



# GEMMES

La revue de l'association  
**Gemmologie & Francophonie**



## EXPOSITIONS

- Des gemmes, des bijoux et des musées pour enrichir sa culture gemmologique.

## GEMMOLOGIE

- À la découverte des grenats trapiches

## HISTOIRE

- Une pomme et un diamant rose : le vol du Grand Condé

Les petites mains de la revue

# GEMMES

## COMITÉ DE RÉDACTION

Martial Bonnet  
Marie Chabrol  
Boris Chauviré  
Éloïse Gaillou  
Jean-Pierre Gauthier  
Chloé Picard  
Karin Schmoker

## COMITÉ DE LECTURE

Boris Chauviré  
Franck Notari  
Jean-Pierre Gauthier  
Éloïse Gaillou  
Chloé Picard  
Marie-Laure Cassius-Duranton  
Stefanos Karampelas  
Emmanuel Fritsch  
Aurélien Delaunay  
Féodor Blumentritt

## MISE EN PAGE

Tessa Fougou

## NOUS CONTACTER

[gemmofranco@protonmail.ch](mailto:gemmofranco@protonmail.ch)

## L'ASSOCIATION

[gemmaologie-francophonie.com](http://gemmaologie-francophonie.com)

Envie de contribuer aux savoirs  
gemmaologiques de la francophonie ?

Écrivez-nous pour nous proposer vos articles :  
[gemmofranco@protonmail.ch](mailto:gemmofranco@protonmail.ch)

Merci pour votre confiance -  
GEMMES c'est 2 numéros par an !



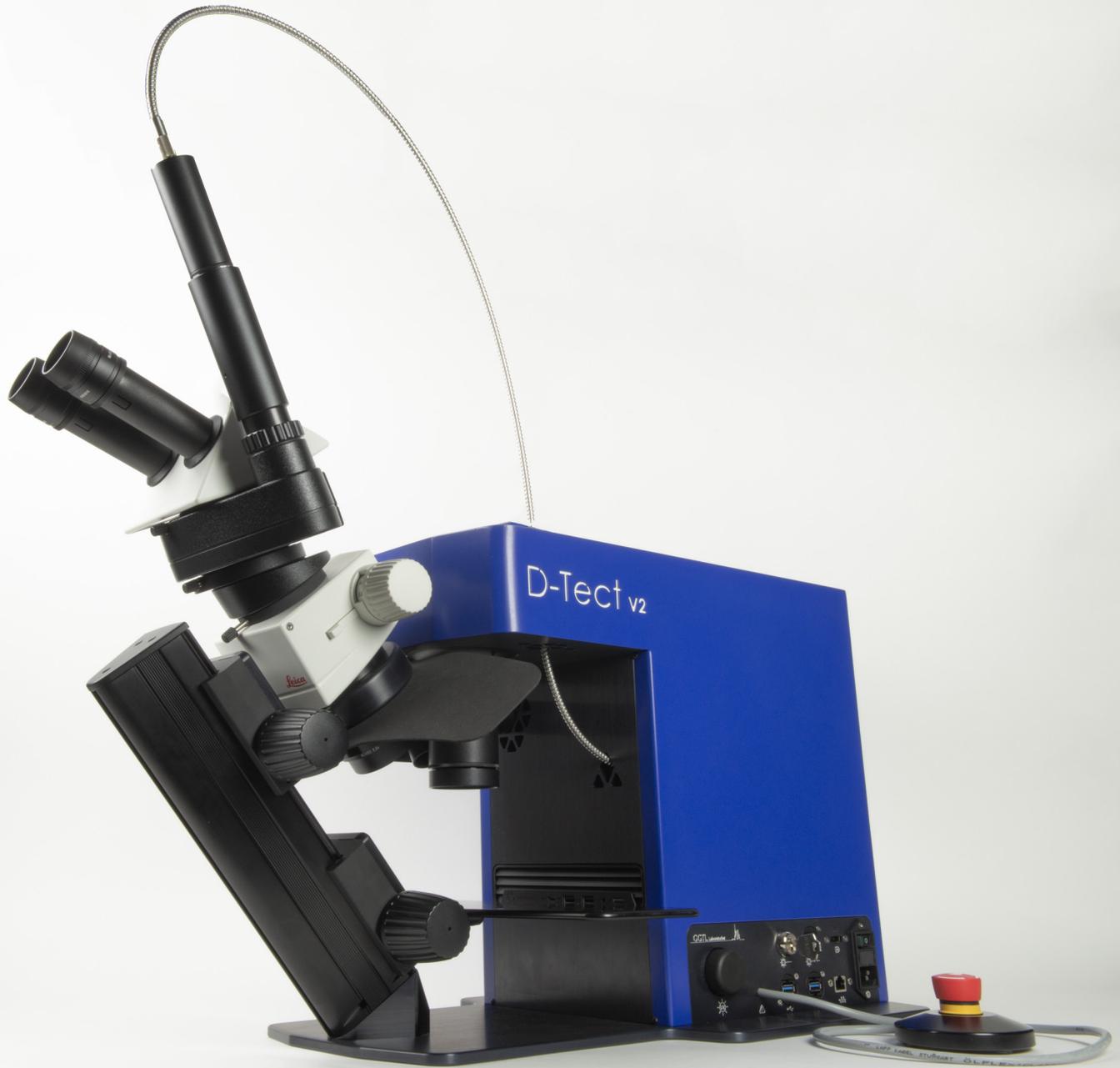
**Photo de couverture :** Luminescence des grenats trapiches sous UVL, 365 nm, montrant une couleur orange relativement intense, en particulier pour les tranches de grenats taillées. Ajouter : . Voir article de Bouvier, Blumentritt & Arsac, p. 10.

**Cover photo:** Luminescence of trapiche garnets under UVL, 365 nm, showing a relatively intense orange colour, particularly for the garnet slices. See article by Bouvier, Blumentritt & Arsac, p. 10.

# D-Tect<sup>®</sup> V2

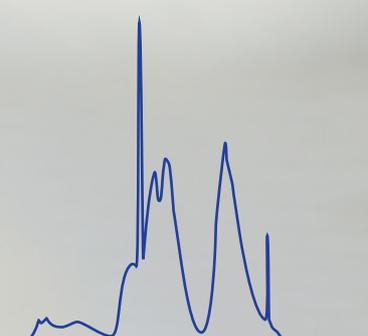
## Contrôle de naturalité des diamants

Conçue et fabriquée en Suisse



Pas de refers, deux réponses: "naturel" ou "synthétique"  
Sans limite de taille ou de diamètre  
Dimensions: 79 x 63 x 32 cm  
Prix sur demande

# GGTL Laboratories



[www.ggtl-lab.org](http://www.ggtl-lab.org)

GGTL Laboratories Switzerland  
GGTL Laboratories Liechtenstein  
GGTL Laboratories Belgium

Route des Jeunes 4bis, 1227 - Les Acacias, Suisse  
Gnecht 42, 9496 - Balzers, Liechtenstein  
Pelikaanstaat 62, 2018 - Antwerpen, Belgique

switzerland@ggtl-lab.org  
liechtenstein@ggtl-lab.org  
antwerp@ggtl-lab.org

# SOMMAIRE

Numéro 5 Printemps 2025

À RETROUVER DANS CE NUMÉRO — 5

ÉDITO — 8

## ASSOCIATION

- **Le 6e Jardin d'Hiver de Gemmologie & Francophonie** — 80

Gemmologie & Francophonie

## GEMQUIZZ

- **GemmoCroisés** — 82

Gemmologie & Francophonie

## SALONS & EXPOSITION

- **Les expositions temporaires à ne pas manquer en 2025 !** — 73

Claire Chapuis

- **Visite précieuse à Paris : les incontournables de la joaillerie à voir et... à revoir !** — 77

Claire Chapuis

## GEMMOLOGIE DE LABORATOIRE

- **Découverte et observations de grenats trapiches** — 10

Marine Bouvier, Féodor Blumentritt & Anselme Arsac

- **Le chauffage des zircons : une expérience culinaire sur un lot de zircons bruns** — 20

Boris Chauviré & Thierry Pradat

- **Saphirs synthétiques Verneuil initialement quasi-incolores, fissurés par trempe, cicatrisés part traitement au béryllium** — 33

Franck Notari, Féodor Blumentritt, Yolchanok Srinaka & Natthawut Saenkuntha

## DILIGENCE & IMPACT

- **Un groupe de francophones au Kenya** — 26

Sous la direction éditoriale de Chloé Picard, avec les contributions de élise Chemla, Hector Yaiche, Alisson Lemaire, Edouard Peray, Nora Saul & Adrien Triver

## AU CŒUR DES GEMMES

- **Un diamant aux multiples merveilles** — 63

Shams Addioui & Aurélien Delaunay

## UN BIJOU, UNE HISTOIRE

- **Hypothèse de provenance pour une broche avec deux diamants gris de type IIb** — 49

Marie Chabrol

- **Les bijoux du sous-continent indien à l'époque des grands Moghols** — 67

Roberta Gellini

## HISTOIRE DE GEMMES

- **Le vol du Grand Condé** — 57

Lauriane Brémond

## UN JOUR, UNE CURIOSITÉ

- **Corail fossile des Monts Barisan, Sumatra, Indonésie** — 46

Jean-Pierre Gauthier

## CONFÉRENCES & COLLOQUES

- **Conférence de la Gemmological Association of Great-Britain** — 53

Boris Chauviré

## ON PARTAGE

- **La rédaction partage ses coups de cœur du moment** — 83



# À retrouver dans ce numéro

## La gemmologie de par le monde

En tant que gemmologues, passionnés ou professionnels, nous avons un rôle à jouer pour mettre en lumière ces pierres.

**Alisson Lemaire** – p.32

Les bijoux moghols incarnent cette rencontre entre minutie et splendeur. Ils dévoilent un fragment d'âme d'une époque, et témoignent de l'échange constant entre cultures et savoir-faire.

**Roberta Gellini** – p.73

Octobre 1926, le « Grand Condé » (...) est dérobé. Deux mois plus tard, la gemme est retrouvée à Paris. Les journaux les plus lus de l'époque s'emparent de cette histoire rocambolesque.

**Lauriane Brémond** – p.60

Il est remarquable de voir les efforts déployés par les "burners" thaïlandais pour produire des saphirs synthétiques de plus en plus ressemblants aux saphirs jaunes naturels.

**Franck Notari et al.** – p.45

L'observation des zonations de couleur est essentielle pour interpréter le mode de formation de ces grenats trapiches. (...) Il a été proposé que les gemmes trapiches seraient issues d'une succession ou d'une concurrence entre deux modes de croissance.

**Marine Bouvier, Féodor Blumentritt, Anselme Arsac** – p.19

Schéma : Projection de Fuller dans un icosaèdre (dépliée). Cette carte est parfois intitulée « une seule île dans un seul océan » pour souligner l'unicité du monde et de l'Humanité. Source : Wikipedia

# Fédération pour l'Enseignement Gemmologique en Europe

La F.E.E.G. offre une formation de qualité en gemmologie dans 12 centres d'enseignement accrédités répartis dans 8 pays européens dans 6 langues :

- Allemand : WIFI Oberösterreich/Ö.GEM.G - Linze, Autriche  
Deutsche Gemmologische Gesellschaft - Idar Oberstein, Allemagne
- Néerlandais : Academie voor Mineralogie - Merksem, Belgique  
Zadkine - DGI - Schoonhoven, Pays-Bas  
Netherlands Gemmological Laboratory, Leiden, Pays-Bas
- Français : Société Royale Belge de Gemmologie - Bruxelles, Belgique  
Institut National de Gemmologie - Paris, France  
Laboratoire Français de Gemmologie - Paris, France
- Anglais : GEM-A - London, Royaume-Uni  
Deutsche Gemmologische Gesellschaft - Idar Oberstein, Allemagne
- Italien : Istituto Gemmologico Italiano, Mian, Italie
- Espagnol : Escola de Gemmologia de la Universitat de Barcelona - Barcelona, Espagne  
Instituto Gemológico Español - Madrid, Espagne



# FEEG

[www.feeg-education.com](http://www.feeg-education.com)



L'Institut National De Gemmologie  
France



Nederlands Edelsteen Laboratorium  
The Netherlands



Société Royale Belge de Gemmologie  
Belgium



Vakschool Schoonhoven / DGI  
The Netherlands



Istituto Gemmologico Italiano  
Italy



The French Gemmological Laboratory (LFG)  
France



Austrian Gemmological Association (Ö.GEM.G.)  
Austria



Academie voor Mineralogie  
Belgium



Deutsche Gemmologische Gesellschaft  
Germany



Escola de Gemmologia  
Spain



Gemmological Association of Great Britain (Gem-A)  
U.K./Fed Kingdom



Instituto Gemológico Español (IGE)  
Spain



Pour nous rejoindre, n'hésitez pas à nous contacter à l'adresse suivante :

[gemmofranco@protonmail.ch](mailto:gemmofranco@protonmail.ch)

**Membre usager : 50€\***

**Membre usager - tarif réduit : 25€\*\***

*De belles initiatives sont à venir, et nous serions ravis de vous compter parmi nous.*

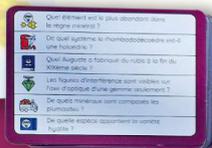
\* tarif annuel.

\*\* tarif annuel - ce tarif concerne : les étudiants, les demandeurs d'emplois, les bénéficiaires du RSA, les personnes en situation de handicap sur présentation de la CMI mention "invalidité"

# REJOINS L'ASSO'

L'association Gemmologie & Francophonie ouvre ses portes à qui souhaite s'impliquer dans le monde de la gemmologie. Deviens membre et prends part aux futurs projets qui animeront la vie de l'association.

## Le Gemmo Pursuit revient enfin !



Après une première édition qui a pu voir le jour grâce au soutien de presque une centaine de gemmologues, voici une **seconde édition** ! L'expérience des premiers joueurs a permis de corriger les petites erreurs glissées dans la première édition, et **25 nouvelles cartes** viennent compléter le jeu pour arriver à 80 cartes au total.

**Les détenteurs de la première édition ne sont pas en reste, car ce nouveau set de cartes sera à prix réduit.**

*Autre nouveauté : toutes les cartes possèdent une traduction anglaise, de quoi partager des parties avec des passionnés non-francophones.*

**Encore de belles parties endiablées et brillantes à venir !**

<https://www.helloasso.com/associations/gemmologie-et-francophonie/boutiques/gemmo-pursuit-1>



# ÉDITO

Il y a bientôt 8 ans, j'ai tout comme vous découvert la création de l'Association Gemmologie et Francophonie en Suisse. J'y ai ressenti un espace où l'amitié, la passion et le savoir se mêlaient et où il y avait l'espace et la bienveillance de construire ensemble.

Créer le bureau français était une suite logique, presque une évidence car avec d'autres amis gemmologues nous souhaitons nous aussi communiquer cette belle énergie en France. Nous partageons les mêmes valeurs et la même vision : celles de transmettre notre passion pour la gemmologie dans un esprit de convivialité et d'intégrité. J'ai toujours cru que pour aller plus loin nous devons avancer ensemble, et aujourd'hui, cette conviction prend vie à travers cette initiative. C'est une immense fierté de rejoindre cette dynamique, de ne plus seulement observer, mais bien agir et organiser des événements en donnant à chacun la possibilité d'être acteur dans l'univers de la gemmologie.

Bien sûr, cela demande de l'investissement, du temps et de l'énergie, mais chaque effort est récompensé par la richesse des rencontres et par cette impression unique de bâtir quelque chose qui a du sens. Nous avançons pas à pas dans l'idée de toujours conserver la convivialité, l'enthousiasme et la qualité qui sont nos moteurs.

Avec la création du bureau français, une nouvelle page s'écrit. La revue « GEMMES » continue de grandir, offrant à tous un accès libre et de qualité à des contenus professionnels variés. Le 6ème Jardin d'Hiver, qui s'est tenu en février à Genève, fut un moment inoubliable, rassemblant des passionnés venus de tous horizons



pour échanger, apprendre et partager dans une atmosphère unique. Nous avons renforcé notre présence sur les réseaux sociaux pour vous informer de nos actualités, nous préparons le lancement de notre nouveau site internet, repensé pour être plus en adéquation avec notre vision. Nous allons aussi lancer notre boutique en ligne avec déjà la possibilité

d'acheter le nouveau GemmoPursuit, et bientôt divers microscopes de la marque Motoc pour laquelle nous sommes revendeur officiel. Côté événements, nous prévoyons déjà de vous retrouver sur le salon de GemGenève avec des séances de travail et tables rondes, ainsi que le concours de photomicrographie. Enfin, l'ouverture aux adhésions nous permet de créer un lien entre les différents membres et d'être soutenus dans nos projets tout en vous proposant des avantages tels que, pour commencer, une réduction de -10% sur l'ensemble de la boutique en ligne.

L'association est une aventure collective incroyable. Alors oui il y a du travail, des défis à relever, mais il y a surtout cette certitude que nous avançons dans la bonne direction. Ensemble, nous voulons créer la gemmologie que nous aimons, une gemmologie vivante, intéressante et qualitative, ouverte à tous ceux et celles qui partagent cette même passion.

**Marine Bouvier**  
Présidente de Gemmologie  
& Francophonie France

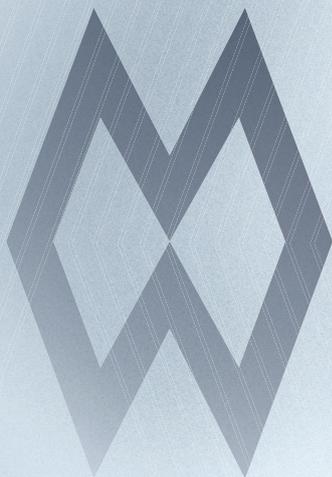


# GEMGENÈVE

8 ▶ 11 MAI 25

PALEXPO

GENÈVE



INTERNATIONAL GEM  
& JEWELLERY SHOW



 Anglo Belge

 FERRARI

 SSEF+

 palexpo





# Gemmologie de laboratoire

## DÉCOUVERTE ET OBSERVATIONS DE GRENATS TRAPICHES

Marine Bouvier<sup>1</sup>, Féodor Blumentritt<sup>2</sup>, Anselme Arsac<sup>3</sup>

n° DOI en cours d'acquisition

### Abstract

**DISCOVERY AND OBSERVATIONS OF TRAPICHE GARNETS** - In gemmology, it is rare for varieties or crystallization of as-yet-unknown gems to appear of sufficient size, quality and quantity to be found on the market. The recent discovery of high-quality trapeze grossular garnets from China has therefore aroused particular interest among gemmologists and collectors who have been able to acquire them, as was the case for one of the authors of this article. These trapiche garnets were the subject of a study (Wang *et al.*, 2025) published during the preparation of this article. The results on our samples corroborate the results and observations of this study. However, some of our observations and analyses shed light on the crystal growth of these garnets. For example, the trapiche pattern is not a six-branch pattern but the superposition of two three-branch patterns offset by an angle of 60°. A study of the luminescence of our samples showed a relatively intense orange luminescence under long ultraviolet light (365 nm), mainly associated with the presence of Mn<sup>2+</sup>. This attribution is correlated with the presence of absorption bands characteristic of this ion in the UV-visible range. Other emissions can also be attributed to the presence of Nd<sup>3+</sup> or Dy<sup>3+</sup>, for example.

### Résumé

En gemmologie, il est assez rare de voir apparaître des variétés ou des cristallisations de gemmes encore inconnues ayant une taille, une qualité et une quantité suffisante pour pouvoir être retrouvées sur le marché. La découverte récente de grenats grossulaires trapiches de belle qualité en provenance de Chine a donc suscité un engouement particulier auprès des gemmologues et collectionneurs ayant pu en acquérir, comme ce fut le cas pour l'un des auteurs de cet article. Ces grenats trapiches ont fait l'objet d'une étude (Wang *et al.*, 2025) publiée pendant la préparation du présent article. Les résultats sur nos échantillons corroborent les résultats et observations de cette étude. Cependant, certaines de nos observations et analyses mettent en lumière le mode de croissance de ces grenats. Ainsi, le motif trapiche n'est pas un motif à six branches mais la superposition de deux motifs à trois branches décalés d'un angle de 60°. L'étude de la luminescence sur nos échantillons a montré une luminescence orange relativement intense sous ultraviolet long (365 nm), majoritairement associée à la présence de Mn<sup>2+</sup>. Cette attribution est corrélée à la présence de bandes d'absorption caractéristiques de cet ion dans le domaine UV-visible. D'autres émissions peuvent également être assignées à la présence de Nd<sup>3+</sup> ou du Dy<sup>3+</sup>, par exemple.

<sup>1</sup> Gemm'Education, centre de formations professionnelles en gemmologie, 06200 Nice.

<sup>2</sup> AIGS Gemmological Laboratory, 919/539 Silom Rd., Jewelry Trade Center, 10500 Bangkok, Thaïlande.

<sup>3</sup> Bellerophon Gemlab Pvt. 808/8 One Galle Face. 00200 Colombo, Sri Lanka.

**Image d'illustration de l'article :** Luminescence des grenats trapiches sous UVL, 365 nm, montrant une couleur orange relativement intense, en particulier pour les tranches de grenats taillées.

**Header image:** Luminescence of trapiche garnets under UVL, 365 nm, showing a relatively intense orange colour, particularly for the garnet slices.

## INTRODUCTION SUR LES GEMMES TRAPICHES

Parmi les formes de gemmes que nous observons dans la nature, la cristallisation trapiche fait partie de celles qui intriguent et fascinent le plus. Le nom de trapiche provient du terme espagnol décrivant une roue dentée à six rayons, utilisée pour le broyage du sucre (Pignatelli *et al.*, 2015). Ce terme décrit une cristallisation rare parfois observée pour certaines variétés de gemmes aux localités très précises laissant apparaître six secteurs de croissance délimités par les branches d'une étoile fixe, composées d'inclusions plus ou moins foncées et opaques.

Bien connue pour les émeraudes trapiches de Muzo en Colombie, ces gemmes se présentent généralement à la vente sous la forme d'un brut découpé en tranches montrant clairement la cristallisation singulière. Il est également possible de voir un "cœur" d'émeraude au centre du motif qui est principalement dû à la cristallisation de la gemme. En effet pour l'émeraude trapiche de Colombie, les études ont montré que les inclusions formant les branches visibles sur les tranches décrivent en réalité, dans la pierre brute, un cône partant du centre du brut et s'agrandissant vers les faces pinacoïdales tel un motif de sablier, entouré de six secteurs de croissance prismatique. En fonction de la taille de la pierre et de l'étage où se trouve la tranche, il est donc possible d'obtenir une tranche avec ou sans "cœur" mais toujours composée d'un motif d'étoile fixe à 6 branches. L'analyse des branches a révélé la présence d'inclusions solides minérales présentes dans l'environnement de la gemme (comme la calcite et l'albite) mais aussi d'inclusions fluides (Pignatelli *et al.*, 2015 ; Schmetzer, 2019 ; Koivula, 2025).

Cette description correspond généralement aux variétés appelées trapiches, telles que les émeraudes de Colombie décrites ci-dessus, certains corindons trapiches, les tourmalines trapiches, les chiastolites et les grenats trapiches. Cependant, certaines variétés montrant également une structure ressemblant à la cristallisation trapiche mais ayant

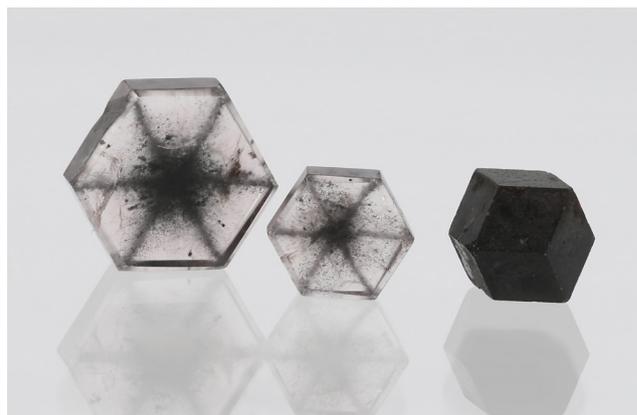
des causes différentes telles que la distribution alternée des éléments chromogènes dans des secteurs adjacents du cristal (comme pour certains rubis, saphirs, quartz ou aigues-marines) ou une pseudomorphose après intercroissance (comme pour les cordiérites/indialites, aussi appelées "sakurashi", pseudomorphosées en muscovites) sont plus généralement catégorisées comme minéraux "trapiche-like", bien que ces classements soient encore débattus aujourd'hui (Pignatelli *et al.*, 2015 ; Vertriest, 2020).

C'est ainsi que depuis plusieurs années il est possible d'observer différentes variétés de gemmes trapiches et "trapiche-like" telles que (liste non exhaustive) : les émeraudes de Colombie ou du Pakistan, les tourmalines du Pakistan ou de Zambie, les rubis Mong Hsu en Birmanie (aussi décrits comme provenant du Népal, du Pakistan et de l'Inde), les saphirs de Mogok en Birmanie (mais aussi en provenance du Vietnam ou d'Australie), les quartz, quartz fumés ou améthystes (Pignatelli *et al.*, 2015 ; Vertriest, 2020).

Jusqu'à une publication récente (Wang *et al.*, 2025), le terme "grenat trapiche" a été utilisé dans la littérature pour décrire des grenats opaques du Vietnam présentant des motifs dits "trapiches" constitués de zonations de couleurs (Nang *et al.*, 2023). Cependant, des sources bibliographiques mentionnent et décrivent des grenats d'apparence similaire à ceux présentés dans notre article dès 1984 (Anderson, 1984, Jamtveit & Andersen, 1992). Ces articles analysent des grenats – non décrits comme trapiches – de la région de Magerøya en Norvège, de qualité non gemme mais montrant une apparence clairement assimilable aux grenats trapiches que nous avons pu analyser. Six secteurs équivalents et séparés par des séries d'inclusions formant au total six branches sont visibles. Les inclusions formant les branches ont été identifiées comme du quartz, des oxydes de la série hématite-ilménite (Fe-Ti), et du graphite.

En février 2025, une étude documente un nouveau gisement de grenats trapiches de qualité gemme de Chun'an, Zhejiang Province, Chine. Cet article (Wang *et al.*, 2025) est basé sur l'étude de spécimens taillés et d'échantillons bruts euhédriques encore présents dans leur roche hôte, qui exhibaient une texture microcristalline et une structure massive de couleur gris-noir. Leur habitus est parfaitement rhombododécaédrique, tel qu'attendu pour des grenats appartenant au système cubique avec des diamètres allant de 3 à 10 mm. Des analyses poussées établies par (Wang *et al.* (2025) concernant la datation de ces grenats trapiches par la méthode U/Pb estiment l'âge de formation de ces grenats trapiches à  $120,7 \pm 4,7$  millions d'années, soit la période du début de l'ère du Crétacé. Grâce à l'étude de ces grenats, il a été déterminé qu'il y a 120 Ma, l'ouest de la région de Zhejiang en Chine a subi une activité magmatique importante, ayant induit des intrusions de magma dans les roches environnantes (de types shales carbonés, calcaires et autres). L'apport en fluides hydrothermaux a alors permis un métasomatisme de contact ayant résulté en la formation de skarn et simultanément de grenats trapiches.

**En novembre 2024, nous avons pu nous procurer des échantillons de grenats trapiches provenant de la même localité. Des analyses gemmologiques et spectroscopiques ont été réalisées pour décrire ces échantillons particuliers et tenter de comprendre leur mode de croissance unique menant à la formation du motif trapiche.**



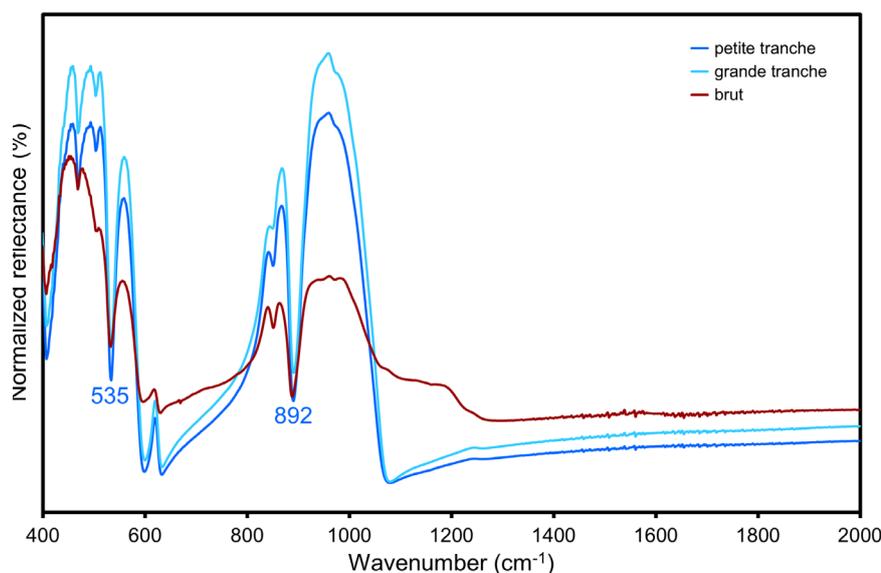
**Figure 1 :** Tranches polies et un brut de grenat trapiche (à gauche la grande tranche pèse 1,73 ct et mesure 8,09 x 7,18 x 2,29 mm ; au centre la petite tranche pèse 0,62 ct et mesure 5,50 x 4,77 x 1,84 mm et à droite le cristal brut pèse 1,12 ct et mesure 6,14 x 4,61 x 4,54 mm).

*Figure 1: Polished slices of trapiche garnet and a sample of rough trapiche garnet (on the left the large slice weighs 1.73 ct and measures 8.09 x 7.18 x 2.29 mm, in the centre the small slice weighs 0.62 ct and measures 5.50 x 4.77 x 1.84 mm and on the right the rough crystal weighs 1.12 ct and measures 6.14 x 4.61 x 4.54 mm).*

## OBSERVATIONS ET RÉSULTATS

Les grenats trapiches de cet article proviennent également de la province de Zhejiang à Chun'an en Chine et ont été découverts il y a peu. L'un des auteurs de l'article a pu faire l'acquisition de deux tranches polies, une grande et une petite, et d'un cristal brut (Figure 1).

Les deux tranches ont chacune une forme pseudo-hexagonale et sont composées de six secteurs trapézoïdaux ayant une teinte très légèrement rosée. Ces secteurs sont délimités par un motif d'étoile fixe à six branches composées d'inclusions foncées brun-noir d'aspect trapiche évident, avec un centre noir plus foncé (car plus concentré en inclusions) et de symétrie sénnaire. La grande tranche pèse 1,73 ct et mesure 8,09 x 7,18 x 2,29 mm et la petite tranche de masse 0,62 ct mesure 5,50 x 4,77 x 1,84 mm. Le cristal brut, quant à lui, montre le faciès rhombododécaédrique classique d'une gemme du système cubique. Il est opaque, de couleur brun noir, pèse 1,12 ct et mesure 6,14 x 4,61 x 4,54 mm.



**Figure 2 :** Spectres infrarouge en réflectance spéculaire des trois échantillons correspondant aux spectres de référence de grenats grossulaires.

*Figure 2:* Infrared specular reflectance spectra of the three corresponding samples with the grossular garnet reference spectra.

L'identification réalisée à l'aide d'instruments de gemmologie donne des indices de réfraction correspondant à 1,737 et 1,735 respectivement pour la petite tranche et la grande tranche (la prise d'indice n'a pas été possible sur le brut opaque). Les densités calculées sont de 3,55, 3,70 et 3,64 pour respectivement la petite tranche, la grande tranche et le cristal brut. Les différences entre les densités pourraient éventuellement s'expliquer par la concentration d'inclusions carbonées dans chaque échantillon mais aussi par les légères différences de compositions chimiques. Ces résultats sont néanmoins cohérents avec les caractéristiques des variétés de la famille des grenats grossulaires (Lulzac, 2023).

Les trois échantillons ont ensuite été analysés au GGTL Laboratories de Genève.

Pour commencer les spectres infrarouge réalisés en réflectance spéculaire sur un instrument IS50 (Thermo scientific) ont permis de montrer une correspondance avec les échantillons de référence de grenats grossulaires de la banque de données du laboratoire, notamment grâce aux bandes à 535 et 892  $\text{cm}^{-1}$  (Figure 2).

Une identification semi-quantitative de la composition chimique par fluorescence aux rayons-X (EDXRF) de chaque échantillon a été réalisée à l'aide d'un instrument Quant'X de

marque Thermo, avec une source de rayons-X en Rh et une méthode basée sur l'analyse de standards en matrice d'oxydes. Les résultats respectifs des analyses de la petite tranche, de la grande tranche et du cristal brut sont reportés dans le tableau 1.

