



2. CETTE ÉMERAUDE, EXCEPTIONNELLE PAR SA TAILLE (3 centimètres sur 2,4 centimètres), est d'origine autrichienne. Il s'agit peut-être de la «table» d'émeraude figurée sur l'aquarelle de droite, au centre du lys frontal de la Sainte Couronne (aujourd'hui perdue). Si tel est le

cas, l'exploitation du gisement autrichien d'Habachtal remonterait au XII^e ou au XIII^e siècle. Cependant, le polissage de la pierre ressemble à celui que les Romains pratiquaient. Selon cette dernière observation, l'exploitation du gisement autrichien remonterait à l'Antiquité.

d'autres gisements en Afghanistan. On commence à soupçonner que Théophraste avait raison : la provenance pakistanaise de l'émeraude fixée sur la boucle d'oreille gallo-romaine du Muséum, que la sonde ionique a révélée, confirme la véracité de ses propos.

Cependant, aucun texte historique n'indique de quand date le ramassage de cette émeraude et la découverte du gisement pakistanaise. Dans l'Antiquité, on a peut-être ramassé des émeraude en Afghanistan (si les vents étésiens dont parle Théophraste sont ceux de la vallée de Panjshir) à l'époque grecque, puis au Pakistan (d'où vient la boucle d'oreille analysée) à l'époque romaine. Cependant, en 329 avant notre ère, Alexandre le Grand se rend près de l'emplacement actuel des mines pakistanaise, en passant à quelques kilomètres de celui des afghanes. Dans cette région, il ne rapporte l'existence que d'un seul gisement, probablement le gisement pakistanaise, qui, selon cette hypothèse, aurait été connu dès l'époque grecque.

La seule certitude sur le gisement de Bactriane est sa nature alluvionnaire : les pierres que l'on ramassait dans le sable y avaient été déposées par le vent ou les cours d'eau. Ce gisement était probablement de maigre rendement : en Afghanistan et au Pakistan, les archéologues ont retrouvé des milliers de perles minérales, par exemple en agate, mais aucune en émeraude.

Le beryl vert de la boucle d'oreille gallo-romaine de Miribel a beaucoup voyagé. Dès le IV^e millénaire avant notre ère, la Bactriane, grâce à son or, à son argent mais, plus encore, à ses lapis-lazuli et ses grenats, est le point de départ d'une route commerciale vers les cités-États d'Irak, puis d'Égypte. La région joue un rôle primordial dans les relations entre l'Inde, le monde des steppes et l'Asie centrale. D'après l'historien romain Pline l'ancien, les caravanes empruntant la route de la soie pour aller vers la Chine ou revenir vers la Méditerranée mettent sept jours pour traverser la Bactriane. Lorsque les Parthes envahissent la région, elles passent par la mer Noire.

Les pierres transitent par les centres commerciaux majeurs, Begram, en Afghanistan, et Taxila, au Pakistan, avant de rejoindre l'Indus, l'océan Indien, le golfe Persique ou la mer Rouge. Est-ce ce long périple qu'a suivi la petite émeraude de la boucle d'oreille du Muséum? Peut-être. À moins que les ambassadeurs des rois de Bactriane, qui se rendaient fréquemment en Europe à l'époque romaine, ne l'aient apportée dans leurs bagages.

L'autre lointaine provenance des émeraude dans l'Antiquité est la Scythie. Pline affirme que l'on y trouve les plus belles. Où est ce gisement? Au I^{er} siècle, la Scythie est un terme générique que les Romains emploient pour désigner les régions lointaines des barbares. Plus tard, à Byzance, on appelle Scythes tous ceux qui ne sont pas des

Grecs. Ainsi, le gisement scythe serait soit en Autriche, soit dans l'Oural. Pline n'emploie pas le terme de Germanie, ce qu'il aurait dû faire si le gisement était en Autriche. Toutefois, il n'est pas géographe. Dans l'Oural, dont le gisement n'est en exploitation que depuis 1830, les bijoux retrouvés lors des fouilles archéologiques et datant de l'époque romaine ne comportent aucune émeraude. La question reste ouverte, en attendant qu'un autre gisement soit découvert ou que les futures analyses permettent de répondre à cette question.

