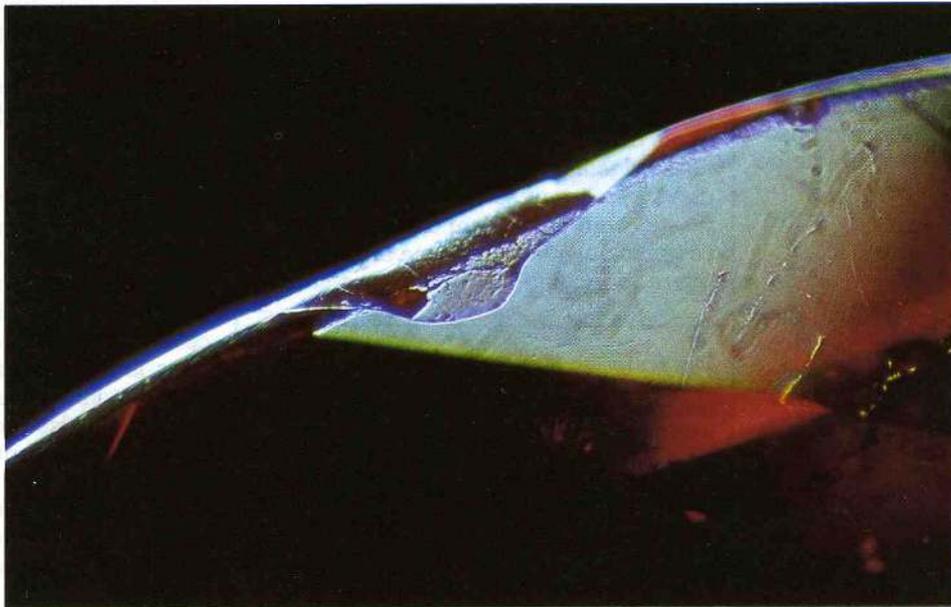


CORINDONS TRAITES AVEC OBTURATIONS VITREUSES

Parallèlement au traitement thermique des corindons, des matières chimiques sont parfois utilisées et restent à la surface en forme d'obturations vitreuses, remplissant des cavités et des fissures. La composition de ces verres silicatés montre des variations dans les éléments Si, Al, Mg, Ca, Na et K. Lorsque ces matières remplissent des fissures, elles améliorent la transparence et la solidité. Avec un refroidissement lent, une cristallisation partielle peut dévitrifier le verre conduisant à une obturation « opaque ».

Fig. 1 :
Obturation
vitreuse au
rondiste d'un
rubis. L'éclairage
en réflexion
montre la
différence
d'intensité de
l'éclat entre
l'obturation et le
rubis. La largeur
de l'image
correspond à
2 mm.



Depuis plusieurs années, nous constatons l'application de traitements thermiques qui peuvent modifier sensiblement l'aspect des rubis et des saphirs. Le but de ces traitements est toujours l'amélioration de la qualité. L'amélioration de la couleur, de la transparence et, depuis peu, le fait de cacher les cavités et fissures, sont des interventions utilisées de plus en plus fréquemment.

La taille est une pratique acceptée depuis longtemps pour améliorer la beauté des pierres. Ce procédé change l'aspect originel de la pierre, ce qui ne choque personne. (En revanche, polir une face cristalline n'est pas tolérable

pour un amoureux des cristaux.) Le traitement thermique des corindons de provenances diverses est pratiqué couramment sans hésitation pour mettre en valeur la beauté maximale des pierres. Il n'existe pas assez de belles pierres dans les gisements pour satisfaire à la demande. Mais (déjà) au sujet du traitement thermique, les opinions divergentes existent. La CIBJO n'exige pas la mention du traitement thermique pour ces corindons. Mais des prix différents sont appliqués pour les rubis ou saphirs chauffés. La situation se complique encore lorsque la différenciation ne peut pas être effectuée sur chaque cas ; de même, un traitement thermique n'est pas défini par la hauteur de la tempéra-

