



GEMMES

La revue de l'association
Gemmologie & Francophonie



GEMMOLOGIE

- Une remarquable tourmaline elbaïte non cuprifère

MARCHÉ

- Les gemmes canadiennes

GEMMOLOGIE

- Découvrir le mollusque gastéropode *Cypræacassis rufa*

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

Marie-Laure Cassius-Duranton
Boris Chauviré
Aurélien Delaunay
Éloïse Gaillou
Jean-Pierre Gauthier
Laëtitia Gilles-Guéry
Stefanos Karampelas
Franck Notari
Geoffray Riondet
Marie Schoor
Emmanuel Thoreux

MISE EN PAGE

Tessa Fougou

NOUS CONTACTER

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

L'ASSOCIATION

gemmaologie-francophonie.com

Envie de contribuer aux savoirs
gemmaologiques de la francophonie ?

Ecrivez-nous pour nous proposer vos articles :
gymmofranco@protonmail.ch

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



Photo de couverture : Boucles d'oreilles « Mythe de l'orchidée I ». Diamants taille briolette, diamants ronds, titane et or blanc.
Photo : Anna Hu

Cover photo: Myth of Orchid Duet Earrings I. Briolette cut diamonds, round brilliant cut diamonds, in titanium and 18- carat white gold. Photo: Anna Hu



Diamants

Pierres et diamants de couleur

Pierres ornementales

Perles et coraux

Bijoux

Naturalité

Gradation pureté et couleur

Origine géographique

Détection des traitements

Nettoyage et huilage d'émeraudes

GGTL Laboratories



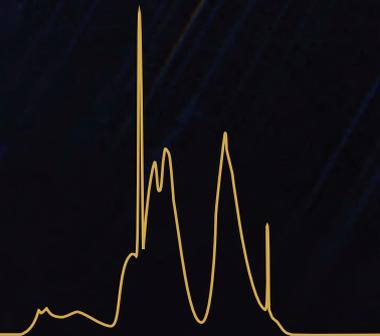
- Leader des gemmes pour la haute horlogerie -

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 2 Automne 2023

SOMMAIRE	4	HISTOIRE DE GEMMES	
À RETROUVER DANS CE NUMÉRO	5	• L'origine de la perle : imaginaire d'une immaculée conception au Moyen Âge et à l'époque moderne	64
ÉDITO	7	Marie-Laure Cassius-Duranton	
ASSOCIATION		• Le Jade, plus qu'une pierre. Décoder la pierre précieuse emblématique de l'empire du milieu...	79
• « L'approvisionnement en gemmes au service de la joaillerie / horlogerie »	23	Aurore Says	
Gemmologie & Francophonie		MARCHÉ	
• « Qu'est-ce que la durabilité en joaillerie ? »	25	• Mise au point sur les minéraux de qualité gemme du Canada ayant un impact économique	57
Gemmologie & Francophonie		Daphné Giacomazzi, Marianne Dragon, Marie-Hélène Corbin	
GEMQUIZZ		• 10 pièces à retenir de la semaine de la mode, juillet 2023	52
• Gemquizz	46	Marie Chabrol	
Ingrid Lerouyer		UN BIJOU, UNE HISTOIRE	
• Résultats Gemquizz	95	• Kreuter (1842 - 1987), fabricant méconnu	9
Ingrid Lerouyer		Marie Chabrol & Charline Coupeau	
EXPOSITIONS		SÉMINAIRES & COLLOQUES	
• Des gemmes dans l'exposition « Minéraux : objets de collection » au Musée de Minéralogie	49	• Un 25e anniversaire réussi pour La Gemmologie à Poil	92
Éloïse Gaillou		Gemmologie & Francophonie	
GEMMOLOGIE DE LABORATOIRE		UN JOUR, UNE CURIOSITÉ	
• Une remarquable tourmaline elbaïte non cuprifère	42	• Spirales	21
Franck Notari, Féodor Blumentritt, Yolchanok Srinaka, Natthawut Saenkuntha		Jean-Pierre Gauthier, Jacques Fereire & Francesco Mazzero	
• Les verres naturels	38	ON PARTAGE	94
Ingrid Lerouyer			
• La coquille flammée du casque rouge, <i>Cypraeacassis rufa</i>	27		
Jean-Pierre Gauthier, Jacques Fereire, Thanh Nhan Bui			
• Méthode de calcul des formules structurales des gemmes	71		
Marine Bouvier			



À retrouver dans ce numéro

Les gemmologues francophones

"Cette tourmaline présentait une exceptionnelle couleur, similaire à celle des tourmalines elbaïtes ou F-liddicoatites cuprifères originellement extraites du gisement de Paraíba (Mina da Batalha), État du Mato Grosso, au Brésil."

**Franck Notari,
Féodor Blumentritt,
Yolchanok Srinaka,
Natthawut
Saenkuntha** - p 42

"La richesse minière du Canada ne se limite pas aux métaux, mais de nombreux minéraux s'y retrouvent. Saint-Hilaire, dans la province du Québec, 400 variétés de minéraux sont identifiées, y compris certains de qualité gemme tel que le grenat hessonite, la sphalérite, la fluorite et la rhodochrosite. Pourtant, peu de ces gemmes se retrouvent sur le marché de la joaillerie aussi bien local qu'international."

**Daphné
Giacomazzi,
Marianne Dragon,
Marie-Hélène
Corbin**
- p 57

"Les archives, c'est la colonne vertébrale d'une maison. Sans elles, pas d'histoires, pas d'authentifications, pas d'expertises. Le cas de la maison Kreuter est révélateur d'une méconnaissance des archives, pourtant existantes."

Marie Chabrol & Charline Coupeau

- p 9



GEMMES, la revue de l'Association Gemmologie & Francophonie - Automne 2023 - N°2

"Cypraecassis rufa a aussi été en vogue, notamment dans les années 1920/1930, dans les arts de la table, taillé sous forme de porte-couteaux dans la partie ventrale, au bord de l'ouverture. Dans l'ancien temps, la lèvres externe de Cypraecassis rufa a aussi été travaillée et utilisée comme outil de coupe dans les archipels du Pacifique Ouest."

**Jean-Pierre Gauthier,
Jacques Fereire, Thanh
Nhan Bui** - p 27

"Du fait de ses nombreux usages domestiques et industriels, le verre est partout autour de nous, incontournable. L'Humanité le fabrique depuis des millénaires mais les processus géologiques permettent d'en former depuis l'apparition de la croûte terrestre."

Ingrid Lerouyer
- p 38

"Au Moyen Age, la séparation des règnes de la nature, telle que nous les concevons aujourd'hui, n'existe pas. Les gemmes sont considérées comme des êtres vivants et il n'est pas rare que des bêtes leur donnent naissance, en particulier dans le monde marin."

**Marie-Laure Cassius-
Duranton** - p 64

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

Excellence en Enseignement Gemmologique en Europe

Formations en français :

- **Société Royale Belge de Gemmologie** - Bruxelles, Belgique
- **Institut National de Gemmologie** - Paris, France
- **Laboratoire Français de Gemmologie** - Paris, France



FEEG

www.feeg-education.com



INSTITUT
NATIONAL
DE GEMMOLOGIE

ÉDITO

Bonjour à toutes et à tous,

Les témoignages de sympathie, les encouragements et les félicitations reçus aussi bien des lecteurs francophones que d'associations et laboratoires gemmologiques internationaux lors de la première édition de la revue « GEMMES » sont autant d'éléments moteurs pour poursuivre cette aventure avec l'enthousiasme et le sérieux souhaités au départ par l'équipe dirigeante de l'association "Gemmologie et Francophonie".



perspective de connaissance des gemmes, le jade, pierre emblématique de l'Empire du Milieu et les verres naturels, souvent "célestes" également, seront invités dans des articles de fond, ainsi que des minéraux gemmes du Canada. On découvrira une tourmaline de type Paraíba, ayant la particularité d'être non-cuprifère. Les flammes d'un gastéropode connu, le casque rouge, délivreront une partie de leur secret. Un des mythes suggérant l'origine

Des annonceurs nous font confiance, nous les en remercions très sincèrement.

Pour s'adresser à tous les gemmologues, notre revue a le souci de se diversifier en proposant des rubriques variées : nouveautés et curiosités gemmologiques, gemmologie de laboratoire, vie de l'association, séminaires et colloques sans pour autant figer l'ossature du sommaire. Les jeunes diplômés d'écoles ou d'universités pourront sélectionner la partie la plus attractive de leur mémoire pour en faire profiter l'ensemble de la communauté. Mais tout auteur potentiel pourra s'exprimer, au besoin avec l'aide du comité de lecture, sur ses centres d'intérêt, voire ses passions.

Cette deuxième édition vous plongera dans l'historique de la maison allemande Kreuter et Cie, célèbre dans la deuxième moitié du XIXème siècle pour ses productions joaillères. Dans une

de la perle nous sera conté. Enfin, à condition de détenir une analyse adéquate de sa composition, le lecteur s'initiera à l'obtention rapide de la formule structurale d'une gemme.

Cette année s'est tenue la 25ème édition de la réunion du GAGEM, toujours à la Mairie de Poil dans la Nièvre. C'est ici l'occasion de marquer l'anniversaire de cette rencontre à la fois très sérieuse et très conviviale.

Et la convivialité, c'est un des mots d'ordre de l'association.

Jean-Pierre Gauthier
Membre du Comité de Rédaction
Gemmologie & Francophonie



GEMGENÈVE

2 > 5 NOV. 23

PALEXPO

GENEVA



INTERNATIONAL GEM & JEWELLERY SHOW

*Talks | Exhibitions | Workshops
World-renowned dealers | Meetings
Book signing | Student projects | Designers*

ANGLO BELGE
SPECIAL RISKS



SSEF
SWISS SOCIETY OF GEMMERS AND JEWELLERS



gemgeneve.com





Un bijou, une histoire

KREUTER (1842 - 1987), FABRICANT MÉCONNU

Marie Chabrol¹ & Charline Coupeau²

Abstract

The city of Hanau in Germany was one of the most important jewelry production centers of Europe between the end of the 19th century and the beginning of the 20th. It is in this city that the Kreuter workshop was based, which produced most of the top-quality jewels supplied to the European royal houses. Among them, Robert Koch (1879-1987), often described as the "German Cartier". The general ignorance of this workshop and its archives shows that many pieces are often misidentified on the market because they are automatically attributed to its main retailer. By presenting this workshop, this article mainly explores the role of archives in the history of jewelry.

Résumé

La ville de Hanau en Allemagne fut l'un des centres de production de bijoux parmi les plus importants d'Europe entre la fin du XIX^e siècle et la première moitié du XX^e. C'est dans cette ville que fut basé l'atelier Kreuter qui assura la plupart des productions les plus qualitatives de nombreux joailliers fournisseurs des maisons royales européennes. Parmi eux, Robert Koch (1879-1987), souvent décrit comme le "Cartier allemand". La méconnaissance générale de cet atelier et de ses archives montre que de nombreuses pièces issues de celui-ci sont souvent mal identifiées sur le marché, car attribuées d'office à son revendeur principal. En présentant cet atelier, c'est plus largement le rôle des archives dans l'histoire de la joaillerie que cet article explore.

