

tion dans l'ultraviolet, le visible et l'infrarouge. Peut-être plus important encore, ce type d'analyse requiert une interprétation des données, donc une formation scientifique supérieure à celle des diplômés de gemmologie classique.

La technique la plus utilisée, et celle qui permet de distinguer le jade B du jade naturel, est la spectroscopie par absorption dans l'infrarouge moyen (entre 3 et 30 micromètres). La spectroscopie par absorption est fondée sur la quantité de rayonnement infrarouge absorbée par la pierre. À l'aide de cette absorption, caractéristique des atomes présents, on analyse et on identifie les matériaux intrus, notamment les polymères (voir la figure 5).

Les matériaux organiques et, en particulier, le groupement CH_3 , absorbent beaucoup le rayonnement infrarouge dans un domaine où les gemmes naturelles absorbent peu. La présence de ces groupes est ainsi facilement détectable et constitue une preuve de l'ajout de matériaux étrangers, presque toujours par imprégnation (voir la figure 6). Ces techniques sont tellement utiles que certains marchands ont acquis leur propre spectromètre infrarouge, pour vérifier systématiquement si les pièces de jade qui leur sont soumises sont traitées. Le même type de mesure s'applique aux turquoises et aux opales imprégnées de polymères.

La spectrométrie permet aussi d'identifier deux caractéristiques importantes : d'abord, le « type » de diamant, selon que l'on trouve ou non certaines raies d'absorption de l'azote, l'impureté la plus commune du diamant. D'après

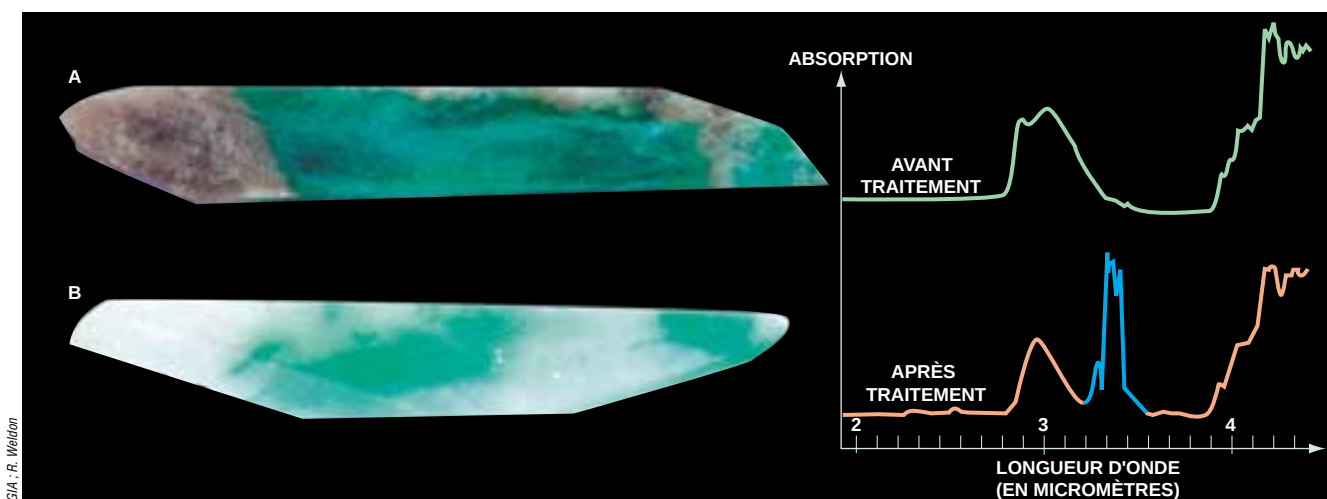
ce type, on sait sous quelle forme se trouve l'azote, ce qui constitue un premier indice dans la détection d'un traitement. La seconde caractéristique est la présence de raies de transition dans l'infrarouge, diagnostic des diamants irradiés, puis chauffés.