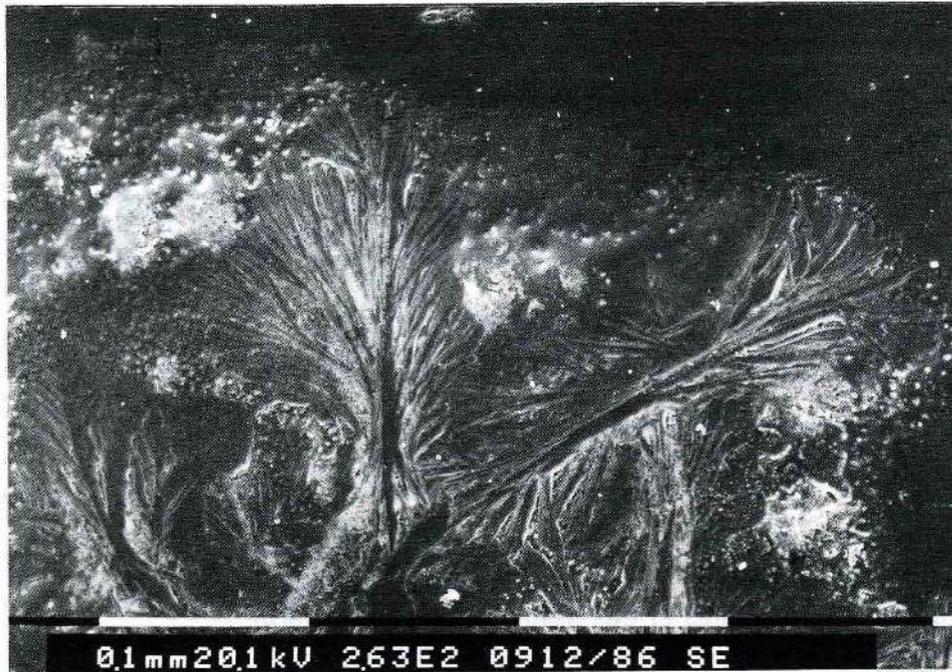


Fig. 5 : L'agrandissement de la fig. 4 (image MEB) montre des cristaux en gerbes de l'obturation céramique. Les traits blancs représentent 1 mm de longueur.

ture atteinte, ni par la durée du chauffage.

Avec l'apparition des corindons traités par diffusion (Nassau, 1981 ; Hänni, 1982), qui comprennent une fine couche colorée à la surface, le marché et les organisations professionnelles ont rapidement réagi contre. Les colorations par diffusion doivent être obligatoirement déclarées (1). Cela a eu pour conséquence la disparition quasi totale de ce type de pierre sur le marché.

Obturations vitreuses

La méthode de traitement la plus récente (qui se pratique surtout en Thaïlande) consiste à remplir des cavités, des fissures et des cassures avec une substance vitreuse. De telles zones de dégâts

sont en contradiction avec l'imagination de perfection qu'on associe à une pierre précieuse. Les cavités à la surface des pierres taillées proviennent généralement d'inclusions ayant sauté, de cristaux négatifs ouverts ou d'angles incidents de cristaux jumelés. Les ébréchures au rondiste peuvent occasionner des cassures qui nécessitent une retaille de la pierre, donc une diminution de son dia-

Fig. 6 : Image MEB d'une facette sur laquelle une fissure a été remplie. On reconnaît la nature polycristalline de l'obturation qui émerge. Longueur des traits blancs : 10 μ m.



mètre. Les fissures internes sont les témoins de la vie mouvementée de la pierre ; elles ont été partiellement ou intégralement « guéries » naturellement.

