

# Utilisation de la microsonde Mole pour les inclusions dans les pierres précieuses

par M. L. Dele-Dubois \*, P. Dhamelincourt \* et H. J. Schubnel \*\*

(\* Laboratoire de spectrochimie infrarouge et Raman, Université des Sciences et Techniques de Lille I et \*\* Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris)

## Use of the Mole microprobe for inclusions in precious stones. Raman spectrum of pyroxenes

The Mole microprobe has shown itself to be the most suitable instrument for the determination of inclusions in cut or uncut gemstones which, in other methods, were formerly rejected. It has been proved that the problems of fluorescence of the matrices can be overcome.

The Raman spectra of a number of mineral specimens not previously described have now been catalogued, notably that of several pyroxenes, which group is now the subject of a first complete study using this method.

Les problèmes d'authentification des pierres précieuses sont rendus chaque jour plus compliqués par l'apparition de nouvelles synthèses imitant les gemmes. Comme ces dernières représentent plus de 1 % de la richesse minière mondiale et font vivre plus de 2 millions de personnes à les extraire, les tailler et les commercialiser, la gemmologie, ou science des gemmes, peut apparaître à certains placée à un carrefour où elle n'est ni une véritable science fondamentale, ni une technique, mais une sorte de science appliquée complexe où interviennent des facteurs économiques, artisanaux, industriels au côté de ce grand chapitre de minéralogie descriptive duquel sont partis, au 19<sup>e</sup> siècle, à peu près tous les travaux de croissance cristalline et de recherche sur la synthèse des minéraux.

inclusions dans diverses gemmes et dont l'étude d'ensemble n'a été que partiellement abordée en spectroscopie Raman (3).

Nous présentons, ci-après, quelques exemples représentatifs de ce travail.

La taille des inclusions étudiées varie de quelques microns à 300 microns environ. Nous avons enregistré les spectres de l'inclusion, du témoin et celui de la matrice, sauf dans le cas du

Pour le gemmologiste, la détermination des inclusions rencontrées dans les gemmes est capitale pour leur authentification et la recherche de leurs gisements primaires, sur le terrain, quand elles sont extraites d'alluvions. Avant l'utilisation de la microsonde Raman Laser, l'étude de la nature chimique des inclusions des pierres précieuses et autres gemmes n'était possible qu'avec la destruction partielle des échantillons à étudier, chaque analyse nécessitant le sciage ou le polissage de la gemme afin de faire affleurer en surface l'inclusion à analyser. Dans le meilleur des cas, celui où l'inclusion touchait à la surface du cristal, il se pouvait que l'inclusion fusse altérée lors des très longs séjours dans les alluvions par exemple, donnant ainsi naissance à des espèces minérales de formation secondaire sans grande signification paragenétique. Le cas des diamants était particulièrement dramatique où, pour décrire deux dizaines d'inclusions différentes, divers chercheurs n'ont pas hésité à détruire quelques dizaines de milliers de pierres, soit en les faisant griller dans un courant d'oxygène, soit en usant à la meule les cristaux supposés contenir de nouvelles inclusions tels les sulfures de fer et de nickel et que le grillage aurait détruit comme leur cristal de diamant.

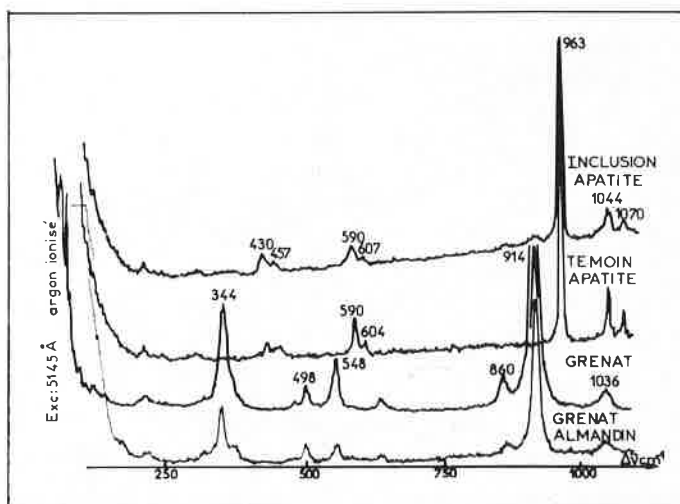


Figure 1.

Avec la microsonde à effet Raman (1), malgré les problèmes les plus importants comme, par exemple, ceux que posent les fluorescences des matrices, il n'est plus nécessaire de détruire, couper ou user ces matières très rares que sont les pierres précieuses.

