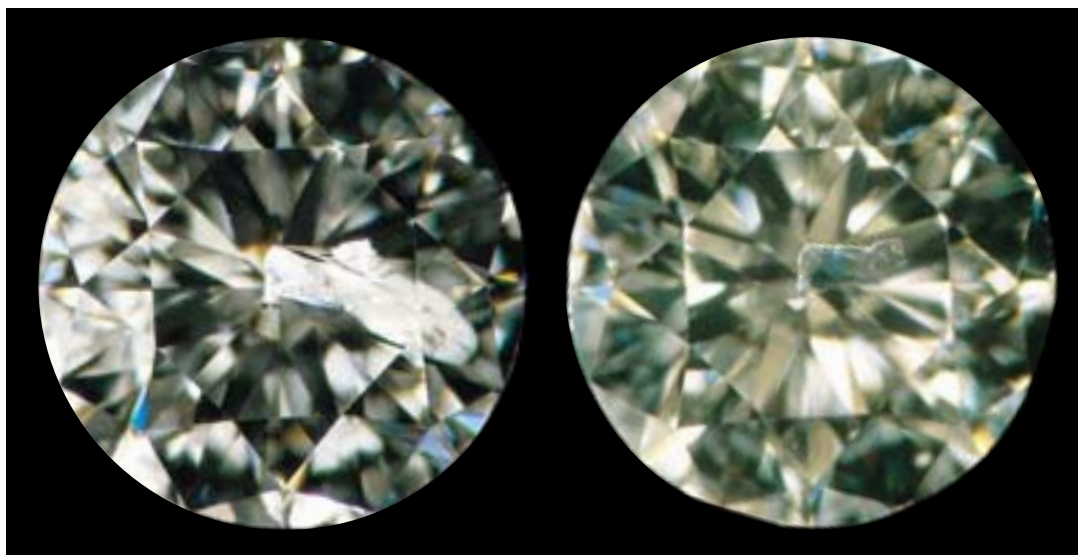


«geuda» de Ceylan (voir la figure 4). Ces pierres laiteuses sans valeur contiennent de minuscules inclusions de rutile, un oxyde de titane. Au-delà d'un seuil de température, ces inclusions se dissolvent, et le titane diffuse à l'intérieur du cristal. Lorsque le titane rencontre des atomes de fer, omniprésents dans les saphirs naturels, il peut être piégé, ce qui forme un agrégat stable fer-titane, qui absorbe la lumière entre 0,5 et 0,7 micromètre. Le

saphir est alors d'une belle couleur bleue, tout à fait commercialisable (la longueur d'onde du bleu est comprise entre 0,45 et 0,5 micromètre). Toutefois, le chauffage n'est pas toujours bénéfique : ainsi, si l'on chauffe à haute température un saphir trop riche en fer, des cristallites de spinelle noir (un aluminat de magnésium) vont précipiter, donnant une couleur grise translucide sans intérêt.

Enfin, en contrôlant l'atmosphère à l'intérieur du four, on modifie la charge, ou valence, de certains ions, et donc leur absorption. Le contrôle simultané de la température et de la composition de l'atmosphère permet de jouer sur la valence, sur la diffusion et sur la précipitation. On modifie ainsi la couleur de nombreuses pierres (voir l'encadré page 70) non commercialisables pour les transformer en pierres ressemblant à des saphirs bleus, jaunes ou incolores. Cela nécessite des fours qui chauffent à près de 1 800 °C, légèrement sous la température de fusion du saphir. Ces équipements, qui contiennent des dispositifs de circulation gazeuse (hydrogène, monoxyde de carbone, dioxyde de carbone) indispensables pour le contrôle de l'atmosphère, sont difficiles et dangereux à utiliser : à ces températures, l'hydrogène gazeux risque d'exploser au contact de l'oxygène de l'air. Une fuite serait fatale. Cependant des équipements plus lourds encore sont parfois utiles, tels les accélérateurs de particules, pour l'irradiation des gemmes.



3. DANS UN DIAMANT de pureté médiocre en raison d'une fracture inesthétique (à gauche), on remplit cette dernière d'un verre dont l'indice de réfraction est proche de

celui du diamant. Ainsi, sur le diamant traité (à droite), la fracture est moins visible et la pureté apparente est augmentée. Ce diamant a un diamètre de 4,5 millimètres.

Gemological Institute of America - Shane McClure

Les gemmes irradiées sont-elles radioactives ?

Le principe de l'irradiation est bien connu : le rayonnement déplace des électrons ou, plus rarement, des atomes de la pierre. Ce déplacement physique des particules, et leur piégeage ailleurs dans la structure atomique, change la valence de certains ions. Si les ions modifiés absorbent la lumière visible, la couleur varie de façon spectaculaire.

Ainsi, dans les tourmalines, deux sortes d'ions de manganèse coexistent : un atome de manganèse auquel il manque deux électrons (le cation Mn^{2+}) et un atome de manganèse auquel il manque trois électrons (le cation Mn^{3+}). À concentrations égales, l'ion Mn^{2+} colore très faiblement comparé à l'ion Mn^{3+} , qui donne un rose vif ou un rouge. Une irradiation modérée suffit à arracher un électron supplémentaire à l'ion Mn^{2+} , le transformant en ion Mn^{3+} . Une tourmaline rose pâle qui contient beaucoup de manganèse sous la forme d'ion Mn^{2+} devient, après exposition à une radiation ionisante, d'un rose prononcé.

Les traitements par irradiation obéissent à trois impératifs, parfois contradictoires : l'énergie des particules irradiantes doit être suffisante pour changer la couleur, mais pas trop pour ne pas créer d'isotopes radioactifs ; l'irradiation doit être la moins chère possible, donc relativement courte dans le temps (entre quelques minutes et quelques jours). Pour répondre à ces impératifs, on utilise les dispositifs com-

merciaux disponibles, tels les accélérateurs ou les centres d'irradiation gamma de l'industrie agroalimentaire. Si, aujourd'hui, l'irradiation utilise ces appareils lourds, dès la découverte de la radioactivité naturelle, on irradiait déjà en enterrant les gemmes dans des sels radioactifs. Les gemmes produites étaient cependant radioactives, en raison de la diffusion des radio-isotopes sur quelques couches atomiques.

Les nouveaux traitements combinent différentes méthodes. Par exemple, pour rendre des diamants jaune pâle plus foncés, il faut non seulement les irradier, mais aussi les chauffer dans des conditions adéquates (voir la figure 1). L'irradiation crée des défauts, et le chauffage les déplace dans des sites où l'azote, l'impureté la plus abondante du diamant, les piège.

La topaze bleu intense (*Super blue*) est l'objet type de ces traitements combinés. Les pierres, déjà facettées, sont d'abord irradiées dans un réacteur nucléaire avec des neutrons, puis dans un accélérateur linéaire avec des électrons, avant d'être chauffées. On obtient alors des topazes d'un bleu intense, une couleur très recherchée (voir la figure 1).

D'autres combinaisons existent. Le traitement par diffusion, mis au point dans les années 1970, mais alors peu utilisé, a fait un retour en force sur le marché depuis 1990. Non seulement on trouve des saphirs diffusés bleus, mais également des saphirs orange et rouges («rubis diffusés»). Pour ce traitement, on combine l'apport d'un