Les fissures tardives n'ont pas eu le temps de guérir. Elles sont souvent couvertes de minéraux secondaires (par exemple : lépidocrocite, goethite), qui en baissent la qualité. Ces inclusions en couche ainsi que des restes de minéraux étrangers peuvent être éliminés par l'acide fluorhydrique avant le traitement thermique. Ce procédé laisse des formations cavernueuses et fragiles, surtout dans les rubis d'Afrique orientale. De tels matériaux gagnent en solidité si en plus du traitement thermique on ajoute un « liant » (éventuellement borax + ?) dans les fissures. Dans ce genre de pierre, la poussière de rutile est normalement dissoute par chauffage, ce qui en augmente la transparence. On ne peut pas savoir pour chaque cas si l'installation de ce fondant dans les creux et fissures est fait seulement avec l'intention de consolider les pierres fragiles. Le fondant de borax pourrait aussi servir pour remplir les cavités ou former une couche de protection contre l'oxydation lors du traitement thermique. Grâce à la basse viscosité du verre fondu, les fissures et cavités de la surface ont pu se remplir par capillarité. Par conséquent, ces défauts ne sont plus visibles à l'œil nu (2). Il faut donc examiner soigneusement toute la surface de la pierre au microscope, en lumière réfléchie (fig. 1). Avec les fissures remplies de verre, les conditions sont comparables aux émeraudes huilées, bien que l'huile de celles-ci puisse être éliminée facilement dans la plupart des cas. Comme cette huile est incapable de réparer les ébréchures en les comblant, l'obturation vitreuse représente une modification plus sévère. Le verre est susceptible d'être éliminé par un traitement prolongé dans l'acide. Quelques cas de rubis traités aux Indes ont dévoilé de la cire rouge, qui a été rapidement nettoyée à la benzène.

Résultats

Pour le moment, il n'y a eu que très peu de publications sur le sujet des remplissages vitreux (Scarrat & Harding, 1984 ; Kane, 1984). Ces publications décrivent les verres comme incolore. Kane (1984) a fait deux constatations lors de ses recherches :

- Des inclusions de verre ont été identifiées comme « naturelles » dans quelques rubis traités. Leur nature amorphe a pu être prouvée par les méthodes des rayons X. Les parties de verre se trouvaient à l'intérieur de la pierre et celle-ci

a dû être taillée pour exposer le verre à la surface pour permettre l'analyse. Ces inclusions vitreuses pourraient représenter des minéraux fondus au cours du traitement.

- A la surface des corindons ayant subi des traitements thermiques, on a trouvé des couvertures de verre « artificiel », dont la composition chimique a également été obtenue.

Les verres naturels internes et les verres synthétiques externes se distinguent, d'après Kane, par leur composition chimique. Ces compositions sont basées sur trois analyses.

L'auteur a pu déterminer la composition chimique de trois obturations vitreuses au cours d'une recherche plus approfondie.

Saphir avec obturation vitreuse

Le saphir a présenté un remplissage vitreux dans sa partie inférieure. L'éclairage sur fond noir rend visible les cristaux produits dans le verre et des bulles de gaz. Ces cristaux se sont formés au détriment du verre (dévitrification). Les analyses du verre et des cristaux blancs sont indiquées dans le tableau 1. Le saphir (fig. 2 + 3) se trouve dans la collection de l'auteur depuis cinq ans ; il ne s'agit donc pas d'une nouveauté. D'après ses caractéristiques, il vient probablement de Thaïlande.

Rubis avec obturation vitreuse

Le rubis cabochon analysé (probablement de l'Afrique de l'Est) possédait un creux de 2 mm de diamètre, dont les bords miroitaient. En lumière réfléchie, on a pu observer une fine couche tapissant l'intérieur du creux. La masse vitreuse pénétrait au fond des fissures les plus fines. Le matériel de la fine couche a montré des cristaux au fond du creux. Les analyses de ces deux substances (couche vitreuse et cristaux) sont données dans le tableau 1. Curieusement, la composition de la couche tapissante se rapproche de celle de la zoïsite, tandis que celle des aspérités correspond au spinelle.