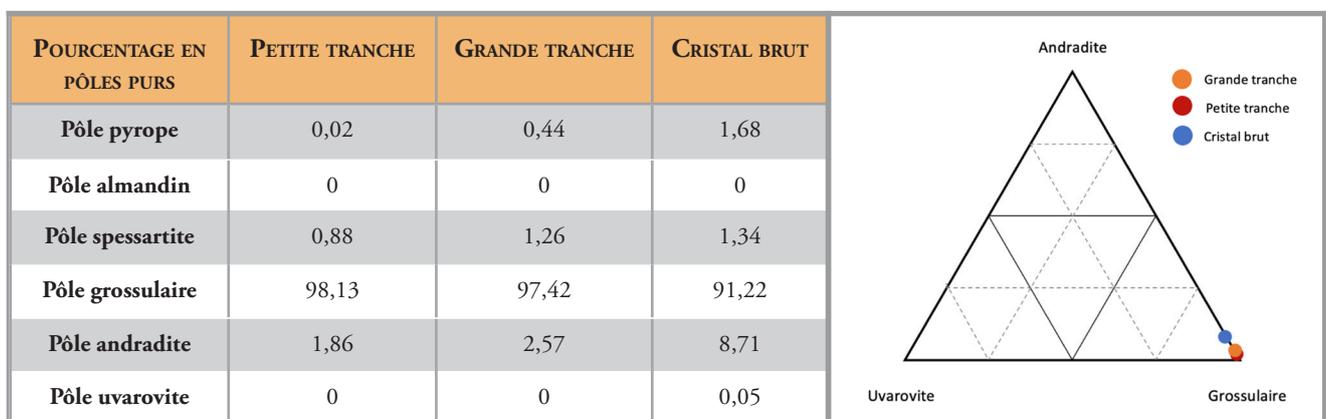
Au vu des concentrations très élevées en calcium et faibles en fer, chrome, manganèse et magnésium, ces résultats montrent que les échantillons correspondent préférentiellement à la variété grossulaire (Wang *et al.*, 2025 ; Stockton & Manson, 1985). Les résultats des calculs des pôles purs des trois échantillons corroborent cette hypothèse. Ces calculs sont reportés dans le tableau 2. Pour ces calculs, il a été considéré, d'après les précédentes observations et les travaux de Wang *et al.* (2025), que le fer détecté correspondait à du fer ferrique  $\text{Fe}^{3+}$  remplaçant une faible quantité d' $\text{Al}^{3+}$  par substitutions isomorphiques liées au fait que les grenats correspondent à des solutions solides.

Cependant, le calcul des formules structurales (non présenté ici) ne donne pas de résultat cohérent avec ce qui a été observé dans la littérature. Cela pourrait s'expliquer par un biais d'analyse par EDXRF, la forte concentration en eau des échantillons (inclusions fluides) et/ou la présence d'éléments trop légers pour être détectés en EDXRF (inclusions carbonées).

ÉLÉMENTS	PETITE TRANCHE	% INCERTITUDE	GRANDE TRANCHE	% INCERTITUDE	CRISTAL BRUT	% INCERTITUDE
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,661	0,0022	16,5848	0,0022	18,6141	0,0015
SiO <sub>2</sub>	39,6506	0,0027	39,2424	0,0027	44,961	0,0019
CaO	41,7361	0,0022	42,1499	0,0022	31,6008	0,0011
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,015178	0,000062	0,010125	0,000053	0,01616	0,000075
MnO	0,47517	0,00023	0,69126	0,00027	0,56398	0,00015
MgO	0,0663	0,001	0,1423	0,0011	0,3943	0,00088
FeO	0,49782	0,00029	0,68741	0,00033	2,80519	0,00038
TiO <sub>2</sub>	0,89787	0,00058	0,49178	0,00043	1,0445	0,00038
<b>Bouclage</b>	<b>100,00%</b>		<b>99,99%</b>		<b>100,00%</b>	

**Tableau 1 :** Résultats des analyses chimiques semi-quantitatives réalisées sur la petite tranche, la grande tranche et le brut avec un instrument Quant'X de marque Thermo et une source de rayons-X en Rh.

*Table 1: Results of semi-quantitative chemical analyses carried out on the small slice, the big slice and the rough sample using a Thermo Quant X-ray instrument and a Rh X-ray source.*



**Tableau 2 :** Résultats des calculs des pourcentages de pôles purs pour chaque échantillon arrondis au centième (le fer détecté est ici considéré comme du fer ferrique) sous forme de tableau et sous forme d'un diagramme ternaire. Les résultats montrent que les échantillons analysés correspondent à la variété grossulaire, car supérieurs à 70 % pour ce pôle (Stockton & Manson, 1985).

*Table 2: Results of calculations of percentages of pure poles for each sample (the iron detected here is considered to be ferric iron). The results show that the samples analyzed correspond to grossular varieties, as they exceed 70% (Stockton & Manson, 1985).*



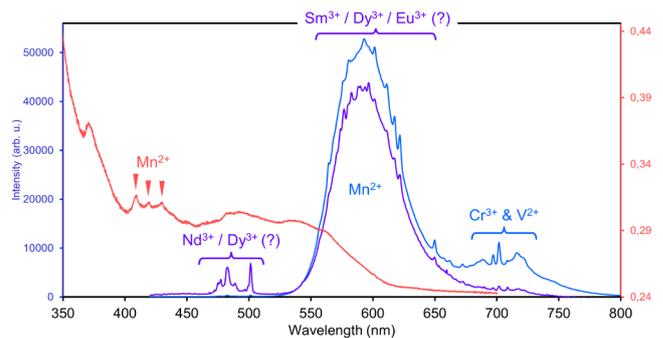
**Figure 3 :** Luminescence des grenats trapiches sous UVL, 365 nm, montrant une couleur orange relativement intense, en particulier pour les tranches de grenats taillées.

*Figure 3: Luminescence of trapiche garnets under UVL, 365 nm, showing a relatively intense orange colour, particularly for the garnet slices.*

L'étude de la luminescence des deux échantillons taillés en tranche montre une luminescence orange relativement intense sous ultraviolet long (UVL : 365 nm ; Figure 3). L'échantillon brut montre quelques parties faiblement luminescentes mais la majorité de l'échantillon reste inerte. Sous illumination laser (405 nm), une luminescence similaire est observée avec une teinte légèrement plus rouge.

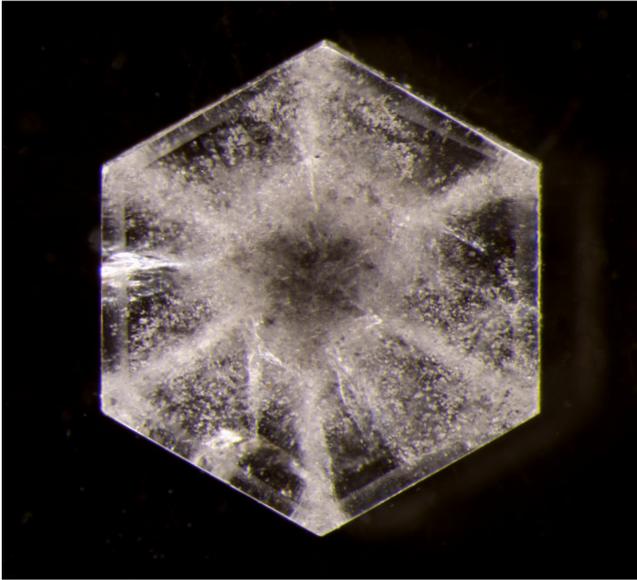
Les spectres d'émission correspondant à ces deux excitations (UVL et laser) sont présentés en Figure 4 en regard du spectre d'absorption UV-visible de l'échantillon. Comme suggéré par la teinte très faiblement saturée de la grande tranche, le spectre d'absorption de cet échantillon montre une absorption globalement très faible dans le visible. Cependant, on note la présence de trois bandes d'absorption à environ 409, 420 et 430 nm, associées à la présence de  $Mn^{2+}$  (Idini *et al.*, 2025). La luminescence de cet ion est d'ailleurs majoritairement responsable de la luminescence orange caractérisée par une bande d'émission large et intense centrée autour de 590-600 nm (Gaft *et al.*, 2013 ; Idini *et al.*, 2025). De nombreuses autres bandes d'émission plus fines mais moins intenses sont présentes à d'autres longueurs d'onde ou se superposent à l'émission du  $Mn^{2+}$ . Un petit groupe de bandes préférentiellement détectées sous UVL entre 460 et 510 nm peut être assigné à la présence de  $Nd^{3+}$  (Gaft *et al.*, 2015) ou de  $Dy^{3+}$  (Schertl

*et al.*, 2018) selon les sources bibliographiques, mentionnant la nécessité d'études plus poussées pour prouver ces attributions. De la même façon, toutes les bandes fines superposées à l'émission du  $Mn^{2+}$  entre 550 et 650 nm peuvent être attribuées à divers éléments parmi les terres rares comme le  $Sm^{3+}$ , le  $Dy^{3+}$  ou l' $Eu^{3+}$  (Schertl *et al.*, 2018 ; Gaft *et al.*, 2015). Enfin, le groupement de bandes d'émission dominé par deux bandes fines à 697 et 701 nm est dû à la présence de  $Cr^{3+}$  et de  $V^{2+}$  (Gaft *et al.*, 2013 ; Zhang *et al.*, 2023), deux éléments détectés par EDXRF.



**Figure 4 :** Spectres d'absorption UV-visible (rouge) et de luminescence sous excitation ultraviolet 365 nm (violette) et sous excitation laser 405 nm (bleu). Les spectres sont acquis sur la grande tranche.

*Figure 4: UV-visible absorption (red) and luminescence spectra under 365 nm ultraviolet excitation (violet) and 405 nm laser excitation (blue). The spectra are acquired on the large slice.*



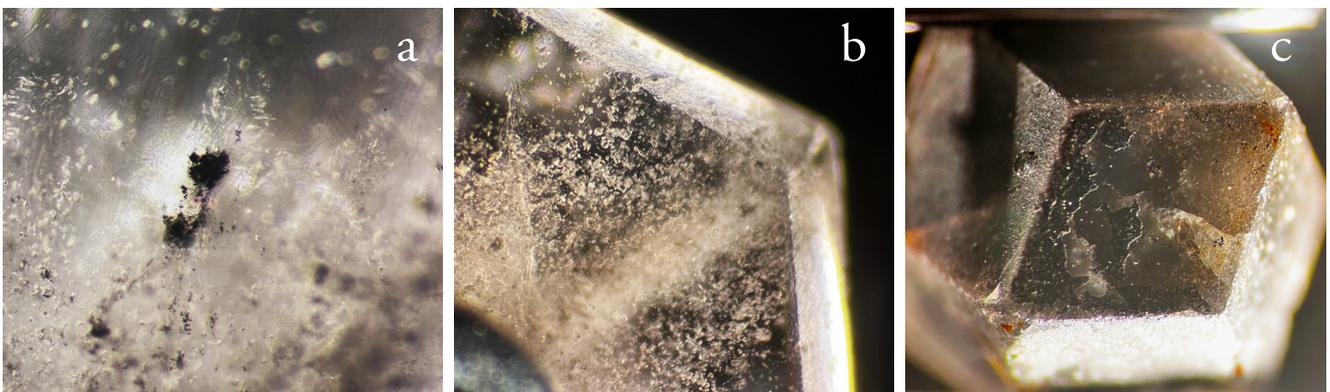
**Figure 5 :** Détail d'un grenat trapiche (petite tranche) montrant des inclusions noires composées principalement de carbone amorphe et concentrées au centre de la pierre et des inclusions fluides transparentes (ici monophasées) observées au niveau du cœur mais surtout en partie distale des bras du trapiche.

*Figure 5: Detail of a trapiche garnet (small slice) showing black inclusions composed mainly of amorphous carbon and concentrated in the center of the stone and transparent fluid inclusions (in this case single-phase) observed in the core but especially in the distal part of the arms of the trapiche.*

Enfin, l'observation au microscope sous fort grossissement permet d'observer de nombreux amas d'inclusions noires opaques parfois dendritiques et d'inclusions incolores principalement concentrées au centre de la gemme et sur les branches formant le motif trapiche (Figures 5, 6a et 6b) et ne montrant pas de rétablissement de la lumière entre filtres polarisants croisés.

Les analyses Raman réalisées il y a peu par Wang *et al.* (2025) rapportent que ces inclusions noires sont composées principalement de carbone amorphe provenant de la roche environnante. Cette même étude rapporte également que les nombreuses inclusions transparentes, observées en particulier au niveau distal des bras du trapiche, correspondent à des inclusions fluides (pouvant être mono ou biphasées, avec un liquide ou un liquide et un gaz) (Wang *et al.*, 2025).

Le quartz et les oxydes de Fe-Ti repérés dans les inclusions de grenats trapiches norvégiens (Andersen, 1984) n'ont cependant pas été identifiés dans les grenats chinois. Nos analyses et observations n'ont également pas permis de les identifier.



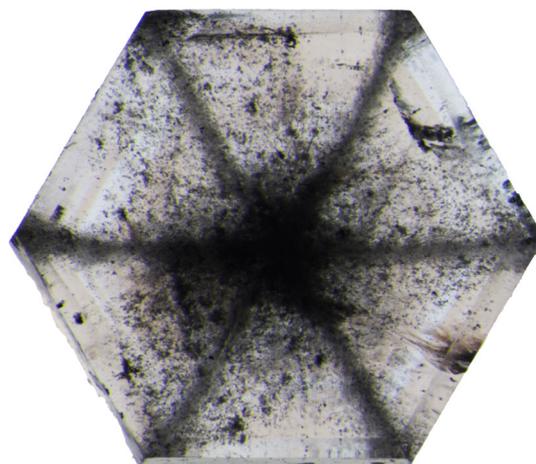
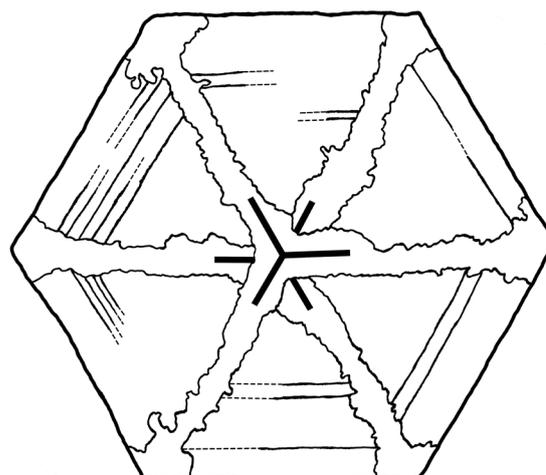
**Figure 6 :** Photomicrographies de la grande tranche de grenat trapiche avec le détail d'une inclusion noire de carbone au niveau du cœur du motif (a, largeur de champ : 1,87 mm) et de nombreuses inclusions fluides incolores (b, largeur de champ : 3,75 mm) concentrées sur les branches du motif trapiche. Photomicrographie de la surface d'une des faces du grenat brut montrant la couche de carbone amorphe noire et opaque sur une partie de la surface ainsi qu'une zone transparente laissant percevoir une fissure et des inclusions carbonées noires parsemées dans la pierre (c, largeur de champ : 7,5 mm).

*Figure 6: Photomicrographs of the large slice of trapiche garnet with details of a black inclusion (a, FoV: 1.87 mm) and colourless inclusions (b, FoV: 3.75 mm) concentrated at the heart and on the branches of the trapiche pattern. Photomicrograph of the surface of one of the faces of the rough garnet showing the layer of opaque black material on part of the surface as well as a transparent zone revealing a crack and black inclusions scattered throughout the stone (c, FoV: 7.5 mm).*

L'observation du cristal brut à l'aide d'une fibre optique de forte luminosité révèle que la plupart des faces sont recouvertes d'une couche de cette même matière noire carbonée les rendant opaques. Cette observation de couche carbonée en périphérie des échantillons a également été mentionnée pour les grenats trapiches norvégiens (Andersen 1984). Cependant, sur certaines faces, la couche de surface n'est presque pas présente et il est alors possible de percevoir, par transparence, des fissures et ces mêmes inclusions noires et incolores dispersées (Figure 6c). Cette couche noire a probablement été retirée lors du polissage des tranches.

L'observation en détail de la petite tranche (Figure 5) montre que les inclusions du trapiche semblent en réalité provenir de deux étoiles à trois branches superposées l'une sur l'autre et décalées de 60°, l'une des étoiles semblant aller vers le haut, l'autre vers le bas. De plus, chaque branche d'une même étoile forme un angle de 120° avec les deux autres, ce qui semble montrer que la tranche du grenat a été taillée selon l'un des quatre axes d'ordre trois pour faire apparaître le motif trapiche (Figure 7). Un motif et une disposition similaires sont observés dans certains diamants trapiches, également de système cristallologique cubique.

Pour finir, une observation sous immersion de la grande tranche a permis d'observer des zonations hexagonales de couleur rose orangé, très probablement due à la présence de  $Mn^{2+}$  constatée par les analyses de la spectrométrie précédente (Figure 7). La concentration d'inclusions carbonées et le faible contraste des zonations de couleurs ne permettent pas toujours d'apprécier la disposition exacte du  $Mn^{2+}$ . Les prolongements des zonations visibles sont suggérés par des pointillés sur la Figure 7. Ces zonations ne sont visiblement pas équivalentes d'un secteur à l'autre du motif trapiche. Sans parler de couleur, une telle inhomogénéité du manganèse a déjà été mentionnée dans les grenats trapiches norvégiens avec des variations de concentrations mesurées du cœur vers l'extérieur du cristal (Andersen, 1984). L'observation des zonations de couleur est essentielle pour interpréter le mode de formation de ces grenats trapiches. Elles sont un témoin précieux de



**Figure 7 :** Grenat trapiche (grande tranche) en immersion et en lumière directe (champ clair) montrant des zonations de couleur rose orangé suivant les faces de l'hexagone. Le dessin est une représentation simplifiée de la disposition des inclusions formant les branches du motif trapiche et des zonations de couleur.

**Figure 7:** Trapiche garnet (large slice) under immersion and direct light (bright field) showing orangish pink zonations along the hexagonal faces. The drawing is a simplified representation of the layout of the inclusions forming the branches of the trapiche pattern and the colour zoning.

la croissance du cristal. Si l'article récemment publié (Wang *et al.*, 2025) décrit avec précision le contexte géologique et l'âge de formation de ces grenats, il ne discute pas d'un possible mode de croissance pour ces échantillons remarquables. De fait, il a été proposé que les gemmes trapiches seraient issues d'une succession ou d'une concurrence entre deux modes de croissance (Sunagawa *et al.*, 1999). Le premier mode de croissance, plus rapide, induirait une croissance dendritique favorisée dans certaines directions cristallographiques et facilitant l'intégration d'inclusions. La description précise de l'environnement géologique de ces grenats (Wang *et al.*, 2025) confirme la présence de matières carbonées se retrouvant piégées dans la croissance fibreuse du grenat.

Le second mode, plus lent, induirait une croissance massive du minéral (ici du grenat) qui contiendrait alors moins d'inclusions. La Figure 7 suggère, avec la disposition des zonations de couleur, que les deux modes de croissance ont été en compétition lors de la formation de ces grenats. Cette compétition, probablement due à des variations des conditions de pression et de température, aurait entraîné plusieurs alternances successives entre les modes de croissance fibreuse et massive. Ainsi, du cœur du cristal vers l'extérieur, on observe des zonations parallèles aux faces du rhombododécaèdre et une variabilité des inclusions sur les branches formant le motif trapiche (plus visible sur la petite tranche, Figure 5).

## CONCLUSION

Cet article rapporte l'observation de tranches de grenat polies transparentes montrant un motif trapiche traditionnel clairement identifiable. Les analyses réalisées en février 2025 par Wang Y. *et al.* ont permis de conforter les observations et analyses réalisées dans cette étude et à mieux comprendre la chimie de ces gemmes, la nature des inclusions carbonées et des inclusions fluides, l'âge et les conditions d'une telle croissance dans cette variété. Nos analyses ont cependant révélé la présence du manganèse comme élément chromogène et luminophore. Elles révèlent aussi une répartition inhomogène du Mn<sup>2+</sup> en zonations suivant les faces hexagonales des tranches. En combinant l'observation des zonations et la répartition des inclusions carbonées et des inclusions fluides, nous suggérons que la croissance de ces grenats trapiches est le résultat d'une concurrence entre deux

modes de croissance. Ce mécanisme de croissance a déjà été documenté pour des corindons (Sunagawa *et al.*, 1999). Il demeure certain que ce type de découverte assez rare dans l'univers de la gemmologie continuera de susciter l'intérêt des collectionneurs et des amoureux de gemmes du monde entier.

## BIBLIOGRAPHIE

- Andersen T.B. (1984)** Inclusion patterns in zoned garnets from Magerøy, north Norway. *Mineralogical Magazine*, 48(346) 21-26, doi:10.1180/minmag.1984.048.346.03.
- Gaft M., Reisfeld R., Panczer G. (2015)** *Modern luminescence spectroscopy of minerals and materials*. Springer.
- Gaft M., Yeates H., Nagli L., Panczer G. (2013)** Laser-induced time resolved luminescence of natural grossular Ca<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>(SiO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>. *Journal of luminescence*, 137, 43-53, doi:10.1016/j.jlum.2012.11.015.
- Idini A., Argazzi R., Frau F., Fantauzzi M., Angeli C. (2025)** Unravelling the luminescence spectrum of garnet grossular var. tsavorite: The role of chromium (III), manganese (II) and misattribution of vanadium (II). *Journal of Luminescence*, 277, 120936, doi:10.1016/j.jlum.2024.120936.
- Jamtveit B., Andersen T.B. (1992)** Morphological instabilities during rapid growth of metamorphic garnets. *Physics and Chemistry of Minerals*, 19(3) 176-184, doi:10.1007/BF00202106.
- Koivula J.I. (2025)** Trapiche muscovite. *Gems & Gemology*, 51(4) 442-443.
- Lulzac Y. (2023)** Determination of common and rare gemstones with a dichotomy approach. *Self-publication*, p. 139.
- Nang L.N., Nguyen Tri Man H., Minh Tien P. (2023)** Trapiche garnet from Vietnam. *Gems & Gemology*, 59(4) 532-533.
- Pignatelli I., Giuliani G., Ohnenstetter D., Agrosi G., Mathieu S., Morlot C., Branquet Y. (2015)** Colombian trapiche emeralds: Recent advances in understanding their formation. *Gems & Gemology*, 51(3) 222-259.
- Schertl H.P., Polednia J., Neuser R.D., Willner A.P. (2018)** Natural end member samples of pyrope and grossular: A cathodoluminescence-microscopy and -spectra case study. *Journal of Earth Science*, 29(5) 989-1004, doi:10.1007/s12583-018-0842-0.
- Schmetzer K. (2019)** Trapiche emerald from Colombia. *Gems & Gemology*, 55(1) 156-158.
- Stockton C.M., Manson V. (1985)** A proposed new classification for gem-quality garnets. *Gems & Gemology*, 21(4) 205-218.
- Sunagawa I., Bernhardt, H.-J., Schmetzer K. (1999)** Texture formation and element partitioning in trapiche ruby. *Journal of Crystal Growth*, 206(4), 322-330, doi:10.1016/S0022-0248(99)00331-0.
- Vertriest W. (2020)** Trapiche gems. *Gems & Gemology*, 56(1) 170-172.
- Wang Y., Zhao S., Zhao Y., Wang Z. (2025)** Trapiche garnets in Chun'an, Zhejiang Province, China: New constraints from their gemology, geochemistry, and geochronology. *Crystals*, 15(3) 201, doi:10.3390/cryst15030201.
- Zhang Q., Shi Y., Shao T., Li X., Xu F., Shen A.H. (2023)** Luminescence characteristics of green grossular garnets. *Minerals*, 13(5) 639, 11p., doi:10.3390/min13050639.



**Adresse :** Avenue de la Chasse,  
185/9, Etterbeek, 1040 Bruxelles,  
Belgique

**E-mail :** [sbginfo@gemmology.be](mailto:sbginfo@gemmology.be)  
**Téléphone :** 0032 2 732 40 22  
**Site web :** [www.gemmology.be](http://www.gemmology.be)

## **Excellence Gemmologique en Belgique et en Europe**

**La Société Royale Belge de Gemmologie (S.R.B.G.),** membre de la **Fédération pour l'Enseignement Gemmologique en Europe (F.E.E.G.),** propose des formations de haut niveau, mêlant rigueur scientifique et savoir-faire pratique. Nos programmes préparent étudiants et professionnels à exceller dans l'art et la science de la détermination et de l'évaluation des gemmes.

Reconnue pour son rôle dans l'évolution de l'enseignement gemmologique en Europe, la S.R.B.G. se distingue également par un taux de réussite exceptionnel aux examens européens de la F.E.E.G.

***S.R.B.G., une référence incontournable au cœur de la  
gemmologie européenne***



# Gemmologie de laboratoire

## LE CHAUFFAGE DES ZIRCONS : UNE EXPÉRIENCE CULINAIRE SUR UN LOT DE ZIRCONS BRUNS

Boris Chauviré<sup>1</sup> & Thierry Pradat<sup>2</sup>

n° DOI en cours d'acquisition

### Abstract

#### **HEATING ZIRCONS: A CULINARY EXPERIMENT ON A BATCH OF BROWN ZIRCONS**

*- This study examines the effects of heat treatment applied to brown zircons using a simple and readily accessible furnace, conducting tests at various temperatures, durations, and atmospheres (oxidizing or reducing). The results confirm that zircons begin to lose their color at 325 °C and become colorless above 450 °C, but they also reveal that heating durations, often overlooked in studies on heat treatment, play a role: in this case, discoloration starts at 475 °C for shorter durations. The experiment demonstrates that it is possible to permanently alter the hue and brightness of zircons, transforming them from dark brown to vibrant shades such as orange-pink or colorless, using basic equipment.*

### Résumé

Cette étude examine les effets du traitement thermique appliqué à des zircons bruns, à l'aide d'un four simple et facilement accessible, en effectuant des tests à différentes températures, durées et atmosphères (oxydante ou réductrice). Les résultats confirment que les zircons se décolorent dès 325 °C et deviennent incolores au-delà de 450 °C, mais révèlent que les durées de chauffage, souvent absentes des études sur le traitement thermique, jouent un rôle : ici, la décoloration commence à 475 °C pour des durées courtes. L'expérience montre qu'il est possible de modifier durablement la teinte et la luminosité des zircons, passant de brun foncé à des teintes éclatantes comme l'orange-rosé ou l'incolore, avec un équipement simple.

<sup>1</sup> GeoGems, Nantes, France.

<sup>2</sup> Gems-Plus, Bourg-la-Reine, Île-de-France, France.

**Image d'illustration de l'article** : Lot de zircons acheté par l'un des auteurs en 2022. Photo : Th. Pradat.

**Header image**: Batch of zircons purchased by one of the authors in 2022. Photo: Th. Pradat.

## INTRODUCTION

Le zircon, un silicate de zirconium [ $ZrSiO_4$ ] appartenant au système cristallin quadratique, est un minéral accessoire précieux en géologie, notamment pour la datation des processus. En outre, il possède des propriétés, en tant que gemme, qui le rendent esthétique et apprécié en bijouterie, avec un éclat pouvant aller jusqu'à adamantin, une relativement bonne dureté (entre 6,5 et 7,5 ; hormis l'égrisement assez rapide des arêtes des pierres facettées) et des teintes variées. Une classification des zircons a été proposée en deux principales séries : une série « jaune » et une série « rouge-brun » (Gastil *et al.*, 1967 ; Garver & Kamp, 2002 ; Klinger *et al.*, 2012 ; Kempe *et al.*, 2016). Elles se distinguent bien sûr par leur teinte, et donc par leurs absorptions spécifiques dans le spectre visible (Kempe *et al.*, 2016). Les causes de coloration du zircon sont encore soumises à débat (voir la revue complète dans Kempe *et al.*, 2016), même si certaines absorptions chromogènes sont identifiées ; le centre  $Y^{3+}$ , par exemple, peut être considéré comme étant une des causes de la teinte rouge des zircons, comme cela a été présenté par plusieurs auteurs et démontré (Klinger *et al.*, 2012).

Il reste toutefois communément accepté dans la communauté gemmologique qu'une forte saturation de teinte chez les zircons - notamment vert et brun - serait liée à un degré de métamictisation plus élevé. Pour rappel, cette dernière est la destruction graduelle de la structure cristalline pouvant conduire à un minéral totalement amorphe, sous l'action des éléments radioactifs qu'il contient, i.e. uranium et thorium, ou de son environnement (Hamberg, 1914 ; Holland & Gottfried, 1955). Cependant, peu d'articles scientifiques ont démontré cette hypothèse et des études récentes tendent à montrer le contraire (Kempe *et al.*, 2010 ; Klinger *et al.*, 2012 ; Wittwer *et al.*, 2013), sans remettre en cause son impact sur d'autres propriétés comme la baisse de la masse spécifique ou la perte progressive, mais pouvant être totale, de biréfringence (Chakoumakos *et al.*, 1987 ; Murakami *et al.*, 1991 ; Gao & Heide, 2021).

Le bleu est aujourd'hui l'une des teintes des zircons la plus appréciée. Même si cette couleur est très majoritairement induite par un traitement par chauffage pour les gemmes facettées, une origine naturelle n'a jamais pu être exclue avec certitude, mais jamais observée dans le cas de gemmes taillées (Deer *et al.*, 1983 ; Faulkner & Shigley, 1989 ; Wittwer *et al.*, 2013 ; Kempe *et al.*, 2016 ; Zeug *et al.*, 2018). Les effets de la température sur la teinte des zircons ont été bien étudiés (Fielding, 1970 ; Vance & Anderson, 1972 ; Wang *et al.*, 2006 ; Laithummanoon & Wongkokua, 2013 ; Satitkune *et al.*, 2013 ; Zeug *et al.*, 2018 ; Rifkhan *et al.*, 2021 ; Xiao & Guo, 2024) et constituent même une indication permettant de reconstruire l'histoire géologique (gradients thermiques) de certains massifs rocheux (Gastil *et al.*, 1967 ; Garver & Kamp, 2002).

Selon les expériences de laboratoire, le zircon ne subit pas de changement de teinte si le chauffage est inférieur à 325 °C, et pas de décoloration complète avant 450 °C, sans indication de la durée de chauffe appliquée (Gastil *et al.*, 1967).

La majorité des études s'intéresse aux zircons de la série « rouge-brun » et en déduisent que (i) la teinte jaune peut s'obtenir par chauffage vers 500-600 °C pendant 90 minutes sans que le type d'atmosphère - oxydante ou réductrice - soit important (Rifkhan *et al.*, 2021), (ii) la teinte bleue serait obtenue par un chauffage en atmosphère réductrice à 900-1100 °C pour une heure minimum (Laithummanoon & Wongkokua, 2013 ; Satitkune *et al.*, 2013 ; Wittwer *et al.*, 2013 ; Huong *et al.*, 2016 ; Zeug *et al.*, 2018).

Toutefois, tous les zircons chauffés à ces températures et en atmosphère réductrice ne vont pas devenir bleus. Certaines provenances sont connues pour fournir des zircons bleus une fois chauffés, notamment celle de la province cambodgienne du Ratanakiri, ou de la région du bloc Kon Tum dans le Sud du Vietnam (Faulkner & Shigley, 1989 ; Wittwer *et al.*, 2013 ; Huong *et al.*, 2016 ; Zeug *et al.*, 2018).

**Le but de cette étude est d'expérimenter le chauffage du zircon, à partir d'un lot important à l'aide d'un simple four disponible dans le commerce, à différentes températures, durées de chauffe et types d'atmosphère, oxydante ou réductrice. Cette expérience montre aussi qu'avec un appareillage "simple", il est possible d'étudier des sujets gemmologiques pouvant être soumis à débat.**

## MATÉRIAUX ET MÉTHODES

### Échantillons

Plus de 900 carats de zircons facettés - dont une partie est montrée en Figure 1 - ont été acquis par l'un des auteurs (TP) en Asie. Leur teinte naturelle est brun foncé, leurs dimensions sont comprises entre 6 et 10 mm de longueur, ils sont de formes diverses, ovale, trillion, marquise, rond et poire, pour une masse unitaire comprise entre 0,80 et 1,80 carat. En très grande majorité, ce lot appartient à la série « rouge-brun ». À l'achat, le fournisseur a indiqué une provenance « Afrique », sans autre précision. Tous sont transparents et sans inclusions. Le doublage des arêtes, exprimant la forte biréfringence, est bien visible à la loupe, indiquant des zircons dits hauts (n'ayant pas subi de métamictisation). Comme attendu, l'indice de réfraction (n) est au-delà de la limite du liquide faisant office de joint optique lors



**Figure 1 :** Lot de zircons acheté par l'un des auteurs en 2022.  
Photo : Th. Pradat.

*Figure 1: Batch of zircons purchased by one of the authors in 2022.  
Photo: Th. Pradat.*

de l'utilisation du réfractomètre (diiodométhane enrichi en soufre). Leur masse spécifique est comprise entre 4,64 et 4,68 (mesurée à l'aide d'une balance hydrostatique Mettler Toledo JB703-C/FACT) et ils ne présentent aucune réaction aux UV (UV longs et courts, respectivement 365 nm et 254 nm).

ATMOSPHERE	TEMPÉRATURE (°C)	TEMPS (MIN)
Oxydante	300	25
	350	5
	400	15
	450	15
	450	10
	465	15
	475	15
	500	15
	600	15
	700	65
	1050	125
Réductrice	475	45
	500	45
	550	20
	600	45
	700	20
	900	45

**Tableau 1 :** Conditions de chauffage pour les lots de zircons, selon le type d'atmosphère utilisée.

*Table 1: Heating conditions for zircon batches, according to the type of atmosphere used.*

## RÉSULTATS

Tous les échantillons dont un changement est observé présentent soit un éclaircissement depuis le brun jusqu'à l'incolore, soit un changement de teinte depuis le brun jusqu'au brun-cuivré ou orange-cuivré, soit l'apparition de fractures au-delà d'une certaine température et d'une certaine durée de chauffage (900 °C pendant 45 minutes en atmosphère réductrice, et 700 °C pendant 65 minutes).

Aucun échantillon n'a pris de coloration bleue mais tous deviennent incolores au-delà d'une température de 600-700 °C environ, tant en atmosphère oxydante que réductrice.

### Atmosphère réductrice

En atmosphère réductrice, tous les zircons montrent une décoloration dès 475 °C (45 minutes), et une décoloration complète dès 600 °C (45 minutes). Des fractures étaient présentes dans tous les échantillons chauffés à 900 °C (45 minutes).

