, mais qu'elles se sont également développées dans les grès à ciment calcareux sus-jacents. De même, une imprégnation minéralisante a pu se produire dans les grès comme elle s'est produite dans les calcalires. J'insiste donc sur les faits que j'ai observés et qui démontrent: 1° que la minéralisation des grès, en cuivre, pyrite, blende et galène est aussi répandue, quoique moins importante, dans l'état actuel de nos connaissances, que celle dans les calcaires; que les grès par leurs nombreux horizons

argileux ont présenté moins de facilités de circulation aux venues minéralisantes que les calcaires, et ont même fait obstacle à la pénétration dans les couches supérieures des grès; 2° que la présence de chalcopyrite, covelline et chalcosine dans les grès permet d'envisager l'idée d'un gîte primaire dans les grès.

* * *

En général, les grès des Cataractes reposent en discordance tectonique sur les calcaires du Niari (Amstutz) [1]. Indépendamment de cette tectonique originelle et postérieurement à celle-ci, les grès, de même que les calcaires, ont subi des mouvements qui replissèrent ces deux formations. Plus tard, et après une érosion locale, les grès et les calcaires furent soumis à des efforts qui ont produit dans la masse des calcaires ou dans celle des grès, ou entre les calcaires et les grès, des décollements nombreux dont témoignent les brèches, mylonites, laminages de couches, etc. [2].

Ainsi les gîtes déjà morcelés par de nombreuses failles postérieures à la minéralisation, ou par le rejeu de fractures anciennes, ont glissé sur leur soubassement et ont formé localement des écailles. En certains points, les décollements entre les grès et les calcaires ont facilité la circulation des eaux, et les processus de décalcification et de dissolution des calcaires qui ont eu pour résultat la formation des terres-noires. J'ai observé qu'il existe, à part les terres noires *in situ*, des terres noires en poudre impalpable, semblables à de la suie, provenant d'un remaniement des terres noires *in situ* par la circulation des eaux et d'une décantation dans les fissures et crevasses des roches. De même, la zone broyée du contact a offert des conditions favorables à une remise en mouvement de la minéralisation et à une concentration, principalement sous forme de chalcosine.

[1] Amstutz, A., *Note préliminaire sur la géologie du Congo français.* C. R. séances Soc. géol. France, 18 février 1929. N° 4, p. 48-50.

[2] Lagotala, H., et Couchet, Ch., *Sur la tectonique du Congo français.* C. R. Acad. Sciences, vol. 195, p. 1090, séance du 5 décembre 1932. Paris.

On se rend compte de l'importance de cette remarque en ce qui concerne les recherches du minerai.

Il convient de faire remarquer que nous ne connaissons actuellement aucune minéralisation filonienne ou autre dans les calcaires inférieurs, à l'exception d'un affleurement de calcaire inférieur, C_1 de Delhaye et Sluys, qui, près du km 156 de la voie du chemin de fer Matadi-Léopoldville, présente de la malachite [1].

Ce fait pourrait résulter du phénomène de décollement des couches qui aurait isolé certains gîtes de leur racine. Mais il est possible que les venues minéralisantes aient simplement diffusé à travers les masses calcaires, sans former à proprement parler de filons. Cette explication serait aussi valable pour beaucoup de gîtes du Congo belge. Je pense que les venues minéralisantes s'appauvrissant en cuivre vers la fin des processus métallogéniques ont repris, au cours de leur ultime dégagement, le minerai déposé dans les calcaires inférieurs pour l'accumuler dans les horizons supérieurs des calcaires et dans les grès, renforçant ainsi la minéralisation. Grâce aux grès et à leurs niveaux argileux, qui ont formé un niveau imperméable ou peu perméable, la minéralisation s'est concentrée dans la zone du contact des grès et des calcaires. Exceptionnellement, par suite de failles, la minéralisation a pu atteindre des niveaux plus élevés. Tout ceci correspondrait donc à un remaniement et à un déplacement progressif de la minéralisation vers des horizons élevés.