Les mines d'Égypte : seize siècles d'exploitation

L'origine pakistanaise de la boucle d'oreille gallo-romaine accrédite les récits de Théophraste, qui ne fait pas référence aux émeraude d'Égypte. Ainsi, elles n'ont pas encore été découvertes : les datations qui font remonter l'exploitation des gisements égyptiens avant le passage d'Alexandre le Grand (parfois même 18 siècles avant notre ère) ne sont pas fondées. L'extraction commence au plus tard au III^e siècle avant notre ère, sous le règne de Ptolémée IV Philopator (de -221 à -203). Les nombreux bijoux découverts dans les ruines d'Herculaneum et de Pompéi témoignent de l'abondance des émeraude.

Les lapidaires arabes citent quatre variétés d'émeraude égyptiennes, dont les plus belles sont parfois, mais rarement, gravées des portraits de souverains ptolémaïques : en Scythie, sur les

centaines de gemmes gravées que l'on a retrouvées dans la région de la mer Noire, seules deux sont des émeraudes.

Jusqu'au XIII^e siècle, les émeraudes égyptiennes alimentent l'Europe, le Proche-Orient et l'Inde. Puis les mines d'Égypte s'épuisent et les pillages des anciens tombeaux de la région d'Alexandrie constituent un nouveau type de gisement! En Europe, cette pénurie conduit les orfèvres à réemployer des émeraudes antiques. L'emplacement des mines d'Égypte est peu à peu oublié : l'explorateur français Frédéric Caillaud les redécouvre en 1816, en Haute Égypte, sur la mer Rouge. Au XIX^e et XX^e siècles, on envisage de les réexploiter, mais elles ne sont pas rentables.

L'énigme du gisement autrichien

Les orfèvres du Moyen Âge ne connaissent-ils pas le gisement d'Habachtal? On a parfois affirmé, sans aucune preuve, que les Romains le connaissent déjà. La seule émeraude fixée sur un bijou romain (une boucle

d'oreille) et retrouvée en Autriche, de surcroît dans la région d'Habachtal, est vraisemblablement égyptienne, d'après les restes de la roche mère dans laquelle elle a cristallisé (voir l'encadré des page 62 et 63). L'archevêque de Salzbourg aurait exploité la mine au Moyen Âge. Cependant, le premier document qui la mentionne (une lettre de la veuve de l'archiduc Ferdinand Charles d'Autriche à son frère), ne daterait que de 1622 et le deuxième (une chronique minière) de 1727.

L'analyse de l'émeraude dite de la Sainte Couronne, conservée au Muséum national d'histoire naturelle (voir la figure 2), apporte un nouvel éclairage au débat. Les résultats sont compatibles avec trois provenances : l'Autriche, le Brésil et le Zimbabwe. Ces deux dernières sont exclues du fait de la découverte des gisements au XX^e siècle, postérieurement à la datation présumée de l'usage de la gemme. Celle-ci aurait orné le centre du lys frontal de la Sainte Couronne (voir la figure 2), datée du XII^e ou du XIII^e siècle. Cette pierre, exceptionnelle par sa taille (elle mesure 3 centimètres de longueur

et 2,4 centimètres de large) et par son poids (51,6 carats), a échappé aux ventes révolutionnaires. Sa provenance autrichienne bouleverse les données historiques, puisqu'elle prouverait l'existence d'une exploitation dès le Moyen Âge. De plus, son polissage, d'une qualité exceptionnelle, semble avoir été réalisé selon des techniques romaines employées du II^e au IV^e siècle : il laisse entrevoir une antériorité de son ramassage.

Avant que les conquistadores espagnols arrivent en Colombie, au XVI^e siècle, les autochtones exploitaient déjà les gisements d'émeraudes depuis au moins six siècles, comme l'attestent leurs bijoux. D'après leurs légendes, ils les auraient même découverts avant notre ère. Les Espagnols font le commerce des émeraudes qu'ils vont chercher chez les Incas, les Mayas, les Toltèques et les Aztèques (en Équateur, au Pérou et en Amérique centrale). Ils pillent les trésors des souverains locaux. Notamment, l'Espagnol Gonzalo Jimenez de Quesada en aurait rapporté près de 7 000 de son expédition en Colombie, en