### Atmosphère oxydante

En atmosphère oxydante, aucune décoloration n'est visible avant 400 °C et 15 minutes de chauffage. La décoloration est totale (incolore) au-delà de 700 °C et 65 minutes de chauffage (voir Tableau 3). Seuls deux échantillons ne montrent aucune décoloration (voir Discussion). Il est à noter que des fractures sont apparues dans les échantillons chauffés dès 700 °C et encore plus à 1050 °C.

ATMOSPHÈRE	TEMPÉRATURE TEMPS	AVANT TRAITEMENT	APRÈS TRAITEMENT
Réductrice	475 °C 45 min		
Réductrice	500 °C 45 min		
Réductrice	550 °C 20 min		
Réductrice	600 °C 45 min		
Réductrice	700 °C 20 min		
Réductrice	900 °C 45 min		

**Tableau 2 :** Effet du chauffage de zircons en atmosphère réductrice. Les photos ont subi un détourage pour mieux observer les gemmes.

*Table 2: Effect of heating zircons in a reducing atmosphere. The photos have been cropped to better observe the gemstones.*

ATMOSPHÈRE	TEMPÉRATURE TEMPS	APRÈS TRAITEMENT
Oxydante	300 °C 25 min	
Oxydante	350 °C 5 min	
Oxydante	400 °C 15 min	
Oxydante	450 °C 15 min	
Oxydante	450 °C 10 min	
Oxydante	465 °C 15 min	
Oxydante	475 °C 15 min	
Oxydante	500 °C 15 min	
Oxydante	600 °C 15 min	
Oxydante	700 °C 65 min	
Oxydante	1050 °C 125 min	

## DISCUSSION

### Intrus dans l'expérience

Dans les expériences de chauffage en atmosphère oxydante, deux échantillons ne présentent aucune décoloration ; un lors de l'expérience à 700° C (65 minutes) et un second pour l'expérience à 1050 °C (125 minutes). Les analyses à la suite de ces expériences montrent que le premier était en fait un grenat almandin, et le second un spinelle. Ces deux intrus ont été identifiés grâce aux méthodes de gemmologie classique comprenant le polariscope, une réaction à l'aimant, la masse spécifique et le réfractomètre.

### Effet du chauffage

Ces expériences sont en concordance avec ce qui était connu des expériences antérieures : les zircons se décolorent à partir de 325 °C et deviennent totalement incolores au-delà de 450 °C (Gastil *et al.*, 1967 ; Rifkhan *et al.*, 2021). Toutefois, un paramètre important n'a pas été précisé dans les expériences décrites par ces mêmes auteurs : il s'agit de la durée de chauffage. Cela peut expliquer que les expériences présentées ici ne montrent pas de décoloration avant 475 °C car la durée de chauffage a été plutôt brève, quelques dizaines de minutes seulement. En effet, sans avoir une bonne estimation des paramètres thermodynamiques régissant la décoloration, il est difficile de faire une comparaison entre les expériences sans avoir accès aux paramètres température, durée et atmosphère.

## CONCLUSION

Les présentes expériences ont démontré qu'il est possible et facile de modifier la teinte des zircons à l'aide d'un petit four peu onéreux avec gestion numérique de la température, de la durée de chauffage et du type d'atmosphère, couramment disponible dans le commerce. Les zircons étudiés dans cette étude sont passés du brun foncé ou du brun-orangé au brun cuivré, orange-rosé, beige-rosé ou à incolore, et ceci de manière durable et permanente. Les teintes ainsi obtenues sont plus éclatantes et agréables à l'œil, notamment dans le cadre d'une utilisation en bijouterie-joaillerie. Afin de mieux contraindre les effets du chauffage, et de prendre en compte tous les paramètres en jeu (température, durée et atmosphère), une étude plus poussée, avec l'appui d'analyses spectroscopiques (notamment UV-Visible) permettrait une vision quantitative et approfondie du processus de traitement thermique.

## BIBLIOGRAPHIE

- Chakoumakos B.C., Murakami T., Lumpkin G.R., Ewing R.C. (1987)** Alpha-decay-induced fracturing in zircon: The transition from the crystalline to the metamict state. *Science*, 236, 1556–1559, doi:10.1126/science.236.4808.1556.
- Deer W.A., Howie R.A., Zussman J. (1983)** Rock Forming Minerals: Vol. 1A (Second edition). *Geological Journal*, 18, 277–278, doi:10.1002/gj.3350180308.
- Faulkner M., Shigley T.E. (1989)** Zircon from the Harts Range, Northern Territory, Australia. *Gems & Gemology*, 25, 207–215, doi:10.5741/GEMS.25.4.207.
- Fielding P.E. (1970)** The distribution of uranium, rare earths, and color centers in a crystal of natural zircon. *American Mineralogist*, 55, 428–440.
- Gao S., Heide G. (2021)** Influence of metamictization on the gemological properties of natural zircon: A Raman spectroscopic study of zircons in the gemological collection of Abraham Gottlob Werner. *Journal of Raman Spectroscopy*, 52(1) 71–77, doi:10.1002/jrs.6041.
- Garver J.I., Kamp P.J.J. (2002)** Integration of zircon color and zircon fission-track zonation patterns in orogenic belts: Application to the Southern Alps, New Zealand. *Tectonophysics*, 349(1–4) 203–219, doi:10.1016/S0040-1951(02)00054-9.
- Gastil R.G., Delisle M., Morgan J.R. (1967)** Some effects of progressive metamorphism on zircons. *Bulletin of the Geological Society of America*, 78(7) 879–905, doi:10.1130/0016-7606(1967)78[879:SEOPMO]2.0.CO;2.
- Hamberg A. (1913)** Die radioaktiven Substanzen und die geologische Forschung. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar*, 36(1) 31–96, doi:10.1080/11035891309449550.
- Holland H.D., Gottfried D. (1955)** The effect of nuclear radiation on the structure of zircon. *Acta Crystallographica*, 8(6) 291–300, doi:10.1107/s0365110x55000947.
- Huong L.T.T., Vuong B.S., Thuyet N.T.M., Khoi N.N., Satitkune S., Wanthanachaisaeng B., Hofmeister W., Häger T., Hauzenberger C. (2016)** Geology, gemmological properties and preliminary heat treatment of gem-quality zircon from the central highlands of Vietnam. *The Journal of Gemmology*, 35(4) 308–318, doi:10.15506/JoG.2016.35.4.308.
- Kempe U., Thomas S.M., Geipel G., Thomas R., Plötze M., Böttcher R., Grambole G., Hoentsch J., Trinkler M. (2010)** Optical absorption, luminescence, and electron paramagnetic resonance (EPR) spectroscopy of crystalline to metamict zircon: Evidence for formation of uranyl, manganese, and other optically active centers. *American Mineralogist*, 95(2–3) 335–347, doi:10.2138/am.2010.3248.
- Kempe U., Trinkler M., Pöpl A., Himcinschi C. (2016)** Coloration of natural zircon. *Canadian Mineralogist*, 54(3) 635–660, doi:10.3749/canmin.1500093.
- Klinger M., Kempe U., Pöpl A., Böttcher R., Trinkler M. (2012)** Paramagnetic hole centres in natural zircon and zircon colouration. *European Journal of Mineralogy*, 24(6) 1005–1016, doi:10.1127/0935-1221/2012/0024-2236.
- Laithummanoon T., Wongkokua W. (2013)** Effect of heat treatment on color of natural zircon. *The Journal of KMUTNB.*, 23(2) 261–267.
- Murakami T., Chakoumakos B.C., Ewing R.C., Lumpkin G.R., Weber W.J. (1991)** Alpha-decay event damage in zircon. *American Mineralogist*, 76(9–10) 1510–1532.
- Rifkhan M.N.M., Jayasinghe R.M.N.P.K., Dharmaratne T.S., Chandrajith R., Malaviarachchi M.A.S.P.K. (2021)** Reddish-brown zircons of Sri Lanka: A detailed study and development of a new technique for yellow to golden yellow colour enhancement. *Journal of the Geological Society of Sri Lanka*, 22(2) 39–45, doi:10.4038/jgssl.v22i2.70.
- Satitkune S., Wanthanachaisaeng B., Won-in K., Wongkokua W., Chantararat P., Leelawattanasuk T., Wathanakul P. (2013)** Heat treatment of zircon samples from Kanchanaburi, Thailand and Ratanakiri, Cambodia. 33rd *International Gemmological Conference*, Hanoi, Vietnam (12–16 Oct), 158–160.
- Sun Y., Schmitt A.K., Häger T., Schneider M., Pappalardo L., Russo M. (2021)** Natural blue zircon from Vesuvius. *Mineralogy & Petrology*, 115(3) 21–36, doi:10.1007/s00710-020-00727-7.
- Vance E.R., Anderson B.W. (1972)** Study of metamict Ceylon zircons. *Mineralogical Magazine*, 38(297) 605–613, doi:10.1180/minmag.1972.038.297.09.
- Wang W., Scarratt K., Emmett J.L., Breeding C.M., Douthit T.R. (2006)** The effects of heat treatment on zircon inclusions in Madagascar sapphires. *Gems & Gemology*, 42(2) 134–150, doi:10.5741/GEMS.42.2.134.
- Wittwer A., Nasdala L., Wanthanachaisaeng B., Bunnag N., Skoda R., Balmer W.A., Giester G., Zeug M. (2013)** Mineralogical characterization of gem zircon from Ratanakiri, Cambodia. *Conference on Raman and Luminescence Spectroscopy in the Earth Sciences*, 2013, 115–116.
- Xiao Q., Guo Y. (2024)** The effect of heat treatment on zircon color and its enhancement mechanism. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 322, 124795, doi:10.1016/j.saa.2024.124795.
- Zeug M., Nasdala L., Wanthanachaisaeng B., Balmer W.A., Corfu F., Wildner M. (2018)** Blue zircon from Ratanakiri, Cambodia. *The Journal of Gemmology*, 36(2) 112–132, doi:10.15506/JoG.2018.36.2.112.



# Diligence & Impact

## UN GROUPE DE FRANCOPHONES AU KENYA

Sous la direction éditoriale de Chloé Picard<sup>1</sup>, avec les contributions et les photographies d'Élise Chemla<sup>2</sup>, Hector Yaiche<sup>2</sup>, Alisson Lemaire<sup>3</sup>, Édouard Peray<sup>4</sup>, Nora Saul<sup>5</sup> et Adrien Trivier<sup>6</sup>

n° DOI en cours d'acquisition

### Abstract

***A FRANCOPHONE GROUP IN KENYA** - I could summarize these 10 days for you in a few lines but as it is worth reading the rest of this article, I will list the steps that led me to participate in this great adventure: FEEG symposium in Brussels, beer at the bar, it's decided we're going to Kenya! Seven mines in five days around Voi and miner village of Kamtonga, January 2025.*

### Résumé

Je pourrais vous résumer ces 10 jours en quelques lignes mais comme cela vaut la peine de lire la suite de cet article, je vais énumérer les étapes qui m'ont amenée à participer à cette belle aventure : symposium de la FEEG à Bruxelles, bière au bar, c'est décidé on part au Kenya ! Sept mines en cinq jours autour de Voi et du village de Kamtonga, janvier 2025.

<sup>1</sup> CPGemA, Genève, Suisse

<sup>2</sup> Valeurs et Patrimoine, Paris, France

<sup>3</sup> Institut de Gemmologie de Montréal, Montréal, Canada

<sup>4</sup> Lapidaire, Dordogne, France

<sup>5</sup> Terra Flora Gemstones, Arusha, Tanzanie

<sup>6</sup> Société Royale Belge de Gemmologie, Bruxelles, Belgique

**Image d'illustration de l'article** : Le parc national de Nairobi se trouve à 7 km du centre-ville et fut fondé en 1946.

**Header image:** Nairobi National Park is located 7 km from the city center and was founded in 1946.

## Chloé Picard

Déplacement et logement

Rendez-vous à Nairobi la vibrante. Notre équipe se réunit au compte-gouttes au point de chute, deux appartements situés dans un quartier tranquille, pour se reposer ou faire la fête, selon. Ce coin de la ville est sans danger le jour, néanmoins comme à de nombreux endroits dans le monde, il est judicieux de laisser ses valeurs à la maison. Nous nous déplaçons à pied ou à moto (casque optionnel) et en taxi, surtout le soir. À presque 1800 m d'altitude, les journées sont douces et ensoleillées à Nairobi en janvier, avec une petite fraîcheur le soir venu, prévoyez une petite laine pour profiter des terrasses. Elle servira également tôt le matin, si comme Alisson et moi vous vous laissez tenter par la visite matinale du parc national de Nairobi, saluer une autre richesse de ces régions, la vie sauvage toute voisine de la ville.

Comme plusieurs capitales du continent africain, Nairobi laisse un sentiment d'ouverture sur le monde et de vitalité où se mêlent tradition et modernité, terreau de cette ingéniosité légendaire de la jeunesse africaine.

Une fois le 4x4 bien chargé, départ pour Voi, à environ 7 heures de route. Le paysage est tout d'abord très sec et plat aux alentours de Nairobi, pour finir vallonné et luxuriant une fois à Voi. Cette route déborde de camions comme sur chaque autoroute d'Afrique de l'Est. C'est globalement un beau trajet si on a un bon chauffeur (*asante* Mike !), on y croise même des éléphants et des babouins en approchant du parc national du Tsavo. Notre camp de base pour les six prochains jours est un charmant et calme lodge de Voi, parfait havre de paix en soirée pour se reposer des journées sportives et intenses.



**Figure 1 :** Les collines de la région de Taita-Taveta. Les Taita hills sont riches en ressources minérales et plusieurs mines sont en activité sur chacun de leurs versants.

**Figure 1:** *The hills of the Taita-Taveta region. The Taita hills are rich in mineral resources and several mines are in operation on each hillside.*

Nous avons visité lors de ce voyage des mines de grenat tsavorite, grossulaire, à changement de couleur et de tourmaline. Cette région est très riche en ressources minérales (Figure 1). La tsavorite est un grenat grossulaire vert à vanadium, chrome et manganèse. Son exploitation est un véritable enjeu au Kenya, en Tanzanie et à Madagascar. Les gisements de tsavorite sont contenus dans des gneiss graphiteux et des roches calco-silicatées graphiteuses enrichies en vanadium et en chrome. Les formations minéralisées appartiennent à la ceinture mozambicaine (Figure 2).

Nous avons visité les galeries de gîtes primaires jusqu'à atteindre plusieurs fois le *Manta* : le fond de la galerie (*shaft*). Une bonne forme physique et une certaine souplesse sont nécessaires pour visiter l'intérieur des mines. Si les entrées et les boyaux étaient sécuritaires dans les mines visitées, les plafonds ne sont souvent pas bien haut ! La lampe frontale est nécessaire, par-

dessus le casque, prêté par les mineurs. Le port de gants et d'un foulard type bandana ou buff s'avère judicieux, l'activité humaine souterraine soulève beaucoup de poussière. Il fait très chaud dehors et dessous alors on transpire, beaucoup et souvent. Le risque de déshydratation est très important alors on boit, on rappelle aux autres de boire et on écoute son corps. Lequel est rapidement recouvert de la tête au pied de poussière de roche mélangée à cette magnifique terre rouge africaine.

Le mardi est réservé aux achats au ministère des mines de Voi (Figure 3). Nous avons apporté une ou deux petites balances par table et quelques sachets ou plis pour emballer les trouvailles durement négociées. Un équipement léger de gemmologie classique s'avère très utile pour cette journée, pour son propre exercice et une minutieuse exploration de ces trésors.



**Figure 2 :** Notre guide Philip Matata évalue une précédente récolte à la sortie d'une mine de tsavorite.

*Figure 2: Our guide Philip Matata assesses a previous harvest at the exit of a tsavorite mine.*

Une expérience unique et une excellente opportunité d'en apprendre plus sur l'achat de bruts et l'art de la négociation.

La fin du séjour approche, nous visitons notre dernière mine de tsavorite, Classic One. Son exploitation a commencé en 1999 et 30 mineurs s'y relaient actuellement. La mine est composée d'un seul grand *shaft* (galerie) qui atteint jusqu'à 200 m de profondeur, mais comporte plusieurs accès et profite d'une bonne circulation d'air (Figure 4). Les mineurs trouvent parfois de la tourmaline et du rhodolite. Ces boyaux sont un parfait hôtel à chauve-souris, très respectées par les mineurs même si ceux-ci souffrent parfois d'allergie. La tsavorite se forme au cœur d'un nodule, *ditcho* en swahili (Figure 5). Les mineurs font le dynamitage (*blasting*) en dessous du *ditcho* puis ils dégagent délicatement au burin le nodule qui contient la tsavorite, remplissent les sacs qui sont ensuite remontés à la surface grâce au câble treuillé et alimenté par génératrice (*monorope*).

Vite résumé, vite conclu, c'était une opportunité qui ne se refuse pas. Merci à nos gentils organisateurs, Hector Yaiche et Nora Saul, on reviendra (Figure 6) !

### Nora Saul

*La nécessité de comprendre d'où viennent vos gemmes.*

Je m'appelle Nora Saul, je suis née et j'ai été élevée en Tanzanie. J'ai déjà eu l'opportunité de visiter de nombreuses mines en Afrique de l'Est et de guider des personnes dont le souhait était de les visiter.

Récemment, j'ai eu la chance de passer dix jours avec un groupe de gemmologues francophones à Voi, au Kenya, où nous avons visité plusieurs gisements de pierres précieuses. Travailler dans l'industrie des gemmes et particulièrement à la source de ces pierres est un honneur. Cela permet d'être certain de la traçabilité et donc de proposer une approche verticale de l'industrie des gemmes. Les clients peuvent savoir d'où viennent leurs pierres et ont



**Figure 3 :** La francophonie bien représentée au ministère des mines, de gauche à droite Alisson, Chloé, Adrien, Nora et Édouard.

*Figure 3: The French-speaking world is well represented at the Ministry of Mines, from left to right Alisson, Chloé, Adrien, Nora and Édouard.*

également l'opportunité de connaître ceux qui les ont extraites ainsi que le travail acharné nécessaire pour cela.

J'ai eu le privilège d'être avec un groupe incroyable de gemmologues venant de régions différentes du monde, nous avons pu partager la même passion pour les pierres précieuses.

### Hector Yaiche

Les éléphants majestueux nous rappellent la nature environnante, nous sommes au Kenya à la frontière séparant les deux parcs nationaux de Tsavo, celui de l'est et celui de l'ouest.

Cette fois, je ne me déplace pas rustiquement en motocross ou en mini van à travers l'Afrique de l'Est, mais en 4X4 spécialement conçu pour les safaris avec une équipe de francophones venus des quatre coins du monde pour venir découvrir la réalité du terrain, comprendre les moyens mis en œuvre pour sortir les merveilleuses gemmes de la région.

Le grenat est à l'honneur, qu'il soit le grossulaire au vert éclatant portant le nom de tsavorite, éponyme

du parc, ou le grenat à changement de couleur. Les tourmalines jaunes et vertes ne sont pas à négliger et les gisements jamais loin. Les rubis gemmes incontournables ont fait la réputation de la fameuse "John Saul mine".

C'est un périple qui nous attend, nous allons découvrir des gisements primaires, où nous nous aventurerons dans les dédales à l'intérieur même de cette terre kenyane à plusieurs centaines de mètres en profondeur, mettant en lumière une grande variété de moyens d'exploitation dans les recoins encore peu explorés de cette planète.

Nous travaillerons main dans la main avec le ministère des mines de la région, qui nous fournira un géologue aguerri, maître de sa région. Celui-ci nous dévoilera les mystères si bien gardés de ces indicateurs minéralogiques guidant le mineur vers la tant attendue "pocket" remplie de gemmes de haute valeur économique.

Le ministère mettra à notre disposition des locaux pour pouvoir faire des achats en toute légalité et sécurité ; ainsi tout le monde se formera au négoce



Figure 4 : La galerie (*shaft*) de la mine de tsavorite Classic One.

Figure 4: The Classic One tsavorite mine shaft.

des gemmes et certains tenterons de rentabiliser leur voyage avec des belles trouvailles (figure 3).

L'aventure, c'est avant tout des rencontres, ce contact avec les mineurs, les histoires extraordinaires des propriétaires, la vie de groupe qui transforme des inconnues en camarades. Merci à Michael Ludovick Mambo notre conducteur, merci à Philip Mwambi notre contact local, merci à toute l'équipe qui a toujours su relever les défis avec mention spéciale à ma partenaire Nora Saul pour l'organisation de cette expédition magique dont la prochaine édition aura lieu en août 2025.

**Adrien Trivier**

Cette première découverte de l'Afrique de l'Est a été pour moi une agréable surprise. Je ne m'attendais pas à trouver le Kenya aussi moderne et dynamique et particulièrement un pays où toute la population parle un anglais impeccable.

Nous avons exploré de nombreuses mines primaires avec des typologies différentes tout autour du parc Tsavo en passant d'une exploitation artisanale à une mine quasi-industrielle avec des galeries s'enfonçant à des centaines de mètres sous terre. Nous avons ainsi pris conscience de la tâche épuisante des mineurs qui consiste à creuser et évacuer la roche le long du précieux filon afin de découvrir éventuellement de jolis cristaux verts de Tsavorite.

Un grand merci Hector et Nora, ce fut un splendide voyage.

### **Alisson Lemaire**

La gemmologie m'a toujours fascinée, non seulement pour la beauté des pierres, mais aussi pour les histoires et le savoir-faire qu'elles portent en elles. Bien que mon parcours m'ait menée vers le volet humain des organisations, ces voyages me ramènent toujours à l'essentiel : la rencontre avec ceux qui extraient ces trésors de la terre.

Ce que j'ai constaté sur le terrain, c'est un véritable paradoxe : une richesse naturelle exceptionnelle, mais une industrie qui peine à se structurer pour en tirer pleinement profit. Le Kenya possède des gisements prometteurs, mais l'exploration et l'exploitation sont encore freinées par un manque de financement, d'expertise technique et de soutien gouvernemental.

L'un des aspects les plus marquants de cette exploration a été la dimension humaine. Les mineurs et artisans kenyans sont accessibles, curieux et motivés pour faire connaître leurs pierres. Contrairement aux grandes industries où l'extraction est impersonnelle, ici les acteurs locaux cherchent un lien direct avec ceux qui valorisent leur travail. C'est là que ce type d'exploration prend tout son



**Figure 5 :** Nodule de tsavorite (*ditcho*) exploité dans les gisements primaires.

*Figure 5: Tsavorite (ditcho) nodule mined in primary deposits.*

sens. En tant que gemmologues, passionnés ou professionnels, nous avons un rôle à jouer pour mettre en lumière ces pierres, encourager des pratiques plus équitables et soutenir un accès plus direct aux marchés.

Chaque gemme a une histoire. Derrière elle, un territoire, une culture et une communauté qui méritent d'en tirer une vraie richesse. En s'intéressant aux origines des pierres que nous choisissons, nous contribuons à un commerce plus juste et plus transparent.

Et moi, dans cette aventure, je me plais à être une ambassadrice à ma façon.

### Élise Chemla

Cette expédition dans les mines de gemmes au Kenya a été ma première aventure ! Nous avons eu la chance de descendre dans les galeries et de découvrir de près les poches de gemmes et les roches-mères dans lesquelles elles se forment.

C'était une expérience exceptionnelle de voir ces gemmes dans leur environnement naturel. J'ai mieux compris le processus géologique derrière leur formation, il n'y a rien de mieux que d'être sur le terrain pour constater directement !

Cette immersion m'a permis d'apprécier encore plus

le lien entre la terre et les gemmes, et a renforcé ma passion pour la gemmologie et le terrain. Le contact avec les mineurs était aussi très intéressant, c'est quelque chose qui n'est pas visible lorsqu'on étudie la gemmologie uniquement en laboratoire mais c'est un maillon essentiel de la chaîne d'extraction des gemmes.

Sans oublier, bien sûr, les membres du groupe et les deux organisateurs, Nora et Hector, qui ont fait de ce voyage un moment rempli de bonne humeur et de rigolade !

### Édouard Peray

Cette aventure au Kenya fut une superbe découverte ! C'était une première pour moi sur de nombreux aspects : mes premières expéditions et visites de mines en équipe, mais également mon premier voyage dans cette partie de l'Afrique.

J'ai pris énormément de plaisir à découvrir les populations et les ambiances du pays, où nous sommes passés d'une capitale gigantesque et dynamique à une brousse sauvage où la nature et les animaux sont respectés et protégés.

J'ai eu la chance de participer à ce projet en me proposant comme aide-caméraman auprès d'Hector. J'avais également comme objectifs d'en apprendre

davantage sur les gemmes locales et leurs conditions d'extractions, mais aussi mais aussi d'observer et acheter des bruts que je pourrai tailler par la suite. Passionné par la minéralogie et la géologie, j'étais sûr d'en prendre plein les yeux !

La visite de ces mines m'a permis de prendre en considération les différentes organisations possibles autour d'une extraction. Chaque contexte était singulier, avec des techniques et des conditions de travail variées. Les mines ne se ressemblaient presque jamais selon leur localisation ainsi que la manière dont elles avaient été creusées.

L'exploration des galeries nous offrait beaucoup d'informations sur chaque endroit. Mais les personnes présentes ont été également une source importante de renseignements. J'ai adoré observer les traces et strates issues du métamorphisme et je garde de magnifiques images en tête de ses motifs en bandes témoignant des formations rocheuses de jadis. Ce fut aussi un plaisir d'en apprendre plus sur les indices minéralogiques à considérer comme indicateurs d'une potentielle présence de gemme.

Nous avons fait de très bonnes rencontres partout, même à 250 mètres de profondeur. J'ai été surpris de voir comme il était facile de discuter et de partager avec des gens tout le temps souriants.

Notre passage au ministère des mines pour l'achat de gemmes fut un sacré challenge. Si j'étais habitué à observer et manipuler des spécimens bruts, je découvrais ici le marché lié aux gemmes dédiées à la taille. La sélection et le négoce des pièces ont duré toute une journée d'une manière intense, bien



**Figure 6 :** Notre groupe au fond de la mine (*Manta* en swahili).

**Figure 6:** Our group at the bottom of the mine (*Manta* in swahili).

que très instructive ! Malgré tout, je suis parvenu à mettre la main sur de belles gemmes, et j'ai hâte de les travailler !

Je suis rentré en France avec d'excellents souvenirs, de nouvelles amitiés, et des pierres... Que demander de plus ! C'est une belle expédition qui en promet bien d'autres !



# Gemmologie de laboratoire

## SAPHIRS SYNTHÉTIQUES VERNEUIL - initialement quasi-incolores, fissurés par trempe, cicatrisés par traitement au béryllium

Franck Notari<sup>1,2</sup>, Féodor Blumentritt<sup>1</sup>, Yolchanok Srinaka<sup>2</sup>, Natthawut Saenkuntha<sup>2</sup>, Patthamaporn Sukkasem<sup>2</sup>

n° DOI en cours d'acquisition

### Abstract

**FLAME FUSION SYNTHETIC SAPPHIRES, initially near-colorless, quench-crackled, healed by heat treatment and beryllium diffused "QCBD" sapphires.** - Synthetic corundum obtained by melt technique (Verneuil), quench-crackled and then healed by heat treatment are now well described. But Thai burners are very creative and regularly innovate. We now have on the market synthetic flame fusion sapphires, initially colorless or very pale yellow, which are crackled by quenching and healed, but also diffused with beryllium at the same time to create/enhance the yellow hue.

### Résumé

Les corindons synthétiques obtenus par fusion (Verneuil), fissurés par trempe puis cicatrisés par traitement thermique sont aujourd'hui bien décrits. Mais les "burners" thaïlandais (spécialistes du traitement thermique des gemmes) sont très créatifs et innovent régulièrement. Nous avons maintenant sur le marché des saphirs synthétiques Verneuil, initialement incolores ou jaunes très pâles, qui sont fissurés par trempe puis cicatrisés, et dans le même temps, diffusés au béryllium pour créer/accroître la teinte jaune.

<sup>1</sup> GGTL Laboratories Switzerland, 4bis route des Jeunes, 1227 Geneva, Suisse.

<sup>2</sup> AIGS Gemmological Laboratory, 919/539 Silom Rd., Jewelry Trade Center, 10500 Bangkok, Thaïlande.

**Image d'illustration de l'article :** Saphirs jaunes synthétiques QCBD acquis sur le marché de Bangkok en avril 2023.

**Header image:** QCBD synthetic yellow sapphires acquired on the Bangkok market in April 2023.



**Figure 1 :** Saphirs jaunes synthétiques QCBD acquis sur le marché de Bangkok en avril 2023. La masse de l'échantillon rectangle à pans coupés au centre du premier plan est de 8,69 ct. Modification après capture : luminosité, ajustement teinte.

*Figure 1: QCBD synthetic yellow sapphires acquired on the Bangkok market in April 2023. The mass of the modified rectangular sample at the center of the foreground is 8.69 ct. Post-capture modification: brightness, hue adjustment.*

## INTRODUCTION

Depuis quelque temps, plusieurs lots de saphirs synthétiques fracturés par trempe, cicatrisés par traitement thermique et dans le même temps colorés par diffusion de béryllium sont apparus sur le marché de Bangkok (Figure 1). Ces saphirs jaunes facettés, en anglais "*quench-crackled beryllium diffused flame-fusion synthetic sapphires*" (QCBD en acronyme), sont disponibles à l'achat, ayant une masse moyenne allant d'environ 2 à 10 carats.

Ces saphirs synthétiques QCBD ont une teinte plausible de saphir jaune métamorphique (typiquement du Sri Lanka, du Myanmar, etc...), allant d'un jaune peu à moyennement lumineux, légèrement brunâtre à un jaune un peu moins saturé et plus lumineux.

Lorsque ces saphirs jaunes QCBD sont présentés comme des pierres synthétiques traitées, ils sont proposés à la vente à un prix allant de 80 à 100 THB (baths thaïlandais) par carat, soit d'environ 2 à 3 dollars US par carat (en novembre 2024). Cela donne une idée à la fois du faible coût de production et de traitement par diffusion de béryllium. Cependant, ils sont quelquefois mélangés à des lots de pierres naturelles, à des prix bien plus élevés (soit 80-200 USD/ct). Ces mélanges adviennent parfois chez des négociants qui, ignorant leur nature, pensent qu'il s'agit de saphirs jaunes naturels qui ont été simplement chauffés.

Les auteurs ont pu se procurer une dizaine d'échantillons (achetés comme QCBD) pour décrire et caractériser plus en détail cette production quelque peu "exotique" de saphirs jaunes synthétiques.

## MATÉRIAUX ET MÉTHODES

Pour cette étude, 12 saphirs jaunes QCBD de la collection de la SGDF (Swiss Gemmological Data Foundation) ont été étudiés de manière approfondie (Tableau 1).

Pour comparer certaines données, notamment chimiques et de spectrométrie UV-Vis-NIR, deux autres échantillons de saphir synthétique (incolore et jaune) ont été intégrés dans cette étude. Un dernier échantillon de saphir jaune naturel, métamorphique, diffusé au béryllium, sert de référence pour apprécier les teneurs en béryllium mesurées par LIBS.

Les analyses chimiques par fluorescence de rayons X à dispersion d'énergie (EDXRF en anglais) ont été réalisées sur un système ThermoFisher Scientific ARL Quant'X, équipé d'un tube à rayons X avec anticathode de rhodium pour l'excitation et un détecteur à dérive en silicium de 1000 µm d'épaisseur et refroidi par effet Peltier ( $\Delta$  de  $\approx 120$  °C). Les spectres ont été acquis en rotation sous vide partiel pendant 600 secondes avec une tension de 35 keV.

La détection formelle du béryllium par spectrométrie d'émission atomique de plasma induit par laser (LIBS en anglais) a été effectuée

IDENTIFICATION	FORMES / TAILLES	RÉFÉRENCES	MASSES (CT)	DIMENSIONS (MM)
Saphir jaune QCBD	Ovale facetté	SGDF-16222a	3,55	9,83 x 7,88 x 5,20
		SGDF-16222b	3,81	9,85 x 8,10 x 5,95
		SGDF-16222c	4,64	11,08 x 8,97 x 5,47
		SGDF-17257b	6,34	11,38 x 9,44 x 6,45
		SGDF-17257c	5,95	11,22 x 9,60 x 6,24
		SGDF-18686	4,96	11,65 x 9,19 x 5,12
		SGDF-18687	5,48	11,47 x 9,11 x 5,94
		SGDF-18688	4,96	11,88 x 9,04 x 5,27
	Facetté rectangle à pans coupés	SGDF-18689	6,72	11,65 x 8,36 x 6,37
		SGDF-18690	5,96	10,96 x 8,69 x 5,52
SGDF-17257a		8,69	11,73 x 10,21 x 6,49	
Saphir jaune synthétique (Verneuil)	Demi-bouteille taillée en lame à faces parallèles, polie	SGDF-11786	13,96	27,73 x 15,56 x 5,75
	Facetté rectangle	SGDF-4221	2,99	9,15 x 7,17 x 4,45
Saphir jaune naturel diffusé au béryllium	Ovale, facetté	GF23091190	6,02	10,80 x 9,46 x 6,60

**Tableau 1 :** Liste des échantillons analysés lors cette étude.

*Table 1: List of samples analyzed for this study.*

avec un système Applied Photonics, modèle LIBSCAN-225-10 équipé d'un laser Litron Nano LG 225-10 configuré à 266 nm de puissance 20 mJ à environ 10 Hz. Les spectres sont acquis sous atmosphère d'argon par un tir laser d'une énergie de 10 mJ à une fréquence de 5 Hz. Le signal du béryllium apparaît comme un pic unique, mais il s'agit en fait d'un doublet (313,04 & 313,1 nm). La résolution du doublet dépend non seulement du spectromètre, mais aussi de l'intensité du pic, donc de la teneur en béryllium pour une matrice donnée.