¹ Responsable pédagogique, gemmologue. chabrol.marie@outlook.fr

² Docteure en histoire de l'art et gemmologue, Centre de recherches en histoire de l'art F.-G. Pariset, Bordeaux Montaigne. ch.coupeau@gmail.com

Image d'illustration de l'article : Diadème en platine, diamants et saphirs. Réalisé en 1911. Son dessin préparatoire est conservé à Hanau. Photo : Alexandre Rieunier

Header image: Platinum diadem set with diamonds and sapphires. Made in 1911. The original drawing is preserved in Hanau. Photo: Alexandre Rieunier

INTRODUCTION

Au XIX^e siècle, alors que la France opère sa révolution industrielle laissant entrevoir la naissance d'un capitalisme déjà amorcé dans les pays voisins, l'Allemagne va l'amener à repenser son industrie bijoutière. La production française prospère sous Napoléon III – en atteste l'augmentation des exportations³ de bijoux fabriqués dans les ateliers parisiens (Coupeau, 2022) et la demande croissante de la clientèle internationale – puis décline à la chute du Second Empire, allant se placer au troisième rang mondial derrière l'Allemagne et l'Angleterre. La fabrication de bijoux en Allemagne est en effet bien meilleure dans son offre commerciale. Et ceci n'est pas nouveau. En 1835, Hilaire Lourdet signalait déjà cette concurrence émergente (Lourdet, 1835). L'Allemagne regorge de centres très productifs. Alors que Berlin se concentre sur la production pour le marché local, Stuttgart, Gmünd (Viator, 1902) et d'autres municipalités sont principalement des centres dédiés à la production de bijoux pour l'exportation⁴.

Parmi celles-ci, Pforzheim, cité du grand-duché de Bade est considérée comme LA "métropole de la bijouterie" (L'Écrin, 25 avril 1869 ; Coupeau 2022). Une autre ville rivalise d'excellence avec Paris : Hanau qui se place comme l'un des centres de joaillerie les plus importants d'Allemagne. Forts d'une guilde d'orfèvres créée en 1610 (Huber, 2015), et d'une école de dessin d'art industriel fondée par une association de bijoutiers, graveurs et orfèvres en 1772 et réorganisée en 1879 (Vachon, 1899), les fabricants de cette ville se sont spécialisés dans la

création de bijoux de haute qualité. La maison des orfèvres allemands ou Deutsche Goldschmiedehaus Hanau est installée depuis les années 1930 dans l'un des bâtiments les plus anciens de la ville. Il s'agissait à l'origine de l'Hôtel de Ville de cette cité allemande. Les entreprises bijoutières d'Hanau vont connaître leurs heures de gloire durant tout le XIX^e siècle, et ce, jusqu'à la Seconde Guerre mondiale. Si le succès de l'industrie joaillière de cette cité située sur le Main est attesté en Allemagne (Huber, 2015), il l'est aussi en France. Le dépouillement des différents rapports d'expositions universelles nous informe sur la place de ces industries d'outre-Rhin au sein du paysage international.

"des fleurs en or rouge ou vert, des orchidées émaillées, des broches avec peinture sur émail ou sur ivoire, qui démontrent la recherche de bien faire"

Alors que l'Allemagne s'est abstenue de présenter le travail de ses bijoutiers-joailliers en 1878 et n'a pas non plus pris part à l'exposition de 1889, elle est présente à l'Exposition universelle de 1900 à Paris. De nombreux fabricants de

Pforzheim, à l'instar de F. Zerrenner, quelques-uns de Schwäbisch Gmünd et deux de Berlin, dont H. Werner, exposent leurs créations au sein du Groupe XV-Classe 95 (Chanteclair, 1900). Sur les 45 exposants, MM. Friedländer, Kollmar et Jourdan, ainsi que la firme Louis Kuppenheim reçoivent une médaille d'or ; l'Académie Royale de dessin de Hanau est également récompensée (Soufflot, 1900)⁵. La Revue de la Bijouterie, Joaillerie, Orfèvrerie, dans un article consacré aux bijoutiers étrangers dont certains présents lors de l'Exposition universelle de 1900, émet une appréciation fort favorable au sujet des bijoux de la société Kreuter et Cie : "des fleurs en or rouge ou vert, des orchidées émaillées, des broches avec peinture sur émail ou sur ivoire, qui démontrent la recherche de bien faire" (Viator, 1902).

³ Entre 1851 et 1870, les exportations de bijoux en or et platine augmentent de 4 480 000 francs. La bijouterie en argent croît quant à elle de 430 000 francs. Voir "Tableau des importations et des exportations de bijouterie entre 1827 et 1889" dans Picard (1889).

⁴ Un article du Joaillier datant du 16 juillet 1874, p. 2, mentionne les chiffres de la fabrication annuelle de ces quatre villes d'Allemagne qui produisent pour l'exportation. Pforzheim : 72 000 000 francs ; Hanau : 40 000 000 francs ; Gmünd : 10 000 000 francs ; Stuttgart : 5 000 000 francs soit un total de 127 000 000 francs (Coupeau, 2022).

⁵ Pour un aperçu des médaillés allemands dans la classe 95 en 1900, voir également la revue La Mode & le Bijou, août 1900, p.18-20.

KREUTER & Co.

Si les créations de Kreuter et Cie attirent fortement la presse française au tournant du siècle, c'est qu'elle est l'une des plus influentes d'Hanau. Fondée le 15 août 1842 par deux frères, Georg Friedrich (1815-1902) et Wilhem Karl Ludwig (1813- ?), la société Kreuter & Co s'installe au n° 5 de la Metzgestrasse en août 1842. Cet atelier de fabrication de joaillerie et d'orfèvrerie propose également la confection d'accessoires de mode (cannes, étuis à cigarettes, ornements de sac à main). Dès 1847, l'entreprise emploie douze orfèvres et six apprentis (Huber, 2015). En 1867, au 25^e anniversaire de l'entreprise, on compte 36 employés. Malgré la guerre de 1870, l'embellie se poursuit et en 1889, l'entreprise compte 44 personnes. L'espace se faisant rare, elle déménage en 1856, au n° 10 de la Metzgestrasse avant d'ériger en 1905 un bâtiment sur l'actuelle Corniceliusstrasse, aujourd'hui classé et faisant partie de la route de la culture industrielle de Hesse Rhein-Main.

À l'orée de la Première Guerre mondiale, la moitié de la main-d'œuvre de l'atelier, soit environ 97 orfèvres, est enrôlée pour effectuer son service militaire et participer ainsi au conflit qui se dessine. Il faut attendre 1915 pour que l'entreprise puisse reprendre le travail. Les commandes, puis les livraisons de bijoux Kreuter reprennent vers la Hollande, le Danemark, la Suisse. Mais c'est sans compter sur la grande dépression qui, à la suite du krach boursier de 1929, force l'entreprise à licencier

la majorité de ses salariés. Une légère reprise se confirme toutefois dans les années 30 puisqu'on compte 42 employés (Huber, 2015). Néanmoins, il faut noter que la période de "gloire" de l'entreprise se situe au tournant du XX^e siècle avec la Belle Époque. Les événements politiques de la deuxième moitié

du XX^e siècle ne permettront pas à l'entreprise de retrouver ce niveau de production. Elle disparaît du paysage en 1987.

Si Kreuter & Co connaît des débuts modestes, le succès vient rapidement frapper à la porte. Dès la fin des années 1870, cette fabrique d'Hanau travaille pour le joaillier berlinois Friedländer⁶ ainsi qu'en étroite collaboration avec le joaillier juif Robert Koch (1852-1902), également nommé le Cartier allemand. À l'instar de Peter Rath à Munich, Ernst Treusch à Leipzig ou encore A. Nees à Bad Kissingen, Koch, fournisseur des différentes maisons princières d'Allemagne et même du Kaiser, achète des bijoux à Kreuter qu'il revend

dans ses succursales : à Francfort au numéro 25 de la Kaiserstrasse depuis 1902 et Baden-Baden, une succursale saisonnière - la ville ayant longtemps été

une station thermale dédiée de la bourgeoisie et noblesse allemandes. Les commandes affluant, l'entreprise ne tarde pas à s'imposer. Kreuter produit anonymement de nombreuses pièces vendues par les grands joailliers de la cour de Hesse à toute l'Europe aristocratique. La collaboration Kreuter-Koch donne ainsi naissance à plus de 700 bijoux dont une tiare en diamants pour la princesse Maria Pia de Bourbon Sicile (1878-1973), épouse du prince



Figure 1 : LASZLO Philip, Portrait Augusta Victoria, impératrice allemande. Huile sur toile, 1908, Doorn, Huis Doorn museum.

Figure 1: LASZLO Philip, Portrait Augusta Victoria, German Empress. Oil on canvas, 1908, Doorn, Huis Doorn museum.

⁶ Un diadème en platine, diamants et perles, signé Gebrüder Friedländer, a été vendu à Milan par Christie's en novembre 2010. Le dessin est conservé dans la collection Stern.



Figure 2 : Broche Sarah Bernhardt. Or jaune et or vert, argent, émail, rubis, saphir, diamant, perle, 1897, Darmstadt, Hessisches Landes-Museum, N° 133. Source: © Hessisches LandesMuseum-Photo Wolfgang Fuhrmannek.

Figure 2: Sarah Bernhardt brooch. Yellow and green gold, silver, enamel, ruby, sapphire, diamond, pearl, 1897, Darmstadt, Hessisches Landes-Museum, N° 133. Source: © Hessisches LandesMuseum-Photo Wolfgang Fuhrmannek.

Louis d'Orléans-Bragance en 1908, mais aussi un diadème pour la Tsarine Alexandra (1872-1918) ainsi que pour Augusta-Victoria de Schleswig-Holstein-Sonderbourg-Augustenbourg, dernière impératrice d'Allemagne (1858-1921) (Figure 1)⁷. Têtes couronnées d'Angleterre, de Suède en passant par le Danemark et même la Russie sont donc parées de bijoux fabriqués par Kreuter. Sur ces différents bijoux conçus par Kreuter, aucun ne porte le poinçon de cette fabrique. Seul celui des marchands

connus est apposé. La plupart du temps, on note que les pièces revendues ne sont pas signées, mais simplement identifiées par leur écrin. Pour résumer les choses simplement, si la pièce est conservée dans un écrin Koch, c'est donc une pièce de Koch.

C'est là que l'importance des archives entre en jeu. Plusieurs fonds conservent des éléments sur la maison Kreuter, mais il faut citer absolument deux collections allemandes. La première, et la plus importante en volume d'archives de la maison Kreuter, est celle du Schloss Philippsruhe, le musée d'histoire de la ville de Hanau depuis 1967. Quand la maison Kreuter & Co. ferme ses portes en 1987, les archives sont confiées par le dernier propriétaire - Eugen Brüning (gendre de Hans Kreuter) - à la Maison des orfèvres allemands de Hanau qui les transfère au Musée d'Histoire (Huber, 2015 ; Dr. Christianne Weber-Stöber, communication personnelle). La deuxième collection est une collection privée. Basé en Allemagne, Frank Stefan Stern collectionne les gouachés et les

dessins de joaillerie depuis plus de 20 ans. Il possède presque 100 000 dessins, dont un large fonds dédié à Koch et Kreuter (Chabrol, 2019). La confrontation de différentes données (résultats de salles de ventes, anciens catalogues d'expositions, photographies d'époque) avec ces deux principaux fonds d'archives permet une réelle mise en lumière du travail de la société Kreuter qui entre 1900 et 1914 aurait créé environ 28 700 bijoux (Huber 2015). En plus de repositionner Kreuter comme un fabricant majeur de la première moitié du XXe siècle, cette démarche permet d'identifier correctement de nombreux bijoux restés jusque-là mal attribués.