La spectrométrie par absorption dans le domaine ultraviolet (entre 0,01 et 0,4 micromètre), dans le visible (entre 0,4 et 0,8 micromètre) et dans le proche infrarouge (entre 0,8 et 3 micromètres) a aussi montré son utilité pour débusquer les gemmes traitées, en particulier certains diamants colorés, très chers, notamment les diamants verts. Quelques critères encore partiels ont été établis pour distinguer les diamants verts naturels des diamants traités par irradiation. Ces critères se fondent sur la présence ou l'absence de quelques bandes d'absorption (notamment à 0,595 micromètre), mais aussi sur la largeur d'une raie à 0,741 micromètre, due à une lacune de carbone créée par irradiation, qui participe à l'absorption d'où résulte la couleur verte. Ces mesures d'absorption sont particulièrement difficiles, car on doit placer la gemme dans de l'azote liquide à $-195,8^\circ\text{C}$: à cette température, les raies sont plus fines et on les distingue mieux (la largeur d'une raie dépend de la température). De surcroît, les diamants sont facettés de telle sorte que la lumière visible est renvoyée vers sa source, et non à travers la gemme. L'obtention d'un spectre nécessite ainsi un placement de la gemme qui fait passer le plus de lumière au travers. Cette technique, bien qu'utile, est délicate à mettre en œuvre.

Récemment, deux autres techniques ont montré leur valeur pour des cas particuliers de gemmes traitées. À l'aide de la technique de diffusion Raman, on détecte le remplissage des fractures des émeraudes non seulement avec de l'huile, mais aussi avec une variété de matériaux organiques. Lorsque l'on émet une lumière à une longueur d'onde donnée, cette lumière est diffusée et sa fréquence change de manière caractéristique, selon les molécules diffusantes. Ces mesures révèlent la nature du produit présent dans une fracture, comme les polymères que l'on trouve dans le jade B ou dans d'autres gemmes imprégnées.

La fluorescence X à dispersion d'énergie permet d'identifier un type mal connu, mais fréquent, de traitement de la turquoise, le traitement «Zacharie». Ce traitement, mal connu, donne une turquoise plus belle, moins poreuse, qui se polit mieux. La fluorescence X consiste à exciter les électrons des couches internes des atomes de la gemme. Lors de leur relaxation, ces atomes produisent des raies caractéristiques dont l'intensité dépend de la concentration. Sans préparation, la fluorescence X indique rapidement la composition chimique qualitative de l'échantillon étudié. Une comparaison systématique des turquoises non traitées et des turquoises traitées «Zacharie» montre que ces dernières contiennent une concentration supérieure en potassium.

Si toutes les techniques de laboratoire citées étaient déjà utilisées en gem-



6. CETTE PIÈCE DE JADE a été sciée. En haut, la pierre brute après son extraction ; en bas, la pierre a été « améliorée » : on l'a blanchie, puis imprégnée d'un polymère à l'indice de réfraction proche de celui du jade (du polystyrène). Pour distinguer ce jade B du jade naturel de

bonne qualité, on utilise la spectroscopie infrarouge. L'absorption de la lumière infrarouge du jade B (en bas) diffère de celle du jade naturel (en haut) : on y observe une absorption supplémentaire due à la présence du polymère vers 3,3 micromètres (partie bleue du spectre).

mologie pour caractériser des gemmes synthétiques (c'est-à-dire créées en laboratoire), il est symptomatique qu'un nombre croissant de ces méthodes élaborées soient nécessaires à l'identification correcte de nouveaux traitements des gemmes.

Malgré les efforts des gemmologues, un petit nombre de traitements demeurent indécélables. C'est le cas lorsque le procédé inventé par l'homme reproduit d'assez près celui de la formation naturelle de la pierre. Ainsi, on ignore pour l'instant comment détecter les tourmalines roses irradiées. Les mécanismes d'irradiation employés commercialement, bien que différents des procédés naturels, en sont suffisamment proches pour qu'aucune différence n'ait encore été identifiée.