Les spectres d'absorption ultraviolet-visible-proche infrarouge (UV-Vis-NIR en anglais) ont été collectés avec un spectromètre à quatre canaux asservis, modèle UVN-XeH-4CCh conçu par GGTL Laboratories. Les détecteurs sont des barrettes CCD linéaires de 2048 pixels, maintenues à 5 °C par effet Peltier. Le système permet d'analyser des pierres d'un diamètre allant de  $\approx 1,1$  à 60 mm, à une résolution moyenne de  $\approx 0,35$  nm dans une plage spectrale de 234 à 1055 nm. Pour les mesures, les échantillons sont placés dans une sphère intégratrice et exposés simultanément à des sources xénon et halogène (UV à PIR) avec ici des temps d'intégration moyens de 300 à 1000 ms. Les spectres non polarisés sont enregistrés avec une accumulation de 500 scans.

Afin de tenter une description plus précise des spectres d'absorption, ces derniers ont été décomposés par la méthode des moindres carrés. Les spectres sont d'abord transposés sur une échelle linéaire en énergie (eV) avant d'ajouter un nombre minimal de contributions gaussiennes permettant de simuler le spectre. La solution retenue est celle applicable sur l'ensemble des spectres avec uniquement modification de l'intensité des contributions. Leurs largeurs à mi-hauteur et leurs positions respectives sont fixes. Les spectres décomposés sont ensuite transposés sur une échelle en nm pour faciliter la comparaison avec les autres figures.

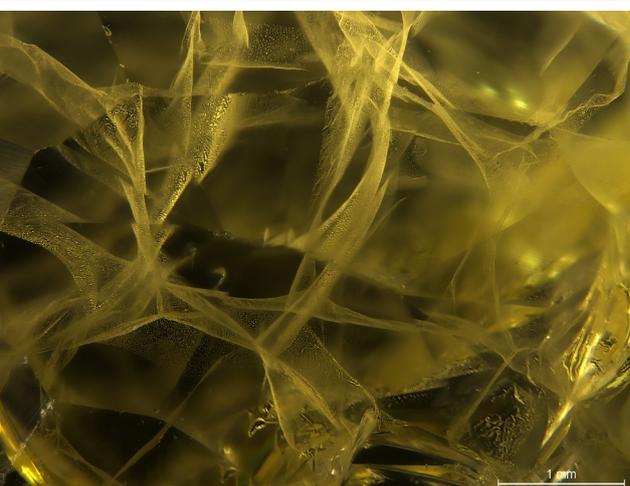
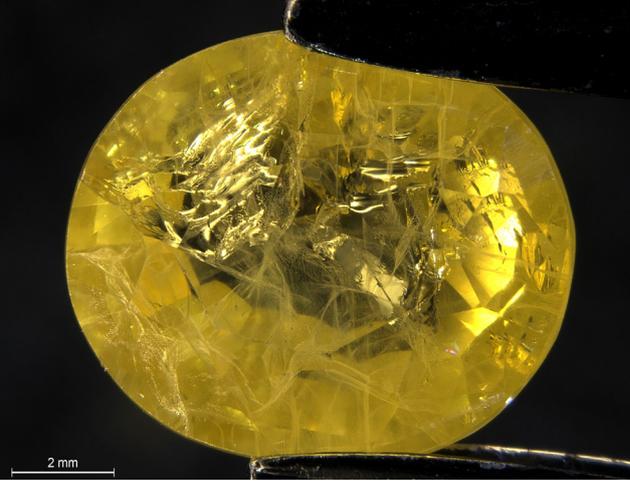
Les analyses en spectrométrie infrarouge à transformée de Fourier ont été effectuées avec un spectromètre Thermo Fisher Scientific, modèle iS50, équipé d'une source tungstène-halogène, d'un détecteur La-DTGS-XT-KBr ( $12500-350\text{ cm}^{-1}$ ), d'une séparatrice XT-KBr. La résolution est fixée à  $4\text{ cm}^{-1}$  et chaque spectre est une accumulation de 200 scans de 1s. L'accessoire employé est un Spectratech Collector II destiné à la réflectance diffuse, modifié pour la transmittance.

Les analyses en luminescence UV (spectres et imagerie) de ces échantillons ont été réalisées avec un système D-TECT V1.9 de GGTL Laboratories équipé d'une source UV LED focalisée de 3W ( $0,8\text{ W/mm}^2$  au point focal) d'une longueur d'onde nominale de 365 nm (FWHM  $< 10\text{ nm}$ ), d'un spectromètre modèle GEM10 monocanal, d'une résolution de  $\approx 1,3\text{ nm}$  dans une plage spectrale 310-1100 nm, dont le détecteur est une barrette CCD linéaire de 2048 pixels, maintenue à 5 °C par effet Peltier.

Les photos ont été retravaillées pour être les plus fidèles possible en rendu de couleur. Ceci inclut des ajustements de luminosité et des corrections de teintes.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

L'observation microscopique de ces saphirs jaunes (Figure 2) à faible et moyen grossissement, montre des fractures flexueuses pas, partiellement ou complètement cicatrisées avec présence de matières vitrifiées. Les auteurs ne fournissent pas de preuve de présence de cette matière, qui est peut être cristallisée avec une apparence vitrifiée. Combiné à l'absence d'inclusions minérales ou fluides, ces saphirs jaunes possèdent les caractéristiques typiques des corindons synthétiques fissurés par trempe et cicatrisés (*Quench-crackled* ; Koivula, 1983).



La couleur jaune des corindons peut avoir diverses causes incluant des éléments chromogènes comme le fer (voir par ex. Lehmann & Harder, 1970 ; Nikolskaya *et al.*, 1978), des centres colorés naturels ou induits artificiellement par des rayonnements ionisants (Schmetzer *et al.*, 1983 ; Nassau & Valente, 1987) ou des centres colorés induits par la diffusion d'éléments légers comme le béryllium (Emmett *et al.*, 2003, ; Dubinsky *et al.*, 2020). Cependant, la grande majorité des saphirs jaunes synthétiques Verneuil sont colorés par un dopage au nickel ( $\text{Ni}^{3+}$ ) et plus rarement au fer ( $\text{Fe}^{3+}$ , Emmett *et al.*, 2023).

Les analyses chimiques effectuées sur les saphirs jaunes QCBD et sur les deux saphirs synthétiques Verneuil (jaune et incolore) montrent des teneurs relativement faibles en éléments extrinsèques comparativement à des saphirs jaunes naturels. Ces faibles teneurs sont difficilement quantifiables par EDXRF, c'est pourquoi la discussion se basera sur une analyse essentiellement qualitative. Les spectres de fluorescence X des quatre saphirs synthétiques présentés en Figure 3 sont normalisés par rapport au pic de l'aluminium ( $\text{Al}$ ,  $\text{K}\alpha$  à 1,48 keV).

On note la présence dans tous les échantillons d'un faible signal de calcium ( $\text{Ca}$ ,  $\text{K}\alpha$  à 3,69 keV), possiblement due à une pollution lors du processus d'analyse. Les quatre saphirs synthétiques montrent les pics de fluorescence du nickel ( $\text{Ni}$ ,  $\text{K}\alpha$  à 7,47 keV) et dans une moindre mesure du fer ( $\text{Fe}$ ,  $\text{K}\alpha$  à 6,40 keV). Le fer est connu pour participer à la coloration jaune des corindons naturels.

**Figure 2 :** Micrographies des échantillons de la série SGDF-16222, montrant les fractures cicatrisées de morphologie typique des corindons synthétiques "quench-crackled". On notera que certaines fractures importantes ne sont pas (ou partiellement) cicatrisées. Micrographies a), b) et d), SGDF-16222a et c) SGDF-16222b.

**Figure 2 :** Micrographs of two samples from the SGDF-16222 series, showing healed fractures with a morphology typical of quench-crackled synthetic corundum. Note that some large cracks are not (or partially) healed. Micrographs a), b) et d), SGDF-16222a et c) SGDF-16222b.

Le nickel peut également être présent dans des saphirs jaunes naturels (dans des concentrations comprises entre 1 et 15 ppma, Emmett *et al.*, 2023) mais ne participe visiblement pas à la coloration.

Un seul échantillon de saphir jaune synthétique QCBD présente les pics du gallium (Ga, K $\alpha$  à 9,25 keV). La présence de cet élément, détecté en principe uniquement dans les saphirs naturels, est probablement inhérente à l'utilisation de poudre d'alumine contaminée lors de la fabrication des boules Verneuil. L'hypothèse d'une pollution du fondant utilisé pour la diffusion du béryllium est également possible.

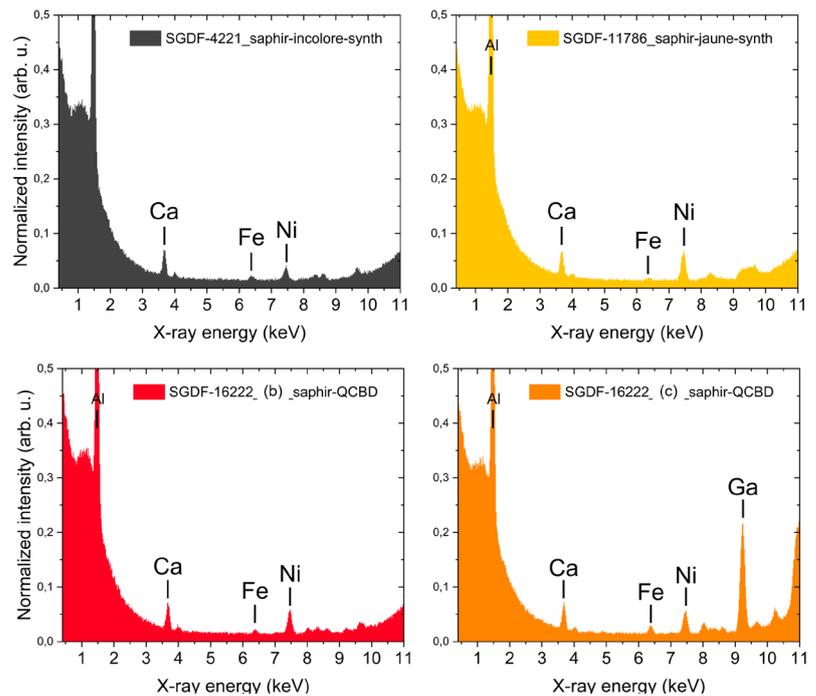
Une hypothèse similaire a été émise pour des saphirs synthétiques diffusés au titane et dans lesquels des teneurs relativement importantes de gallium ont été mesurées en surface (Pisutha-Arnond *et al.*, 2019).

L'analyse semi-quantitative de l'échantillon de saphir synthétique jaune évalue la teneur en nickel à environ 4 ppm ( $\pm 0,2$ ). La limite de détection (LOD) de cet élément étant de 2 ppm dans une matrice d'oxyde, la concentration mesurée de 4 ppm ne dépasse pas la limite de quantification (LOQ) à 6 ppm (LOQ = 3 x LOD). Il faut donc considérer cette valeur de 4 ppm avec précaution.

Cependant, en tenant compte de l'intensité relative du pic du nickel des différents échantillons (Figure 4), on peut raisonnablement estimer que les concentrations en nickel sont inférieures ou égales à 4 ppm dans les trois autres échantillons, l'échantillon dans lequel le nickel apparaît le moins concentré étant le saphir synthétique incolore. Des concentrations de nickel dans des saphirs synthétiques Verneuil et Czochralski ont déjà été mesurées avec des concentrations relativement

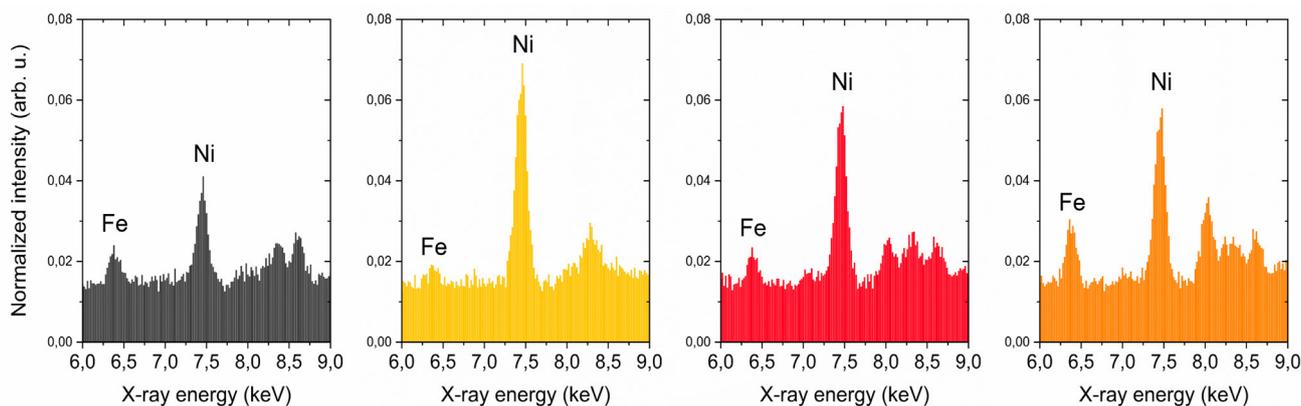
similaires (entre 1,6 et 8,0 ppma ; Emmett *et al.*, 2023).

La concentration en fer est sous la limite de quantification de 2 ppm dans une matrice d'oxyde. Ceci pourrait peut-être ne pas exclure une faible influence du fer sur la teinte. Il est donc possible que le matériau de départ soit déjà coloré par le fer et le nickel avant la diffusion au béryllium. Cependant, il faut garder à l'esprit que la couleur du nickel



**Figure 3 :** Spectres EDXRF normalisés par rapport au pic de l'aluminium des échantillons de saphir synthétique Verneuil incolore (SGDF-4221, en noir), de saphir synthétique Verneuil jaune (SGDF-11786, en jaune), de saphirs synthétiques jaunes QCBD (SGDF-16222 b et c, en rouge et orange respectivement). Les spectres ont été acquis pendant 600 secondes avec une tension de 35 keV.

**Figure 3:** EDXRF spectra normalized to the aluminum signal of samples of colorless flame fusion synthetic sapphire (SGDF-4221, in black), yellow flame fusion synthetic sapphire (SGDF-11786, in yellow) and yellow QCBD synthetic sapphires (SGDF-16222b and c, in red and orange respectively). Spectra were acquired for 600 seconds at a voltage of 35 keV.



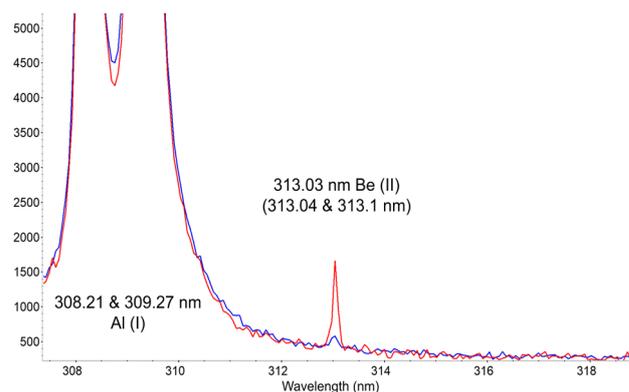
**Figure 4 :** Détail des spectres EDXRF normalisés et à échelle commune des échantillons de saphir synthétique Verneuil incolore (SGDF-4221, en noir), de saphir synthétique Verneuil jaune (SGDF-11786, en jaune), de saphirs synthétiques jaunes QCBD (SGDF-16222b et c, en rouge et orange respectivement). Les spectres ont été acquis pendant 600 secondes avec une tension de 35 keV.

*Figure 4: Detail of normalized EDXRF spectra of samples of colorless flame fusion synthetic sapphire (SGDF-4221, in black), yellow flame fusion synthetic sapphire (SGDF-11786, in yellow) and yellow QCBD synthetic sapphires (SGDF-16222b and c, in red and orange respectively). Spectra were acquired for 600 seconds at a voltage of 35 keV.*

n'est due qu'à la présence de  $\text{Ni}^{3+}$  puisque les ions  $\text{Ni}^+$  et  $\text{Ni}^{2+}$  n'induiraient pas de coloration jaune dans le corindon (voir discussion sur les spectres d'absorption ci-dessus).

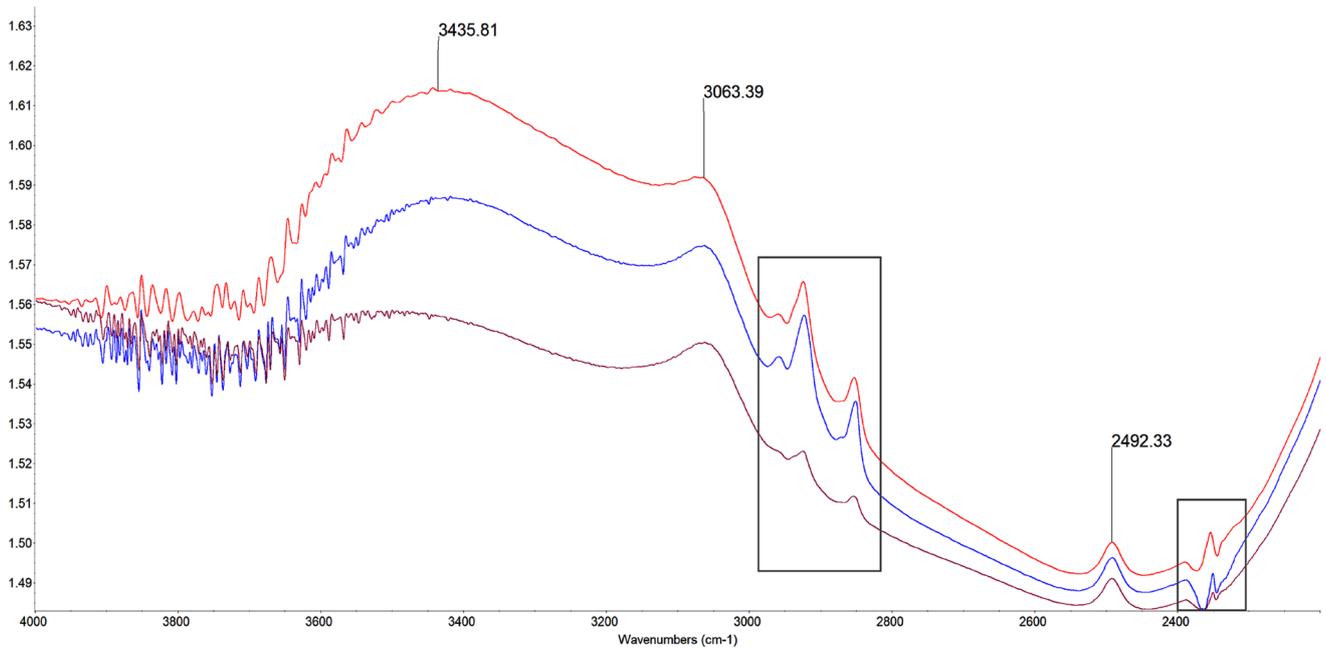
Pour compléter ces analyses chimiques et mettre en évidence la présence éventuelle de béryllium, des spectres LIBS ont été réalisés sur ces saphirs jaunes QCBD. Un spectre LIBS (Figure 5), sur un échantillon de la série SGDF-16222, montre la bande d'émission du béryllium à 313,01 nm. Cette bande d'émission du béryllium est plus intense que celle observée habituellement dans les corindons naturels diffusés au béryllium.

Des corindons naturels diffusés au béryllium et ayant une teinte et une saturation équivalente présentent typiquement un pic trois à quatre fois moins intense (même instrument et mêmes conditions d'acquisition). Cette bande est très rarement présente dans les spectres LIBS de saphirs jaunes non diffusés au béryllium.



**Figure 5 :** Spectres LIBS, à échelle commune, FWHM  $\approx 0,06$  nm dans la zone. À 313,03 nm : spectre rouge, pic du béryllium de l'échantillon SGDF-16222a (saphir synthétique Verneuil, fissuré par trempe et diffusé au Be) ; spectre bleu, pic du béryllium dans un saphir métamorphique naturel, jaune foncé, diffusé au Be.

*Figure 5: LIBS spectra, common scale, FWHM  $\approx 0.06$  nm in the area. At 313.03 nm: red spectrum, peak of beryllium in sample SGDF-16222a (flame fusion synthetic sapphire, quench-crackled and Be-diffused); blue spectrum, beryllium peak in a natural metamorphic sapphire, deep yellow, Be-diffused.*



**Figure 6 :** Spectres infrarouge non polarisés de trois échantillons de la série SGDF-16222, montrant deux (1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> ordres) des cinq absorptions typiques du centre attribué empiriquement à la présence de béryllium ( $\text{Be}^{2+}$ ) à 3063 et 2492  $\text{cm}^{-1}$ . En encadrés, à droite : artefacts du  $\text{CO}_2$  atmosphérique ; à gauche : trois absorptions de liaisons C-H des corps gras.

**Figure 6:** Unpolarized infrared spectra of three samples from the SGDF-16222 series, showing two (1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> orders) of the five typical absorptions of the center empirically attributed to the presence of beryllium ( $\text{Be}^{2+}$ ) at 3063 and 2492  $\text{cm}^{-1}$ . Insets, right: artefacts of atmospheric  $\text{CO}_2$ ; left: three absorptions of C-H bonds in fatty substances.

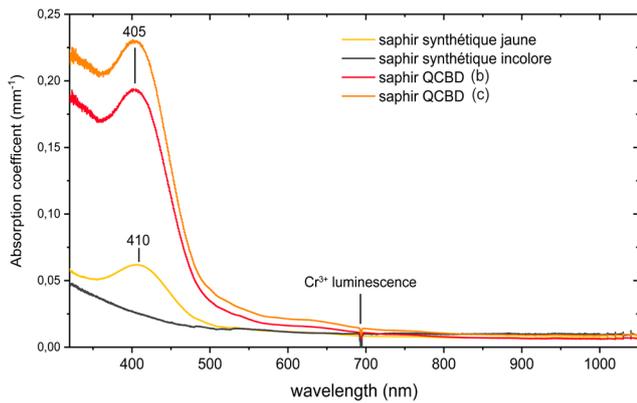
Les spectres infrarouge (Figure 6) corroborent les analyses LIBS avec la présence de deux bandes d'absorption dont une principale large, ici à  $\approx 3063 \text{ cm}^{-1}$ , associées empiriquement à des liaisons induites par la diffusion au béryllium. Leur attribution formelle est encore discutable. Il a été proposé qu'elles soient associées à un centre à trou du  $\text{Be}^{2+}$  en substitution dans des sites de l' $\text{Al}^{3+}$ , et probablement lié à un dipôle O-H en compensation de charge (Volynets *et al.*, 1972 ; Balmer & Krzemnicki, 2015 ; Jollands & Balan, 2022). La seconde absorption, ici à 2492  $\text{cm}^{-1}$ , est également bien développée. Il a été suggéré dans la littérature que le centre à trou attribué au  $\text{Be}^{2+}$  comporte au moins cinq bandes. Ces bandes ont été extrapolées à partir de la décomposition de spectres polarisés et par ordre de nombres d'onde décroissants à environ 3140, 3082, 3058, 2523 et 2491  $\text{cm}^{-1}$  (Jollands & Balan, 2022, Jollands *et*

*al.*, 2023). À noter qu'en spectrométrie infrarouge la présence d'une ou plusieurs de ces bandes d'absorption indique que le corindon est diffusé au béryllium, mais l'absence de cette/ces bandes n'indique pas qu'il n'est pas diffusé.

Nous observons également la présence d'une bande large dans la région des O-H, dont le maximum apparent semble varier entre 3434 et 3440  $\text{cm}^{-1}$  (FWHM  $\approx 360 \text{ cm}^{-1}$ ), déjà observée mais, à notre connaissance, non documentée. Cette bande large est souvent rencontrée dans des corindons naturels de contexte magmatique chauffés et non chauffés (résultats non publiés du GGTL Laboratories Switzerland).

Les spectres UV-Vis-NIR d'absorption normalisés (Figure 7) sont intéressants à mettre en regard des analyses chimiques. D'abord pour le saphir

<sup>1</sup> Une corrélation systématique entre la détection du traitement au béryllium par LIBS et la présence de ces bandes en FTIR a été remarquée sur des centaines de pierres de centre à l'AIGS, Bangkok.



**Figure 7 :** Spectres d'absorption de quatre saphirs synthétiques dont un incolore (spectre gris, SGDF-4221), un jaune (spectre jaune, SGDF-11786) et deux jaunes QCBD (spectres orange et rouge, SGDF-16222b et c). Il y a absorption totale en dessous de 320 nm.

**Figure 7:** Absorption spectra of four synthetic sapphires: one colorless (grey trace, SGDF-4221), one yellow (yellow trace, SGDF-11786) and two yellow QCBDs (orange and red traces, SGDF-16222b and c). There is total absorption below 320 nm.

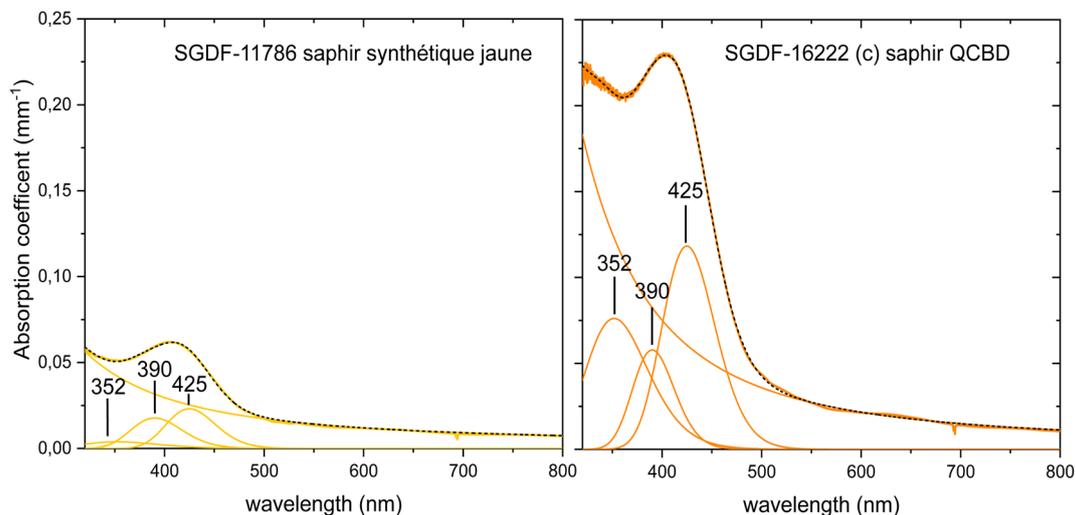
synthétique Verneuil incolore (courbe noire), la faible quantité de Ni détectée n'a visiblement aucune influence sur le spectre d'absorption qui n'est constitué que d'un continuum d'absorption peu intense vers l'UV. L'apparente contradiction entre la présence de nickel et l'absence de couleur peut être expliquée par la présence de Ni<sup>+</sup> ou de Ni<sup>2+</sup> (et non de Ni<sup>3+</sup>) dans la structure corindon (Thomas *et al.*, 1997 ; Emmett *et al.*, 2023), deux degrés d'oxydation qui ne donneraient pas lieu à une absorption induisant une teinte jaune. Ces deux degrés d'oxydation Ni<sup>+</sup> et Ni<sup>2+</sup> nécessiteraient cependant une compensation de charge par d'autres ions (non identifiés).

Dans le saphir synthétique Verneuil jaune (courbe jaune), la présence de nickel (Ni<sup>3+</sup>, environ 4 ppm) engendre une bande d'absorption avec un maximum apparent à environ 410 nm, en cohérence avec la littérature (McClure, 1962). On note aussi une légère augmentation du continuum d'absorption dans l'UV par rapport au saphir Verneuil incolore. Les deux saphirs synthétiques jaunes QCBD

(courbes orange et rouge) présentent, autour de 400 nm, une absorption 3 à 4 fois plus grande que dans le saphir synthétique Verneuil jaune. Tenant compte des spectres EDXRF, cette absorption ne peut être expliquée uniquement par la quantité de nickel, quasi-identique à celle du saphir jaune Verneuil. Les spectres de ces deux saphirs jaunes QCBD sont dominés par une bande d'absorption ayant un maximum apparent à environ 405 nm. En comparaison avec le maximum apparent à environ 410 nm du saphir jaune Verneuil, cette position à environ 405 nm suggère la présence de deux centres colorés différents ou au moins deux contributions sous cette bande large. Le changement de maximum apparent de cette bande d'absorption s'accompagne également d'une augmentation importante du continuum d'absorption.

Enfin, on observe dans ces quatre échantillons (Figure 7) deux bandes de luminescence à 691,91 (R2) et 693,32 (R1) nm attribuables à des impuretés de chrome trivalent en coordination octaédrique (Kushida, 1972; Lapraz, 1991). Cet élément n'a pas été détecté par EDXRF, l'analyse en luminescence ayant généralement un seuil de détection dans une matrice d'oxydes inférieur à 5 ppm pour notre appareil. Pour tenter de mieux comprendre l'origine de la coloration jaune de ces saphirs QCBD, une décomposition des spectres d'absorption du saphir Verneuil jaune et d'un saphir jaune QCBD est proposée en Figure 8. Cette décomposition spectrale résulte de l'ajout progressif d'un nombre minimum de contributions gaussiennes permettant d'expliquer les deux spectres uniquement par modification des intensités respectives de ces contributions.

Une solution permettant d'expliquer les deux spectres de manière cohérente inclut un continuum d'absorption vers l'UV et 3 contributions avec des maxima à respectivement 352, 390 et 425 nm. Sans prétendre pouvoir attribuer ces contributions de façon certaine, leur nombre peut être relié aux origines possibles de la couleur dans ces échantillons : Ni<sup>3+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, h<sup>+</sup>-Fe<sup>3+</sup> et le centre induit par le Be<sup>2+</sup> (Dubinsky *et al.*, 2020 ; Limsuwan, 2008).



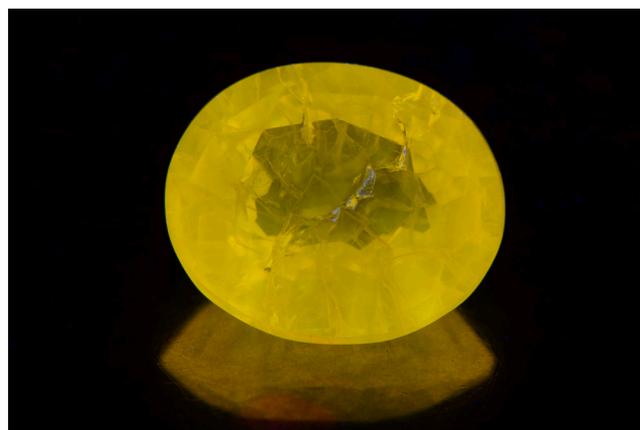
**Figure 8 :** Décomposition en bandes (gaussiennes) des spectres d'absorption du saphir synthétique jaune coloré par du nickel (à gauche, SGDF-11786) et d'un saphir synthétique jaune QCBD (à droite, SGDF-16222c), présentée ici en nm, mais effectuée en énergie (eV). Ces décompositions sont calculées avec un nombre minimum de contributions gaussiennes jusqu'à convergence des décompositions d'un spectre à l'autre. Seules les intensités des 4 contributions gaussiennes sont ici modifiées (58 nm [21,38 eV], 352 nm [3,52 eV], 390 nm [3,18 eV] et 425 nm [2,91 eV]).

**Figure 8:** Decomposed (with gaussian contributions) of absorption spectra of yellow synthetic sapphire colored by nickel (left, SGDF-11786) and a yellow QCBD synthetic sapphire (right, SGDF-16222c), presented here in nm, but processed in energy (eV). These decompositions are calculated with a minimum number of Gaussian contributions until the decompositions converge from one spectrum to the next. Only the intensities of the 4 Gaussian contributions are modified here (58 nm [21.38 eV], 352 nm [3.52 eV], 390 nm [3.18 eV] et 425 nm [2.91 eV]).

Partant de ce constat, la différence d'absorption et l'augmentation d'intensité des trois contributions pourraient s'expliquer par (1) l'ajout de centres colorés liés au béryllium et (2) par les conditions appliquées lors de la diffusion. Ce traitement est réalisé dans les conditions oxydantes (Emmett *et al.*, 2003) ayant pour effet d'oxyder le fer et le nickel vers leur état d'oxydation le plus haut dans le corindon ( $\text{Fe}^{3+}$  et  $\text{Ni}^{3+}$ ), augmentant ainsi leurs absorptions respectives (Emmett *et al.*, 2023). Ces spéculations nécessitent cependant une plus vaste étude pour aboutir à une attribution justifiée des bandes d'absorption. Notons néanmoins qu'un transfert de charge entre les électrons de valence de la structure corindon et  $\text{Ni}^{3+}$  a été déterminé à 3,16 eV soit 392 nm (Tippins, 1970) donc possiblement corrélé à la contribution extrapolée à 390 nm.

Pour aller plus loin, des mesures de luminescence ont été menées sur les échantillons QCBD. Sous excitation aux UV longs (365 nm) d'une lampe à main, une luminescence relativement intense

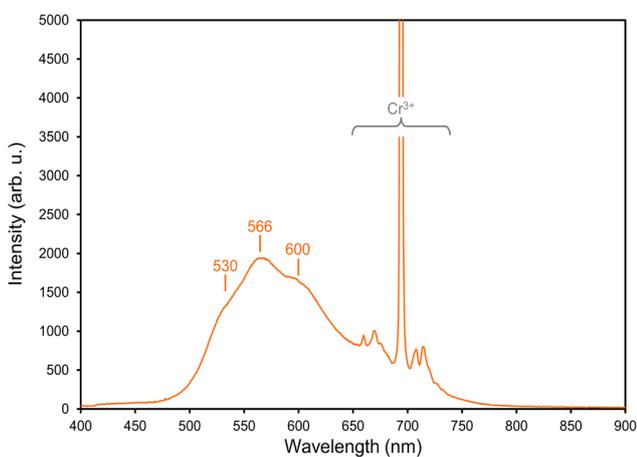
jaune-verdâtre est observée pour l'ensemble des saphirs jaunes QCBD. La teinte de luminescence est présentée en Figure 9 pour un échantillon représentatif.