Rubis avec fissures et cavités obturées

Le rubis taille cœur (probablement de provenance thaïlandaise) possédait des creux et des fissures remplies de substance jaunâtre (fig. 4). Des images au microscope électronique à balayage (MEB) montrent clairement que presque tout le verre remplissant les creux et fissures a cristallisé (fig. 5). D'après la fig. 6, on a l'impression que la pâte de verre

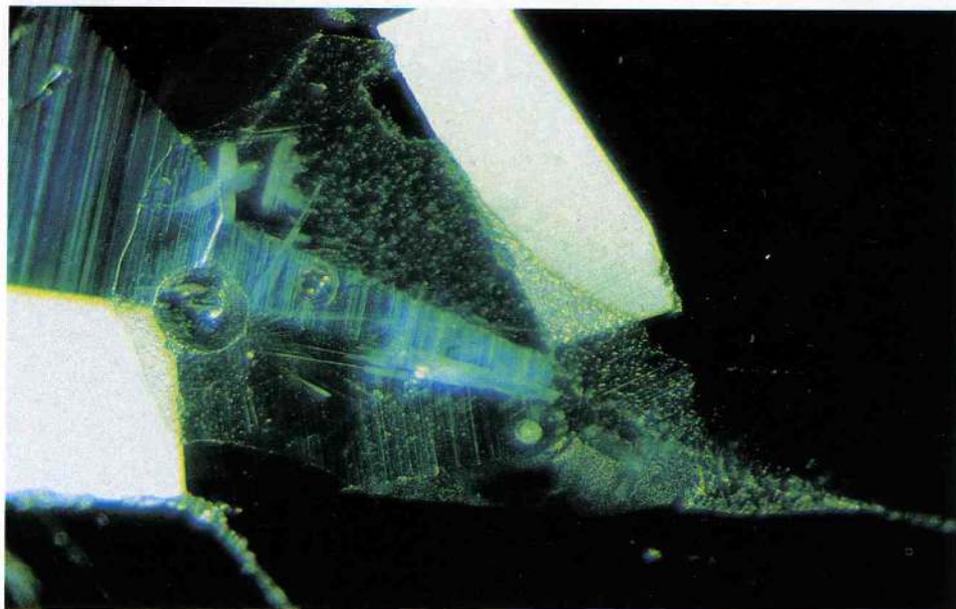


Fig. 2 : Saphir avec remplissage vitreux. L'éclairage au champ noir rend visible les cristaux produits et les bulles gazeuses. Largeur de l'image : 4 mm.

précédente jaillit de la fissure. On peut donc en conclure que la pierre a été chauffée une seconde fois à l'état poli. Dans une autre partie du même rubis, la partie émergente de l'obturation n'a pas été polie. La fig. 7 montre cette partie du rondiste avec la goutte aplatie. L'obturation a été analysée au MEB en dispersion d'énergie. Les composants en sont : Si, Al, Mg, Ca, et peu de Fe.

Discussion

Dans les cas analysés ci-dessus et lors d'observations ultérieures, on peut déduire que les obturations vitreuses sont de nature différente (tab. 1). Elles vont de l'état typiquement vitreux à des états polycristallins rappelant des céramiques.

Des formations dans des verres avec signification gemmologique ont été décrites occasionnellement (Bosshart, 1983). Plusieurs phases cristallines peu-

vent se développer pendant le refroidissement, selon la composition du verre et la vitesse du refroidissement. L'opacité de certains verres est due à la formation de petits cristaux dans la masse vitreuse (par exemple cristobalite, wollastonite, devitrite) (3). La dévitrification dans quelques remplissages vitreux dans les corindons n'est probablement pas intentionnelle, mais due à une composition favorable. Beaucoup de ces obturations sont jaunâtres et donnent une impression d'inclusion minérale à surface légèrement granuleuse (fig. 4). Il s'agit donc de savoir comment nommer correctement cette masse vitreuse avec une par-

Fig. 3 : Même situation que fig. 2, mais en lumière réfléchie.