L'entreprise Kreuter, proposant des bijoux de grande qualité et d'un excellent savoir-faire, est aussi une fine observatrice des modes et tendances de l'époque. Elle adhère ainsi au style Art Nouveau qui fleurit à Paris au tournant du siècle.

⁷ Le dessin de ce bijou est conservé à Hanau (26522 ; 6-02-1906), mais on peut le voir porté sur le tableau représentant l'impératrice peint par Philip de László en 1908 et conservé au Huis Dorn Museum.

Dans cette idée, au sein du Landes Museum de Darmstadt est conservé un bijou (Figure 2 - page précédente) qui avait déjà retenu notre attention lors d'un précédent travail de recherche (Coupeau 2020) et dont l'identification a longtemps posé question. La broche présentée dans le catalogue des collections au n°133 représente la "divine" actrice Sarah Bernhardt (1844-1923), fidèle cliente de joailliers bien connus comme René Lalique (1860-1945) et Georges Fouquet (1862-1957). Celle qui incarnait sur les planches des personnages aux multiples facettes est ici figurée dans le rôle de Mélissinde, princesse de Tripoli pour le drame d'Edmond de Rostand (1868-1918) *La princesse lointaine*.

La composition de ce bijou datant de 1898 est indéniablement inspirée de l'affiche réalisée par le tchèque Alphonse Mucha (1860-1939) le 15 décembre 1896 pour l'annonce d'un article sur la tragédienne dans la revue "La Plume" (Figure 3). L'artiste décorateur en contrat d'exclusivité avec l'actrice depuis 1894 est, à sa demande, en charge des décors, des costumes, des bijoux et du programme du spectacle joué au Théâtre de la Renaissance pour la première fois le 5 avril 1895. Si en 1958, le collectionneur néerlandais Karel A. Citroën (1920-2019), ancien propriétaire de cette broche, avance l'hypothèse d'une réalisation par Fouquet d'après un dessin de Mucha, cette supposition avancée également par Gabriele Fahr-Becker en 1982 (Stern, 1982), est aujourd'hui peu probable. Alors que l'institution⁸ a quant à elle proposé la possibilité d'une création parisienne proche de celle de Louis Houillon, en raison du naturalisme du visage et des créations similaires (Bertrand, 1901), un gouaché issu de la collection de Stefan Stern (5-2022-2017) laisse plutôt à penser qu'il s'agit là d'une fabrication de l'atelier Kreuter.



Figure 3 : MUCHA Alphonse, Affiche Sarah Bernhardt. [pour la Journée Sarah Bernhardt du 9 déc. 1896 et pour l'annonce d'un article dans "La Plume" du 15 décembre], lithographie en couleur, 1896, Paris, BnF. Source : Bibliothèque nationale de France, ENT DN-1-FT6.

Figure 3: MUCHA Alphonse, Sarah Bernhardt poster. For Sarah Bernhardt's day on Dec. 9, 1896, and for the announcement of an article in "La Plume" of Dec. 15, 1896. Color lithograph, 1896, Paris, BnF. Source: National Library of France, ENT DN-1-FT6.

Dans les années 1900, la société Kreuter inscrit son style dans celui des grands créateurs de bijoux de l'époque. Difficile alors de ne pas voir l'influence du maître joaillier français René Lalique⁹ dans certaines compositions de l'entreprise allemande.

⁸ En 1963, Le Hessisches Landesmuseum de Darmstadt rachète l'ensemble de la collection de Karel A. Citroën qui comprenait plus de 200 pièces présentant un riche panorama de bijoux de la période Art Nouveau avec notamment de grandes signatures de cette époque comme René Lalique, Georges Fouquet et Philippe Wolfers.

⁹ On peut constater quelques similitudes entre certaines réalisations de l'entreprise Kreuter et celles de René Lalique. On peut en ce sens rapprocher une plaque de collier de chien représentant un paysage émaillé vers 1900 de René Lalique conservé au musée Calouste Gulbenkian à Lisbonne d'une plaque de cou également à motifs de paysage réalisée par la firme Kreuter vers 1900 et revendue par le marchand Koch (Von Hase-Schmundt 1998.56). Le dessin de la broche deux cygnes de l'atelier Kreuter trouve quant à lui des similarités avec le Pendentif Cygnes, en émail plique à jour et opaque de 1898-1899, Collection Shai Bandmann et Ronald Ooi.

Un bijou, passé en salle des ventes le 21 février 2007 à Genève (Figure 4), identifié comme une pièce de Koch, semble l'exacte réplique d'une version avec perle baroque du dessin deux cygnes signé par Kreuter (Figure 5) et conservé dans la collection Stern. À plusieurs reprises en effet, le nom de Kreuter semble s'effacer face à celui du revendeur, Koch. Il en est ainsi d'une autre création aux allures là encore toutes laliquiennes. Conservé dans les collections du Schmuckmuseum de Pforzheim, un pendentif en or et émail (Figure 6) datant de 1900 et connu sous le numéro d'inventaire Nr. 1966/14 a été identifié par

l'institution comme une réalisation de Max Friedrich Koch. Là aussi, la consultation des dessins présents (Figure 7) dans la collection Stern nous permet de rappeler que ce bijou est probablement signé de la main d'un dessinateur de la société Kreuter. Sur ces problématiques d'identification, une autre pièce (Figure 8) présente dans les collections du British Museum de Londres a attiré notre attention. La broche en or en forme de pélican aux ailes déployées réalisée vers 1900 que l'institution relie à un travail espagnol et notamment du style du joaillier catalan Lluís Masriera (1872-1958), trouve un écho dans le

Figure 4 : KOCH Robert, broche-pendentif Art Nouveau. Or, émail plique à jour, saphir, diamants, perle baroque grise, dans un écrin à la forme, Francfort-Baden, vers 1900, Genève, Christie's, vente "Important Jewels", 21 février 2007, lot 186. Source : Christie's.



Figure 4: KOCH Robert, Art Nouveau brooch-pendant. Gold, openwork enamel, sapphire, diamonds, gray baroque pearl, in a shaped box, Frankfurt-Baden, circa 1900, Geneva, Christie's, Important Jewels sale, February 21, 2007, lot 186. Source: Christie's.nF Source: National Library of France, ENT DN-1-FT6.

Figure 6 : KOCH Max Friedrich, pendentif. Or, diamants, émail, perle, Berlin, vers 1900, Pforzheim, Schmuckmuseum, Inv. Nr. 1966/14. Source: © Schmuckmuseum Pforzheim-Photo Rüdiger Flöter.



Figure 6: KOCH Max Friedrich, pendant. Gold, diamonds, enamel, pearl, Berlin, circa 1900, Pforzheim, jewelry museum, inv. No. 1966/14. Source: © Jewelry Museum Pforzheim-Photo Rüdiger Flöter.



Figure 5 : KREUTER & Co, dessin de broche-pendentif deux cygnes, Hanau, 1890-1910, Grafische Sammlung Stern, 5-2022-2019. Source: Collection privée Stefan Stern.

Figure 5: KREUTER & Co, drawing of a brooch-pendant with two swans, Hanau, 1890-1910, Grafische Sammlung Stern, 5-2022-2019. Source: Stefan Stern private collection.

Figure 7 : KREUTER & Co, dessin de pendentif femmelibellules, Hanau, 1890-1910, Grafische Sammlung Stern, 5-2022-2012. Source: Collection privée Stefan Stern.



Figure 7: KREUTER & Co, drawing of a pendant depicting a woman and two dragonflies, Hanau, 1890-1910, Grafische Sammlung Stern, 5-2022-2012. Source: Stefan Stern private collection.



Figure 8 : Broche pélican. Or, émail plique à jour, perle baroque, Espagne ?, vers 1900, Londres, British museum, 1978, 1002.188. Source: © The Trustees of the British Museum.

Figure 8: Pelican brooch. Gold, plique-à-jour enamel, baroque pearl, Spain?, circa 1900, London, British museum, 1978, 1002.188. Source: © The Trustees of the British Museum.

fonds d'archives du Schloss Philippsruhe. Ce musée d'Hanau conserve en effet un dessin de la société Kreuter (n°19848 ; 6-09-1901) ayant été réalisé le 6 septembre 1901, similaire au bijou de l'institution britannique. Il est également intéressant de noter un bijou en or et émail (Figure 9), passé en vente chez Million à Paris le 26 mai 2020 dont le design est à rapprocher du croquis conservé en Allemagne. Là-encore, des similitudes importantes existent, même s'il n'est pas possible de dire s'il s'agit d'une pièce de l'atelier de Hanau. Kreuter copie-t-il des pièces de bijoutiers européens connus ? L'hypothèse est probable quand on sait que de nombreuses entreprises joaillères des grands centres allemands de l'époque puisent leur inspiration dans la production et les tendances françaises. Kreuter ne semble pas faire exception.

Si le fabricant d'Hanau se laisse bercer par les efflorescents motifs de l'Art Nouveau, il donne aussi sa place à un véritable phénomène qui touche tous les domaines de l'art et parcourt le XIXe siècle : l'Égyptomanie. Plusieurs dessins conservés au Schloss Philippsruhe, pouvant d'ailleurs s'apparenter au travail du bijoutier parisien Émile-Désiré Philippe



Figure 9 : Élément de parure en forme de pélican aux ailes déployées. Or, émail, diamants, perle, travail français, vers 1900, Paris, Million, vente "Joaillerie printemps", 26 mai 2020, lot 12, adjudication 1500 euros. Source : Millon.

Figure 9: Part of a set in the shape of a pelican with spread wings. Gold, enamel, diamonds, pearl, French work, circa 1900, Paris, Million, "Spring Jewelry" auction, May 26, 2020, lot 12, auction 1500 euros. Source: Millon.

(1834-1880)¹⁰ traduisent cet engouement par le remploi de thèmes décoratifs affiliés à l'Égypte Antique. Un collier à 5 rangs de perles et pierres précieuses taillées en scarabées offert par sa majesté le roi Gustave V (1858-1907) et la reine Victoria de Suède (1862-1930) à leur belle-fille, Margaret de Connaught (1882-1920), lors de son mariage avec leur fils, le prince royal Gustav Adolf (1882-1973), s'inscrit parfaitement dans ce goût¹¹ (Figure 10).



Figure 10 : ELIASSONS Alex, carte postale de la princesse Margareta de Suède avec ses deux fils Gustaf-Adolf et Sigvard, Stockholm, vers 1910. Source : collection privée.

Figure 10: ELIASSONS Alex, postcard of Princess Margareta of Sweden with her two sons Gustaf-Adolf and Sigvard, Stockholm, circa 1910. Source: private collection.

¹⁰ Voir *La parure égyptienne*. Argent doré, jaspe, améthyste, pierres dures, émail, vers 1878, Paris, MAD, D 21.A-E.

¹¹ Ce collier n'est toutefois pas notifié dans la liste des cadeaux de mariage publiée en 1905 dans le Times du 10 juin.

