

LE DIAMANT

Le diamant est la phase cristalline du carbone stable à très haute pression. C'est la gemme la plus « précieuse » ; certaines pierres coûtent jusqu'à 400 000 euros le carat (un carat équivaut à 0,2 gramme), soit plus de 15 millions d'euros la pièce. Les études sur l'origine et la signification des structures, des roches hôtes ainsi que les inclusions piégées par le diamant ont permis de déterminer les équilibres des phases minérales des profondeurs terrestres et même conduit à l'élaboration de protocoles pour la synthèse du diamant en laboratoire.

Pendant des centaines d'années, la région de Golkonda, dans l'Inde centrale, a été la première source de diamants, jusqu'à la découverte de gisements au Brésil au XVIII^e siècle, puis à Kimberley, en Afrique du Sud, en 1866. Aujourd'hui, les trois principales nations productrices de diamants sont le Botswana, la Russie et le Canada, suivies de l'Angola, l'Australie, le Congo, le Lesotho, la Namibie, la Sierra Leone et l'Afrique du Sud.

Le diamant cristallise dans le système cubique : les atomes de carbone qui le composent sont disposés

aux sommets d'un réseau dont la maille est un cube de 0,356 nanomètre d'arête. Cette maille conduit à des formes variées : octaèdres, cubes, cubo-octaèdres ou agrégats moins réguliers. Le diamant présente diverses propriétés physiques, telle l'émission d'une lueur lorsqu'il est soumis à un rayonnement ultraviolet ou X. Cette caractéristique commune aux pierres gemmes est due à l'absorption du rayonnement par les défauts de la structure cristalline ; excités par le rayonnement, les électrons de ces défauts vibrent et se désexcitent en émettant de la lumière. Cette fluorescence est exploitée dans le traitement du minerai pour distinguer les diamants des roches sans intérêt, car les longueurs d'onde d'émission lumineuse varient selon la provenance des gemmes – naturelles, synthétiques ou fausses.

La couleur des diamants naturels est liée à leurs impuretés et aux défauts de leur réseau cristallin. Les diamants contenant des impuretés d'azote – dits de type I – sont incolores, bruns ou jaunes quand les impuretés sont regroupées, et jaunes, orangés ou bruns quand elles sont plus diffuses. Certains

sont aussi roses, rouges ou violets : cette couleur serait liée à la déformation de la région du réseau cristallin portant les impuretés, après la formation de la gemme. Les diamants de type II contiennent peu ou pas d'impuretés d'azote, mais peuvent avoir des impuretés de bore, qui rendent le diamant bleu à gris. Les diamants purs sont incolores ou marron.

C'est en étudiant les inclusions minérales dans les diamants que l'on détermine leurs conditions de formation. D'une part, la nature de ces inclusions permet de calculer les pressions et températures de l'environnement dans lequel ils se sont formés. D'autre part, on détermine l'âge des diamants par datation radiométrique de certaines inclusions : on mesure la proportion des différents isotopes d'un même élément dans un matériau qui a subi une désintégration radioactive au cours du temps géologique. Dans un diamant, une telle analyse s'effectue en étudiant les inclusions de silicates et de sulfures, contemporains de sa formation. À une restriction près : si ces

DIAMANT sur sa gangue de kimberlite (taille 1 cm environ).



LE RUBIS ET LE SAPHIR

Le rubis et le saphir sont des variétés de corindon, un oxyde d'aluminium de formule générale Al_2O_3 . Ce sont sans doute les pierres gemmes colorées les plus vendues au monde. Représentant environ un tiers des ventes en valeur, ils atteignent des prix parmi les plus élevés : en 2006, un rubis birman de 8,62 carats s'est vendu 2 860 000 euros et, en 2009, un saphir du Cachemire de 16,65 carats a été acheté 1 880 000 euros.

Le corindon cristallise dans le système hexagonal : il présente un axe de symétrie d'ordre 6 (sa maille est un prisme droit dont la base est un losange, et trois mailles forment un prisme droit à base hexagonale). C'est le remplacement des ions aluminium par d'autres éléments – chrome, titane, fer – qui transforme ce minéral en gemmes colorées : le rubis est rouge, le saphir est bleu, et les autres saphirs sont nommés par leur couleur (jaune, rose, violet, vert, orangé-rose, etc.).

La couleur du rubis est due au chrome, qui est également responsable de la couleur... verte de l'émeraude. Pourquoi cette différence de couleur ? Dans ces deux gemmes, le chrome est entouré de six atomes d'oxygène, mais il n'absorbe pas la lumière de la même façon. Selon une des théories avancées, cette variation de couleur serait liée au potentiel électrostatique imposé par le reste des ions du réseau sur les électrons actifs de l'unité chrome-oxygène. Un champ électrique est ainsi créé dans le voisinage de l'ion chrome du rubis, alors qu'il n'en apparaît pas dans l'émeraude en raison de la symétrie de son réseau. Cette charge entraîne un décalage du spectre d'absorption du rubis vers des énergies plus hautes, de telle sorte que la gemme absorbe la lumière visible dans deux domaines de longueurs d'onde centrés sur 400 et 550 nanomètres, et émet de la lumière à 480 nanomètres (bleu) et 610 nanomètres (rouge).

Le rubis semble rouge parce que l'œil humain est plus sensible au rouge au-dessus de 610 nanomètres qu'au bleu. La fluorescence rouge sous lumière ultraviolette et, parfois, à la lumière du jour, combinée à la couleur rouge du rubis explique l'effet de feu observé dans de nombreux rubis du Myanmar et du Vietnam.

La couleur bleue du saphir est liée au transfert d'électrons entre les ions fer (Fe^{2+}) et titane (Ti^{4+}) remplaçant les ions aluminium (Al^{3+}) dans la structure (moins de 0,01 pour cent d'ions fer et titane suffisent). Lors de leur transfert, les électrons absorbent de l'énergie à une longueur d'onde spécifique du domaine visible, et la couleur correspondante n'est plus perçue. Dans le saphir, les électrons transférés absorbent la lumière de l'extrémité rouge du spectre, ce qui donne un aspect bleu à la gemme. Incolore, le saphir « geuda » est souvent chauffé pour obtenir une plus grande transparence et des colo-



SAPHIR découvert sur l'île de Baffin, au Canada, en 2002.

Avec l'aimable autorisation de Lee Groat