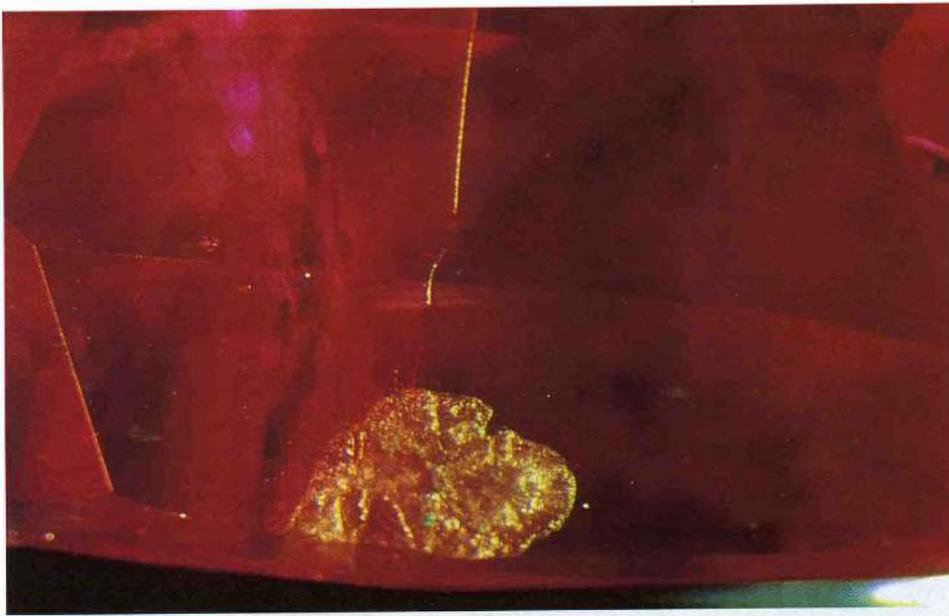
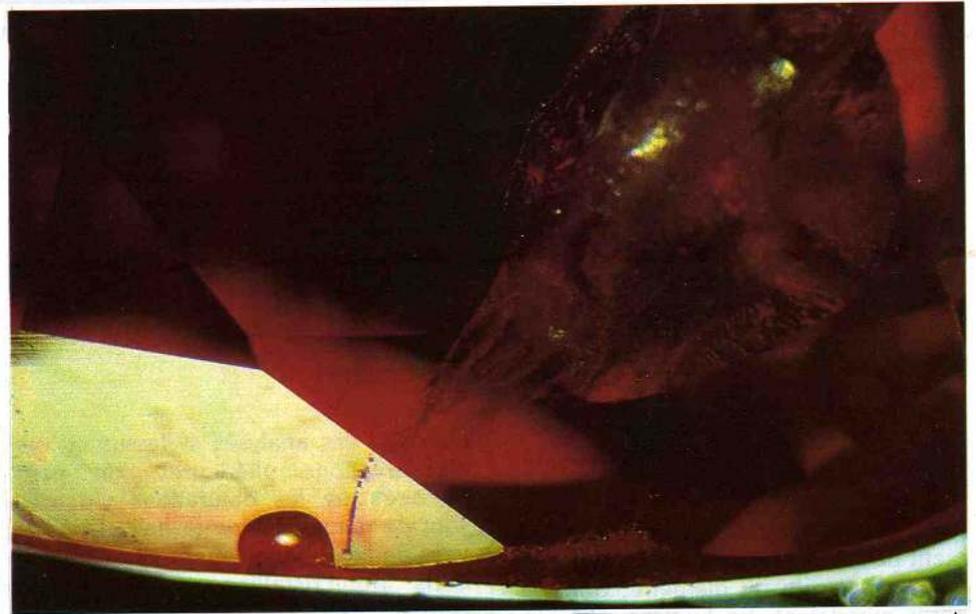


Fig. 4 : Une substance jaunâtre obstrue un creux et une fissure. La matière a partiellement cristallisé, c'est pourquoi elle est devenue « opaque ». Largeur de l'image : 4 mm.