Si le bijou évoque avec brio l'Égypte, pays où les futurs époux se sont rencontrés pour la première fois en 1905, l'identification de son fabricant est à rappeler. Bien que l'exposition *Precious Gems : Jewellery from eight centuries* au musée national de Stockholm en 2000 mentionne que le collier (Figure 11) a été réalisé par Koch pour la famille royale de Suède, il s'agit en réalité sûrement d'un achat du marchand de Baden-Baden à la société Kreuter. Un dessin identique au bijou issu des collections du Château de Philippsruhe (N°20147 ; 1901) atteste même, d'après le numéro de production indiqué, que le collier a été réalisé bien en amont de cette prestigieuse commande puisque la date de 1901 y est notifiée.

Mais parmi toute la diversité des productions de la manufacture, s'il faut bien retenir une spécialité qui fera sa réputation, c'est la fabrication de tiaras et diadèmes dont la majorité ont pour finalité les têtes couronnées et aristocratiques de toute l'Europe. Chez Kreuter, elle devient l'un de ses bijoux signatures. Plusieurs centaines de tiaras ont ainsi été fabriquées. Si on peut penser que certaines furent vendues en direct par l'atelier, il faut rappeler que la majorité de cette production le fut via les revendeurs et principalement Koch.



Figure 11 : KOCH, collier scarabées de la princesse Margaret. Rubis, émeraudes, saphirs, diamants, perles, Frankfort, 1905, Collection HRH Princess Lilian de Suède. Source : ©Alexis Daflou.

Figure 11: KOCH, Princess Margaret Scarab necklace. Rubies, emeralds, sapphires, diamonds, pearls, Frankfort, 1905, HRH Princess Lilian of Sweden Collection. Source: ©Alexis Daflou.

Le 27 mai 2022, la maison de ventes Christie's disperse la collection de feu Lord et Lady Swaythling. Le lot 1048 (Figure 12) est un diadème en or, diamants et perles fines.

S'il est signé Koch, il est présenté dans un écrin Hayward & Sintzenich, une boutique basée au 77 Jermyn Street à Londres, la rue des tailleurs de qualité pour hommes. Le dessin de cette pièce (N°37893, mais dans une version diamant) est conservé en Allemagne à Hanau.



Figure 12 : KOCH, tiara. Or, perles fines et diamants représentant des feuilles de myrte, dans un écrin Hayward & Sintzenich, vers 1905, Londres, Christie's, vente "The Collection of the late Lord and Lady Swaythling", 27 mai 2022, lot 1048. Source : Christie's.

Figure 12: KOCH, tiara. Gold, fine pearls and diamonds representing myrtle leaves, in a Hayward & Sintzenich case, circa 1905, London, Christie's, sale "The Collection of the late Lord and Lady Swaythling", May 27, 2022, lot 1048. Source: Christie's.



Figure 13 : VOGUE, couverture du magazine Vogue Spain, Naomi Campbell avec une tiare Belle Epoque et une robe signée Giorgio Armani, photographiée par Nico Bustos, Juin 2004. Source : Vogue.

Figure 13: VOGUE, cover of Vogue Spain magazine, Naomi Campbell with Belle Epoque tiara and dress by Giorgio Armani, photographed by Nico Bustos, June 2004. Source: Vogue.

Il témoigne d'une sortie d'atelier le 25 janvier 1912. Vendue il y a quelques années en Espagne par la maison Barcéna, elle figure fabuleusement portée par Naomi Campbell en couverture de Vogue Spain de juin 2004 (Figure 13). Pourtant, on la croise régulièrement sur internet identifiée comme une fabrication Cartier de 1905.



Figure 14 : KOCH, tiare "boutons de roses". Diamants taille rose, améthystes taille cabochons, platine, vers 1910, dans un écrin original signé Koch, Collection privée. Source: ©Erik Cornelius.

Figure 14: KOCH, the "rosebuds" tiara. Rose-cut diamonds, cabochon-cut amethysts, platinum, circa 1910, in an original box signed Koch, Private collection. Credit: ©Erik Cornelius.

Retenir une tiare plus spectaculaire qu'une autre relève de l'impossible tant les pièces sont toutes sublimes, et très différentes les unes des autres. Mais nous pouvons nous attarder plus particulièrement sur le diadème d'améthystes dit aussi "diadème boutons de roses" de la Duchesse d'Otrante (1886-1983) (Figure 14) qui, réputé fabriqué par Koch, le fut en réalité par l'atelier Kreuter. Le dessin, conservé en Allemagne, témoigne que ce modèle fut réalisé à deux reprises, en 1911 (N°36442) et en 1914 (N°41997).

La dernière apparition de l'une des versions de cette pièce semble remonter au 3 février 1968 lors du mariage de la Princesse Benedikte du Danemark. On peut penser que la pièce est toujours conservée dans la collection de la famille royale.

Demeure un mystère avec la tiare dite "du Khédive d'Égypte". Remarquablement portée par la princesse Margareth de Connaught (Figure 15), l'une des petites-filles de la reine Victoria, puis par sa descendance, ce magnifique bijou est réputé fabriqué par la maison Cartier à la demande du Khédive pour le mariage de Margareth avec le futur roi Gustav VI de Suède.

Elle apparaît le 17 juin 1905 reproduite dans *The Illustrated London News*, puis est citée le 24 juin dans le *The Boudoir Supplement* dans la chronique *Dame Fashion's Diary*. La rédaction écrit alors "*the famous parisian jeweler Cartier had made it*". Est-ce une erreur d'interprétation, Koch étant surnommé le "Cartier allemand" ? La liste de mariage publiée dans le *Times* du 10 juin 1905 ne mentionne pas de fabricant, mais il est intéressant de rapprocher son design d'un dessin de la maison Cartier pour un projet de tiare vers 1906 (inv. GII06 ; Dalon & Salomé, 2013).

Quelle ne fut donc pas notre surprise de découvrir le dessin exact de ce bijou dans les archives Kreuter conservé à Hanau avec le croquis n°37486 daté du 16 novembre 1911... Voilà qui ouvre de nombreuses questions sur son attribution exacte.

Qui a fabriqué le diadème de 1905 ? Et que conclure de ce dessin à l'identique de 1911 ? À ce stade, l'énigme reste ouverte en attendant sa résolution.

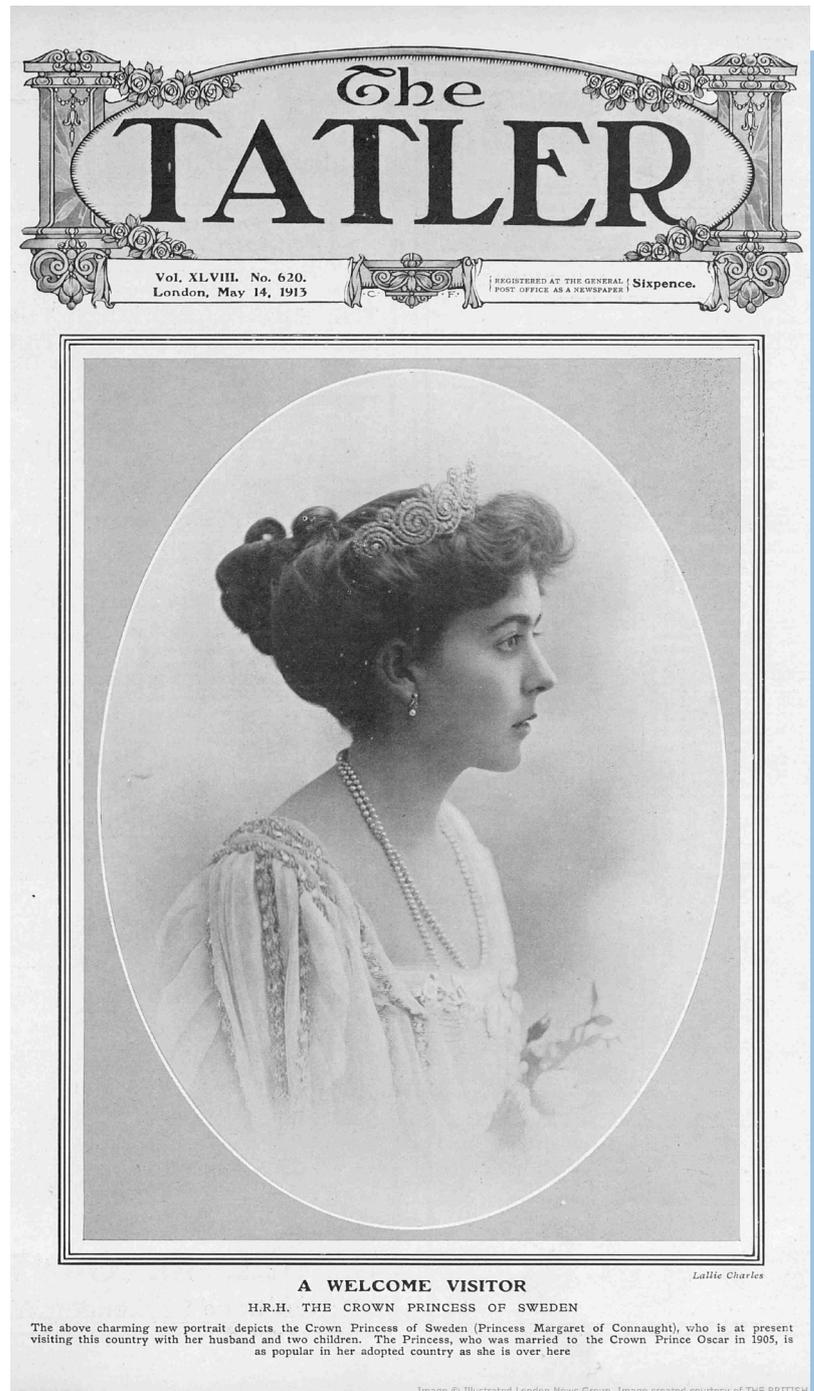


Figure 15 : H.R.H. la princesse de Suède portant la tiare dite "du Khédive". *The Tatler*, mercredi 14 mai 1913. Source : ©Illustrated London News Group Image Created courtesy The British Library Board.

Figure 15: H.R.H. the Princess of Sweden wearing the "Khedive's" tiara. *The Tatler*, Wednesday May 14, 1913. Source: ©Illustrated London News Group. Image Created courtesy The British Library Board.

POINÇONS, DESSINS ET AUTRES ÉLÉMENTS D'IDENTIFICATION

Penser que l'identification d'une pièce de joaillerie revient à lui attribuer une maison est au mieux simpliste. Dans le domaine du bijou, il y a parfois de nombreux intermédiaires avant que le bijou ne soit livré au client final dans son écrin. Interviennent alors de nombreuses mains dont la trace laissée peut donner une valeur importante à la pièce. Longtemps, c'est la marque qui a compté. Un bijou était alors identifié comme un Cartier, un Van Cleef & Arpels ou encore un Boucheron pour ne citer que ces très belles maisons françaises. Mais derrière ces noms se cache une multitude d'ateliers où les joailliers, sertisseurs, polisseurs et autres dessinateurs ont œuvré à la conception de ces ouvrages. Ce système de sous-traitance, nécessaire pour permettre aux maisons d'honorer la totalité des commandes, se reproduit partout dans le monde où une industrie du bijou existe : à New York, à Anvers, à Birmingham ou encore à Hanau, sujet de cet article. Être sous-traitant, c'est être - par définition - invisible du grand public et s'effacer derrière la maison qui vous passe les commandes. Cette sous-traitance obéit le plus souvent à des règles strictes de confidentialité, mais aussi à un cadre juridique particulier. Le domaine de la bijouterie, de par la manipulation de métaux précieux inhérente à l'activité, est bien connu des services fiscaux. Il s'agit autant de garantir le titre et donc la qualité du métal que de se signaler en tant que fabricant.