**Figure 9 :** Luminescence de l'échantillon de saphir jaune QCBD (SGDF-16222c) perçue jaune-verdâtre sous excitation UV longs (365 nm).

**Figure 9:** Luminescence of the QCBD yellow synthetic sapphire (SGDF-16222c) showing a greenish-yellow tint under long-wave ultraviolet (365 nm).

Un spectre d'émission correspondant est présenté en Figure 10. Ce spectre montre la luminescence du  $\text{Cr}^{3+}$  partiellement superposée à une bande d'émission relativement large ayant un maximum apparent à 566 nm et deux épaulements à environ 530 et 600 nm. Cette bande large n'a, à notre connaissance, pas été décrite dans la littérature, y compris pour des échantillons de corindons diffusés au béryllium (Vigier *et al.*, 2021). Un spectre d'excitation n'a pas pu être mesuré pour mieux caractériser cette bande large formée par au moins trois contributions. Les deux autres échantillons de saphir synthétique jaune (SGDF-11786) et incolore (SGDF-4221) ne présentent quant à eux qu'une luminescence du  $\text{Cr}^{3+}$  sous la même excitatrice.



**Figure 10 :** Spectre d'émission d'un échantillon de saphir jaune QCBD (SGDF-16222c) sous excitation ULV (365 nm).

**Figure 10:** Emission spectrum of a yellow, synthetic, QCBD sapphire (SGDF-16222c) under 365 nm excitation.

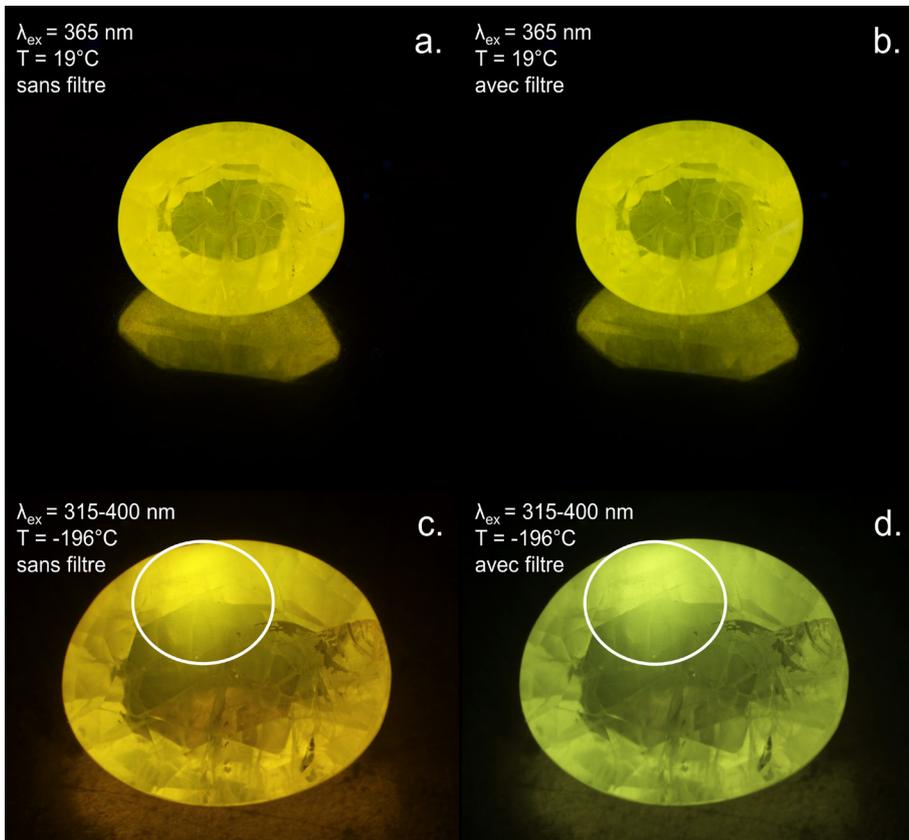
Il eut été utile de pouvoir mesurer la luminescence de ces échantillons avant le traitement par diffusion au béryllium pour savoir si cette bande large en est une conséquence. La modification de la luminescence des corindons après diffusion au béryllium (Notari *et al.*, 2003) est une piste qui a déjà été brièvement explorée au travers d'une étude avant et après traitement au béryllium pour identifier ce traitement (Wanthanachaisaeng *et al.*, 2012, 2013). Les auteurs de cette étude font l'hypothèse que la diffusion

entraînerait potentiellement une modification localisée de la structure corindon par le béryllium. Cela engendrerait l'apparition de bandes de luminescence en surface où, par exemple, le chrome serait dans un environnement  $\text{BeO-Al}_2\text{O}_3$  (par comparaison avec des spectres de luminescence de chrysobéryl).

Cependant, ces auteurs ne mentionnent pas de modification de luminescence entre 500 et 650 nm. Une étude plus poussée avec l'association de spectres d'excitation et des mesures de luminescence résolues en temps pourrait permettre de caractériser cette émission particulière observée dans nos échantillons. Néanmoins, cette luminescence dans le vert a été observée systématiquement (à l'AIGS, Bangkok) dans des saphirs jaunes diffusés au béryllium. Pour faire la distinction avec d'autres luminescences qui donnent un aspect visuel proche de celui observé en Figure 9, un filtre de coupure des rouges peut être utilisé. Avec ce filtre, il est possible de s'affranchir de la luminescence du chrome et de mieux apprécier à l'œil la teinte verte induite par ces bandes avec ces maxima apparents à 530, 566 et 600 nm. Dans la majorité des autres saphirs jaunes (simplement traités thermiquement), la luminescence observée avec le filtre donne une teinte jaune orangée (résultat non publié du GGTL Laboratories). L'observation de la teinte verte avec coupure des rouges est présentée en Figure 11.

En plus de la teinte verte après coupure des rouges, la luminescence observée avec une focalisation de l'excitatrice est visuellement plus intense en surface comme montré en Figures 11c et d dans le cercle blanc. Cette luminescence de surface semble être une caractéristique supplémentaire du traitement au béryllium des saphirs jaunes.

Si cette luminescence verte des saphirs jaunes est associée au traitement au béryllium, à l'instar de la bande à  $3065\text{ cm}^{-1}$  observée en spectroscopie infrarouge, l'absence de cette teinte de luminescence verte ne signifie pas que la pierre n'a pas été diffusée au béryllium. Un faible pourcentage d'individus diffusés ne montre pas cette teinte de luminescence. Un article plus détaillé et étendu sur le sujet est en préparation.



**Figure 11 : a. et b.** Luminescence de l'échantillon SGDF-18688 observée sous excitation UVL (365 nm) à température ambiante et respectivement sans et avec filtre de coupure des rouges pour s'affranchir de la luminescence du chrome. **c. d.** Luminescence du même échantillon (SGDF-18688) à basse température, sous excitation d'une bande large 315-400 nm focalisée sur une zone de l'échantillon cerclée en blanc et respectivement sans et avec filtre de coupure des rouges.

**Figure 11: a. and b.** luminescence of sample SGDF-18688 observed under UVL excitation (365 nm) at room temperature and respectively without and with a red cut filter to eliminate chromium luminescence. **c. d.** Luminescence of the same sample (SGDF-18688) at low temperature, under excitation of a 315-400 nm broadband focused on an area of the sample circled in white and respectively without and with a red cut filter.

## CONCLUSION

Il est remarquable de voir les efforts déployés par les "burners" pour produire des saphirs synthétiques de plus en plus ressemblants aux saphirs jaunes naturels. Cependant, en l'état, ces saphirs synthétiques jaunes QCBD restent relativement faciles à identifier. Mis à part leur aspect général et leur teinte, les inclusions et les autres caractéristiques physico-chimiques sont assez distinctives pour ne pas les confondre avec des saphirs jaunes de contexte métamorphique d'aspect similaire. Un échantillon dans cette étude laisse cependant penser que, de même que pour la diffusion au fer-titane (Pisutha-Arnond *et al.*, 2019), la diffusion au béryllium pourrait éventuellement engendrer la diffusion concomitante de gallium, un élément plus volontiers associé aux corindons naturels. Cette hypothèse devra être vérifiée.

La production de ces saphirs synthétiques jaunes QCBD résulte manifestement de l'utilisation de saphir synthétique Verneuil incolore ou jaune très pâle, fracturé par trempé puis chauffé en

environnement oxydant avec un fondant, en présence de béryllium. Le fondant permet une cicatrisation partielle ou entière des fractures. La température du traitement et la diffusion du béryllium viennent quant à eux modifier ou créer la teinte. Cette teinte induite pourrait être causée par la faible quantité de nickel ( $\text{Ni}^{3+}$ ), de fer ( $\text{Fe}^{3+}$  et  $\text{Fe}^{3+}$  associé à un centre à trou) mais surtout par les centres induits par la diffusion du béryllium (dont probablement un centre  $\text{Be}^{2+}$  associé à un centre à trou).

Au-delà de la simple anecdote, il est intéressant de voir que ces corindons synthétiques subissent de plus en plus d'étapes de traitement pour obtenir des "imitations" les plus ressemblantes possible (à l'œil nu) à des gemmes pas nécessairement très onéreuses.

La version anglaise de cet article est disponible à cette adresse: <https://ggtl-lab.org/en/discover-our-latest-news>. The English version of this article is available at the following address: <https://ggtl-lab.org/en/discover-our-latest-news>

Les données analytiques de cet article sont disponibles

(GGTL Laboratories Switzerland) ainsi que les échantillons (Swiss Gemmological Data Foundation). *Analytical data and studied samples are available (through GGTL Laboratories Switzerland and Swiss Gemmological Data Foundation, respectively).*

Les auteurs déclarent qu'il n'y a pas de conflits d'intérêts associés à cette publication qui leur soient connus. *The authors are not aware of any conflicts of interest associated with this publication of which they are aware.*

## BIBLIOGRAPHIE

- Balmer W. A., & Krzemnicki M. S. (2015)** Be-detection by FTIR on corundum: A preliminary report. In 34th IGC Conference, cpp. 69-71.
- Dubinsky E.V., Stone-Sundberg J., Emmett J.L. (2020)** A quantitative description of the causes of color in corundum. *Gems & Gemology*, 56(1) 1–27, [doi:10.5741/GEMS.56.1.2](https://doi.org/10.5741/GEMS.56.1.2).
- Emmett J.L., Scarratt K., McClure S.F., Moses T., Douthit T.R., Hughes R., Novak S., Shighley J., Wang W., Bordelon O., Kane R.E. (2003)** Beryllium diffusion of ruby and sapphire. *Gems & Gemology*, 39(2) 84–135, [doi:10.5741/GEMS.39.2.84](https://doi.org/10.5741/GEMS.39.2.84).
- Emmett J.L., Atikarnsakul U., Stone-Sundberg J., Sangsawong S. (2023)** Yellow sapphire: natural, heat-treated, beryllium-diffused, and synthetic. *Gems & Gemology*, 59(3) 268–297, [doi:10.5741/gems.59.3.268](https://doi.org/10.5741/gems.59.3.268).
- Jollands M.C., Jin S., Curti M., Guillaumet M., Béneut K., Giura P., Balan E. (2023)** Vibrational properties of OH groups associated with divalent cations in corundum ( $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). *European Journal of Mineralogy*, 35(5) 873–890, [doi:10.5194/ejm-35-873-2023](https://doi.org/10.5194/ejm-35-873-2023).
- Jollands M.C., Balan E. (2022)** Beryllium incorporation in corundum. *Mineralogical Magazine*, 86(5) 758–766, [doi:10.1180/mgm.2022.63](https://doi.org/10.1180/mgm.2022.63).
- Koivula J.L. (1983)** Induced fingerprints. *Gems & Gemology*, 19(4) 220–227, [doi:10.5741/GEMS.19.4.220](https://doi.org/10.5741/GEMS.19.4.220).
- Kushida T., Tanaka Y. (1972)** Direct optical excitation into excited states of Cr<sup>3+</sup> pairs in ruby. *Solid State Communications*, 11(10) 1341–1344, [doi:10.1016/0038-1098\(72\)90539-X](https://doi.org/10.1016/0038-1098(72)90539-X).
- Lapraz D., Iaconi P., Daviller D., Guilhot B. (1991)** Thermally stimulated luminescence and fluorescence of  $\alpha$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Cr<sup>3+</sup> samples (Ruby). Influence of the Cr<sup>3+</sup> concentration. *Physica Status Solidi (a)*, 126(2) 521–531, [doi:10.1002/pssa.2211260224](https://doi.org/10.1002/pssa.2211260224).
- Lehmann G., Harder H. (1970)** Optical spectra of di- and trivalent iron in corundum. *American Mineralogist*, 55(1-2) 98–105.
- Limswan P., Meejoo S., Somdee A., Thamaphat K., Kittiauchawal T., Siripinyanond A., Krzystek J. (2008)** Revelation of causes of colour change in beryllium-treated sapphires. *Chinese Physics Letters*, 25(6) 1976–1979, [doi:10.1088/0256-307X/25/6/015](https://doi.org/10.1088/0256-307X/25/6/015).
- McClure D. S. (1962)** Optical spectra of transition-metal ions in corundum. *The Journal of Chemical Physics*, 36(10), 2757–2779, [doi:10.1063/1.1732364](https://doi.org/10.1063/1.1732364).
- McClure S.F., Smith C.P. (2000)** Gemstone enhancement and detection in the 1990s. *Gems & Gemology*, 36(4) 336–359, [doi:10.5741/GEMS.36.4.336](https://doi.org/10.5741/GEMS.36.4.336).
- Nassau K., Valente G.K. (1987)** The seven types of yellow sapphire and their stability to light. *Gems & Gemology*, 23(4) 222–231, [doi:10.5741/GEMS.23.4.222](https://doi.org/10.5741/GEMS.23.4.222).
- Nikolaskaya L.V., Terekhova V.M., Samoilovich M.I. (1978)** On the origin of natural sapphire color. *Physics & Chemistry of Minerals*, 3(3) 213–224, [doi:10.1007/bf00633571](https://doi.org/10.1007/bf00633571).
- Notari F., Fritsch E., Grobon C. (2003)** La fluorescence - Une aide précieuse pour l'identification des corindons jaunes à oranges, traités par diffusion de béryllium, *Revue de L'Association Française de Gemmologie*, 148, 40 – 43.
- Pisutha-Arnon V., Promwongnan S., Narudeesombat N., Ounorn P., Leelawatanasuk T., Sripoonjan T., Nilhud N., Atichat W. (2019)** Blue diffusion-treated natural & synthetic sapphires recently available in the market. *The Journal of the Gemmological Association of Hong Kong*, XL, 87–95.
- Schmetzer K., Bosshart G., Hänni H.A. (1983)** Naturally coloured and treated yellow and orange-brown sapphires. *The Journal of Gemmology*, 18(7) 607–622, [doi:10.15506/JOG.1983.18.7.607](https://doi.org/10.15506/JOG.1983.18.7.607).
- Schmetzer K., Schupp F.J. (1994)** Flux-induced fingerprint patterns in synthetic ruby: An update. *Gems & Gemology*, 30(1) 33–38, [doi:10.5741/GEMS.30.1.33](https://doi.org/10.5741/GEMS.30.1.33).
- Stephan M. (2021)** Flux-induced fingerprints in flame-fusion synthetic sapphire. *Gems & Gemology*, 57(4) 379–380.
- Thomas V.G., Mashkovtsev R.I., Smirnov S.Z., Maltsev V.S. (1997)** Taurus hydrothermal synthetic sapphires doped with nickel and chromium. *Gems & Gemology*, 33(3) 188–202, [doi:10.5741/GEMS.33.3.188](https://doi.org/10.5741/GEMS.33.3.188).
- Tippins H.H. (1970)** Charge-transfer spectra of transition-metal ions in corundum. *Physical Review B*, 1, 126–135, [doi:10.1103/PhysRevB.1.126](https://doi.org/10.1103/PhysRevB.1.126).
- Vigier M., Fritsch E., Segura O. (2021)** Orange luminescence of corundum an atypical origin for gemmologists (part one), *Revue de L'Association Française de Gemmologie*, 211, 12–19.
- Volynets E.K., Sidorova E.A., Stsepuro N.A. (1974)** OH groups in corundum crystals which were grown with the Verneuil technique. *Journal of Applied Spectroscopy*, 17(6) 1626–1628.
- Wanthanachaisaeng B., Bunnag N., Sutthirat C., Atichat W., Ounorn P., Sripoonjan T. (2012)** Luminescence of beryllium heat treated corundum. Burapha University International Conference, Thailand (9th-11th July), 358–362.
- Wanthanachaisaeng B., Bunnag N., Sutthirat C., Atichat W., Ounorn P., Sripoonjan T., Lenz C., Nasdala L. (2013)** Investigation of Be-treated sapphire by luminescence spectroscopy. Conference on Raman and Luminescence Spectroscopy in the Earth Sciences (CORALS 2013), Universität Wien, Austria (3rd-6th July). 109–110.



# Un jour, une curiosité

CORAIL FOSSILE DES MONTS BARISAN, SUMATRA, INDONÉSIE

Jean-Pierre Gauthier<sup>1</sup>

n° DOI en cours d'acquisition

## Abstract

*FOSSIL CORALS FROM THE BARISAN MOUNTAINS (SUMATRA, INDONESIA) - displaying nice lattices of floral patterns that are attractive to the collector or for costume jewelry.*

## Résumé

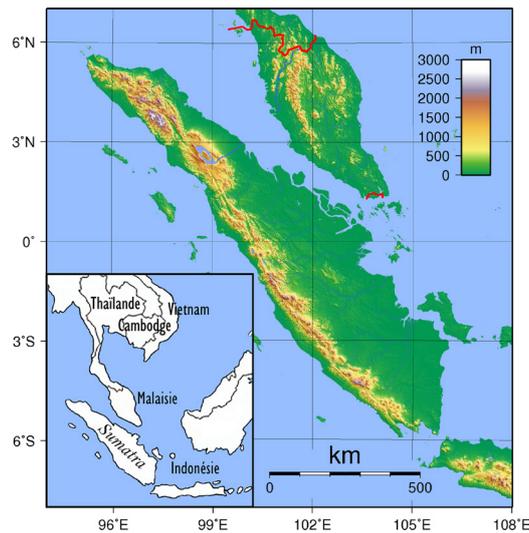
Les coraux fossiles des montagnes Barisan (Sumatra, Indonésie) présentent de jolis réseaux de motifs floraux attrayants pour le collectionneur ou pour la bijouterie fantaisie.

<sup>1</sup> Centre de Recherches Gemmologiques, Nantes, France, [jpk.gauthier@gmail.com](mailto:jpk.gauthier@gmail.com)

**Image d'illustration de l'article** : Échantillons de corail fossile photographiés sur l'étal d'un exposant.

**Header image**: Fossil coral samples photographed on an exhibitor's stall.

Lors de la tenue du Salon MinéraLyon début novembre 2024, nous avons remarqué sur le stand de Miner K de beaux spécimens de corail fossile "agatisé" d'Indonésie en provenance des Monts Barisan, qui constituent une chaîne volcanique s'étirant du nord au sud sur la côte ouest de l'île de Sumatra (Figure 1).



**Figure 1 :** Chaîne des Monts Barisan, dans l'île de Sumatra.

*Figure 1: Barisan Mountains in Sumatra island.*

poli très agréable, y compris sur la face inférieure, est dû à la silice. Leurs teintes naturelles sont variées : de beige à blanchâtre, de l'ocre jaune clair à brun soutenu, du gris clair au gris soutenu, rarement au gris bleuté.

L'ensemble des échantillons, datés du miocène (Sánchez-Muñoz *et al.*, 2009<sup>1</sup>), se présentent sous forme de plaquettes de quelques millimètres d'épaisseur, avec un dôme à faible courbure, des bords arrondis et une base plane. Ils sont taillés en carrés, rectangles, trapèzes à bords légèrement courbes, cercles ou ellipses ou poires, ou sous forme d'écus anciens à trois côtés (Figure 2). Le

La taille est choisie de façon à faire apparaître les têtes de squelette des polypes coralliens, donnant des motifs floraux répétitifs (Figure 3a), se distinguant par une teinte différente du reste de la matrice sédimentaire. Ils peuvent apparaître séparés, ou en "nid d'abeille". Ils sont la plupart du temps opaques, mais peuvent être légèrement translucides dans toute la masse. Parfois, seuls les motifs floraux laissent passer la lumière (Figure 3b), probablement en raison du remplacement du carbonate de calcium par de la silice. Par éclairage avant, chaque motif apparaît alors plus foncé, la silice créant un "puits de lumière" dans lequel les rayons entrants ne sont pas réfléchis.

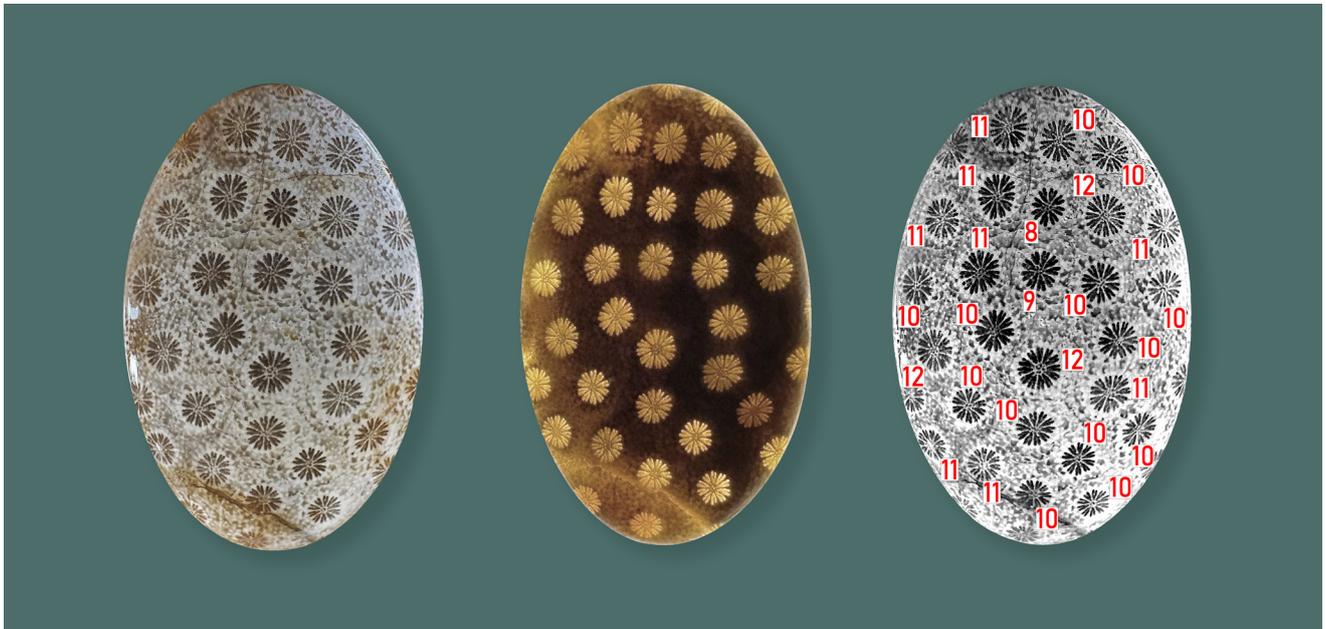


Comme pour les fleurs, les "pétales" des motifs ont une installation radiale. Ils sont digités, laissant apparaître deux lobes à leur extrémité. Ils sont en nombre variable, soit, pour cet échantillon, principalement 10 et 11 pétales, et plus rarement 8, 9, 12 (Figure 3c).

**Figure 2 :** Echantillons en forme d'ovale (37,3 x 26,2 x 5,1 mm ; 32,7 ct), d'écu (33,5 x 32,0 x 6,2 mm ; 33,4 ct), de rectangle (36,2 x 16,8 x 6,2 ; 25,8 ct) et de poire (40,1 x 21,6 x 5,1 mm ; 25,0 ct). Photos J.-P. Gauthier.

*Figure 2: Samples in the shape of an oval (37.3 x 26.2 x 5.1 mm; 32.7 ct), ecu (33.5 x 32.0 x 6.2 mm; 33.4 ct), rectangle (36.2 x 16.8 x 6.2 mm; 25.8 ct) and pear (40.1 x 21.6 x 5.1 mm; 25.0 ct). Photos J.-P. Gauthier.*

<sup>1</sup> Sánchez-Muñoz L., Bustillo M.A., Garcia-Guinea J., Crespo-Feo E., Tormo L. (2009) Mineral characterization of silicified coral from Western Sumatra (Indonesia). *American Institute of Physics Conference, Proceedings*, 1163, 115–120, [doi:10.1063/1.3222876](https://doi.org/10.1063/1.3222876).



**Figure 3 :** Cabochon ovale de corail fossile montrant des motifs floraux : a) éclairage avant ; b) éclairage arrière ; c) dénombrement des "pétales". Photos : J.-P. Gauthier.

*Figure 3: Oval-shaped fossil coral cabochon showing floral motifs: a) front lighting; (b) rear lighting; c) counting of the flower petals. Photos: J.-P. Gauthier.*

Un agrandissement du motif inférieur de l'échantillon de forme "rectangle" montre une très belle netteté des contours floraux formés de pétales bilobés (Figure 4).

Ce corail agatisé d'Indonésie est souvent monté en bagues, broches, colliers, boucles d'oreilles et bracelets ou encore taillé comme objet de décoration. Notons qu'il existe dans la nature du corail fossile bleu ou plutôt de teinte gris bleu. Cependant, on trouve commercialement des spécimens analogues à ceux du présent article, mais de couleur bleue, annoncés comme "rare corail fossile bleu naturel", allant du bleu ciel au bleu turquoise, voire du bleu azurite. Ce sont de toute évidence des échantillons ayant subi un traitement par teinture.



**Figure 4 :** En bas, détail d'un motif floral présent sur une plaquette de corail fossile (en haut), montrant les pétales à deux lobes. Largeur de champ : 13 mm. Photos : J.-P. Gauthier.

*Figure 4: Detail of a floral motif on a fossil coral plate, showing the petals with two digits. Fov: 13 mm. Photos: J.-P. Gauthier.*



# Un bijou, une histoire

## HYPOTHÈSE DE PROVENANCE POUR UNE BROCHE AVEC DEUX DIAMANTS GRIS DE TYPE IIb

Marie Chabrol<sup>1</sup>

n° DOI en cours d'acquisition

### Abstract

**HYPOTHESIS ON THE ORIGIN OF A BROOCH WITH TWO GREY TYPE IIb DIAMONDS** - This note was originally written and published in *The Journal of Gemmology*, 39(4), pp. 316–318 under the title “About the history of a brooch with two rare grey type IIb diamonds”, as a complement to an article by the team from the *Laboratoire Français de Gemmologie* published in issue 39(3) of the same journal. We are publishing its French version here with the kind permission of its editor-in-chief, Mr. Brendan Laurs.

### Résumé

Cette note a été initialement écrite et publiée dans “The Journal of Gemmology, 39(4) pp. 316-318 sous le titre “About the history of a brooch with two rare grey type IIb diamonds”, en complément d’un article de l’équipe du *Laboratoire Français de Gemmologie* paru dans le numéro 39(3) de cette même revue. Nous publions ici sa version française avec l’aimable autorisation de son rédacteur en chef, M. Brendan Laurs.

<sup>1</sup> Gemmologue, Paris. marie@legemmologue.com

**Image d’illustration de l’article** : Broche en or et argent, diamant gris de type IIb. Vendue chez Artcurial pour plus de 42000 euros en juillet 2024. Photo : Artcurial.

**Header image**: Silver and gold brooch with two grey type IIb diamonds. Sold by Artcurial for 42000 euros in July 24. Photo: Artcurial.



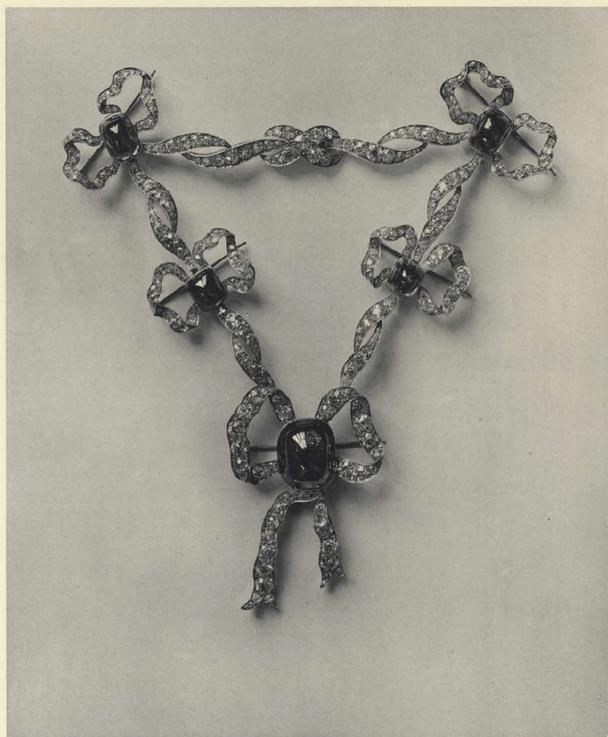
Dans son numéro 39(3), le *Journal of Gemmology* a publié un article intitulé "Large and unusually coloured type IIb coloured diamonds cut from the same rough" (Delaunay et al., 2024).

Ces deux diamants étaient sertis dans une broche vendue aux enchères à Monaco le 9 juillet 2024. Les poinçons de maître et de garantie révèlent qu'elle a été fabriquée en argent et en or 585 millièmes (anciennement 14 carats), en Russie.

**Figure 1 :** Broche en or et argent, diamant gris de type IIb. Vendu chez Artcurial pour plus de 42000 euros en juillet 2024. Photo : Artcurial.

**Figure 1:** Silver and gold brooch with two grey type IIb diamonds. Sold by Artcurial for 42000 euros in July 24. Photo: Artcurial.

Une observation attentive de la pièce montre qu'elle était transformable. Les deux petits anneaux de part et d'autre du système de broche permettaient de l'attacher en collier, la transformant en un bijou délicat dont le style la situe clairement entre la fin du



**Figure 2 :** Devant de corsage triangulaire vers 1900 serti de cinq émeraudes et de 228 diamants sud-africains. Fabriqué par l'atelier Fabergé et le maître joaillier Oscar Piel. Il existe un exemplaire de 1985. Source photographique : Le trésor de diamants.

*Figure 2: Triangular breastplate circa 1900 set with five emeralds and 228 South African diamonds. Manufactured by the Fabergé workshop and master jeweller Oscar Piel. A 1985 copy exists. Photographic source: Russia's treasure of diamonds and precious stones, plate LXX, p. 163.*

grande délicatesse où le sertissage millegrain est omniprésent. Le "plastron" aussi appelé "devant de corsage" ou encore "*stomacher*" en anglais est définitivement à la mode. Si le platine fut utilisé en Russie, il ne connut pas au départ la popularité dont il jouit en Europe à partir des années 1900. Cela explique, même au début du XXe siècle, que l'on trouve encore sur le marché russe des pièces alliant or et argent. Ainsi, la datation des bijoux Belle Époque produits jusqu'à la Révolution russe est également moins aisée qu'en Europe.

XIXe et le début du XXe siècle. L'esthétique de la pièce reprend tous les codes de la joaillerie dite "Belle Époque", une large période s'étendant entre 1895 et 1914.

Si le terme "Belle Époque" est courant en France, le terme Edwardian (édouardien) est plus largement utilisé en référence au roi d'Angleterre Édouard VII qui régna de 1901 à 1910. Cette période fut marquée par une utilisation plus accrue du platine. La fée électricité suggéra également aux joailliers des idées pour des bijoux plus mobiles, plus blancs et davantage ornés de diamants. À la fin du XIXe siècle, on assiste à un renouveau des bijoux du XVIIIe siècle où l'on retrouve des rubans, des nœuds, des feuillages et même des fleurs dans des bijoux d'une

Au début du XXe siècle, la joaillerie russe n'est pas démocratisée et elle est réservée aux grandes familles aristocratiques installées dans les grandes villes comme Saint-Pétersbourg et Moscou. La plupart des grands joailliers de l'époque travaillent également pour la famille impériale et produisent des pièces d'une grande finesse. La broche, objet de cet article, fait écho à de nombreuses pièces réalisées à cette époque, parmi lesquelles on peut citer un corsage en or de Fabergé, réalisé entre 1899 et 1908 (Figure 1 - Tillander-Godenhielm, 2012). Mais on y trouve aussi un devant de corsage ayant appartenu à l'impératrice Élisabeth Feodorovna et qui a été vendu par les Soviétiques dans les années 1920 (Figure 2). Présentant cette forme triangulaire particulière, il n'est pas sans rappeler la broche en question.



**Figure 3 :** Façade de la boutique Lorié à Moscou, entre 1900 et 1910. Photo : Pastvu.com, téléchargée par ALYOSCHIN. Site consulté le 21 juillet 2024.

**Figure 3:** Front of the Lorie boutique in Moscow, between 1900 and 1910. Photo: Pastvu.com, uploaded by ALYOSCHIN. Site consulted on 21 July 2024.