tie variable de cristaux. On pourrait les appeler « céramiques » du fait de leur haute teneur en aluminium. Pour connaître la composition chimique de ces obturations, nous avons pu déterminer quelques éléments principaux. Avec les instruments utilisés, qui doivent travailler non destructivement (microsonde électronique et microscope électronique à balayage), les éléments plus légers que le carbone échappent à l'analyse. Comme quelques composants du verre peuvent être légers (bore et lithium), ces résultats ne sont probablement pas complets. L'avantage de ces techniques est évident, on peut même analyser dans des fissures étroites. Mais les résultats n'ont toutefois qu'un caractère qualitatif. La comparaison de nos résultats avec ceux de Scarratt & Harding (1984) et Kane (1984) dans le tableau 1 montre



une variation légère dans les compositions. Ce fait laisse supposer que chaque fabricant a sa recette d'obturation. La comparaison des analyses met en doute

la conclusion de Kane (1984), comme quoi les inclusions de verre « naturel » se distingueraient des inclusions de verre artificiel. Bien qu'un verre analysé par Kane donne un indice de réfraction de 1.516, il ne peut être intégré dans le diagramme de Bannister (Webster, 1975) à cause de sa haute teneur en Al.

Remerciements

Je remercie le professeur Dr H. Schwander de l'Institut de Minéralogie (Université de Bâle) pour ces analyses à la microsonde, ainsi que M. Düggelin du Laboratoire de microscopie électronique à balayage (Université de Bâle) pour ses images MEB et ses spectres EDS et pour

Fig. 7 : Goutte de matière vitreuse remplissant une cavité dans un rubis de Thaïlande. Après le traitement, la pierre n'a pas été repolie ; l'obturation dépasse un peu le niveau de la facette.

Analyses à la microsonde électronique des obturations vitreuses de rubis et saphirs

Auteur	Hänni (1986)		Scarratt & Harding (1984)		Kane (1984)			
	Saphir		Rubis cab.		Rubis Verre	Rubis Verre nat.	Rubis Verre C	Rubis Verre B
	Verre	Cristal	Verre	Cristal				
SiO ₂	60.5	40.7	39.6	.6	59.0	56.8	56.9	42.8
Al ₂ O ₃	26.0	52.7	30.8	70.7	28.4	26.4	31.9	33.3
TiO ₂	.1	.1	.1	.1	—	.4	.1	.1
FeO	.7	.8	1.7	2.7	.7	1.5	.3	1.7
MgO	2.3	1.6	3.3	26.4	.5	1.9	.1	10.6
CaO	.8	.5	22.6	.3	—	6.5	.1	7.3
Na ₂ O	1.2	.6	.8	.3	2.6	.4	1.7	.1
K ₂ O	4.5	2.9	.1	.0	5.4	.6	3.5	.1
Total	96.1	99.8	98.9	100.7	96.6	94.5	94.6	95.8

Résultats en % de poids. Des teneurs éventuelles en bore et autres éléments légers ne sont pas considérées. Le fer total est exprimé comme Fe²⁺.

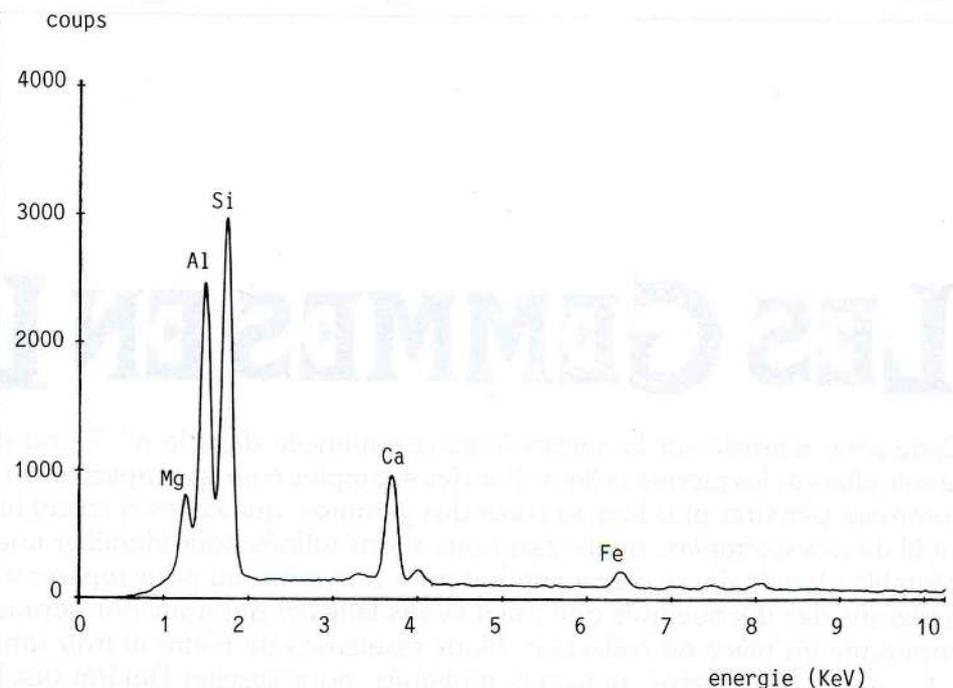
son intérêt à trouver des solutions aux questions s'y rapportant. Je remercie aussi mon collègue minéralogiste dipl. G. Bosshart de la SSEF à Zürich pour les discussions et la relecture du manuscrit.