En Europe, la plupart des pays oblige le marquage des ouvrages précieux, car celui-ci ouvre la voie au paiement de taxes. La législation sur le marquage légal des ouvrages en or, argent puis platine a subi de nombreuses et multiples évolutions entre le XIIIe

siècle et le début du XIXe siècle. En France, par exemple, le poinçon de maître a vu ses règles fixées par différentes lois entre l'an 6 (1797-1798) et l'an 7 (1798-1799) ainsi qu'en témoigne la résolution du 26 Vendémiaire An 6. À partir de cette époque, le poinçon du fabricant "*porte la lettre initiale de son nom, avec un symbole*", lequel peut être gravé "*par tel artiste qu'il lui plaît de choisir, en observant les formes et proportions établies par l'administration des monnaies*" (Duvergier, 1835). Mais pour quiconque se lance à l'assaut de l'identification d'une pièce, c'est principalement le Tardy qui fera foi. Pour décoder la forêt complexe que représentent les différentes

règles de marquage en fonction des pays, ce petit ouvrage est une véritable mine d'information pour les bijoux poinçonnés jusque dans les années 1980. Henri-Gustave Lengellé alias Tardy (1901-1971) a ainsi rassemblé des milliers de poinçons de garantie avec les règles d'apposition sur les ouvrages précieux.

Enfin, et au-delà des poinçons, restent d'autres éléments, dont les dessins et les documents de stocks nécessaires à la compréhension de la production d'une entreprise. Le dessin de joaillerie est un élément d'une importance cruciale dans le processus de fabrication d'un bijou. Qu'on parle ici du croquis rapide ou gouaché plus abouti, il s'agit d'abord de dessiner avant de passer à la maquette puis à la réalisation. Mais le dessin peut également servir à garder une trace de l'objet fini tel que cela se pratique régulièrement. On évoque bien sûr les dessins de l'atelier Kreuter, sujet de cet article, qui laissent à penser que ceux-ci ont pu être en partie réalisés pour mémoriser les productions de la maison. Longtemps délaissé, le dessin joaillier revient depuis quelques années sur le devant de la scène. En atteste en 2018 la première exposition

Les archives, c'est la colonne vertébrale d'une maison.

française sur le sujet au Musée La Piscine Roubaix (Botella-Gaudichon, 2018) suivi plus récemment par L'École des Arts Joailliers. L'exposition *Le bijou dessiné*, proposée entre octobre 2021 et février 2022, invitait à la redécouverte de dessins issus de grands noms de la joaillerie française. Mais le dessin ne fait pas tout. S'il est une bonne indication de la réalisation d'une pièce, il ne peut se substituer à la présence d'archives connexes comme des livres de stocks ou de commandes par exemple. C'est ce tout qui permet de contextualiser un bijou dans l'histoire d'une maison.

Les archives, c'est la colonne vertébrale d'une maison. Sans elles, pas d'histoires, pas d'authentifications, pas d'expertises. Le cas de la maison Kreuter est révélateur d'une méconnaissance des archives, pourtant existantes. La majorité des pièces sont identifiées par le revendeur et ce n'est que depuis quelques années que l'on voit apparaître de temps en temps le nom de cette entreprise dont la qualité des pièces n'est pourtant plus à démontrer.

REMERCIEMENTS

Les auteurs de l'article tiennent à remercier chaleureusement pour leur aide et leurs conseils : M. Darnis et M. Rieunier pour leur confiance absolue, Mme Astrid Huber pour ses éclaircissements sur la maison Kreuter, M. Stefan Stern pour les reproductions des dessins de sa collection, M. Wolfgang Glueber, Chef du département d'histoire de l'art et de la culture et Conservateur des arts appliqués au Landesmuseum de Darmstadt, Mme Isabelle Schmidt Mappes, Responsable des relations publiques au Schmuckmuseum de Pforzheim, M. Jonas Burval, Coordinateur Images au Nationalmuseum de Stockholm.

BIBLIOGRAPHIE

- Bertrand J-L. (1901)** Les bijoux au Salon de 1901. *Revue de la bijouterie, joaillerie, orfèvrerie*, 1er juin, p. 47.
- Botella-Gaudichon S. (2018)** Les gouachés, un art unique et ignoré, [exposition du 3 février au 1er avril 2018, La Piscine-Musée d'art et d'industrie André Diligent], Roubaix, La Piscine ; Aire-sur-la-Lyre, Atelier Galerie éditions, 131 p.

Chabrol M. (2019) Frank Stefan Stern, collection de dessins de joaillerie, legemmologie.com, consulté le 5 avril 2023.

Chanteclair R. (1900) La bijouterie étrangère à l'Exposition de 1900. *Revue de la Bijouterie Joaillerie, Orfèvrerie*, 1er septembre, p. 72.

Coupeau C. (2020) Le bijou fin-de-siècle, avatar de la femme fatale. in: La femme fatale, de ses origines à ses métamorphoses plastiques, littéraires, médiatiques, *3e colloque international* sous la direction scientifique de Cyril Devès, Lyon, Ecole Emile Cohl, CRHI, 364 p.

Coupeau C. (2022) La métaphysique du bijou : objet d'histoires, parure du corps et matériau de l'œuvre d'art au XIXe siècle, Rennes, *Presses Universitaires de Rennes*, 318 p.

Dalon L., Salome L. (2013) Cartier, le style et l'histoire, [exposition du 4 décembre 2013 au 16 février 2014, Paris, Grand Palais], Paris, Réunion des musées nationaux-Grand Palais, 400 p.

Duvergier J.B. (1835) Collection complète des Lois, Décrets, Ordonnances, Réglemens, avis du Conseil d'État, publiée sur les éditions officielles du Louvre ; de l'Imprimerie Nationale, par Baudouin ; et du Bulletin des Lois ; (de 1788 à 1830 inclusivement, par ordre chronologique), Continué depuis 1830, Tome 10, 2e édition, Paris, A. Guyot et Scribe, Libraires-éditeurs, p. 95.

Fahr-Becker G., Sterner G. (1982) Art Nouveau, an art of transition: form individualism to mass society, New York, Barron's, 192 p.

Huber A. (2015) Hanau Schmuck. Am Beispiel der Firma Kreuter & Co., Cocon Verlag, 298 p.

La Mode et le Bijou (1900) août, p. 18-20.

Les grands centres de bijouterie allemands : Pforzheim (1869) *L'Ecrin*, 25 avril, p. 3-4.

Lourdet H. (1835) Observations sur la fabrication et le commerce des ouvrages d'orfèvrerie, de bijouterie, d'horlogerie et les formalités à remplir par les fabricants et les marchands d'ouvrages d'or et d'argent, Bordeaux, Deliège Aîné, XXXp.

Picard A. (1891-1892) Exposition universelle internationale de 1889 à Paris : rapport général par M. Alfred Picard. Historique des expositions universelles, Paris, 372p.

Soufflot P. (1900) Rapport du jury international, Tome XVII, Groupe XV : industries diverses, Classe 95 : joaillerie et bijouterie, Paris, Imprimerie nationale, 393-401p.

Tardy (1975) Poinçons d'or, de platine et de palladium, 12e édition, Tardy, 400 p.

The Illustrated London News (1905), 17 juin, n° 3452.

Vachon M. (1899) Pour la défense de nos industries d'art : l'instruction artistique des ouvriers en France, en Angleterre, en Allemagne et en Autriche (missions officielles d'enquêtes), Paris, A. Lahure, 287 p.

Viator (1902) Les bijoux étrangers. *Revue de la bijouterie, joaillerie, orfèvrerie*, F. A. Brockhaus, p. 187-211.

Welander-Berggren E. (2000) Precious Gems, jewellery from eight centuries, [exposition du 9 juin au 15 octobre 2000, Nationalmuseum de Stockholm], Stockholm, Nationalmuseum, 237 p.



Un jour, une curiosité

SPIRALES

Jean-Pierre Gauthier¹, Jacques Fereire¹ et Francesco Mazzero²

Les spirales sont des courbes mathématiques dont on retrouve très souvent les formes dans la nature. Elles sont présentes notamment chez les ammonites ou dans la queue du caméléon pour le règne animal, dans le chou rouge ou l'aloès *-aloe polyphylla-* ou encore la crosse des fougères chez les végétaux, pour ne citer que quelques exemples. Nous proposons ici quelques cas, plus particulièrement concernés par le domaine de la gemmologie :

- a) Spirale de croissance dans la moissanite (carbure de silicium). Elle se produit autour d'une dislocation-vis, défaut très classique dans la croissance des cristaux. Photo J.-P. Gauthier
- b) Spirale obtenue sur une lame mince réalisée dans l'opercule du gastéropode *Bolma rugosa*, opercule connu sous le nom d'œil de Sainte-Lucie, auquel une légende populaire lui attribue la capacité de porter bonheur. Coupe réalisée par J. Fereire. Photo J.-P. Gauthier.
- c) Spirale dans une opale de Mezezo, baptisée « Galaxie » (North Shewa, Amhara, Éthiopie). Collection et photo de F. Mazzero.
- d) Paire de spirales, l'une lévogyre, l'autre dextrogyre, à la surface d'une perle noire de *Pinctada margaritifera*. Connues sous le nom de paire de Franck et Read en cristallographie, les deux spirales s'annulent. Pour s'en assurer, il suffit de suivre la ligne indiquée par la flèche et de constater que c'est une boucle fermée (et non plus une spirale), ainsi que les suivantes, plus extérieures. Photo J.-P. Gauthier.