Pour dater plus précisément cet objet, il faut s'intéresser au poinçon de maître sur la queue de broche. Il n'est pas facile à lire, mais il semble possible de conclure que les lettres cyrilliques FL - ФЛ - pourraient faire référence à l'atelier de Fédor (Féodor, Friedrich, Fyodor) Anatolevitch Lorié. Différents bijoux portant le même poinçon de maître attribué à Lorié ont été vendus par la maison Bukowskis en juin 2019, par Tajan en 2021 et par Hello Auction NY en 2023. La broche vendue en France a-t-elle été réalisée par le même atelier ? C'est une hypothèse largement plausible.

La maison éponyme Lorié a été fondée en 1871 par Anton-Azhil Lorié (Betteley & Schimmelpenninck van der Oye, 2020), originaire de Francfort-sur-le-Main. Son fils Fédor la reprend en 1888-1889 en partenariat avec le joaillier Yegor Kusmich Cheryatov, et elle reste en activité jusqu'en 1917. Elle est située au 4 Kunznetskii Most à Moscou (Figure 3), la rue du commerce de luxe et des principaux joailliers. En 1904, la société reçoit une médaille d'argent à l'Exposition Internationale des Arts et Métiers qui se tient à Saint-Pétersbourg en 1903-1904. Cette médaille est conservée dans la collection du musée de Moscou. Peu de temps après, la société devient fournisseur de la cour impériale. Sa clientèle

comprend la famille du tsar et les grandes fortunes de l'Empire. La broche présentée dans cet article en est un exemple, et il est fort probable qu'elle ait été réalisée dans l'atelier de Lorié car il est clair que peu de joailliers de l'époque étaient capables de produire des pièces de cette qualité.

En 1912, au départ de Lorié, la société s'associe avec deux anciens salariés de Fabergé, Alexei Lemkul et Giulio (parfois appelé Julius) Guerrieri. Ils rejoindront plus tard les fils de Carl Fabergé, Eugène et Alexandre, lorsqu'ils fonderont Fabergé & Cie à Paris dans les années 1920. À cette époque, l'atelier n'emploie pas moins de soixante personnes. Une usine est construite en 1914, et le bâtiment existe toujours aujourd'hui, sis 5, Zvonarskiy Pereulok, mais il ne se visite pas. Avec la Révolution russe, la société cesse définitivement d'exister. Fedor Lorié décède peu après, en 1920, et il est inhumé au cimetière de Novodievitchi.

Les bijoux russes sont toujours compliqués à identifier précisément. Les poinçons ne sont pas simples à décoder, beaucoup ne sont pas répertoriés et les contrefaçons sont nombreuses. Malgré cela et malgré la Révolution, des exemplaires remarquables ont survécu, alimentant encore aujourd'hui le marché des enchères, ou pouvant être admirés dans les grands musées du monde. Ils témoignent de la maîtrise des joailliers russes et du goût des grandes familles qui les employaient. Si le design de ce bijou est ancré dans son époque, les diamants utilisés sur cette pièce dénotent une certaine audace et affirment le caractère unique de la femme à qui ce bijou était destiné.

## BIBLIOGRAPHIE

- Betteley M., Schimmelpenninck van der Oye D. (2020)** Imperial Russian Jewelry, Beyond Fabergé. Schiffer Publishing Ltd, 384 p.
- Delaunay A., Karamelas S., Herreweghe A., Fritsch E. (2024)** Large and unusually coloured type IIb diamonds, possibly cut from the same rough. *The Journal of Gemmology*, 39(3) 270-275.
- Tillander-Godenhjelm U. (2012)** Jewels from Imperial St-Petersburg. *Unicorn press Ltd*, 304 p.
- Fersman A.E. (1925)** Russia's treasure of diamonds and precious stones. *The People's Commissariat of Finances*, Moscow, 234 p.



# Conférence & Colloques

## CONFÉRENCE DE LA GEMMOLOGICAL ASSOCIATION OF GREAT BRITAIN

Boris Chauviré<sup>1</sup>

### Abstract

**CONFERENCE OF THE GEMMOLOGICAL ASSOCIATION OF GREAT BRITAIN -** On November 2nd and 3rd, 2024, the annual conference organized by Gem-A (The Gemmological Association of Great Britain) took place in London. Over two days, and just before this year's students received their diplomas on the following Monday, members had the opportunity to attend a series of presentations delivered by ten speakers from around the globe. The topics covered ranged from the history of gemology to the impact of treatment on gem market, with Richard Drucker, honorary president of the association, serving as master of ceremonies. This document provides a brief summary of each presentation, allowing the French-speaking community to benefit from the conference's insights.

### Résumé

Les 2 et 3 novembre 2024 a eu lieu la conférence annuelle organisée par la Gem-A (The Gemmological Association of Great Britain) à Londres. Durant ces deux jours, et avant la remise, le lundi suivant, des diplômes aux étudiants de l'année, tous les adhérents ont pu assister à un cycle d'allocutions par dix conférenciers du monde entier. La variété des sujets, allant de l'histoire de la gemmologie aux impacts des traitements sur le marché des gemmes, a permis d'avoir un tour d'horizon des dernières actualités gemmologiques, avec Richard Drucker comme maître de cérémonie (président honoraire de l'association). Voici un bref résumé de chacune des conférences, afin que la communauté francophone puisse aussi profiter des sujets exposés lors de cette manifestation.

<sup>1</sup> GeoGems, Nantes, France.

**Image d'illustration de l'article :** Photographie de tous les intervenants, de gauche à droite : Michael Hügi, Richard Drucker, Brecken Branstrator, Michael Krzemnicki, Katherine Weymouth, Jim Clanin, Wim Vertriest, Boris Chauviré, Richa Goyal Sikri, Carina Hanser et Michael Bycroft. Photo de Henry Mesa.

**Header image:** Photograph of all the speakers, from left to right: Michael Hügi, Richard Drucker, Brecken Branstrator, Michael Krzemnicki, Katherine Weymouth, Jim Clanin, Wim Vertriest, Boris Chauviré, Richa Goyal Sikri, Carina Hanser, and Michael Bycroft. Photo by Henry Mesa.

### **Bycroft Michael (University of Warwick) : *Origins of Gemmology***

Historien des sciences, Dr Bycroft a décrit les liens entre la minéralogie et la gemmologie durant la structuration de la minéralogie en tant que science aux XVI<sup>ème</sup> et XVII<sup>ème</sup> siècles. Alors que d'autres disciplines comme la botanique (ou la biologie en général) voient le nombre d'espèces augmenter durant cette période, les gemmes connaissent étrangement une régression du nombre d'espèces.

Tandis que la minéralogie prend son essor, la gemmologie est envisagée essentiellement sous l'angle économique et commercial (et artisanal) plutôt que scientifique. La gemmologie ne reviendra avec une vision scientifique qu'au début du XX<sup>ème</sup> siècle.

### **Vertriest Wim (GIA) : *Mozambique Ruby***

Gemmologue de terrain au GIA, M. Vertriest a présenté une conférence exhaustive sur le gisement du Mozambique, pays devenu un acteur majeur dans la production de rubis. Il a retracé l'histoire du gisement, avec les premières découvertes de rubis dans la région de Niassa (en 2008), suivies par d'autres de meilleure qualité, à quelques mois d'écart, notamment aux alentours du village Msawize dans cette même région. La découverte de l'important gisement de Montapuez suivra quelques années après, vers 2009. M. Vertriest, après une présentation plus précise des zones exploitées, a rendu compte de la création de la MRM (Montapuez Ruby Mining) en 2011 et de la première enchère de rubis vers 2014, le Mozambique devenant un acteur puissant de ce marché. Le présentateur a aussi donné quelques caractéristiques gemmologiques de ces rubis, avec des inclusions de plaquettes réfléchissantes (évoluant avec le traitement thermique), des cristaux d'amphiboles, de mica ou de sulfures. L'absence d'inclusions de zircon est longtemps restée une caractéristique des rubis mozambicains avant qu'une nouvelle localité produise des rubis contenant ces inclusions. Cela démontre que la gemmologie reste une science en mouvement et qu'il est nécessaire de rester à jour des dernières découvertes.

### **Hanser Carina (Mainz University) : *Chitral Emerald***

Minéralogiste en préparation de son doctorat, Mme Hanser a apporté des données sur une nouvelle découverte d'émeraude au Pakistan, à Chitral. Décélé en 2021, le gisement n'est exploité que d'octobre à mai en raison de la haute altitude et de la neige. Dans ces émeraudes, des inclusions minérales de mica, de quartz et de feldspath sont souvent visibles, ainsi que des inclusions fluides biphasées. Elle a également présenté des informations plus générales sur la cristallographie, avec des données géochimiques et des images parlantes des atomes de la structure par microscopie électronique à transmission et à haute résolution.

### **Clanin Jim (JCMining, Inc.) : *The Thrill of Discovery***

Géologue minier avec une grande expérience dans l'extraction des gemmes, M. Clanin a montré le lien entre divers contextes géologiques et les exploitations minières associées, notamment celle des pegmatites du Comté de San Diego, en Californie (USA) qui a produit de magnifiques tourmalines. Il a également évoqué une exploitation de l'Oxford County, dans le Maine (USA), qui est la plus ancienne mine de tourmaline des USA. Après avoir partagé son expérience acquise aux États-Unis, il a parlé de l'exploitation de la John Saul Mine, qui est un gisement bien différent des pegmatites qu'il connaissait bien, provenant d'une zone métasomatique entre différentes roches (gneiss et ultramafique).

### **Krzemnicki Michael (SSEF) : *Age Dating Gemstones***

Gemmologue à la direction du laboratoire réputé de la SSEF (Schweizerische Stiftung für Edelstein-Forschung), le Dr Krzemnicki a exposé l'intérêt de la datation pour la certification des gemmes. Pionnière dans le domaine, la SSEF a montré que la datation pouvait être une donnée essentielle pour la certification, que ce soit pour les objets historiques comme pour la détermination de l'origine des



**Figure 1** : Photographie de la salle pendant l'ouverture de la conférence par Richard Drucker. Photo de Henry Mesa.

*Figure 1: Photograph of the conference room during the opening remarks by Richard Drucker. Photo by Henry Mesa.*

gemmes. D'abord appliquée aux perles avec la datation au carbone 14 ( $^{14}\text{C}$ ), qui nécessite un prélèvement de 4 mg dans le trou de la perle, cette méthode a permis de certifier si les perles analysées étaient en cohérence avec le contexte historique dans lequel elles ont été trouvées. Appliquée par la suite aux corindons, notamment sur les inclusions, la datation a même été utilisée comme argument de marketing par une maison d'enchères (Christie's). Dans de rares cas, des datations directes du corindon sont obtenues avec une erreur importante, mais l'incertitude est parfois suffisante pour pouvoir discriminer certains gisements.

#### **Hügi Michael (Swiss Gemmological Society SGS) : Giant Quartz Crystals**

Président de l'Association Suisse de Gemmologie, M. Hügi a parlé des cristaux de roche provenant des Alpes. Les fentes alpines, les fissures verticales ont fourni des cristaux de roche, notamment dans certains massifs des Alpes suisses. Il existe aussi

des quartz fumés, mais seulement dans les fissures trouvées à plus de 2000 m, ceci étant expliqué par le fait que cette couleur ne peut se maintenir qu'à basse température. Il a également présenté quelques œuvres de Miseroni, un lapidaire qui a mis en valeur ces cristaux de roche alpins.

#### **Chauviré Boris (GeoGems, Nantes University) : Fantastic Opals**

Minéralogiste et gemmologue, le Dr Chauviré a fait un tour d'horizon de ce qui est connu scientifiquement sur l'opale. Alors que la première utilisation de l'opale par les hommes en tant qu'ornement date de plus de 5000 ans, il a fallu attendre la moitié du XXème pour révéler sa structure particulière faisant émerger ses jeux de couleurs caractéristiques. Il a également montré le processus de formation des opales autant dans la nature qu'en laboratoire afin d'appréhender la complexité qui mène à la formation de cette gemme. Il a terminé sa présentation par un petit tour d'horizon des gisements d'opale les plus connus dans le monde.

### **Goyal Sikri Richa (independent) : No Stone Unturned**

Journaliste spécialisée dans les gemmes, Mme Goyal Sikri a rapporté quelques anecdotes croustillantes issues de ses investigations dans la rédaction de son livre "No Stone Unturned" se concentrant sur la recherche de gemmes ou sur leur commerce en Afrique. Ce volume rassemble des récits peu communs et des anecdotes sur la manière dont les gemmes ont été exploitées ou vendues. Elle a aussi montré sous forme de vidéos les protagonistes de certaines de ses aventures fascinantes. Une expérience difficile à faire partager dans ces lignes, mais nous vous recommandons la lecture de son ouvrage.

### **Weymouth Katherine (SCS Global Services) : Diamond Sustainability**

Spécialiste des solutions durables dans l'industrie, Mme Weymouth a expliqué comment l'industrie du diamant peut gérer la demande de traçabilité, après avoir indiqué que l'exigence de produits tracés est devenue particulièrement prégnante, et que ce besoin ne fera qu'augmenter dans les années à venir. Même si aucun diamant ne peut se targuer d'être complètement dans une démarche durable, des processus peuvent être mis en place pour assurer de meilleures pratiques. Elle a ainsi présenté les piliers essentiels à la mise en place de ces pratiques, et ce que l'entreprise SCS, leader en matière de normes de durabilité dans de nombreux secteurs, a proposé pour le diamant, aujourd'hui appliqué au diamant synthétique. La SCS a créé un critère de durabilité clair, avec une note permettant aux consommateurs d'avoir une meilleure compréhension de l'impact de ses solutions.

### **Branstrator Brecken (Gemworld International) : Emerald Fillers**

Gemmologue au fait des actualités du marché, Mme Branstrator a détaillé les différences notables (autant sur le marché que pour la certification) que le remplissage des fractures des émeraudes implique. Chaque laboratoire possède sa propre échelle pour évaluer le niveau de remplissage, et il a été constaté

que l'origine de l'émeraude a un impact sur le choix du remplissage (les colombiennes sont plus souvent huilées, alors que les zambiennes sont plus résinées). De même, les émeraudes évaluées comme modérément ou significativement améliorées ne représentent qu'une faible part de ce qui est certifié (selon le Laboratoire Gübelin en 2023, cette proportion est inférieure à 6%). Elle a présenté également les différences régionales sur l'acceptation du type de remplissage : il en résulte que les USA et le Moyen-Orient sont plus ouverts à l'utilisation de la résine que l'Europe.

### **Drucker Richard (Gemworld International) : Market Trends**

Gemmologue et président honoraire de la Gem-A, M. Drucker a donné, à la fin de chaque journée, quelques informations sur le marché des gemmes, avec l'évolution des prix des pierres, et les différences régionales. Une excellente clôture de chaque session a permis de remettre les différentes gemmes dans leur contexte économique.



# Histoires des gemmes

## LE VOL DU "GRAND CONDÉ"

Lauriane Brémond<sup>1</sup>

n° DOI en cours d'acquisition

### Abstract

**THE THEFT OF THE "GRAND CONDÉ"** - In October 1926, the "Grand Condé" a 9.01 carat pink diamond, exhibited in the Château de Chantilly, was robbed. Along with the diamond, the thieves grabbed a real treasure, composed of jewels and precious items, which had belonged to the prestigious dynasty of the princes of Condé and their last heir, the duke of Aumale. Two months later, it was found back in Paris: it had been hidden in... an apple. The most popular newspapers of that period were eager to tell this fantastic story. The way the discovery exactly happened was told differently from one newspaper to another. Yet, the "hiding it in an apple" thing remained a common trope, as incredible as it may seem. Anyway, the "Grand Condé" was given back to the Château de Chantilly. And yet, the diamond still keeps some of its secrets, even today. Louis II de Bourbon-Condé, nicknamed "le Grand Condé" and remote cousin of Louis XIV, has always been considered as its first owner. However, this ownership has never been backed by written sources. According to legend, the diamond was given to him as a gift by the Sun King, but is it true? Did the Prince purchase it himself? Did he ever own it? His post-mortem inventory, which would have been proof of his ownership, is missing. As a consequence, we can only speculate on the origin of the "Grand Condé", which is an extraordinary gemstone, thanks both to its color and its story.

### Résumé

En octobre 1926, le « Grand Condé », diamant rose de 9,01 carats, exposé au Château de Chantilly, est dérobé. En plus du diamant, les voleurs se sont emparés d'un trésor composé de bijoux et d'objets précieux, ayant appartenu aux prestigieux princes de Condé et à leur ultime héritier, le duc d'Aumale. Deux mois plus tard, la gemme est retrouvée à Paris, cachée dans ... une pomme. Les journaux les plus lus de l'époque s'emparent de cette histoire rocambolesque. Si le récit relatant les circonstances exactes de la découverte du diamant diffère parfois d'un titre à l'autre, le détail de la pomme, aussi abracadabrantesque soit-il, demeure. Quoi qu'il en soit, le "Grand Condé" est rendu au Château de Chantilly. Pour autant, celui-ci n'a pas encore livré tous ses secrets. Son association avec Louis II de Bourbon-Condé, dit "Grand Condé", cousin de Louis XIV, n'est, à notre connaissance, attestée par aucune source. Le diamant lui a-t-il été offert par le Roi-Soleil, comme le veut la légende ? Le prince l'a-t-il acquis lui-même ? L'a-t-il seulement possédé ? En l'absence d'un inventaire après décès, seule preuve irrévocable, nous ne pouvons que formuler des hypothèses sur l'origine de ce diamant rose, unique par sa couleur comme par son histoire.

<sup>1</sup>bremond.lauriane@gmail.com

**Image d'illustration de l'article** : Le "Grand Condé", musée Condé, Château de Chantilly.  
<https://www.photo.rmn.fr/archive/15-512355-2C6NU0AO3VMJN.html>.

**Header image**: The Grand Condé, Condé Museum, Château de Chantilly.  
<https://www.photo.rmn.fr/archive/15-512355-2C6NU0AO3VMJN.html>.

## UN VOL AUDACIEUX

**E**n 1884, Henri d'Orléans (Figure 1), duc d'Aumale, fils du roi Louis-Philippe et surtout filleul et héritier du dernier prince de Condé, rédige un testament dans lequel il lègue son château de Chantilly ainsi que l'intégralité de ses collections d'œuvres d'art, de livres et d'objets précieux à l'Institut de France dont il est membre (donation confirmée par actes authentiques en 1886). Ayant vu partir tous ses enfants avant lui, le duc redoute la dispersion de son extraordinaire collection, constituée toute sa vie durant. Il émet donc une condition à son généreux legs : qu'aucune pièce ne quitte le château ou ne soit même déplacée. Consigne que semblent avoir ignorée deux cousins alsaciens, Léon Kauffer et Émile Souter qui, dans la nuit du 11 au 12 octobre 1926, pénètrent dans la "Tour du Trésor" par des échelles et vident les vitrines. Dans leur butin, se trouve un diamant rose surnommé le "Grand Condé" (Figure 2).

La presse s'émeut de ce vol "commis avec autant d'audace que d'ingéniosité par des malandrins fort au courant des aîtres, et qui avaient dû, de longue main, préméditer et préparer leur expédition" selon *Le Petit Parisien*, l'un des quotidiens les plus lus du début du XXe siècle. *Le Figaro*, quant à lui, dresse l'inventaire des objets volés, en plus du diamant : "un poignard et un fourreau ornés de perles, de rubis et d'autres pierres ayant appartenu à Abd el Kader et pris par le duc d'Aumale lors de l'attaque de la Smalah ; un poignard et une plaque de ceinturon enrichis de diamants, donnés par le bey de Tunis en 1846 au duc d'Aumale ; une croix de la Légion d'honneur en diamants remise en 1809 par Napoléon Ier au général baron Aymard ; plusieurs bracelets en or dans lesquels sont enchâssés les portraits de la reine des Belges (Louise d'Orléans, sœur aînée du duc), de la duchesse de Montpensier (Marie Louise Fernande de Bourbon, infante d'Espagne et belle-sœur du duc) et du duc d'Aumale enfant ; un bracelet en or avec en camée le portrait de François Ier empereur



**Figure 1 :** Henri d'Orléans, duc d'Aumale, par James Sant, Royal Collection.

*Figure 1: Henri d'Orléans, Duke of Aumale, by James Sant, Royal Collection.*

d'Autriche [grand-père de Marie-Caroline de Bourbon-Siciles, duchesse d'Aumale] ; une bonbonnière Louis XV en or à monture en émail du XVIIIe siècle (un des émaux est signé Huaut) ; une montre savonnette en or, peinture en émail signée Robert et Courvoisier ; une montre en or signée Agero ; une petite bague marquise monture en or contenant une petite montre du XVIIIe siècle ; une boîte en or avec pierre gravée antique représentant Mars et Aphrodite ; une bonbonnière guillochée marquée Paris 1784 ; plusieurs cachets ayant appartenu au duc d'Aumale ; une bonbonnière en cornaline avec monture en or ; une petite boîte en aventurine avec couverture de mosaïque ; deux bracelets en or ornés de diamants". Faible consolation : les voleurs ont oublié "le Char d'Appollon, pièce unique ornée d'émaux dus à Benvenuto Cellini, d'une valeur artistique incalculable", une petite enseigne de chapeau de seulement 6 cm datant du XVIe siècle, toujours dans les collections du musée Condé.

Mais c'est le diamant rose qui fait surtout les gros titres : estimé à plus d'un million de francs dans *Le Petit Parisien*, à environ dix millions selon *La Croix*, quand il n'est pas considéré comme "inestimable" par *Le Figaro* (qui évalue tout de même le coût total du préjudice à "environ dix millions de francs d'avant-guerre").

Craignant que les malfaiteurs n'appartiennent à un réseau international de trafiquants, la Sûreté générale s'allie à Scotland Yard. Londres, et notamment Hatton Garden, le quartier des joailliers, est considérée comme un haut lieu du recel. Pensons aux bijoux volés de Madame du Barry, vendus par James Christie, ou le légendaire "collier de la reine" Marie-Antoinette, qui traversera la Manche pour finir dépecé et dispersé, sans que la souveraine ne l'ait jamais possédé. Pourtant, dans un premier



**Figure 2 :** Le "Grand Condé", musée Condé, Château de Chantilly.

**Figure 2:** *The Grand Condé, Condé Museum, Château de Chantilly.*

temps, et malgré les efforts conjugués des polices françaises et britanniques, les voleurs et leurs trésors ne sont pas retrouvés. Mais deux mois plus tard, le 21 décembre, les journaux annoncent que "le Grand Condé" a été retrouvé dans des circonstances à peine croyables : le diamant était caché dans ... une pomme. Les journaux de l'époque nous livrent deux versions de la façon dont le diamant aurait été retrouvé. Voici ce qu'en dit *Le Petit Parisien* : "Samedi soir, Kauffer n'étant pas de retour, la propriétaire [de l'hôtel] craignant que son locataire ne soit parti définitivement en laissant une note impayée, chargea une femme de chambre de ramasser tous les objets personnels du locataire, de les placer dans sa valise et de descendre le tout au bureau. [...]"

La servante, puisant dans la valise, en retira, avec divers objets, une pomme assez grosse, fort appétissante sous sa pelure rouge. La pomme tenta la femme de chambre qui, dans un geste rapide et mutin, y mordit à belles dents. Mais la gourmande poussa aussitôt un cri : ses dents avaient serré un corps dur incrusté dans le fruit. À l'aide d'un couteau on fit une incision dans la pomme et l'on en retira un morceau de verre finement taillé et teinté en rose". *La Croix* en donne une version sensiblement différente : "[Kauffer] n'ayant pu payer sa location, laissa sa valise en gage. Ne le voyant pas revenir, la gérante de l'hôtel, en présence de témoins, en fit l'inventaire samedi dernier. Elle découvrit, parmi les objets les plus hétéroclites, une pomme de belle apparence. Ce fruit risquant de se gâter et d'endommager tout le contenu de la valise, la gérante l'offrit à sa cuisinière, Suzanne, qui peu après, l'ayant entamé [sic] au couteau, éprouva une résistance et découvrit un caillou brillant qu'elle prit pour un morceau de verre. La cuisinière, étonnée, fit part de sa trouvaille à sa patronne. Celle-ci crut reconnaître le diamant de Chantilly [...]"

C'est la première version qui est passée à la postérité. Cependant, l'histoire ne dit pas comment le voleur a pu dissimuler un diamant poire de 2 cm de long dans une pomme sans que cela ne se voit de l'extérieur. Il fallut aussi qu'il soit persuadé de l'ingéniosité de son stratagème pour abandonner ladite pomme et son précieux "pépin" dans une chambre d'hôtel pendant plusieurs jours sans surveillance. Le diamant serait-il devenu encombrant parce que difficile à écouler ? Si l'on en croit Le Petit Journal, autre titre populaire de l'époque, Kauffer aurait déclaré, lors de son audition : "Je ne pouvais pas vendre ce diamant qui risquait de me faire arrêter... Aussi comme il m'embarrassait, j'avais l'intention de le restituer au musée de Chantilly..." Quelle ironie ! Il est vrai que les cambrioleurs se sont débarrassés d'une partie des objets volés, comme le poignard d'Abd el Kader, jugés trop reconnaissables, en les jetant sans vergogne dans la Seine, après les avoir toutefois débarrassés de leurs ornements précieux, selon certaines sources. Ces bijoux ne seront, on s'en doute, jamais retrouvés. D'autres sont confiés à une bijoutière de Paris, tenant boutique boulevard de Strasbourg, Maria Schill, qui se charge d'écouler les pierres desserties et de faire fondre les montures en or. Les pierres, dont le poids total est estimé à 75 carats, sont vendues et revendues à des commerçants ne se doutant pas de leur provenance (on évoque un héritage familial pour se justifier). Mais la police finit par les retrouver. Ne manque, selon Souter, qu'une pierre de 14 carats.

Quant au Grand Condé miraculeusement retrouvé, il est vite récupéré par la Sûreté qui demande à Maurice Seror, diamantaire de la rue Notre-Dame-de-Lorette, de l'examiner. Voici, selon l'édition du 21 décembre 1926 du Petit Journal, son verdict : "En dessertissant le diamant rose, les voleurs l'ont légèrement cassé à la pointe, ce qui va lui enlever beaucoup de sa valeur... D'un poids de 9,01 carats, il vaut, du point de vue historique, 5 millions et du point de vue commercial, 300 000 francs ! Toutefois, ses ravisseurs auraient eu de grosses difficultés à le vendre car sa teinte aurait donné l'éveil... Et ce qu'ils ne savaient pas, c'est qu'en cassant le diamant

ou même en le faisant tailler de nouveau, la teinte d'un rose tendre devait disparaître... Les nouvelles pierres pouvaient alors être vendues à haut prix dans un lot de pièces historiques ou fantaisie. En tout état de cause, un bijoutier quel qu'il soit pouvait reconnaître le diamant rose qui porte un point noir à sa pointe et de légères piqûres sur sa table... Il ne pouvait donc passer inaperçu auprès d'hommes du métier". Voilà donc nos cambrioleurs bien embêtés : tel quel, le diamant était trop reconnaissable pour être vendu sans attirer les soupçons ; retaillé, il aurait perdu beaucoup de sa valeur, ainsi que la couleur rose qui le rendait unique.

### UNE ORIGINE AUSSI PRESTIGIEUSE QUE MYSTÉRIEUSE

Le vol du "Grand Condé" est donc une affaire résolue, malgré les versions divergentes et l'in vraisemblance du stratagème de Kauffer. Un mystère, pourtant, demeure : celui de l'origine historique du diamant. En effet, son nom sous-entend qu'il aurait appartenu à Louis II de Bourbon-Condé (Figure 3), prince de Condé et surnommé "le Grand Condé" du fait de ses exploits militaires au service de la Couronne de France. Louis II est "premier prince du sang" car il appartient à une branche cadette de la maison de Bourbon, maison royale depuis Henri IV. Surtout, il est l'héritier présomptif du trône de France du fait de la loi salique jusqu'à la naissance du futur Louis XIV (les deux hommes descendent tous deux de Charles IV, duc de Vendôme, lui-même descendant de Saint-Louis). Par respect pour sa position hiérarchique (juste après la famille royale) il est appelé "Monsieur le Prince". Il s'agit donc d'un personnage majeur de la cour de Louis XIV.

La légende veut que le roi lui-même lui aurait offert le diamant, pour récompenser l'un de ses hauts faits militaires : sa victoire à la bataille de Rocroy, en 1643. Pourtant, au moment de cette bataille, Louis XIV vient tout juste de devenir roi, suite au décès de son père, Louis XIII, survenu en mai. L'enfant n'a que cinq ans et même s'il revêt aussitôt l'autorité souveraine comme le suggère la formule "le



**Figure 3 :** Louis II de Bourbon-Condé, "le Grand Condé", par Juste d'Egmont, musée Condé, Château de Chantilly.

*Figure 3: Louis II de Bourbon-Condé, Le Grand Condé, by Juste d'Egmont, Condé Museum, Château de Chantilly.*

roi est mort, vive le [nouveau] roi", c'est sa mère, la désormais régente Anne d'Autriche, et son parrain, le cardinal Mazarin, qui tiennent les rênes du pouvoir. Cela n'empêche certes pas la remise d'une récompense au nom du roi par l'une ou l'autre de ces figures tutélaires, d'autant que nous savons que le cardinal Mazarin avait lui-même une collection de diamants et qu'au moins l'un d'entre eux était rose (le "Grand Mazarin").

En ce cas, pourquoi un tel présent n'a-t-il pas laissé plus de traces écrites, que ce soit dans la correspondance du prince, dans les relations de cette campagne militaire (contemporaines ou plus tardives) ou même chez les observateurs privilégiés comme Anne Marie Louise d'Orléans, duchesse de Montpensier, la célèbre "Grande Mademoiselle", qui n'en fait aucunement mention dans ses Mémoires. Ajoutons qu'au moment des faits, Louis II n'est pas

encore prince de Condé mais duc d'Enghien, titre réservé à l'héritier de la famille.

Au sujet de l'origine du diamant, le site du Musée Condé reste relativement prudent et le décrit ainsi : "Taillé en forme de poire, ce diamant à la teinte unique, rose légèrement orangé, aurait appartenu à Louis II de Bourbon-Condé, dont il aurait orné le pommeau de canne". Louis XIV a, bien sûr, pu offrir la pierre à son cousin plus tard, pour une occasion quelconque. Monsieur le Prince a également pu acquérir le diamant lui-même, peut-être par l'intermédiaire du meilleur fournisseur en la matière, Jean-Baptiste Tavernier. Malheureusement, nous ne possédons pas d'inventaire après décès du Grand Condé, sans doute le seul document qui aurait pu attester définitivement de la propriété du diamant.

Pourtant, dans l'inventaire fait après le décès de Marie-Anne de Bourbon-Conti, duchesse de Bourbon, on peut lire une mention spéciale à propos du diamant rose qui affirme que "ce diamant avait été donné par Anne de Bavière, princesse de Condé, à son petit-fils, le duc de Bourbon au moment de son mariage, en 1713, à condition qu'il appartînt toujours à l'aîné mâle de la maison de Condé". Bien sûr, il est possible que Madame la Princesse ait hérité du diamant à la mort de son mari, Henri-Jules de Bourbon-Condé, qui l'aurait lui-même obtenu de son père, le Grand Condé. La princesse n'aurait fait que respecter les consignes données par son mari ou son beau-père en le transmettant à son petit-fils. Néanmoins, puisqu'aucun document, à notre connaissance, ne nous permet de déterminer la provenance du "Grand Condé", nous ne pouvons qu'émettre des hypothèses.

### À LA SUITE DU VOL...

Mais revenons dans les années 1920. Si le diamant est retrouvé en décembre 1926, il faut attendre juin 1928 pour que le procès des deux voleurs et de leurs complices ait lieu. Ainsi, le 27 juin, Le Petit Parisien annonce que le Grand Condé va retourner au musée de Chantilly : "[Maurice Seror] avait été chargé par



**Figure 4 :** Au château de Chantilly : sertissage du diamant "le Grand Condé" : M. Seror [sic] remettant le diamant à M. Macon, administrateur", agence Meurisse, Gallica/Bibliothèque Nationale de France. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b9040601w.r=grand%20cond%C3%A9?rk=429186;4>.

*Figure 4: At the Château de Chantilly: Setting of the diamond Le Grand Condé: Mr. Seror [sic] handing over the diamond to Mr. Macon, administrator", Meurisse Agency, Gallica/National Library of France.*

les conservateurs et administrateurs du musée de Chantilly de reconstituer la monture de la pierre historique et d'exécuter pour unique, [sic] un motif nouveau dont tous les éléments se composent de pierres provenant des autres objets volés au château de Chantilly. Ce travail délicat a été mené à bonne fin et c'est après-demain vendredi, à 9 heures, que le "Grand Condé" sera serti dans sa nouvelle monture par M. Maurice Seror, en présence de Me Louis Guetin, huissier à Chantilly, qui dressera procès-verbal de constat, et des personnalités officielles. Le "Grand Condé" reprendra donc samedi sa place dans sa vitrine de la Tour des Gemmes, et le public pourra l'y admirer désormais les samedis, dimanches et jeudis, jours où le château est ouvert aux visiteurs de 13 à 17 heures" (Figure 4).

Malheureusement, de peur qu'une telle mésaventure ne se reproduise, le musée Condé a décidé de ne plus exposer le diamant aux yeux du public. Toujours conservé à Chantilly (eu égard aux volontés du duc d'Aumale), il est désormais dissimulé dans un coffre.

## BIBLIOGRAPHIE

**Archives anciennes du château de Chantilly :** Inventaire fait après le décès de Marie-Anne de Bourbon-Conti, duchesse de Bourbon, 2-A-053 ; mention spéciale F311.

**Aumale, Henri d'Orléans (1885-1896)** Histoire des princes de Condé, pendant les XVIe et XVIIe siècles, C. Lévy, Paris.