Dr H.A. Hänni, Bâle
Traduction par J.B. Ryser, Bienne

- (1) « Corindons colorés artificiellement par diffusion... ».
(2) Dans le champ de stabilité p/t (pression/température) de corindon, hors du verre fondu riche en Al, du « corindon synthétique » peut se former. Celui-ci peut causer une guérisson provoquée et active des fissures.
(3) Devitrite, une phase cristalline qui se forme parfois dans des verres chauffés.

BIBLIOGRAPHIE

- BOSSHART G. (1983). — Cobal glass as a Lapis Lazuli imitation. *Gems & Gemology*, Winter, 228-231.
HÄNNI H.A. (1982). — Zur Erkennung diffusionsbehandelter Korunde. *Z. Dt. Gemmol. Ges.* 31, 1/2, 49-57.
HÄNNI H.A. (1982). — Caractéristiques des corindons chauffés et traités par diffusion. *Jour-*



- nal Suisse d'horlogerie et de bijouterie, 5, 573-577.
KANE R. (1984). — Natural rubies with glass-filled cavities. *Gems & Gemology*, Winter, 187-199.
NASSAU K. (1981). — Heat treating Ruby and Sapphire: technical aspects. *Gems & Gemology*, 17, 121-131.
SCARRATT K. & HARDING R. (1984). — Glass

Fig. 8 : Spectre en dispersion d'énergie X de la goutte de la fig. 7 qui montre sa composition chimique. On reconnaît les éléments Mg, Al, Si, Ca et Fe.

infillings in natural ruby. *J. Gemmol.* XIX, 4, 293-297.
WEBSTER R. (1975). — *Gems*. 3rd Edition, Butterworth's London, page 386.

NOUVEAU

SO FIM

INTERNATIONAL

SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'IMPORTATION DE MINÉRAUX
Michel BRICAUD - Patrick MOUVET

IMPORTATION - DIRECT - VENTE EN GROS
MINÉRAUX - BIJOUX - CADEAUX - VITRINES - SUPPORTS

Communiqué

Chers détaillants

Installés en plein centre de Versailles sur plus de 500 m², sans problème de circulation ni de stationnement, nous espérons vous satisfaire au mieux.

Notre très grande compétence dans la minéralogie et la gemmologie ainsi que la connaissance et la maîtrise parfaite du commerce de détail constituent un atout majeur pour vous approvisionner avec la meilleure qualité au meilleur prix.

Tous ces avantages à votre service.

Arrivages importants : Malachite et tous minéraux, U.S.A., Mexique.

SO FIM

Ateliers entrepôts : 19, rue d'Angoulême, 78000 Versailles

Siège social : 83, rue de la Paroisse 78000 Versailles. Tél. : 39.02.03.66

Rendez-vous possible le samedi et le dimanche

39.49.46.23