Spirals are mathematical curves whose shapes are commonly found in nature. They can be observed in ammonites, in the tail of the chameleon within the animal kingdom, inside the red cabbage or on the aloe polyphylla or the fiddlehead ferns in plants, to mention only a few examples. Here are a few cases of particular relevance to gemology:

¹ Centre de Recherches Gemmologiques, 2 rue de la Houssinière, BP 92208, 44332 Nantes cedex, jpk.gauthier@gmail.com

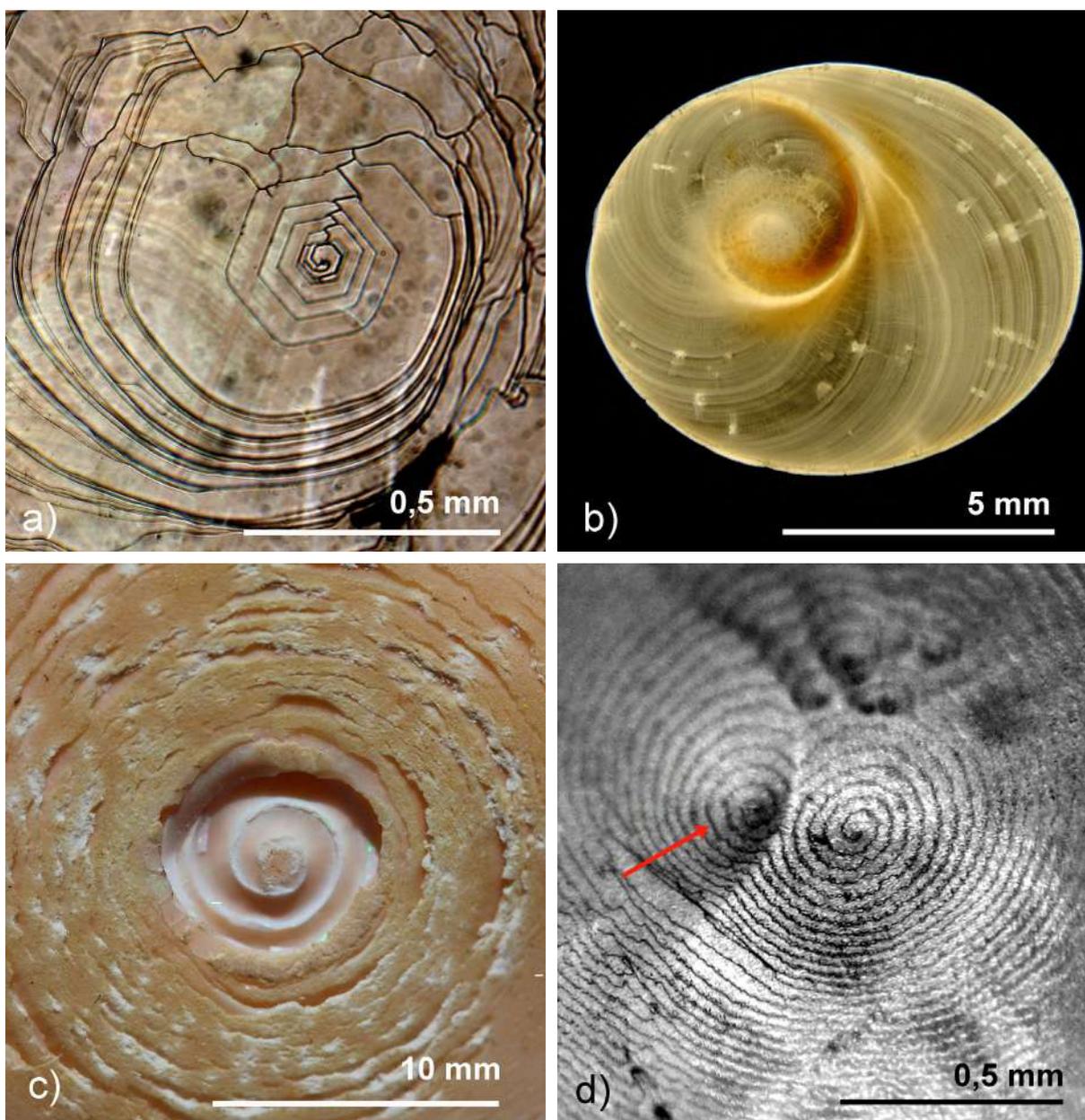
² Holaster, Kleindal, 57740 Longeville-lès-Saint-Avold, France, www.holaster.fr

a) Growth spiral in moissanite (silicon carbide). It occurs around a screw-dislocation, a very classical defect in crystal growth. Photo by J.-P. Gauthier.

b) Spiral on a thin slice realized in the operculum of the gastropod *Bolma rugosa*, operculum known as the eye of Saint Lucia, to which a popular legend is attached and tells that it may bring luck. Cut by J. Fereire. Photo by J.-P. Gauthier.

c) Spiral in an opal from Mezezo, named "Galaxy" by its owner (North Shewa, Amhara, Ethiopia). Collection and photo: F. Mazzero.

d) Pair of spirals, one clockwise, the other counterclockwise, on the surface of a black pearl from *Pinctada margaritifera*. Known as the Franck & Read pair in crystallography, the two spirals cancel each other out. To be convinced, just follow the line indicated by the arrow and see that it forms a closed loop (not a spiral), as well as the outer ones. Photo by J.-P. Gauthier.





Association

L'APPROVISIONNEMENT EN GEMMES AU SERVICE DE LA JOAILLERIE / HORLOGERIE

Gemmologie & Francophonie

Nous adressons nos remerciements à l'équipe de GemGenève pour leur invitation et nos échanges toujours enrichissants.

Gemmologie & Francophonie était à nouveau présent à l'Espace Talks durant l'édition de mai 2023. Nous avons parlé de l'approvisionnement en gemmes au service de la joaillerie – horlogerie. Raj Mehta, Chloé Picard, Lauriane Pinsault et Mathieu Tharin ont débattu sur ce vaste thème selon leurs spécialités et engagé leur grande expertise du terrain et du négoce. Comme tout marché globalisé, l'approvisionnement en gemmes est rapidement impacté par les instabilités politiques internationales. Le conflit en Ukraine et l'embargo sur les diamants russes a mis en difficulté la filière, déjà à peine remise de la paralysie due au Covid-19.

Convalescence faite, il est néanmoins nécessaire de s'assurer de la disponibilité des matières avant de créer une tendance, en particulier pour les pierres de couleur. La disponibilité d'une gemme sur le marché est parfois moins longue que le temps de création dans la haute joaillerie. Comme toute matière naturelle, la quantité disponible est inconstante, de même que la qualité. Tous les acteurs du secteur n'ont pas accès au 1% "top qualité" d'une mine, le futur rôle des designers serait-il de faire connaître des matières atypiques mais disponibles et donc durables ?



Légende des photographies / Photo captions : 1) Mathieu Tharin - 2) Chloé Picard- 3) Raj Metha - 4) Lauriane Pinsault.
Crédit : David Fraga / GemGenève.

La notion de traitement a été abordée, avec les paramètres de nomenclature et transparence qui s'y rapportent. Nous avons également évoqué les temps de traitement, la gestion de stock et de risques, la traçabilité. Ce fut une belle synergie, que nous vous invitons à retrouver en entier sur notre site internet [gemmologie-francophonie.com](https://www.gemmologie-francophonie.com).

of a gem on the market is sometimes shorter than the time it takes to create it in high-end jewelry. As with any natural material, the quantity available is fickle, as is the quality. Since not all players in the industry have access to the top 1% of a mine, could the future role of designers be to promote materials that are atypical but available and therefore sustainable?



The notion of treatments was discussed, with the related parameters of nomenclature and transparency. We also discussed processing times, stock and risk management, and traceability. It was a wonderful synergy, that we invite you to discover in full on our [gemmologie-francophonie.com](https://www.gemmologie-francophonie.com) website.



We would like to thank the GemGenève team for its invitation and our always fruitful talks.

Gemmologie & Francophonie was once again present at the "Espace Talks" during the May 2023 edition. We talked about the supply of gems in the jewelery and watchmaking services. Raj Mehta, Chloé Picard, Lauriane Pinsault et Mathieu Tharin discussed this vast subject according to their specialties and engaged their great expertise in the field and in the trade. Like any globalized market, gem supplies are rapidly affected by international political instabilities. The conflict in Ukraine and the embargo on Russian diamonds have put a strain on the industry, which has barely recovered from the paralysis caused by Covid-19.

Now that the industry has recovered, it is important to ensure the availability of materials before creating a trend, particularly for colored stones. The availability



**Pour revoir cette table
ronde c'est ici :**

<https://www.gemmologie-francophonie.com/index.php/2023/05/28/gf-x-gemgeneve-table-ronde-lapprovisionnement-en-gemmes-au-service-de-la-joaillerie-horlogerie/>

Légende de la photographie / Photo caption : Lauriane Pinsault & Mathieu Tharin. Crédit : David Fraga / GemGenève.

Association

LA DURABILITÉ EN JOAILLERIE Gemmologie & Francophonie



Durant la dernière édition de GemGenève en mai 2023, l'équipe du salon a proposé à l'association Gemmologie & Francophonie d'organiser une première séance de travail sur la notion de "durabilité en joaillerie". Quelles notions se cachent derrière ce mot et comment les professionnels du secteur le perçoivent ? Un quinzaine de participants - bijoutiers, joailliers, négociants, enseignants, gemmologues - a tenté de définir ce terme durant une discussion riche en idée de presque un heure trente.

Un premier tour de table a permis de se rendre compte que la notion de durabilité englobait, selon les participants, de nombreux enjeux. Pour Chloé Picard, gemmologue à Genève, il s'agit "*de pouvoir tracer déjà un petit peu mieux les matières*". Pour Doriane Jenecourt, joaillière à Lyon, c'est plus "*une notion de traçabilité au niveau des matériaux et aussi l'évolution que peut avoir un bijou*". Plusieurs participants soulignent aussi le lien avec l'écologie. Frédérique Bello, négociante en pierres de couleurs, ajoute que cette durabilité passe aussi par des liens clairs comme celui de connaître le plus possible les lieux d'extraction et les mineurs qui y travaillent. Faire attention à ses approvisionnements, ne pas gâcher les matières, diluer l'opacité de la chaîne

de valeur, voilà autant de notions qui ressortent d'un premier tour de table que résume Lauriane Pinsault, géologue spécialisée dans les questions d'approvisionnement, en déclarant "*par rapport à ce que j'entends, il y a deux directions qui se dessinent. Il y a le mot anglais "sustainability" qui veut dire développement durable et touche à toutes les pratiques responsables, à l'éthique du secteur et il y a la durabilité dans le sens durabilité des bijoux, des matériaux, des relations et ça c'est plutôt le sens français du coup. Ce mot nous regroupe ici et regroupe toute la chaîne d'approvisionnement. Il est au cœur des débats actuels.*"

Au regard des premiers échanges, on s'aperçoit que tout le monde a une définition différente mais que celles-ci entrent toutes en résonances. Faire durer, c'est garantir une solidité des matières, une pérennisation des sites d'extraction (avec la remise en état de ceux-ci quand cela est possible), la transmission des informations relatives aux traitements potentiels et avoir des pratiques responsables qui n'ont pas un impact négatif sur nos sociétés et le monde qui nous entoure. Mais pour ça, un mot revient régulièrement, c'est celui d'éducation. Un avis partagé par Loïc Balthazar, joaillier, Marie Chabrol, responsable pédagogique et Marine Bouvier, gemmologue et formatrice,

Crédit photographie /copyright : Marine Bouvier.

qui déclare "qu'il faut éduquer le grand public et les professionnels, qu'il faut être factuel pour montrer les évolutions du secteur et ainsi faire s'ancre les bonnes pratiques." Avec un objectif : maintenir pérenne la confiance entre les acteurs du marché et les clients.

Mais est-ce que faire évoluer un secteur, c'est unifier les pratiques et prendre le risque que les règles ne soient pas applicables à des pays fournisseurs qui sont en développement ? Ancrer son business dans la durabilité a un coût, élément que souligne justement la jeune joaillière Clémence Salgues en questionnant "est-ce que les petites entreprises peuvent assumer le coût de la durabilité ?" Ce n'est pas forcément le cas et le prix reste encore un élément clé de la décision d'achat même si les mentalités évoluent.