* * *

Comme nous l'avons montré, la zone minéralisée du Niari et du Djoué est constituée par une série de caissons dus au jeu de certains systèmes de fractures longitudinales, transversales et horizontales. Dans leur ensemble ces gîtes décrivent un grand arc de cercle orienté NE-SW, dans la région orientale, et E-W, dans la région occidentale. Les gîtes de cuivre sont accompagnés

[1] DELHAYE et SLUYS. *Observations ayant servi à l'élaboration de l'esquisse géologique du Congo occidental.* Annales Soc. géol. Belgique. Public. relat. Congo belge. Année 1928-1929. T. LII, fasc. III. Liége (1929).

de gîtes de plomb et de zinc, d'importance variable, paraîssant avoir constitué antérieurement une auréole autour du cuivre. J'ai montré également que *cette minéralisation n'atteint pas seulement les calcaires, mais aussi les grès, et il me paraît établi que la chalcosine des grès, comme celle des calcaires, provient en partie du moins, de la chalcopyrite contenue dans ces deux formations.* Les calcaires ont peut-être bénéficié, par la suite, d'un enrichissement secondaire en chalcosine aux dépens des grès. Quant à la localisation de la minéralisation, elle a été déterminée par des fractures comme Delhaye et Sluys l'ont indiqué, mais j'ajouterai qu'elle semble surtout en relation avec les points d'intersection des fractures.

L'âge de cette minéralisation doit être considérée comme postérieure au dépôt des grès et comme contemporain des premiers mouvements tectoniques consécutifs à cette sédimentation. Ceci contrairement aux idées de Babet. Le fait que les gîtes sont souvent morcelés [1] montre que des manifestations tectoniques relativement importantes ont eu lieu après les venues minéralisantes. La minéralisation est donc antérieure aux mouvements tectoniques tardifs qui se manifestèrent par des laminages de couches, des décollements des assises gréseuses ou calcaires, et par le replissement ou l'accentuation de la tectonique de certaines zones calcaires plus ou moins libérées de la surcharge du manteau gréseux [2].

Durant toute la durée du dépôt des calcaires de faibles mouvements du sol expliquent le faciès des roches. Le plissement consécutif au dépôt des calcaires détermina une abrasion locale des parties émergées, et l'immersion qui suivit marque le début de la sédimentation gréseuse. Durant toute cette période de sédimentation les nombreux niveaux conglomératiques témoignent de la persistance de régions voisines exson-

[1] LAGOTALA, H., *Première note sur la géologie de la région minière de Renéville (Afrique équatoriale française).* C. R. séances Soc. Phys. et Hist. nat. Genève, vol. 49, nº 2. 19 mai 1932.

[2] LAGOTALA, H., *Contribution à l'étude géologique du Congo français. Notes géologiques sur la région comprise entre la Comba et la Luvizi orientale. Le décrochement transversal de la Luvizi orientale.* C. R. séances Soc. Phys. et Hist. nat. Genève, vol. 46, nº 2. 20 juin 1929.

dées et de mouvements du sol. Le plissement qui mit un terme à cette sédimentation et qui détermina une première série de fractures permit l'ascension des venues métallifères. A cet épisode tectonique et métallogéniques, succéda une phase de tectonique de détail qui a donné sa caractéristique à la zone minière du Niari et du Djoué. Après ces ultimes dislocations, le bassin du Niari et celui du Djoué ne devaient plus connaître que les réactions des phénomènes épirogéniques dont résulte l'équilibre actuel de toute la cuvette congolaise, et qui furent suivies d'un rajeunissement considérable du relief. Les gîtes du Niari et du Djoué sont entrés en phase d'érosion à cette époque relativement récente, la preuve en est donnée par le fait que la zone de cémentation se trouve actuellement dans la sphère d'activité des eaux de ruissellement et d'infiltration. En général la zone d'oxydation est peu développée et dans beaucoup de gîtes elle a été enlevée sitôt après l'érosion du manteau gréseux.

G. Tiercy et A. Grosrey. — *Sur la largeur d'un spectre stellaire photographique pour les étoiles de type* B_5.

Nous avons fait, pour le type spectral B_5, une étude analogue à celle que nous avons faite précédemment pour le type A_5, et dont nous avons donné ici même les résultats [1].

On a choisi 11 étoiles B_5 de magnitudes apparentes comprises entre $m = 2{,}9$ et $m = 6{,}5$; et, pour chacune de ces étoiles, on a fait une série de poses, dont les durées respectives sont de 15 sec, 30 sec, 1 min, 2½ min, 5 min, 10 min, 20 min; au total 30 clichés et une centaine de poses. L'instrument qui a servi est encore le prisme-objectif de Schaer-Boulenger, et l'opérateur a été M. A. Grosrey.

Le tableau suivant donne les résultats que nous avons obtenus en ce qui concerne les largeurs des spectres enregistrés:

[1] Voir la note précédente des mêmes auteurs.