Gemmes et droit du consommateur

Comment le consommateur peut-il savoir qu'une pierre est traitée? L'approche naïve consiste à penser que le vendeur lui indiquera l'existence du traitement. Or, le vendeur ignore souvent que la pierre qu'il vend a été traitée : l'information a pu se perdre en route. En 1994, des détaillants ont été surpris d'apprendre, lors d'une réunion avec des grossistes, que des pierres traitées leur avaient été vendues.

En France, tout manquement à signaler qu'une pierre est traitée est sévèrement condamné par la loi de 1968, qui précise que «les termes "diamant", "rubis", "saphir" et "émeraude" employés seuls ou suivis du qualificatif "naturel", "véritable" ou "fin", sont réservés aux diamants, rubis, saphirs et émeraudes formés dans les sites naturels d'où ils ont été extraits et qui n'ont subi d'autres interventions de l'homme que la taille et le polissage». Malheureusement, cette loi est rarement appliquée, et des gemmologues ont formé une association pour son application. Autre lacune du système : aucune compétence en gemmologie n'est requise pour ouvrir une bijouterie-joaillerie.

Pour pallier ces insuffisances, le consommateur doit exiger du vendeur l'indication que le bijou ne contient que des pierres naturelles et non traitées. Notons à ce propos qu'un laboratoire d'expertises gemmologiques est ouvert au public, à la Chambre de commerce et d'industrie de Paris.



7. LES CABOCHONS DE CE BRACELET ET DE CES BAGUES ont été traités par blanchissage, puis par imprégnation, à l'exception de l'un d'entre eux. Pouvez-vous deviner lequel (la réponse est indiquée ci-dessous)? L'ingéniosité et l'habileté des traiteurs de jade est telle que seules des techniques élaborées, telle la spectrométrie, permettent d'identifier la présence du traitement.

Gemological Institute of America : Shane McClure

Aujourd'hui, le plus gros problème de la gemmologie demeure la multiplication des nouveaux traitements, apanage de groupes riches et organisés. Face à ces traitements inconnus, le gemmologue est démuni : les organisations officielles ne se sentent pas concernées par cette nouvelle discipline, à la limite de la physique des matériaux et des sciences naturelles, de sorte que les efforts consentis sont moindres que ceux faits pour le développement des traitements.

Au sein de la Banque de France, des chimistes essaient de fabriquer des faux billets en inventant de nouvelles méthodes. À l'instar de ces contrefacteurs officiels, les organisations de vente des gemmes pourraient créer un service de gemmologues dont le but serait d'inventer de nouveaux traitements avant que ceux-ci n'arrivent sur le marché. Développons la science des gemmes pour relancer le secteur économique de la bijouterie sur des bases plus saines.

Emmanuel FRITSCH est professeur au Laboratoire de physique cristalline à l'Institut des matériaux de Nantes (IMN). Jim SHIGLEY est directeur de la recherche à l'Institut américain de gemmologie (GIA) à Carlsbad, en Californie. Bernard LASNIER est professeur à l'Université de Nantes.

K. NASSAU, *Gemstone Enhancement*,

Butterworths, 1984. Traduit en français par Michèle May, 1990, mémoire de DUG, Université de Nantes.

P. BARIAND et J.-P. POIROT, *Larousse des pierres précieuses*, Larousse, 1984.

R.C. KAMMERLING, J.I. KOIVULA et R.E. KANE, *Gemstone Enhancement and Its Detection in the 1980s*, in *Gems & Gemology*, vol. 26, n° 1, pp. 32-49.

La mission *Ulysse*

EDWARD SMITH • RICHARD MARSDEN

La sonde Ulysse a survolé les pôles du Soleil et analysé le fonctionnement de notre étoile.