Oui, mais alors, est-ce que des solutions ou des débuts d'idées de solutions se dessinent dans ces échanges nourris ? L'idée de la création d'une plateforme revient régulièrement. "Il y a beaucoup de gens qui sont à l'origine d'initiatives pertinentes mais il n'y a pas d'endroit où se regrouper quand on est petit alors que pour les grandes entreprises, c'est différent" souligne Frédérique Bello, ajoutant "que la plupart des grands salons sont inaccessibles financièrement à ces initiatives." De nombreux participants à la discussion notent aussi que la plupart des grands négociants ont intégré la notion de durabilité mais n'en parlent pas car ils ne voient pas l'intérêt de marketer des process qu'ils jugent normaux. Mais il faudrait pouvoir les identifier clairement. En conclusion, tous s'accordent à dire que l'éducation reste la clé. Clémence Salgues ajoute "qu'elle a eu la chance durant ses études d'avoir accès à un module sur la traçabilité des matières. Ce n'est pas le cas partout. Et pourtant c'est nécessaire." Et Frédérique Bello de conclure que "si toutes les formations autour du bijou et de la gemmologie, dans toutes les écoles, incluaient des cours sur ces notions fondamentales, un pas immense serait fait pour éduquer et faire bouger plus profondément encore sur les bonnes pratiques."



Pour poursuivre sur cette thématique, le podcast "Il est une fois... Le Bijou", animé par Anne Desmaret de Jotemps, a consacré une émission sur ce thème en interrogeant deux co-fondatrices de l'association : Chloé Picard et Marie Chabrol.

Vous pouvez écouter celui-ci en scannant ce QR code.

Alors, à vos écouteurs !





Gemmologie de laboratoire

LA COQUILLE FLAMMÉE DU CASQUE ROUGE, *CYPRAEACASSIS RUFA*

Jean-Pierre Gauthier¹, Jacques Fereire¹, Thanh Nhan Bui²

Abstract

*Among molluscs with porcelain shells mainly constituted of non-pearly aragonite, we have chosen that of a gastropod, *Cypraeacassis rufa* (Linné, 1758), to show an example of the presence of flames on cabochon-cut specimens. The crossed structure of this shell, formed of lamellae of different orders, is present in its body. On fragments with a polished flat surface, a moiré effect can be seen. Moreover, on the curved surfaces of the cabochons, a kind of pseudo-chatoyancy appears. The flames are due to the reflection of light on second-order lamellae stacked in first-order lamellae of alternating orientation around their stacking axis.*

Résumé

Parmi les mollusques à coquille dite porcelainée, constituée principalement d'aragonite non nacrée, nous avons choisi celle d'un gastéropode, *Cypraeacassis rufa* (Linné, 1758), pour montrer un exemple de la présence de flammes sur des cabochons. La structure croisée de cette coquille, formée de lamelles de différents ordres, est à l'origine des flammes visibles sur des échantillons taillés dans sa paroi interne. On observe un effet de moiré sur des fragments à surface plane polie et une pseudo-chatoyance sur des formes en cabochon. Les flammes sont dues à la réflexion de la lumière sur des lamelles de second ordre empilées dans des lamelles de premier ordre d'orientation alternée autour de leur axe d'empilement.

¹ Centre de Recherches Gemmologiques, Nantes, France : jpk.gauthier@gmail.com ; jacques.fereire@hotmail.fr

² Rue du Compas, 47/4, 1070 Brussels, Belgium : tnhan93@gmail.com

Image d'illustration de l'article : Cabochons flammés provenant d'une coquille de *Cypraeacassis rufa*. Taille : J. Fereire, Photo : J.-P. Gauthier.

Header image: *These cabochons made of shells of *Cypraeacassis rufa* all display a flame structure. Cut by J. Fereire, photo by J.-P. Gauthier.*

INTRODUCTION

Parmi les effets optiques décrits en gemmologie, les "flammes" restent l'apanage des perles et des coquilles de certains bivalves ou gastéropodes à coquille non nacrée, même si l'on a pu trouver ponctuellement un phénomène très ressemblant dans une opale d'Éthiopie (Renfro, 2017). Ces mollusques sont susceptibles de produire des perles dites porcelainées, pouvant présenter des flammes visibles à l'œil nu.

Les perles flammées sont beaucoup moins courantes que les perles nacrées : relativement rares sur le marché, mais parfois très attractives sont les perles de *Tridacna gigas* (Linné, 1758), - le bénitier géant -, et plus généralement de la famille des Tridacnées [du genre *Tridacna* (Bruguière, 1797) ou *Hippopus* (Lamarck, 1799)].

Les plus connues et très appréciées en haute joaillerie sont les perles roses de *Aliger gigas* (*Strombus gigas*) (Linné, 1758), - pink conch ou *Queen conch* en anglais - (Fritsch & Misiorowski, 1987; Federman & Bari, 2007), suivies par les perles de Melo (Broderip, 1826 pour le genre, Lightfoot, 1786 pour l'espèce), moins fréquentes. Rarissimes sont celles d'autres mollusques univalves ou bivalves (voir Gauthier *et al.* 2019).

Des imitations de perles flammées ont pu être réalisées dans des coquilles de bénitier -*Tridacna gigas*- en raison de leur épaisseur suffisante (Wentzell, 2004), toujours teintées quand il s'agit de simuler des perles de Melo (Wentzell, 2006 ; Krzemnicki, 2006) ou dans des coquilles de Lambi - *Aliger gigas* - (Disner & Notari, 2015). Toutefois, elles ne doivent pas tromper le gemmologue averti en raison de la différence de structure entre perle et coquille

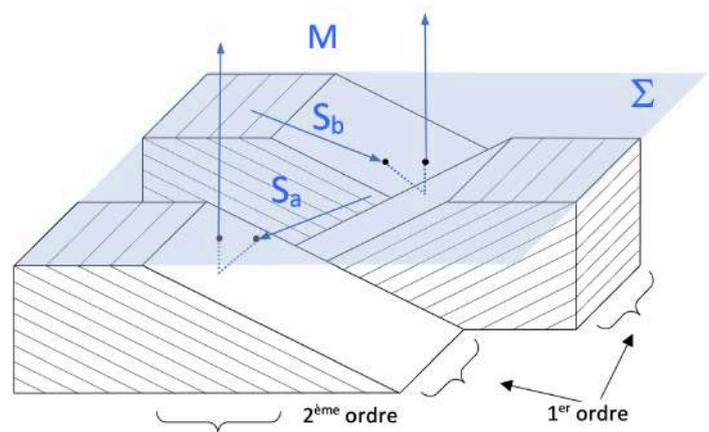


Figure 1 : Représentation des premier et deuxième ordres de la structure croisée d'une coquille de mollusque "porcelainée". Pour être observées au microscope (M), les flammes visibles sur les Figures 6a et 6b doivent être éclairées par des sources Sa et Sb très inclinées par rapport à la verticale. Celles-ci sont orientées dans l'axe des lamelles de premier ordre, à gauche et à droite, respectivement, et les faisceaux de lumière, entrant par le plan de polissage (Σ), sont réfléchis par les lamelles de second ordre.

Figure 1: Representation of the first- and second-orders of the crossed-lamellar structure in a porcelaneous mollusc shell. To be observed under the microscope (M), the flames visible in Figures 8a and 8b must be illuminated by sources Sa and Sb strongly tilted from the vertical. These sources are oriented along the axis of the first-order lamellae, Sa to the left and Sb to the right respectively, and the light beams, entering through the polished surface (Σ) of the sample, are reflected by the second-order lamellae.

(Krzemnicki & Cartier, 2017) et également, pour la coquille de Melo, de sa faible épaisseur, souvent peu propice à la réalisation de perles de diamètre suffisant. Dans les mollusques porcelainés, on rencontre une structure en lamelles d'aragonite entrecroisées, décrite dans de très nombreux articles (voir par exemple : Kamat, 2000 ; Osuna-Mascaró, 2014 ; Ballarini & Heuer, 2008). L'enchevêtrement des lamelles peut se faire selon plusieurs ordres, jusqu'à cinq ou six, ce qui est d'ailleurs un gage de très bonne tenue mécanique (ex: Kamat *et al.*, 2000 ; Romana, 2013).

Ce système lamellaire complexe, schématisé sur la Figure 1 pour les deux premiers ordres, - généralement visibles au microscope optique - , donne lieu,

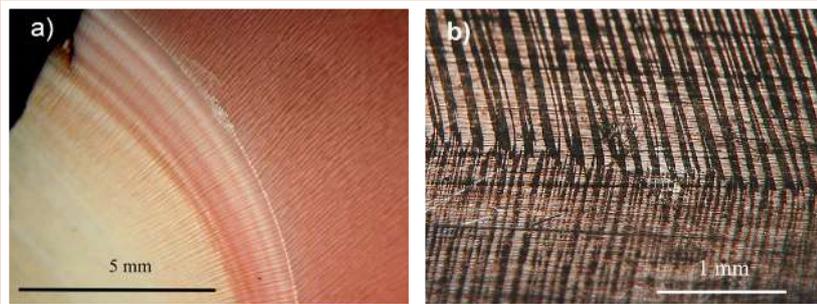


Figure 2 : a) Structures lamellaires d'une coupe de *Aliger gigas*, réalisée perpendiculairement à l'axe d'enroulement de la coquille, montrant des variations de la teinte colorée selon les zones de croissance. b) Alternance d'orientation des lamelles de premier ordre, claires et sombres, en deux blocs distincts, supérieur et inférieur. Leur striation révèle l'émergence des lamelles de second ordre. Photos J.-P. Gauthier.

Figure 2: a) Lamellar structures on a section of *Aliger gigas*, cut perpendicular to the winding axis of the shell showing variations in color hues depending on the growth layers. b) Alternating orientation of the first-order lamellae, light and dark, into two distinct blocks, upper and lower. Their striation reveals the emergence of second-order lamellae. Photos by J.-P. Gauthier.

lorsque la matière est travaillée par le lapidaire, à de beaux effets optiques, comme nous le montrerons sur un gastéropode, *Cypraeacassis Rufa*.

Auparavant, nous pouvons illustrer ces structures lamellaires avec une coupe transversale de Lambi (*Aliger gigas*) (Figure 2a). Sur la Figure 2b, la structure croisée des lamelles de premier ordre est révélée par leur teinte alternativement claire et sombre. Sur les lamelles claires, la striation fine visible correspond à l'émergence en surface des lamelles de second ordre.

CYPRAEACASSIS RUFA



Figure 3 : Carte des occurrences de *Cypraeacassis rufa*, d'après les données du GBIF : © OpenStreetMap contributors.

Figure 3: Map of *Cypraeacassis rufa* occurrences, based on GBIF data: © OpenStreetMap contributors.

Ce gastéropode est une espèce abondante, de la zone Indo-Pacifique jusqu'à Madagascar. La Figure 3 montre une carte de distribution des occurrences de *Cypraeacassis rufa* éditée par le réseau GBIF (Global Biodiversity Information Facility, 2022). Il n'est pas - ou pas encore - protégé par la CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora), mais une pêche intensive pourrait à terme mener à sa raréfaction.