3. LA ROUTE COMMERCIALE DES ÉMERAUDES : avant le XVIII^e siècle, seuls cinq gisements ont été exploités à des époques diverses (représentés par des cristaux verts). La route de la soie (en rouge) a longtemps été utilisée pour commercialiser les émeraudes d'Orient vers l'Europe. Les Grecs et les Romains ont rapporté les émeraudes égyptiennes en Europe, à partir du III^e siècle avant notre ère (en suivant la route en noir). Avant l'arrivée des conquistadores en Amérique du Sud, les autochtones y effectuaient déjà le

commerce des émeraudes entre le Pérou, l'Équateur et l'Amérique centrale (le long du trajet en pointillés noirs). Puis, les Espagnols en ont rapportées des milliers en Europe, d'où elles repartaient à bord des galions portugais vers les comptoirs indiens de Goa et de Diu (routes en vert). À partir de 1571, les Espagnols sont directement allés en Inde, en partant de Colombie (route maritime en violet). Depuis, de nombreux autres gisements ont été découverts dans le monde entier (points verts).

La formation des émeraudes

L'émeraude est la variété verte du beryl, un minéral constitué de silicium, d'oxygène, de béryllium et d'aluminium (de formule chimique $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$), qui cristallise dans le système hexagonal. Sa couleur verte est due à d'infimes quantités de chrome, et parfois de vanadium, qui remplacent des atomes d'aluminium. Les autres variétés de beryl colorées contiennent des substituants différents : la couleur bleu-vert de l'aigue-marine est due à la présence de fer, et celle de la bixbite, rouge, résulte de la présence de manganèse et de césium dans le réseau cristallin.

L'émeraude est un minéral rare, car le chrome (et le vanadium) et le béryllium ont des comportements géochimiques opposés : le chrome se concentre dans les roches issues du manteau (l'enveloppe de la Terre située sous la croûte continentale ou océanique), tandis que le béryllium a une affinité pour la croûte continentale et se concentre dans les magmas granitiques. La formation d'une émeraude résulte d'un concours de circonstances exceptionnelles qui réunit le chrome (et le vanadium) et le béryllium dans un même lieu. On distingue quatre types de gisements d'émeraudes.

Les gisements de type granitique (voir la figure), tel le gisement de Carnaíba, au Brésil (voir l'encart a), résultent de la rencontre entre une serpentinite, issue de la transformation d'une roche du manteau pauvre en silice (basique), mais riche en magnésium, en fer, en chrome et en vanadium, et un magma granitique riche en silice (acide) et en alumine. En remontant vers la surface terrestre, le magma fissure les roches basiques, notamment la serpentinite, et y injecte des filons de pegmatite : à mesure que le magma refroidit, ses divers constituants se solidifient les uns après les autres, formant une série de roches magmatiques. La pegmatite est «au bout» de cette chaîne : ses constituants (du quartz, du feldspath et du mica, dont les cristaux atteignent parfois des tailles de l'ordre du mètre) sont les derniers à se solidifier. Le refroidissement du magma libère un fluide hydrothermal constitué d'eau, de dioxyde de carbone et de sels, dont la température est comprise entre 400 et 600 °C. Ce fluide cir-

cule le long des zones de contact entre les filons de pegmatite et la serpentinite, dont il solubilise la plupart des constituants (notamment le béryllium de la pegmatite, et le chrome et le vanadium de la serpentinite). Il transforme ces roches respectivement en plagioclase (constituée de feldspath blanc riche en sodium) et en phlogopite (un schiste, c'est-à-dire une roche à structure feuilletée, contenant de la phlogopite : un mica magnésien de couleur marron). Ainsi, le chrome provenant de la dissolution de la chromite contenue dans la serpentinite, et le béryllium de la pegmatite, sont concentrés dans la phlogopite et dans la plagioclase, où les émeraudes cristallisent.

Au cours de leur croissance, ces émeraudes englobent des minéraux de leur matrice, notamment de la phlogopite, dans des cavités intracristallines : ces inclusions solides leur font perdre de leur transparence. Des petites gouttes de fluide hydrothermal sont également piégées dans les émeraudes, sous forme d'inclusions fluides.