**Association de Sauvegarde de Chantilly et de son Environnement (ASCE) (2023)** « Où cacher un diamant ? ».

**Chamard-Bois S. (2018)** Valorisation de la page

"diamant" du site web [www.GemNantes.fr](http://www.GemNantes.fr). Mémoire de DUG, Université de Nantes, UFR des Sciences et Techniques.

[https://gemmologie-francophonie.com/wp-content/uploads/2021/10/Chamard-Bois\\_Diamant-Page-Diamant-GemNantes.pdf](https://gemmologie-francophonie.com/wp-content/uploads/2021/10/Chamard-Bois_Diamant-Page-Diamant-GemNantes.pdf).

**Chéruel A. (1858-1859)** Mémoires de Mlle de Montpensier, petite-fille de Henri IV, Charpentier, Paris.

**Eaton-Magaña S., Ardon T., Smit K.V., Breeding C.M., Shigley J.E. (2018)** Natural-color pink, purple, red and brown diamonds: band of many colors. *Gems & Gemology*, 54(4) 352-377, doi:10.5741/GEMS.54.4.352.

**Farges F. (2014)** Les grands diamants de la Couronne de François Ier à Louis XIV. In: *Versalia : Revue de la Société des Amis de Versailles*, 17, p 55-78.

**Fritsch E., Rondeau B., Hainschwang T., Quellier M.H. (2007)** A contribution to the understanding of pink color in diamond: The unique, historical "Grand Condé". *Diamond and Related Materials*, 16(8) 1471-1474, doi:10.1016/j.diamond.2006.12.006.

**Juncker C. (2017)** Le Grand Mazarin, témoin de notre Histoire, <https://propertyofalady.fr/ventes-aux-encheres/le-grand-mazarin-temoin-de-notre-histoire/>.

**La Croix (1926)** 1926-12-22, Gallica-BnF.

**Le Figaro (1926)** 1926-10-13, Gallica-BnF.

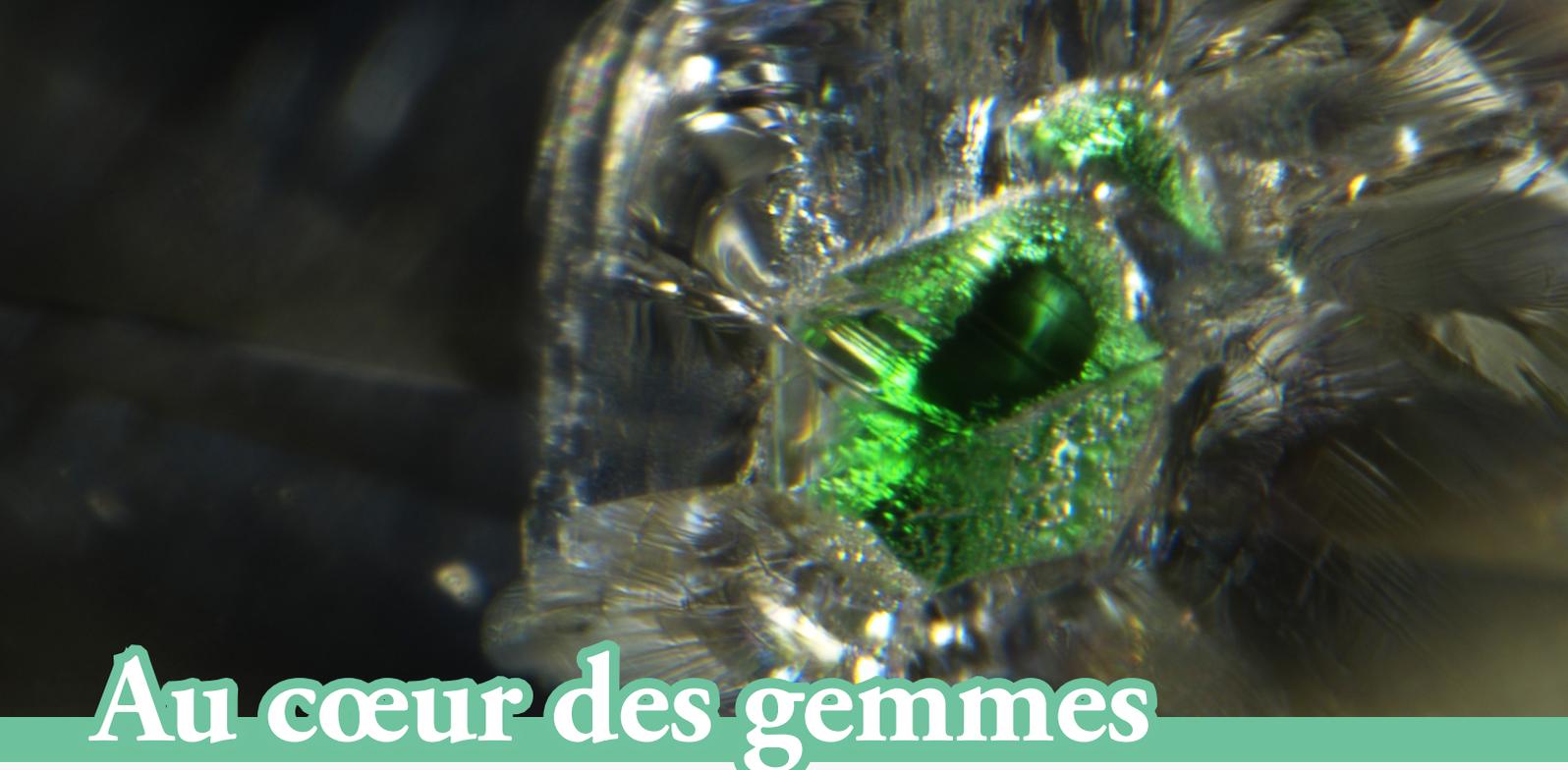
**Le Petit Journal (1926)** 1926-12-21, Gallica-BnF.

**Le Petit Parisien (1926)** 1926-10-13, Gallica-BnF.

**Le Petit Parisien (1926)** 1926-12-21, Gallica-BnF.

**Razel C., Garnier-Pelle N. (2019)** Château de Chantilly : Le mystère du diamant rose et de la Joconde nue, <https://www.forbes.fr/lifestyle/chateau-de-chantilly-le-mystere-du-diamant-rose-et-de-la-joconde-nue/>.

**Richard J.J. (2017)** Le Grand Mazarin : regard circonspect sur ce beau diamant, <https://www.richardjeanjacques.com/2017/11/le-grand-mazarin-regard-circonspect-sur.html>.



# Au cœur des gemmes

## UN DIAMANT AUX MULTIPLES MERVEILLES

Shams Addioui<sup>1</sup>, Aurélien Delaunay<sup>2</sup>

n° DOI en cours d'acquisition

### Abstract

**A DIAMOND OF MANY WONDERS** - This article explores the characteristics and implications of mineral inclusions in diamonds formation. Previous studies raise important questions about the origins and nature of these inclusions, contributing to the broader understanding of diamond formation and the presence of specific minerals within them, particularly diopside and garnet.

### Résumé

Cet article étudie les caractéristiques et les implications des inclusions minérales au cours de la formation des diamants. La littérature existante soulève des questions importantes sur l'origine et la nature de ces inclusions, contribuant à une meilleure compréhension de la formation des diamants et de la présence de minéraux spécifiques dans ces derniers, en particulier le diopside et le grenat.

<sup>1</sup> Ingénieure Gemmologue, Service Diamant Diamprest Paris

<sup>2</sup> Directeur du Laboratoire Français de Gemmologie.

**Image d'illustration de l'article** : Détail des deux inclusions de diopside. Largeur de champ : 2,0 mm env. Photos : Laboratoire Français de Gemmologie.

**Header image**: Detail of two diopside inclusions. Field width: 2.0 mm approx. Photos : Laboratoire Français de Gemmologie.

## INTRODUCTION

C'est dans la prestigieuse collection de diamants de la maison Diamprest, négociant parisien, que nous avons découvert ce diamant aux inclusions surprenantes. De mémoire d'entreprise, la pierre est présente dans le stock depuis vraisemblablement une dizaine d'années.

Ce diamant incolore rond taille brillant moderne mesure 3,9 mm de diamètre et sa masse est de 0,23 carat. Il possède plusieurs inclusions importantes lui conférant une pureté P1. Son grade de couleur est H. À la loupe x10, nous distinguons plusieurs inclusions cristallines prismatiques colorées, deux sont vertes et une est rose-brune. Ces trois cristaux sont entourés de glaces (terme professionnel décrivant des fractures internes dans le diamant, *nda*), telles des éclats n'impactant pas la surface. La couleur verte de certaines inclusions tend à penser que ce sont des diopsides.

Avec la découverte de ces inclusions, plusieurs questions surgissent : pouvons-nous identifier ces inclusions avec certitude et si oui, quelles sont-elles ? Pour répondre à cette question, nous avons sollicité le Laboratoire Français de Gemmologie (LFG) pour des analyses plus approfondies.

## MATÉRIAUX & MÉTHODES

Chez Diamprest, nous avons utilisé la loupe 10x achromatique et aplanétique, ainsi qu'une binoculaire Sortoscope by Nossigem avec un grossissement progressif de x7 à x45. Les analyses au LFG ont été réalisées avec une binoculaire Stemi 508 de marque Zeiss avec un statif Gemmaster de System Eickhorst ainsi qu'un spectromètre Raman



**Figure 1** : Localisation des trois inclusions solides cristallines. Largeur de champ : 5,6 mm env. Photo : Laboratoire Français de Gemmologie.

*Figure 1: Three solid crystalline inclusions location. Field width : 5.6 mm approx. Picture: Laboratoire Français de Gemmologie.*

InVia Reflex de la marque Renishaw avec une source laser à 514 nm d'une puissance de 100mW en utilisant un grossissement de 20x.

## RÉSULTATS

L'analyse en spectrométrie de diffusion Raman a permis d'identifier les différentes inclusions présentes dans ce diamant. La présence de diopside a ainsi pu être confirmée pour deux inclusions (Figures 2, 3 et 4) et la troisième inclusion s'est révélée être un grenat pyralspite (Figures 5 et 6). Ces inclusions ont déjà été décrites par le passé (Koivula, 2018 ; Persaud *et al.*, 2021 ; Vendrell, 2023) et sont des témoins de l'environnement génétique de ce diamant.



**Figure 2 :** Détail des deux inclusions de diopside. Largeur de champ : 1,0 mm env. Photos : Laboratoire Français de Gemmologie.

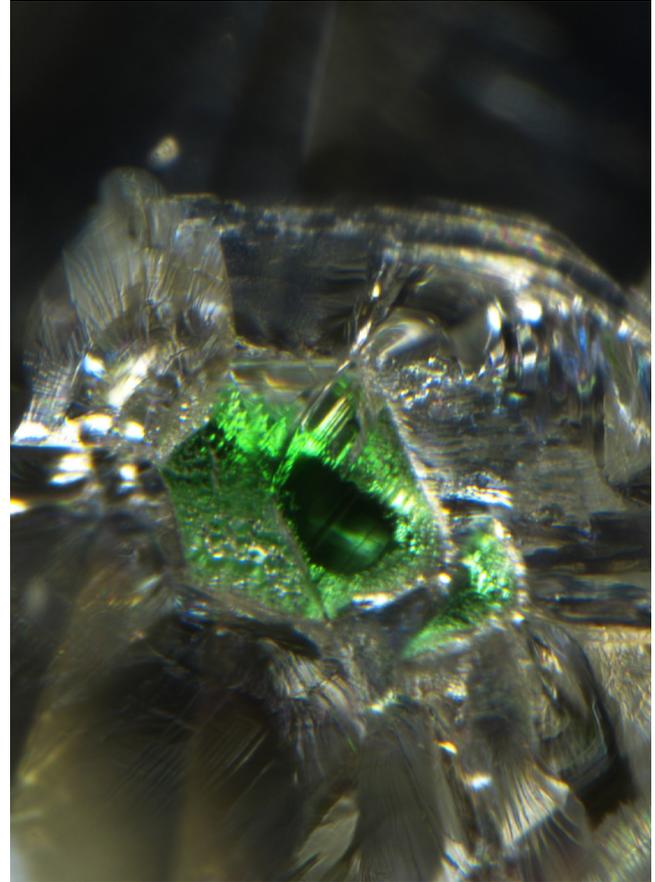
*Figure 2:* Detail of two diopside inclusions. Field width: 1.0 mm approx. Photos: Laboratoire Français de Gemmologie.

En effet, la coexistence de diopside, probablement chromifère au regard de sa couleur (Figures 2 et 3), et de grenat pyralspite (Figure 4) fait référence à un environnement de péridotite, roche typique du manteau terrestre, constituée principalement d'olivine et de pyroxène, ainsi que de grenat en minéral accessoire. De plus, ces inclusions témoignent généralement d'une profondeur de cristallisation du diamant entre 150 et 200 km (Zozulya *et al.*, 2007).

## DISCUSSION

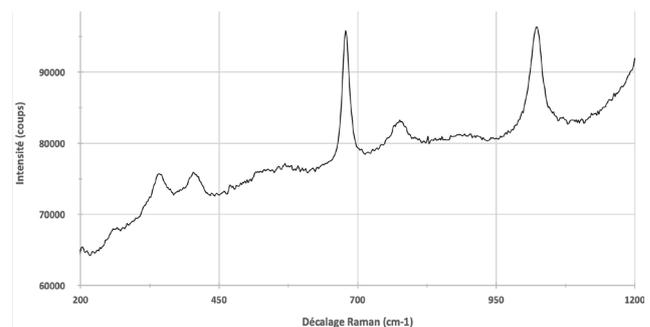
La présence de ces inclusions est relativement classique dans des diamants provenant d'une roche ultrabasique telle que la péridotite. Diopside et grenat sont également des indicateurs, lors de prospection minière des kimberlites, de la présence potentielle de diamants car elles témoignent d'un environnement propice à la genèse des diamants.

Leur présence est ainsi déterminante dans l'exploration et l'exploitation des kimberlites, car elle permet d'évaluer le potentiel diamantifère d'une région. Mais contrairement à la détermination



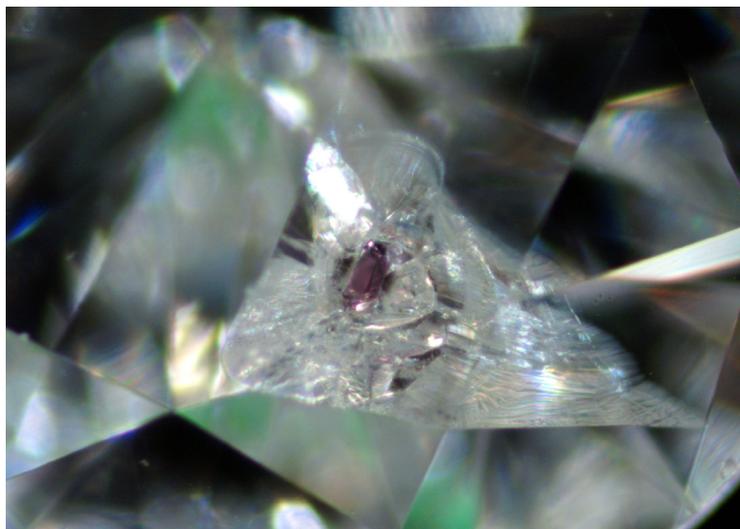
**Figure 3 :** Détail d'une inclusion de diopside. Largeur de champ : 2,0 mm env. Photos : Laboratoire Français de Gemmologie.

*Figure 3:* Detail of one diopside inclusion. Field width: 2.0 mm approx. Photo: Laboratoire Français de Gemmologie.



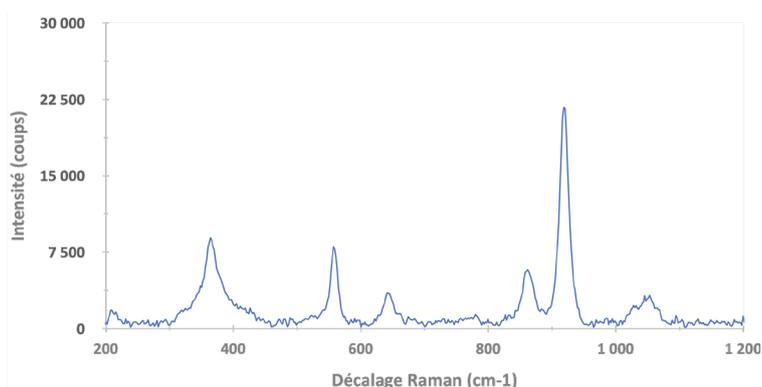
**Figure 4 :** Spectre Raman des deux inclusions vertes dont les pics sont caractéristiques du diopside. Spectre acquis par le Laboratoire : Laboratoire Français de Gemmologie / Boris Chauviré.

*Figure 4:* Typical Raman spectrum of the green inclusions, with peaks typical for diopside.. Spectrum acquired by : Laboratoire Français de Gemmologie / Boris Chauviré.



**Figure 5 :** Détail de l'inclusion de grenat. Largeur de champ : 2,0 mm env. Photo : Laboratoire Français de Gemmologie.

*Figure 5: Detail of garnet inclusion. Field width : 2.0 mm approx. Photo: Laboratoire Français de Gemmologie.*



**Figure 6 :** Spectre Raman de l'inclusion pourpre consistant avec un grenat du groupe pyralspite. Spectre : Laboratoire Français de Gemmologie.

*Figure 6: Raman spectrum of the purple inclusion consistent with garnet of the pyralspite group. Spectrum: French Gemmology Laboratory.*

éventuelle, à l'aide des inclusions, de l'origine géographique des pierres de couleur comme le rubis, le saphir ou l'émeraude, les inclusions dans les diamants comme celles analysées dans cette étude ne peuvent pas être utilisées pour suggérer leur origine géographique.

## CONCLUSION

Grenat et diopside sont des inclusions typiques dans les diamants se formant dans une péridotite, roche constituant la majorité du manteau terrestre. Cependant, des inclusions aussi majestueuses sont rares et méritaient d'être ici illustrées. Ces minéraux sont également des indicateurs, lors de prospection minière des kimberlites, de la présence potentielle de diamants car elles témoignent d'un environnement propice à la genèse des diamants.

## BIBLIOGRAPHIE

- Koivula J.I. (2018)** Quarterly crystal: Cr-Diopside in diamond. *Gems & Gemology*, 54(1) 73.
- Persaud S., Galati A., Johnson P. (2021)** Colorful inclusions in diamond. *Gems & Gemology*, 57(2) 158-159.
- Stachel T., Aulbach S., Harris J.W. (2022)** Mineral inclusions in lithospheric diamonds. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 88(1) 307-391, [doi:10.2138/rmg.2022.88.06](https://doi.org/10.2138/rmg.2022.88.06).
- Vendrell C. (2023)** Snail in Diamond. *Gems & Gemology*, 59(2) 226.
- Zozulya D., Peltonen P., O'Brien H. (2008)** Pyrope and Cr-diopside as indicators of mantle structure and diamond depth facies in the Kola region. *Geology of Ore Deposits*, 50(7) 524-534 [doi:10.1134/S1075701508070039](https://doi.org/10.1134/S1075701508070039).



# Un bijou, une histoire

## LES BIJOUX DU SOUS-CONTINENT INDIEN À L'ÉPOQUE DES GRANDS MOGHOLS

Roberta Gellini<sup>1</sup>

n° DOI en cours d'acquisition

### Abstract

*JEWELRY OF THE INDIAN SUBCONTINENT DURING THE GREAT MUGHAL ERA - The Al-Sabath collection preserves more than 30,000 pieces offering a global vision of the Art of Islam and Pre-Islam. Founded in 1983 by Sheikh Nasser Sabah al-Ahmed al-Sabah (1948-2020), it is structured around different mediums such as glass, ceramics, ivory objects and of course jewelry. Through the words collected from Mr. Salam Kaoukji, Chief Curator and Manager of the Al-Sabath Collection, this article presents jewelry from the Indian subcontinent and the main techniques used to create them.*

### Résumé

La Collection Al-Sabath préserve plus de 30 000 pièces offrant une vision globale de l'art islamique et pré-islamique. Fondée en 1983 par le Sheikh Nasser Sabah al-Ahmed al-Sabah (1948-2020), elle s'articule autour de différents médiums tel que le verre, la céramique, les objets en ivoire et bien entendu les bijoux. Au travers des propos recueillis auprès de Mr Salam Kaoukji, Conservateur en Chef et Gestionnaire de la Collection Al-Sabah, cet article présente les bijoux du sous-continent indien et leurs techniques principales de réalisation.

<sup>1</sup> Photographe, gemmologue diplômée et membre de "The Gemmological Association of Great Britain (Gem-A)", [roberta697@yahoo.fr](mailto:roberta697@yahoo.fr)

**Image d'illustration de l'article** : Or, rubis, émeraudes, saphirs sertis en technique kundan, Inde Moghole, XVIIème siècle. Collection Khalili. Inv. LNS 28J. Source : Keene & Kaoudji (2006).

**Header image:** Gold, rubies, emeralds, sapphires set in kundan technique, Mughal India, 17th century / Khalili Collection. Inv. LNS 28J. Source: Keene & Kaoudji (2006).



**Figure 1 :** L'Annonciation. Miniature moghole, Inde, vers 1615, calligraphie signée Mir 'Ali Haravi, Boukhara, XVIème siècle. Vendue pour 433 350 £ chez Christie's le 5 octobre 2010. Photo : Christie's.

**Figure 1:** *The Annunciation. Miniature Mughal India, circa 1615, Calligraphy signed Mir 'Ali Haravi, Bukhara, 16th century. Sold for 433 350£ at Christie's on 5th October 2010. Photo: Christie's.*

commerciaux et l'enrichissement de l'empire. Il entretient des ateliers où sont travaillés le bois, la nacre, l'or et les pierres. L'Inde était alors le seul producteur de diamants au monde et le restera jusqu'au XVII<sup>e</sup> siècle (Roux, 1986 ; Astier, 2007 ; Keene & Kaoudji, 2006). Fazl Allani, un de ses ministres, consigna un grand nombre d'informations sur la structure administrative des établissements royaux, dont celles qui accueillait chaque discipline des arts de la joaillerie (Keene & Kaoudji, 2006).

Le règne de Jahangir et de son successeur Shah Jahan voit

**L**e terme "Moghol" vient de l'arabo-persan Mughal qui signifie "mongol". On l'emploie pour désigner l'empire musulman fondé en Inde par le mongol Bâbur en 1526. Celui-ci va durer trois siècles et marquer profondément la vie sociale et culturelle de l'Inde. Six hommes auront l'honneur de porter le titre de "Grand Moghol" : Bâbur, Humayun, Akbar, Jahangir, Shah Jahan, Aurangzeb (Roux, 1986).

Akbar (grand, en arabe), dirige l'empire de 1556 à 1605. Il est l'un des plus grands souverains de l'Inde et fait preuve d'une grande ouverture intellectuelle et religieuse. Il réforme le système monétaire et améliore le réseau routier afin de faciliter les échanges

l'accumulation des richesses et un essor culturel important. Cette période fait naître des goûts esthétiques influencés par les arts européens. Les ateliers italiens produisaient des quantités importantes de pierres gravées ou marquetées, les diffusant à l'étranger via les échanges commerciaux et les routes commerciales. Ces pierres plurent aux Grands Moghols, très attirés par les miniatures. Ainsi le mausolée de Jahangir à Lahore fut le premier témoignage de l'incrustation de pierres dures dans le marbre.

Il n'est pas étonnant de voir des représentations de scènes chrétiennes dans l'art moghol. L'art européen apparaît dans les peintures indiennes dès le XVIème



**Figure 2 :** Camée, portrait de l'empereur Shah Jahan. Face : or, rubis, camée (agate rubanée) sertis en technique kundan. Revers : argent gravé et incrusté de nielle. Inde, Empire Moghol pour la face, XVIIème siècle, Deccan pour le revers (Hyderabad) XIXème siècle. Al-Sabah Collection. Inv. LNS 43J. Source : Keene & Kaoudji (2006).

*Figure 2: Cameo, portrait of Emperor Shah Jahan. Obverse: gold, ruby, cameo (ribboned agate) set in kundan technique. Reverse: silver engraved and inlaid with niello. India, Mughal Empire for the obverse, 17th century, Deccan for the reverse (Hyderabad) 19th century, Al-Sabah Collection. Inv. LNS 43J. Source: Keene & Kaoudji (2006).*

siècle, avec l'arrivée des missions de Jésuites, qui rapportent avec eux des gravures et peintures, des bibles et de nombreux recueils imprimés qui vont servir de modèles aux artistes des cours mogholes. Des types de productions importantes par exemple sont celles de la Bible offerte à Akbar, des miniatures présentes sur des bijoux, des tapisseries. De nombreuses scènes religieuses chrétiennes sont peintes et trouvent leur place dans les palais (Figure 1).

L'art des pierres gravées était inspiré des exemples de la Renaissance et du baroque européen. Le portrait en camée de Shah Jahan, gravé dans une agate rubanée, en est un exemple (Keene & Kaoudji, 2006).

Lors de ses conquêtes dans le Deccan, Shah Jahan (Figure 2) annexa Ahmadnagar et un traité de paix lui laissa l'accès aux mines de Golconda. Mécène averti, il pratiquait lui-même la joaillerie et était connu comme grand expert en matière de gemmes.

À la mort de sa femme, Mumtaz Mahal, il fit ériger le magnifique Taj Mahal.

Le "Trône du Paon", entièrement incrusté de pierres précieuses, symbolise le faste qui régnait à la cour du Grand Moghol.

L'art moghol se manifeste à la fois dans l'architecture, l'art du livre (reliure-enluminure-peinture-miniatures) et l'artisanat, notamment la fabrication d'objets d'art en pierres précieuses, en bois, en métal ; le textile ; l'artisanat de luxe comme les bijoux en or, les pierres précieuses, les émaux, les marqueteries de marbres, les bois dorés ou laqués, les carafes d'étain et d'argent, les parfums (à base de rose, jasmin, ambre, ou musc).

Le style moghol se distingue par des influences de la Perse Timouride et Safavide mélangées à des traditions locales et parfois européennes qui sont présentes aussi bien dans l'art du livre, de

l'architecture, la joaillerie (Keene & Kaoudji, 2006). Les récits sur les richesses de la Cour moghole sont nombreux. Au XVIIIème siècle, Jean-Baptiste Tavernier (1605-1689) (Figure 3) explore les mines de Golconde et rencontre l'Empereur Shah Jahan. Il documente le commerce en Inde, et établit un système de classification des diamants encore utilisé de nos jours. Il rapporte des récits sur les richesses de l'Inde, notamment Goa, alors centre du commerce des perles et gemmes, où il achetait des pierres précieuses pour les revendre en Europe. Les mines de Golconde étaient les seuls gisements de diamants connus au monde à l'époque (Keene & Kaoudji, 2006). En 1678, environ 23 mines étaient recensées dans le royaume. Par la suite, elles ont été gardées secrètes par les Maharajas pour éviter le pillage. Shah Jahan possédait entre autres le célèbre diamant "Koh-I-Noor", aujourd'hui monté sur la couronne britannique, et le diamant bleu de Tavernier, aujourd'hui connu sous le nom de "Hope" (112 carats), y fut également découvert. (Voillot, 1997 ; Keene & Kaoudji, 2006).



**Figure 3** : Jean-Baptiste Tavernier en habits persans. "Tavernier, baron d'Aubonne, célèbre voyageur". Johann Hainzelmann, dessinateur, graveur (1641-1693). Estampe, Paris, 1679. Source : Bibliothèque nationale de France.

**Figure 3:** Jean-Baptiste Tavernier in Persian dress. "Tavernier, Baron of Aubonne, famous traveler". Johann Hainzelmann, draughtsman, engraver (1641-1693). Print, Paris, 1679. Source: Bibliothèque nationale de France.

## TECHNIQUES JOAILLIÈRES ET MATIÈRES DE PRÉDILECTION

L'or provenait principalement d'Asie Centrale, notamment de Samarkand, de Yarkand, de l'Altaï, ainsi que du Pakistan, d'Égypte et du Soudan. L'argent était extrait de nombreuses mines, surtout au Khorasan, en Ouzbékistan et dans le Fars en Iran. Ces métaux étaient transformés en lingots, puis travaillés par battage et martelage pour obtenir des plaques, des feuilles ou des fils, utilisés dans diverses techniques artisanales.

**Méthode Kundan** : Il s'agit d'une technique indienne de sertissage des gemmes, apparue dans le Nord de l'Inde à la fin du XVI<sup>ème</sup> siècle. C'est un sertissage par application d'or pur. Cette méthode met en valeur les pierres en insérant une feuille d'or entre elles et la monture (Figure 4).

**La gomme laque** : En joaillerie indienne, la gomme laque est une substance rouge-orangé utilisée pour fixer de fines feuilles de métal précieux au fond des sertissures. Les sertisseurs l'appliquaient au fond des chatons pour améliorer la couleur des rubis et émeraudes mal colorés et taillés sur une seule face. Ces feuilles appelées "dak" agissaient comme des miroirs, en rehaussant et diffusant les couleurs des pierres.

**L'acier "Damas"** ou damassé se caractérise par des moirures à sa surface. Cette méthode englobe deux techniques : l'application ou l'incrustation d'or. Ces techniques ornent des lames d'acier aux motifs fins, ainsi que les poignées de dagues Katar, d'épées et divers autres objets.

**L'émaillage** : Après avoir prospéré à Byzance et en Europe, cette technique influença les moghols, qui en exploitèrent pleinement les possibilités artistiques et techniques, inspirés par la tradition européenne

**Figure 4** : Or, rubis, émeraudes, saphirs sertis en technique kundan, Inde Moghole, XVII<sup>ème</sup> siècle. Collection Khalili. Inv. LNS 28J. Source : Keene & Kaoudji (2006).

**Figure 4**: Gold, rubies, emeralds, sapphires set in kundan technique, Mughal India, 17<sup>th</sup> century / Khalili Collection. Inv. LNS 28J. Source: Keene & Kaoudji (2006).



des émaux (source : Trésor du monde, 2006). Caractéristique marquante de la joaillerie indienne, l'émaillage a atteint son apogée durant la période moghole (XVI-XIX<sup>ème</sup> siècles). Originaire d'Égypte, où il était utilisé pour des figurines et objets de culte, l'émail décoratif imitait les couleurs des pierres précieuses.

**Pierres gravées et glyptique** (Figure 5) : Les cristaux naturels de forme baroque étaient souvent polis et gravés à la pointe de diamant, avec de nombreux spinelles portant des inscriptions royales. La glyptique moghole se distingue par l'incrustation d'or fin directement sur les pierres dures, où l'or, appliqué en placage, rehaussait les gravures et soulignait les motifs décoratifs.

**Le jade** : Il était utilisé pour les objets ornementaux, souvent incrusté d'or et serti selon la méthode kundan.

**Le cristal de roche** : prisé pour sa transparence et sa résistance supérieure au verre, il était utilisé pour la vaisselle de luxe et les manches de dagues. Ces pièces étaient souvent incrustées d'or et de pierres selon la technique kundan et ornées d'émail.

## CONCLUSION

Cet article est une esquisse des "Trésors du Monde" dont la Collection Al-Sabah (Kuwait National Museum) met en avant des pièces rares de l'Inde Moghole. Ma passion pour les bijoux moghols et l'Art de l'Islam qui suscite l'émerveillement encore de nos jours, nourrit mon désir de le faire découvrir au plus grand nombre. C'est le symbole vivant d'un dialogue artistique et culturel qui nous propose une immersion dans une esthétique où l'art est un langage universel, un moyen de tisser des liens entre des mondes qui pourraient sembler opposés, mais qui partagent une quête commune, la beauté. Les bijoux moghols incarnent cette rencontre entre minutie et splendeur. Ils dévoilent un fragment d'âme d'une époque, et témoignent de l'échange constant entre cultures et savoir-faire. Cet art, loin d'être figé dans le passé, continue de rayonner et d'inspirer, il nous aide à comprendre, à créer des liens et à apprécier la richesse infinie de ce que les cultures du monde ont à offrir.



**Figure 5** : Une émeraude gravée « Mirza Raja Sultan Mir Bahram Raj Bahadur 1201 ». Émeraude ovale de taille mixte de 17,94 carats, 22,15 x 19,41 x 5,22 mm, émeraude datée de 1786–1787. Vendue pour 1 275 000 \$ lors de la vente aux enchères Maharajas & Mughal Magnificence chez Christie's le 19 juin 2019.

*Figure 5: An inscribed emerald « Mirza Raja Sultan Mir Bahram Raj Bahadur 1201 ». Oval mixed-cut emerald of 17.94 carats, 22.15 x 19.41 x 5.22 mm, emerald dated 1786–1787. Sold for \$ 1,275,000 during Maharajas & Mughal Magnificence auction at Christie's on 19 June 2019.*

## REMERCIEMENTS

Je remercie le Kuwait National Museum, et Mr Salam Kaoudji, Conservateur en Chef & Gestionnaire de la Collection Al-Sabah, pour sa grande disponibilité et ses précieuses suggestions afin d'enrichir mes recherches et la rédaction de cet article. Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Maria Cristina Micheletta, créatrice de bijoux ainsi que tous mes collaborateurs et enseignants rencontrés tout au long de ma carrière. Ils m'ont transmis leur passion et leur savoir-faire inestimable dans le domaine des gemmes et l'art de la joaillerie.

## BIBLIOGRAPHIE

- Clemente-Ruiz (2009)** Album de l'exposition "Arts de l'Islam" présentée à l'Institut du Monde Arabe, Paris (2009) (6 oct. 2009 - 14 mars 2010), Editions Hazan, 48 p.
- Astier A. (2007)** Petite histoire de l'Inde, Editions Eyrolles, 212 p.
- Keene M., Kaoudji S. (2006)** Le Trésor du Monde : Joyaux indiens au temps des Grands Moghols, Al-Sabah collection. Kuwait National Museum. Editions Thames & Hudson, Londres, Paris, 160 p.
- Roux J.P. (1986)** Histoire des Grands Moghols - Babur Editions Fayard, Paris, 424 p.
- Voillot P. (1997)** Diamants et pierres précieuses, Editions Gallimard, 128 p.