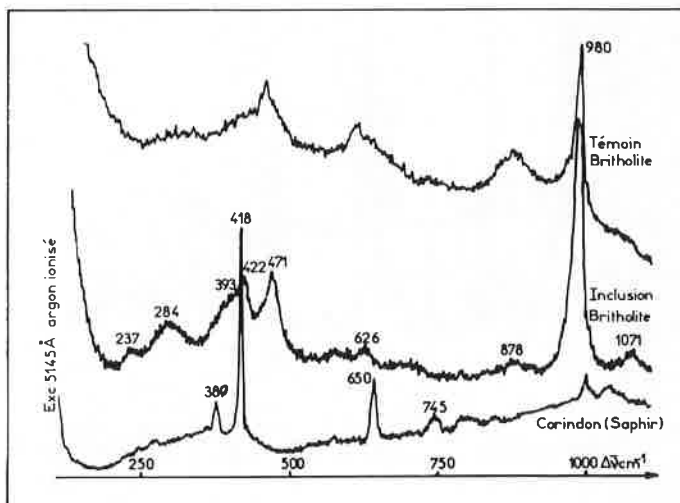


Figure 2.

Nous avons vu dans un précédent travail que la sonde pouvait aussi efficacement servir à la détermination des matières dans lesquelles ont été gravés des objets archéologiques en pierre. Elle est aussi l'instrument idéal pour la vérification d'échantillons aussi précieux et importants pour l'Histoire des Sciences que sont les types anciens d'espèces minérales et dont il n'est guère possible d'effectuer des prélèvements en raison de leur importance historique et leur rareté dans les Musées.

Nos études sur les inclusions, commencées en 1965 avec la microsonde de Castaing du B.R.G.M., ont porté surtout sur les rubis et les saphirs (2). L'objet du présent travail a été, dans un premier temps, de vérifier et recouper les résultats obtenus à l'aide de la sonde de Castaing, puis de continuer la détermination systématique des inclusions des gemmes en abordant l'étude d'autres gemmes surtout celle du diamant, enfin récemment, d'étudier systématiquement les spectres des pyroxènes, famille de silicates que l'on rencontre en

diamant où nous ne sommes pas gênés par le spectre de la matrice qui ne possède qu'une seule raie à  $1\,332\text{ cm}^{-1}$ .

Un premier exemple concerne l'analyse de composés contenant l'ion phosphate (Figures 1, 2 et 3). Nous identifions, sans ambiguïté, l'apatite (4), la britholite et la monazite.

Un second exemple concerne l'analyse de feldspaths (5) (Figures 4 et 5).

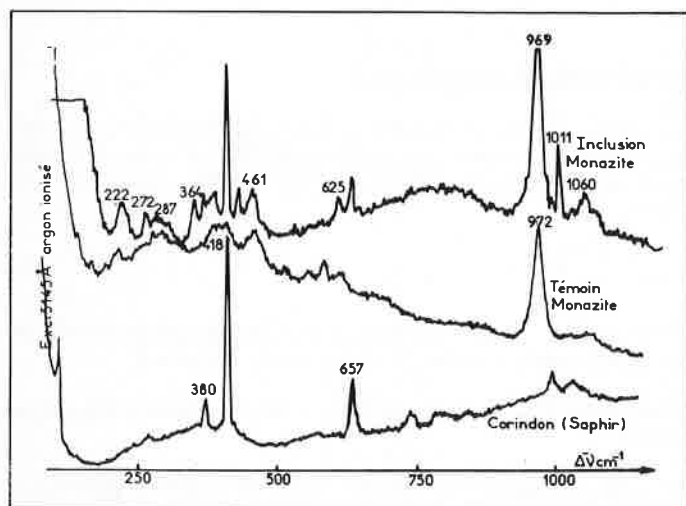


Figure 3.

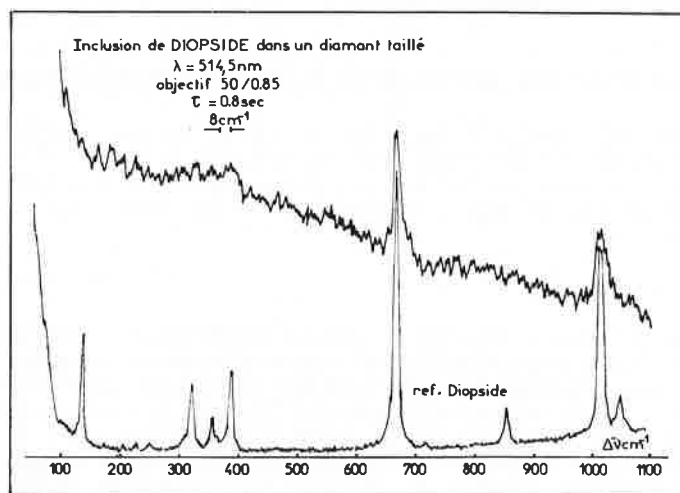


Figure 6.