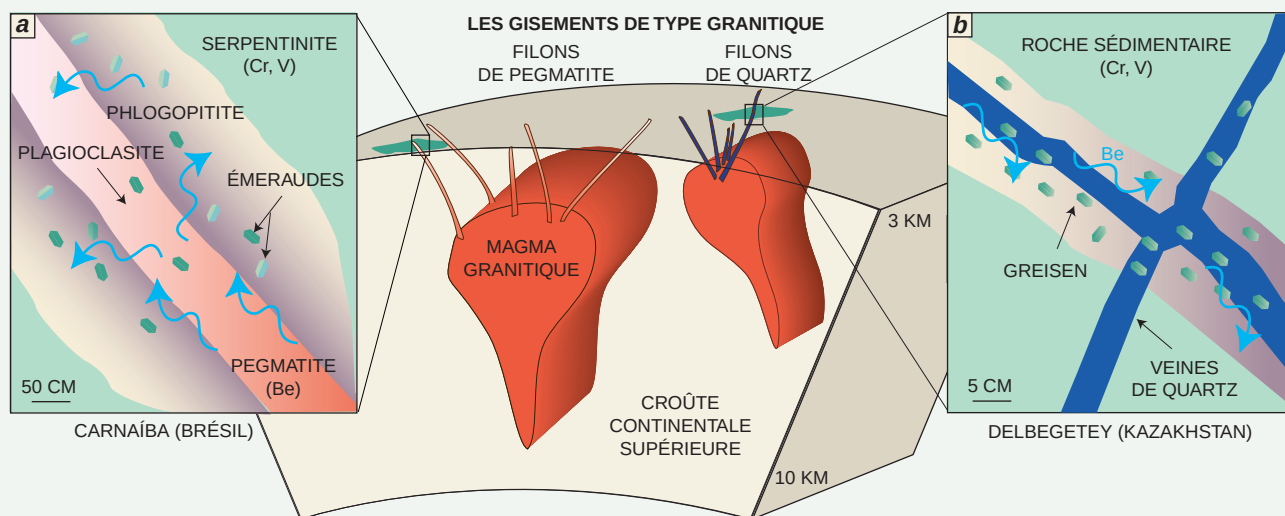
Les gisements de type granitique sont les plus courants. On en trouve notamment au Brésil, en Zambie, au Zimbabwe, en Australie et en Russie. Le gisement de Delbegetey, au Kazakhstan (voir l'encart b), est une variante du type précédent, car l'émeraude est contenue dans des filons de quartz et des greisens (des

roches constituées de quartz et de muscovite, un mica blanc) issus du magma granitique, qui a fissuré une roche sédimentaire. Le béryllium est apporté par les fluides hydrothermaux issus du granite, et le chrome probablement par les roches sédimentaires.

Les gisements associés à des accidents tectoniques profonds, tel le gisement de Santa Terezinha de Goiás, au Brésil (voir l'encart c), sont situés sur des zones de failles profondes et de cisaillements dans la croûte continentale. Ces accidents tectoniques permettent la remontée, dans les parties plus superficielles de la croûte, de fluides métamorphiques (qui circulent dans les parties inférieures de la croûte). Ces fluides, entre 400 et 600 °C, sont constitués de gaz carbonique, d'eau et d'éléments légers, notamment de béryllium. Au cours de leur remontée vers la surface, ils circulent à travers des roches basiques, notamment des schistes à talc, qu'ils transforment, là aussi, en phlo-



Émeraudes trapézoïdales de la mine de Coscuez, en Colombie, cristallisées dans une matrice de schiste noir (d'environ quatre centimètres de diamètre).



Dans les différents types de gisements, les roches «mères» contenant du chrome (en vert) sont transformées en roches «filles» (en violet) par le fluide hydrothermal qui y circule (flèches bleues). Celui-ci s'est enrichi en béryllium (Be), qu'il a solubilisé en traversant la pegmatite (a) ou des roches plus profondes (non représentées), en chrome (Cr) provenant de la dissolution de la chromite contenue

ci s'est enrichi en béryllium (Be), qu'il a solubilisé en traversant la pegmatite (a) ou des roches plus profondes (non représentées), en chrome (Cr) provenant de la dissolution de la chromite contenue