# Salons & Expositions

LES EXPOSITIONS TEMPORAIRES À NE PAS MANQUER EN 2025 !

Claire Chapuis<sup>1</sup>

## Abstract

**MUST-SEE TEMPORARY EXHIBITIONS IN 2025 !** - This year, Paris, the world capital of elegance and luxury, is hosting a series of temporary exhibitions that unveil the secrets of high jewelry and ancestral craftsmanship. Unseen archives and exceptional pieces are displayed in the most picturesque museums of the city. From the shimmering glow of pearls to the mesmerizing goldsmithing masterpieces and artifacts dating back thousands of years, each exhibition offers an immersive journey into the world of beauty and refinement. Do not miss these must-see events celebrating the magnificence of gemstones and the art of jewelry.

## Résumé

Paris, capitale mondiale de l'élégance et du luxe, accueille cette année une série d'expositions temporaires, qui dévoilent les secrets de la haute joaillerie et des savoir-faire ancestraux. Archives inédites et pièces d'exception vous attendent dans les plus historiques musées de la ville. Du scintillement des perles aux fascinantes pièces d'orfèvrerie en passant par des objets d'art datant de plusieurs milliers d'années, chaque exposition offre une plongée immersive dans l'univers de la beauté et du raffinement. Ne manquez pas ces rendez-vous incontournables qui célèbrent la magnificence des pierres et de l'art joaillier.

<sup>1</sup> Gemmologue, Paris.

**Image d'illustration de l'article** : JAR, Clip Tête de mouton, 2006. Perles fines, saphirs étoilés cabochon, aluminium, argent et or. Collection privée. Exposition "Paris, capitale de la perle." Photo : Claire Chapuis.

**Header image:** JAR, "Tête de mouton (Sheep's Head)" brooch, 2006. Natural pearls, cabochon-cut star sapphires, aluminum, silver, and gold. Private collection. Exhibition "Paris, capitale de la perle (Paris, capital of pearls)". Photo: Claire Chapuis.

## Paris, capitale de la perle

À l'École des Arts Joailliers, une exposition en partenariat avec Van Cleef & Arpels se tient jusqu'au 1<sup>er</sup> juin 2025. Elle offre un voyage fascinant dans l'univers de la perle, de son importance historique à son commerce entre la France et le Golfe arabo-persique. La visite débute avec des explications scientifiques sur l'origine des perles et la présentation des différents mollusques. Puis elle se poursuit avec diverses créations joaillières, horlogères, dessins et illustrations, allant du XIXe siècle à aujourd'hui. Un parcours riche en pièces d'exception venues des plus prestigieuses collections au monde.

### Informations pratiques :

*L'École des Arts Joailliers* (Paris - Grands Boulevards)  
Hôtel de Mercy-Argenteau, 16 bis, boulevard  
Montmartre, 75009, Paris

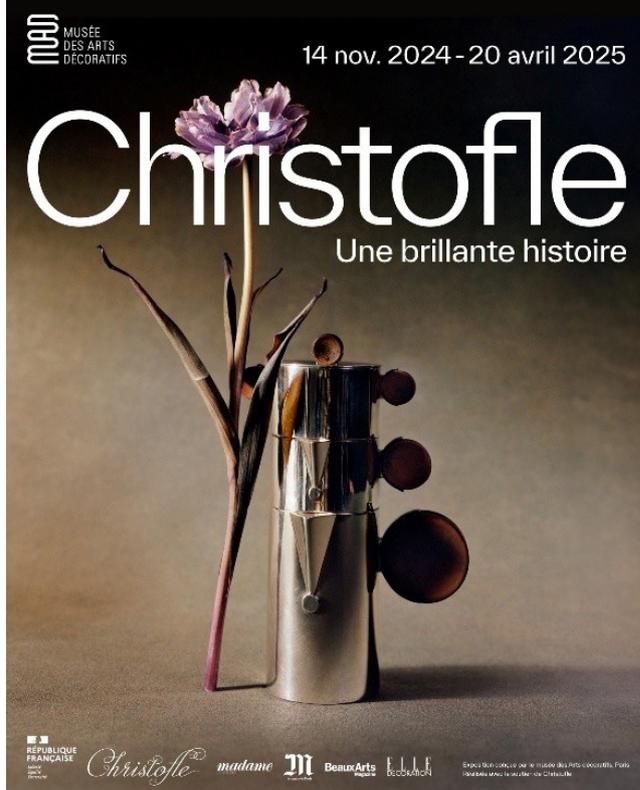
**Entrée gratuite sur réservation, du mardi au dimanche de 11h à 19h (nocturne le jeudi jusqu'à 21h).**

## Christofle, une brillante histoire

Jusqu'au 20 avril 2025, le Musée des Arts Décoratifs vous invite à découvrir l'histoire de l'un des plus célèbres orfèvres, la maison Christofle. Depuis ses premières créations dans les années 1830 jusqu'aux pièces iconiques du XXe siècle, cette exposition met en lumière l'artiste du métal qui a révolutionné l'art de la table traditionnel. Des créations innovantes, allant de somptueuses vaisselles parant les plus grands palais aux imposants meubles issus des Expositions Universelles sont à découvrir. Un véritable hommage à l'art du métal, où l'intemporel rencontre l'avant-garde.

### Informations pratiques :

*Musée des Arts Décoratifs*, 107 rue de Rivoli, 75001 Paris  
**Tarif d'entrée 15 € (plein tarif) sur réservation préalable.**



**Figure 1 :** Affiche d'exposition "Christofle, une brillante histoire". Musée des Arts Décoratifs, Paris.

*Figure 1:* Poster of the exhibition "Christofle, a bright history". Musée des Arts Décoratifs, Paris.

## Dessins de bijoux, les secrets de la création

À partir du 1<sup>er</sup> avril et jusqu'au 20 juillet 2025, le Petit Palais aussi connu sous le nom de Musée des Beaux-Arts de Paris, ouvre les portes de son incroyable collection de dessins et maquettes de bijoux. Une immersion dans les coulisses de la création joaillière, de l'esquisse en passant par la mise en couleur et le développement de maquettes. Riches d'une collection d'environ 5 700 pièces encore jamais dévoilée au public, ces œuvres sont d'authentiques trésors d'archives et un témoignage de l'histoire. Une véritable découverte du processus artistique et des sources d'inspiration des plus grands créateurs joailliers.

### Informations pratiques :

*Musée du Petit Palais*, Avenue Winston Churchill, 75008 Paris

**Tarif d'entrée 14 € (plein tarif), du mardi au dimanche de 10h à 18h (nocturnes les vendredi et samedi jusqu'à 20h).**



**Figure 2 :** Van Cleef & Arpels, Collier Cravate, 1954, platine, saphirs, diamants. Collection Van Cleef & Arpels. Photo: Van Cleef & Arpels.

*Figure 2: Van Cleef & Arpels, Cravate (Tie) necklace, 1954, platine, saphires, diamants. Collection Van Cleef & Arpels. Photo: Van Cleef & Arpels.*

## Nuances de bleu par Van Cleef & Arpels

Jusqu'au 30 juin 2025, la Galerie du Patrimoine située sur la célèbre Place Vendôme, revient avec une exposition pour voir la vie en bleu ! Saphirs, lapis-lazuli, turquoises et aigues-marines parent les montures d'une soixantaine de bijoux et montres, issus des archives patrimoniales de la maison. Un voyage au cœur des créations les plus fascinantes de la haute joaillerie et de l'horlogerie d'exception.

### Informations pratiques :

Galerie du Patrimoine, Van Cleef & Arpels, 20 place Vendôme, 75001 Paris

**Entrée gratuite**, du lundi au samedi de 11h à 19h.

## Au fil de l'or. L'art de se vêtir de l'Orient au Soleil-Levant

Jusqu'au 6 juillet 2025, le Musée du Quai Branly - Jacques Chirac propose une immersion culturelle du Moyen-Orient au Japon, à travers l'utilisation de l'or dans la parure. Cette exposition met en lumière tradition et modernité, avec notamment des chefs-d'œuvre réalisés par la maison Lesage et la créatrice Guo Pei. Une plongée dans un véritable savoir-faire, des techniques ancestrales de broderie au filage d'or, ainsi que des pièces historiques qui témoignent du génie créatif de ces civilisations.

### Informations pratiques :

Galerie Jardin, Musée du Quai Branly - Jacques Chirac, 37 quai Jacques Chirac, 75007 Paris

**Tarif d'entrée 14 €** (plein tarif), du mardi au dimanche de 10h30 à 19h (nocturne le jeudi jusqu'à 22h).



**Figure 3 :** Vue de la section "Vert", "La couleur parle toutes les langues". Œuvres choisies de la Collection Al Thani. Photo : Marc Domage.

*Figure 3: View of the "(Green)" section, "La couleur parle toutes les langues (Color Speaks All Languages)". Selected from the Al Thani Collection. Photo: Marc Domage.*

### La couleur parle toutes les langues

À découvrir jusqu'au 5 octobre 2025, une nouvelle exposition de la Collection Al Thani à l'Hôtel de la Marine, sur le thème universel de la couleur. Elle retrace les significations et symboliques des couleurs utilisées par les civilisations du monde à travers les époques. Avec près de 80 œuvres issues des cinq continents et couvrant une période chronologique allant du Néolithique à nos jours, cette exposition montre la diversité des matériaux et des techniques utilisées pour la création d'objets, de pièces d'apparat et d'armes. Sculptures et objets d'art en lapis-lazuli, massue maorie en jade néphrite et reliquaire en or s'associent pour nous faire découvrir les legs de notre passé.

### Informations pratiques :

*Collection Al Thani*, Hôtel de la Marine, 2 place de la Concorde, 75008 Paris.

**Tarif d'entrée 13 € (plein tarif), tous les jours à horaires différés.**



# Salons & Expositions

## VISITE PRÉCIEUSE À PARIS : LES INCONTOURNABLES DE LA JOAILLERIE À VOIR ET... À REVOIR !

Claire Chapuis<sup>1</sup>

### Abstract

**A PRECIOUS VISIT TO PARIS: MUST-SEE JEWELRY EXHIBITIONS TO DISCOVER AND REDISCOVER!** - A city known for an important jewelry heritage and its global influence on the high jewelry world for several centuries, Paris is home to numerous collections of minerals and gems, jewelry creations, and precious objects scattered across several museums. A true testament to the life of the Earth and the history of the earliest civilizations to the present day, these ornaments, sometimes from all over the world, make their way into our most popular museums as well as private mansions.

### Résumé

Ville riche d'un important patrimoine joaillier et reconnue pour son influence mondiale depuis plusieurs siècles, Paris abrite de nombreuses collections de minéraux et gemmes, créations joaillières et objets précieux dispersés à travers plusieurs musées. Véritables témoignages de la vie de la Terre et de l'histoire des premières civilisations jusqu'à nos jours, les bijoux d'apparat et objets d'art, parfois venus d'ailleurs, s'invitent dans nos plus historiques musées ainsi qu'au sein de lieux feutrés tels que d'anciens hôtels particuliers.

<sup>1</sup> Gemmologue, Paris.

**Image d'illustration de l'article** : Cindy Chao, Broche Papillon Ruby, 2008. Collection Papillon. Rubis, diamant, saphir, or. Galerie des Bijoux, Musée des Arts Décoratifs. Photo: Claire Chapuis.

**Header image**: Cindy Chao, "Papillon Ruby (Ruby Butterfly)" brooch, 2008. Collection "Papillon (Butterfly)". Ruby, diamond, sapphire, gold. Gallery of Jewelry, Musée des Arts Décoratifs. Photo: Claire Chapuis.

## Musée de Minéralogie de l'École des Mines

Exposée depuis 1815 au cœur de l'hôtel de Vendôme, la collection minéralogique de l'École des Mines fait partie des plus importantes au monde. Elle est composée de près de 2 900 espèces minérales réparties en 100 000 échantillons, dont 5 000 sont exposés au public sous vitrines et meubles en chêne. Une visite en déambulation autour des minéraux exposés comme des œuvres d'art dans un lieu rempli de cachet offre une ouverture fascinante sur le monde des pierres.

### Informations pratiques :

*Musée de Minéralogie Mines Paris – PSL*, 60 boulevard Saint-Michel, 75006 Paris

**Tarif : 7 € (plein tarif)**, du mardi au samedi à horaire différé.



**Figure 1 :** *Fluorite Laurent*, Galerie de Géologie et de Minéralogie, Paris. Photo : Museum National d'Histoire Naturelle.

**Figure 1 :** "Fluorite Laurent", Gallery of Geology and Mineralogy, Paris. Photo: National Museum of Natural History.

## Collection de Minéraux de la Faculté des Sciences de la Sorbonne

Nichée au cœur du campus universitaire Jussieu de la Sorbonne, une exceptionnelle collection de 16 500 espèces minéralogiques met en lumière la diversité du monde minéral. 1 500 spécimens sont à découvrir et à contempler à travers les 24 vitrines organisées suivant la classification des dix grandes familles minéralogiques. Cette exposition pédagogique retrace l'histoire et les principes de la gemmologie, de la minéralogie et de la cristallographie, illustrés par des spécimens, maquettes et objets. L'apogée de la visite : une section dédiée aux minéraux radioactifs, effet garanti !

### Informations pratiques :

*Collection de Minéraux*, Sorbonne Université, 4 place Jussieu, 75005 Paris

**Tarif d'entrée : 6 € (plein tarif)**, du mardi au samedi de 13h à 18h.

## Galerie de Géologie et de Minéralogie, Muséum National d'Histoire Naturelle

A seulement quelques minutes de la Sorbonne et située en plein cœur d'un lieu bucolique, le Jardin des Plantes, la Galerie de Géologie et de Minéralogie expose ses plus belles pièces. Dès l'entrée, c'est la folie des grandeurs, une vingtaine de cristaux plus grands les uns que les autres sont présentés en plein centre de l'exposition et entourés par une soixantaine de minéraux, gemmes et météorites. Le musée abrite de véritables trésors comme le célèbre Grand Saphir de Louis XIV et la Fluorite Laurent. Cet exceptionnel spécimen constitué de cristaux de fluorite octaédrique rouge associée à du quartz fumé a été collecté dans les Aiguilles Vertes du massif du Mont Blanc en 2006. C'est le premier minéral à être classé "bien culturel d'intérêt patrimonial majeur" par la Commission des trésors nationaux.

### Informations pratiques :

*Galerie de Géologie et de Minéralogie, Muséum National d'Histoire Naturelle* - 36 rue Geoffroy Saint-Hilaire, 75005 Paris

**Tarif d'entrée : 9 € (plein tarif)**, tous les jours de 10h à 17h, excepté le mardi.



**Figure 2 :** René Lalique, Plaque de ceinture Chardons, vers 1901-1903. Or, verre, émail translucide à jour, émail. Galerie des Bijoux, Musée des Arts Décoratifs. Photo : Claire Chapuis.

*Figure 2: René Lalique, "Chardons (Thistles)" Belt Plaque, circa 1901-1903. Gold, glass, openwork translucent enamel, enamel. Gallery of Jewelry, Musée des Arts Décoratifs. Photo: Claire Chapuis.*

### Galerie d'Apollon, Musée du Louvre

Véritable plongée au cœur des trésors royaux de France, les Joyaux de la Couronne sont présentés au sein d'un lieu fastueux chargé d'histoire. Une collection composée d'objets d'art sculptés en pierres dures et fines (agate, sardoine, jade, lapis-lazuli ou encore améthyste et cristal de roche), de majestueuses parures datant du XIX<sup>ème</sup> siècle, dont plusieurs ayant appartenu à l'impératrice Marie-Louise, et des gemmes historiques. Parmi elles, le spinelle Côte de Bretagne, et trois diamants : le Régent, le Sancy et l'Hortensia sont exposés et marquent un passé historique tragique.

#### Informations pratiques :

*Musée du Louvre*, Galerie d'Apollon, 8 rue Sainte-Anne, 75001 Paris

**Tarif d'entrée : 22 €** (plein tarif), tous les jours de 9h à 18h, sauf le mardi (nocturne le vendredi jusqu'à 21h).

### La Galerie des Bijoux, Musée des Arts Décoratifs

Le Musée des Arts Décoratifs abrite la plus grande série de bijoux des collections françaises, avec plus de 5 000 pièces allant de l'Antiquité à nos jours. Au sein de la Galerie des Bijoux, 1 200 ornements sont à découvrir, dont nombre d'entre eux illustrent les courants artistiques français du XIX<sup>ème</sup> et du XX<sup>ème</sup>

siècle ayant marqué l'histoire de la joaillerie. On y découvre des bijoux emblématiques de la période Art Nouveau signés Lalique, Vever ou encore Fouquet, les créations avant-gardistes de Raymond Templier, pionnier de l'Art Déco, et les incontournables bijoux d'artistes imaginés par Braque, Calder ou Lurçat. Des œuvres d'une technicité remarquable, notamment par l'utilisation de matériaux non conventionnels, tels que les matières organiques (cheveux, écailles de poissons) et des matériaux non précieux comme l'acier ou encore le plastique. Ces pièces sont de véritables témoins de l'histoire française.

#### Informations pratiques :

*Musée des Arts Décoratifs*, Galerie des Bijoux, 107 rue de Rivoli, 75001 Paris

**Tarif d'entrée : 15 €** (plein tarif), du mardi au dimanche de 11h à 18h (nocturne le jeudi jusqu'à 21h).

### Département des Monnaies, médailles et antiques, Musée de la BnF

Moins connu mais tout aussi fascinant, le musée de la BnF (Bibliothèque nationale Française) présente une sélection de ses ivoires et pierres gravées, dont le Grand Camée de France, ainsi qu'une partie de ses 600 bijoux antiques, médiévaux, de la Renaissance et du XVIII<sup>ème</sup> siècle dans le cabinet précieux. Son impressionnante collection regroupant plus de 13 000 pièces de l'art de la glyptique, dont des camées, sceaux-cylindres et intailles, est l'une des plus riches au monde, tant par sa diversité culturelle et géographique que par sa qualité de conservation. Ces trésors, provenant de l'Europe, d'Afrique du Nord, du Proche-Orient et d'Égypte, couvrent une large période historique, allant du IV<sup>ème</sup> millénaire av. J.-C. au XX<sup>ème</sup> siècle. Ce musée est une véritable invitation au voyage et à la découverte des civilisations du monde.

#### Informations pratiques :

*Musée de la BnF*, Département des Monnaies, médailles et antiques, 5 rue Vivienne, 75002 Paris

**Tarif d'entrée : 10 €** (plein tarif), du mercredi au dimanche de 10h à 18h (nocturne le jeudi jusqu'à 20h).

# Association

**6<sup>ÈME</sup> JARDIN D'HIVER DE GEMMOLOGIE & FRANCOPHONIE 2025, un week-end d'exception placé sous le signe du partage, des découvertes et de la passion pour les gemmes - "6<sup>TH</sup> JARDIN D'HIVER OF GEMMOLOGIE & FRANCOPHONIE 2025, an exceptional weekend dedicated to sharing, discoveries and passion for gems!"**

**Gemmologie & Francophonie**

**N**ous avons exceptionnellement délaissé Château-d'Ex pour Genève cette année, avec succès, car 32 passionnés se sont réunis au laboratoire GGTL pour écouter des présentations variées et captivantes :

**Emmanuel Fritsch** – Nouveauté : la forstérite synthétique chromifère.

**Chloé Picard & Adrien Trivier** – Un voyage fascinant au Kenya organisé par Hector Yaiche & Nora Saul.

**Lola Martin** – Focus sur l'artisanat unique des écailles de tortue de La Réunion et d'ailleurs.

**Carla Cotrel** – Immersion dans la manufacture des perles du Léman à Saint-Gingolph.

**Antoine Géraud** – Une parenthèse d'histoire horlogère.

**Franck Notari** – Identification du traitement de diffusion en surface des saphirs naturels et synthétiques.

**Lauriane Pinsault** – Les matières précieuses du Sri Lanka, entre importation et exportation.

**Clara Allirol-Mouton** – Retour sur le Colloque de Lisbonne 2024 de Rui Galopim De Carvalho sur les trésors royaux du Portugal.



*Souvenirs du  
Jardin d'hiver  
2025*



**Figure 1 :** Visite du dolmen la Pierre-aux-fées. - *Figure 1: Visit to the "Pierre-aux-fées" stone dolmen.*

**Frédérique Bello** – Voyage au Pérou à la découverte des opales bleues.

**Marie Chabrol** – L'organisation de la communauté arménienne dans le secteur de la joaillerie parisienne 1923-1947.

**Marine Bouvier & Féodor Blumentritt** – Découverte de nouveaux grenats trapiches en Chine.

**Annabelle Herreweghe & Quentin Dartois** – Le traitement thermique des zircons.

Bravo à l'équipe Panda, vainqueur du traditionnel quizz cette année. Lors de ce séminaire convivial, nous avons visité le dolmen de la Pierre-aux-Fées, à Reignier, classé au titre de monuments historiques de la région (Figure 1).

Dimanche matin après les viennoiseries françaises, nous avons pris de la hauteur sur le Mont Salève, sans succès pour cette fois : il fallait monter beaucoup plus haut ce jour-là pour échapper au brouillard genevois (Figure 2). Merci à la famille Grobon pour la visite du charmant village de Monnetier et la fondue savoyarde au restaurant familial deux fois séculaire.

**On vous donne rendez-vous l'année prochaine pour notre prochaine édition du Jardin d'Hiver !**



**Figure 2 :** L'inhospitalier sommet du Salève. *Figure 2: The inhospitable summit of Salève.*



*Opales bleues*



*Invité surprise*

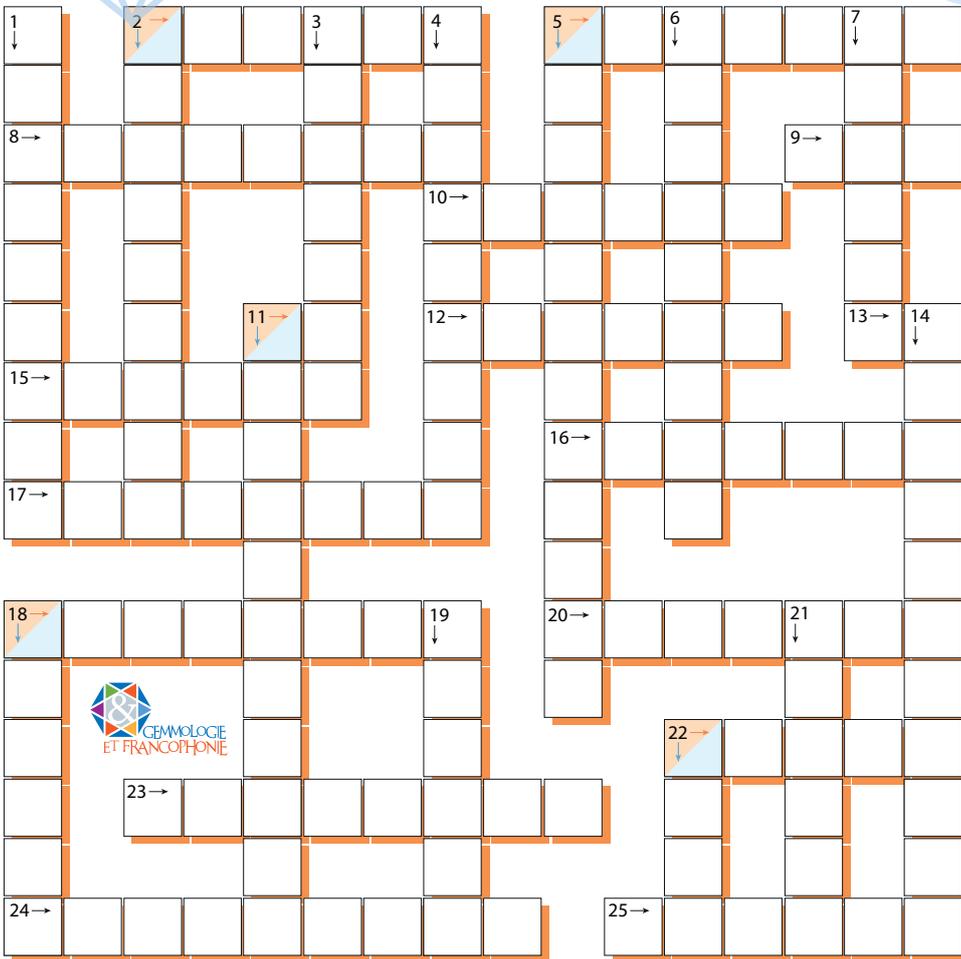
# GEMQUIZZ

## GEMMOCROISÉ

Mots croisés proposés par *Gemmologie & Francophonie*

### Vertical

1. Silicate de manganèse, rose.
2. Sulfures d'arsenic.
3. Polymorphe de haute pression de la silice.
4. Qui brille d'un vif éclat et rappelle le nom d'un oxyde de titane.
5. Sulfure double de cuivre et de fer.
6. Oxyde multiple tenant son nom du métal rare qu'il contient, que l'on peut trouver en inclusion dans le corindon et qui évoque un supplice mythologique.
7. Métal précieux, ne faisant pas forcément le bonheur.
11. Oxyde hydraté naturel de manganèse, lisse et noir, comme son nom l'indique.
14. Le charbon en est un ... bon.
18. Carbonate de formule chimique  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ , pouvant être une roche évaporitique.
19. L'or, le mètre et le cheval peuvent en être un.
21. Silicate d'un élément dont l'oxyde est synthétisé comme substitut du diamant.
22. Pourrait imiter le cuir dans un bracelet de montre.



### Horizontal

2. Qualifié, selon le poète (et non le gemmologue), la clarté des étoiles.
5. Estimeras la valeur d'un bijou, notamment ancien.
8. Minéral souvent associé au réalgar.
9. Sigle d'un grenat, utilisé comme imitation du diamant dans les années 1970.
10. Autre nom d'une cordiérite.
11. Symbole d'un métal précieux (associé aux chevelures des blondes !).
12. Des roches lunaires ont pu être ramenées lors d'une des missions de ce programme.
13. Symbole d'un métal de transition radioactif (de numéro atomique 43).
15. Se dit d'un atome chargé positivement ou négativement.
16. Élément d'un grenat produit essentiellement par procédé Czochralski.
17. Se dit d'une inclusion ayant précipité dans une matrice cristalline.
18. La citrine est une des pierres de naissance de ce mois.
20. Espèces minérales typiques des pegmatites, pouvant être qualifiées parfois d'"impériales".
22. Peut être "clos" chez l'artisan bijoutier.

23. Bijou porté autour du poignet.
24. Feldspathoïde sodique, qui se forme principalement dans les roches ignées mafiques à ultramafiques, comme les syénites.
25. Sa terre est un pigment minéral naturel, de teinte ocre brun rougeâtre (homonyme d'un adjectif possessif).

Pour découvrir les réponses, retournez la page !

1. Rhodonite ; 2. (h) Obscur ; 2. (v) Orpiments ; 3. Coesite ; 4. Kautskite ; 5. (h) Cotenas ; 5. (v) Chalcopyrite ; 6. Tantalite ; 7. Argent ; 8. Orpiment ; 9. GGG ; 10. Iolite ; 11. (h) PT ; 11. (v) Pstomelane ; 12. Apollo ; 13. TC ; 14. Combustible ; 15. Iontse ; 16. Yttrium ; 17. Exsolite ; 18. (h) Novembre ; 18. (v) Natron ; 19. Eralon ; 20. Topazes ; 21. Zircon ; 22. (h) Sert ; 22. (v) Skat ; 23. Bracelet ; 24. Néphéline ; 25. Sienne

# On partage !

**La rédaction partage ses coups de cœur / intérêts du moment !**

**Vous avez lu / vu / visité / écouté / écrit quelque chose qui pourrait intéresser nos lecteurs ? Faites-nous en part pour une prochaine édition de la revue !**

## « Les minéraux dans Minecraft », Mini-exposition au Musée de Minéralogie du 1er avril au 29 août 2025



À l'occasion de la sortie du film Minecraft sur les grands écrans, l'École des Mines de Paris (Mines Paris – PSL) propose au sein de la galerie permanente de son musée de Minéralogie une petite exposition présentant différents minéraux et roches utilisés dans le célèbre jeu vidéo « Minecraft ».

L'humanité a façonné son monde en exploitant les ressources naturelles. Aujourd'hui, Minecraft invite des millions de joueurs à explorer, extraire et transformer des matériaux pour bâtir leur propre univers. Mais à quel point ce jeu reflète-t-il la réalité des minéraux qui nous entourent ? Cette exposition vous plonge au cœur des liens entre le virtuel et le réel, en comparant les blocs de Minecraft aux véritables matériaux de notre planète. Un voyage ludique et scientifique à ne pas manquer !

**Musée de Minéralogie Mines Paris** – PSL - 60 boulevard Saint-Michel, 75006 PARIS

**Mardi** de 10h à 12h et de 13h30 à 18h

**Mercredi au Vendredi** de 13h30 à 18h

**Samedi** de 10h à 12h30 et de 14h à 17h.

**Tarif d'entrée 7 € (plein tarif), tarif réduit à 4€, gratuit pour les moins de 26 ans** - <https://www.musee.minesparis.psl.eu/>



## Le piège des Pierres Précieuses - Une nouvelle lecture

**"Le piège des pierres précieuses"**  
Edition : Het Punt - 163 pages  
Prix : 25€

Avec plus de quarante années d'expérience, Roger Dedejne, gemmologue talentueux que

l'on ne présente plus, en a vu des vertes et des pas mûres en matières de pierres. Dans cet ouvrage, il livre son regard sur les gemmes, racontes des anecdotes de commerces truculentes et vous emmène sur les marchés et les foires découvrir les plus belles pierres mais aussi les pires arnaques.

On souhaite, après la lecture de ce livre, que vous ne vous fassiez plus avoir ou du moins que vous demandiez conseils si cela s'avère nécessaire pour acheter des pierres.

## Maîtrisez l'Art de la Lapidairerie à Lyon



Avis aux passionnés de gemmes : une nouvelle opportunité s'offre à vous en France. Faceting Apprentice, école spécialisée dans la taille de pierres précieuses à Lyon, ouvre les portes de cet art fascinant au grand public à travers des formations immersives et pratiques, adaptées aussi bien aux débutants qu'aux futurs professionnels.

Son programme phare, le Faceting Bootcamp, est une formation intensive de deux semaines conçue pour permettre aux élèves d'acquérir à la fois les compétences techniques et la confiance nécessaires pour tailler des gemmes de A à Z. Accessible sans prérequis, il initie d'abord aux bases de la taille avant d'explorer des techniques avancées et de donner un aperçu des enjeux du commerce des pierres précieuses. Les classes à effectifs réduits garantissent un accompagnement personnalisé par un tailleur professionnel. Que vous soyez gemmologue, créateur de bijoux, collectionneur ou simplement captivé par la transformation de la matière brute en pierres éclatantes, Faceting Apprentice vous offre une occasion unique d'apprendre cet art minutieux au cœur de Lyon.

Pour en savoir plus et consulter le calendrier des prochaines sessions, rendez-vous sur [www.facetingapprentice.com](http://www.facetingapprentice.com).



## Re: Engouement autour des cristaux du Mont-Blanc

Dans les Alpes, les guides et cristalliers sont les premiers témoins du retrait des glaciers. Si le changement climatique peut représenter une opportunité en ouvrant de nouveaux accès, il peut également obliger ces professionnels à renoncer, tant les parois relâchent leurs blocs de roche à un rythme effréné. Un monde entre la glace et la roche où seuls sont autorisés les marteaux, les burins, les jambes et l'adrénaline ! Contrairement à la Suisse où l'aide mécanique est autorisée après délivrance d'un permis.

L'engouement pour cette activité séculaire augmente avec la fonte des glaces et les promesses de trésors au bout de la godasse d'alpiniste. Mais l'engouement, la persévérance et la connaissance du terrain nécessaires semblent opérer un tri naturel chez les prospecteurs novices, de plus en plus nombreux à chercher fortune dans le fond des fours. Une profession niche, dont les secrets s'héritent de génération en génération. À voir et revoir sur ARTE.

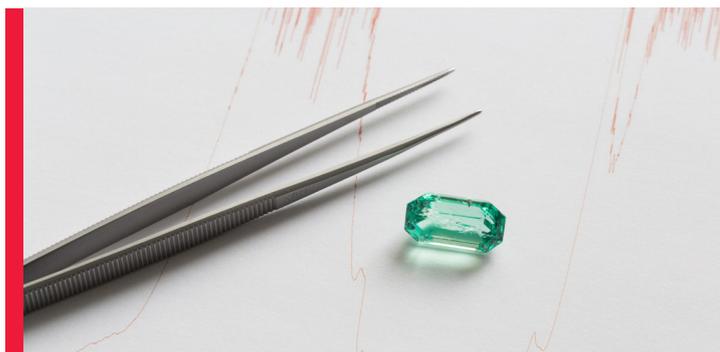
**Visionnage du reportage sur Arte :** <https://www.arte.tv/fr/videos/119044-009-A/arte-regards/>

# LA SCIENCE AU SERVICE DES GEMMES



**LABORATOIRE FRANÇAIS D'EXPERTISE  
INTERNATIONALE**

**CENTRE DE FORMATION  
PROFESSIONNELLE**



**LFG**

**P A R I S**

Laboratoire Français  
de Gemmologie

**LABORATOIRE DE GEMMOLOGIE DEPUIS 1929, À PARIS**  
DIAMANTS • PIERRES PRÉCIEUSES • PERLES