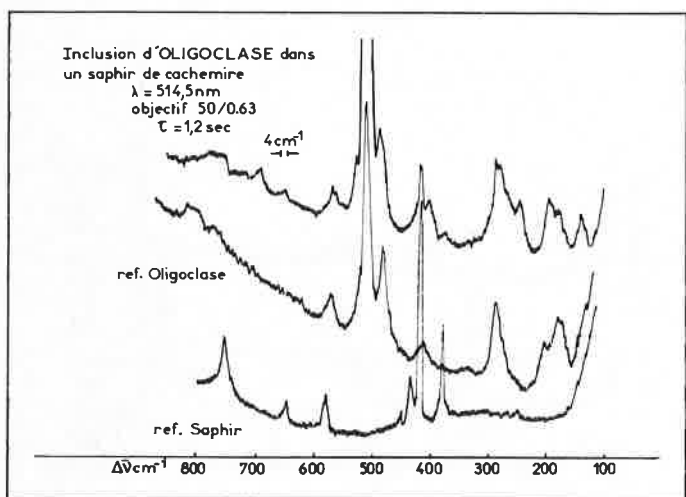


Figure 4.

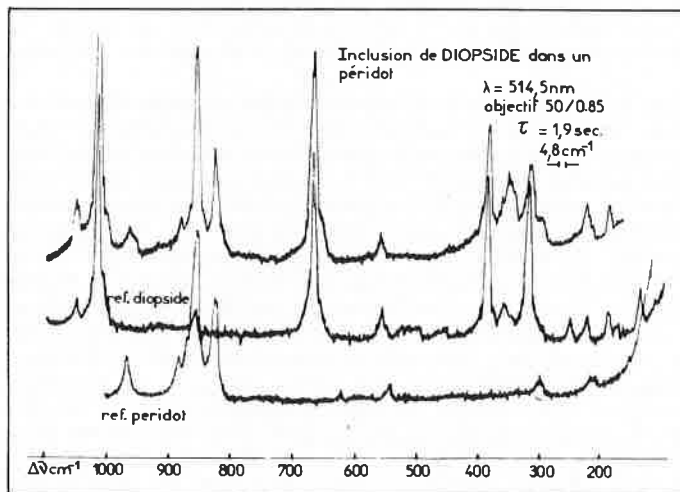


Figure 7.

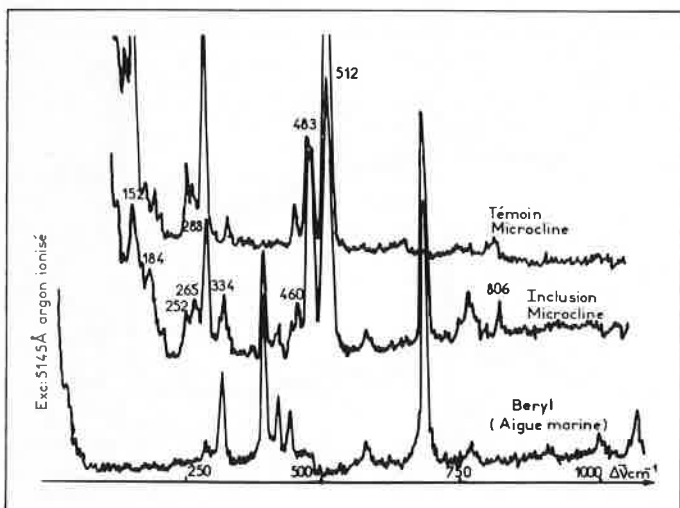


Figure 5.

Nous identifions sans ambiguïté l'oligoclase et la microcline alors qu'il est parfois difficile à la Microsonde de Castaing de déterminer la nature d'inclusions de même composition chimique mais de deux espèces différentes, par exemple orthose (monoclinique) et microcline (triclinique).

Un dernier exemple concerne l'analyse de pyroxène (diopside) (6) dans deux gemmes différentes (Figures 6 et 7).

Ces quelques enregistrements montrent bien l'apport de cette méthode pour l'identification « in situ » des inclusions dans les gemmes en faisant ainsi un outil de travail unique dans le domaine de la gemmologie.

## Bibliography

- (1) M. Delhaye, P. Dhameincourt, Raman microprobe and microscope with laser excitation, *Journal of Raman Spectroscopy*, 1975, 3, 33.
- (2) H. J. Schubnel, Pierres précieuses dans le monde, Collection Horizons de France.
- (3) a) Clarence Karr, Infrared and Raman spectroscopy of lunar and terrestrial minerals, Academic Press  
b) M. S. Bilton, T. R. Gibson and Webster, The vibrational spectra of some chain type silicate minerals, *Spectrochimica Acta*, vol. 28 A, p. 2113.
- (4) Griffiths, *J. Chem. Soc.*, 1970 (A), p. 286.
- (5) Von Manfred, O. Von Stengel, *Zeitschrift für Kristallographie*, 1977, 146, 1.
- (6) J. Etchepare, Spectres Raman du diopside cristallisé et vitreux, *C. R. Acad. Sci. Paris*, 1970, 270, (25 mai).