Il porte le nom vernaculaire de "casque rouge" - *red helmet* en anglais - en raison de sa forme et de sa couleur, ou plus rarement de "gueule de taureau" (Figures 4a,b,c). Sa longueur peut atteindre 16 cm. Les variations de couleur de sa coquille, notamment en épaisseur, du brun rouge à rouge ou rose jusqu'au blanc, ont justifié son utilisation dans l'artisanat

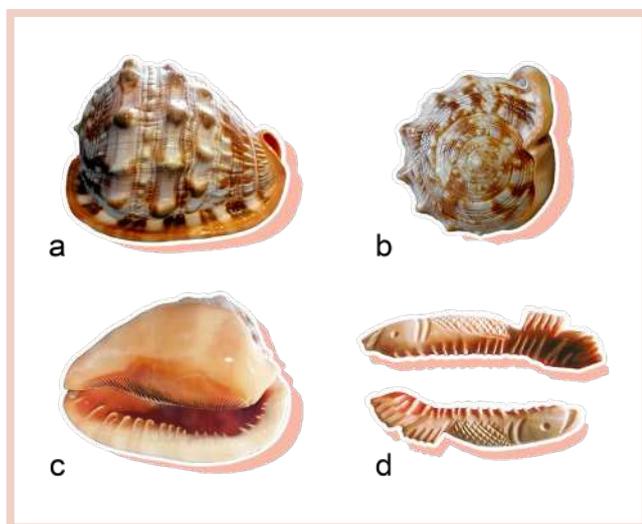


Figure 4 : a) Vue de la partie dorsale, b) de la partie ventrale et c) de la base d'une coquille de *Cypraeacassis rufa* (Photos : Thanh Nhan Bui). d) Porte-couteaux en forme de poissons taillés dans l'ouverture de la partie ventrale (Collection & photo : J.-P. Gauthier).

Figure 4: a) Dorsal view, b) ventral view and c) posterior view of a *Cypraeacassis rufa* shell (Photos by Thanh Nhan Bui). d) Fish-shaped knife holders carved into the opening of the ventral part (Collection & photo: by J.-P. Gauthier).

du camée (Brown, 1986) comme d'ailleurs *Cassis madagascariensis*, le "casque empereur" - *queen helmet* en anglais – qui vit principalement dans l'Atlantique Ouest, le Golfe du Mexique et les Caraïbes et pas du tout dans l'Océan Indien.

Cypraeacassis rufa a aussi été en vogue, notamment dans les années 1920/1930, dans les arts de la table, taillé sous forme de porte-couteaux dans la partie ventrale, au bord de l'ouverture (Figure 4d). Dans l'ancien temps, la lèvre externe de *Cypraeacassis rufa* a aussi été travaillée et utilisée comme outil de coupe dans les archipels du Pacifique Ouest (Radclyffe, 2015).

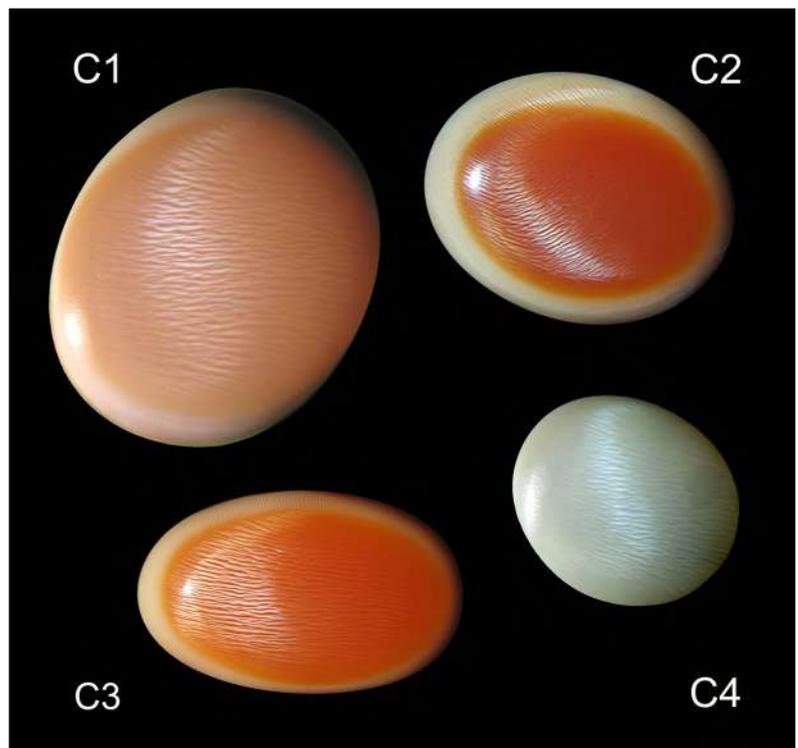


Figure 5 : Cabochons flammés provenant d'une coquille de *Cypraeacassis rufa*. Taille : J. Fereire, Photo : J.-P. Gauthier.

Figure 5: These cabochons in shells of *Cypraeacassis rufa* all display a flame structure. Cut by J. Fereire, photo by J.-P. Gauthier.

MATÉRIEL D'ÉTUDE

L'un des auteurs (JF) a réalisé des coupes dans des coquilles de *Cypraeacassis rufa* afin d'en tailler quelques morceaux en plaquettes et en forme de cabochons. Très vite il s'est aperçu que l'entreprise n'est pas aisée lorsqu'il s'agit de mettre en exergue les parties flammées. En particulier, certaines des plus belles structures lamellaires sont localisées dans une partie mince et concave de la coquille, d'où la difficulté de taille en cabochon.

Le tableau A présente l'ensemble des échantillons utilisés dans cet article. Sur la Figure 5, tous les cabochons proviennent de la paroi interne de *Cypraeacassis rufa* et ont une base sensiblement parallèle aux zones de croissance, qui rendent compte aussi de la succession dans l'épaisseur de la coquille des couleurs claires et sombres, et qui s'étalent du rouge orangé au blanc, avec des nuances roses intermédiaires selon leur localisation.

Formes	Référence	Masse (carats)	Dimensions L x l x h (mm)	Numéros de figure
Cabochons	C1	3,7	14,6 x 12,5 x 3,1	5 et 12
	C2	1,9	12,5 x 9,4 x 3,1	5 et 11
	C3	2,85	13,5 x 8,4 x 4,1	5
	C4	1,3	9,4 x 8,3 x 2,1	5
	C5	1,4	11,5 x 8,3 x 3,0	9 à gauche
	C6	2,0	12,5 x 8,3 x 3,3	9 à droite
	C7	2,6	12,5 x 9,4 x 2,7	10
	C8	1,9	13,5 x 8,3 x 3,1	13
Plaquette plane	P1	3,55	21,9 x 11,4 x 2,5	7

Tableau A : Liste des échantillons utilisés.

Table A: Sample list.

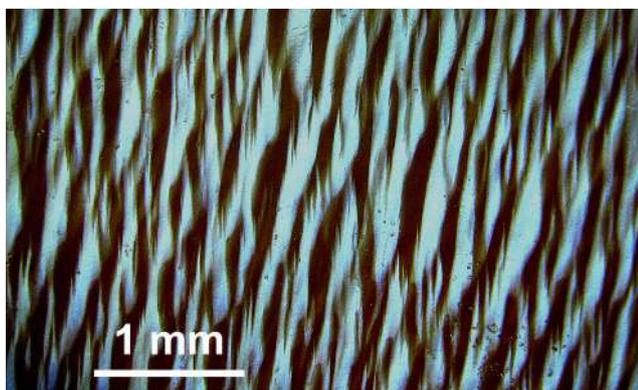


Figure 6 : Aspect des flammes de *Cypraecassis rufa*. Photo J.-P. Gauthier.

Figure 6: Aspect of the flames of Cypraecassis rufa. Photo by J.-P. Gauthier.

Mise en évidence des flammes de la coquille

À fort grossissement, les effets lumineux sont très caractéristiques et méritent bien le nom de flammes, plus ou moins larges et surtout ornées de nombreuses "flammèches" fines et pointues (Figure 6). Elles s'alignent dans une direction générale moyenne, mais peuvent changer d'orientation dans une autre partie de l'échantillon (voir Figure 12). Leurs dimensions latérales s'évaluent en dixièmes de millimètre. Leur aspect changeant mérite que l'on décrive plus précisément les conditions d'apparition des phénomènes optiques observés.

Observation des flammes sur un échantillon plat

Moirés

Dans un premier temps, un des échantillons (P1) a été aplani et lustré sur un plateau de polissage. Si l'on impose un léger mouvement de précession à l'échantillon, sous une lampe fixe, ou si l'on fait osciller la lampe source au voisinage d'une position permettant l'observation des flammes, celles-ci sont très mouvantes et l'on a tout à fait l'impression de moirés. Les Figures 7a et 7b, prises pour deux positions légèrement différentes de la source de lumière montrent des ensembles de franges nettement différents sur l'échantillon resté en place.

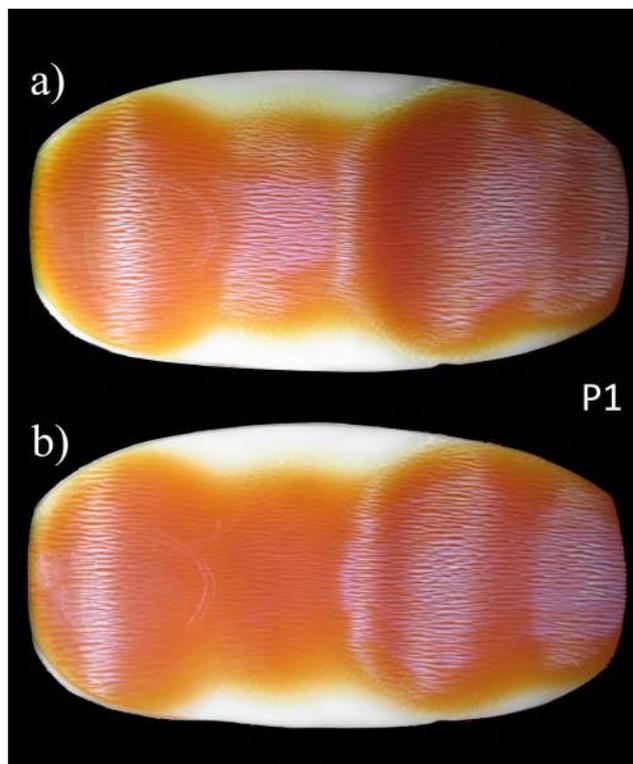


Figure 7 : a) Effet de moiré sur une surface plane de coquille de *Cypraecassis rufa* (échantillon P1). La source de lumière provenant de la gauche est très proche de l'horizontale en (a) et relevée de 5 degrés environ en (b). Photo J.-P. Gauthier.

Figure 7: a) Moiré effect on a flat surface of Cypraecassis rufa shell (sample P1). The light source, located on the left, is very close to the horizontal in (a) and raised about 5 degrees in (b). Photo by J.-P. Gauthier.

Inversion du système de flammes

Une autre constatation peut être faite : Nous avons vu que les flammes s'éclairent lorsque la source est dirigée selon leur axe, par exemple à gauche (Figure 8a). Que se passe-t-il si l'on place la lampe en position symétrique, à droite ? Le système de flammes initial "s'éteint", alors qu'un autre système de flammes "s'allume" (Figure 8b). Il y a inversion des zones claires et des zones sombres de sorte que la seconde figure apparaît comme un négatif de la première. Pour s'en convaincre, il suffit de superposer les deux images (en prenant la précaution de conférer une transparence adéquate aux clichés pour tenir compte des différences d'intensité lors du basculement de la lampe d'un côté à l'autre) et de constater que l'on obtient une zone sensiblement uniforme (Figure 8c).

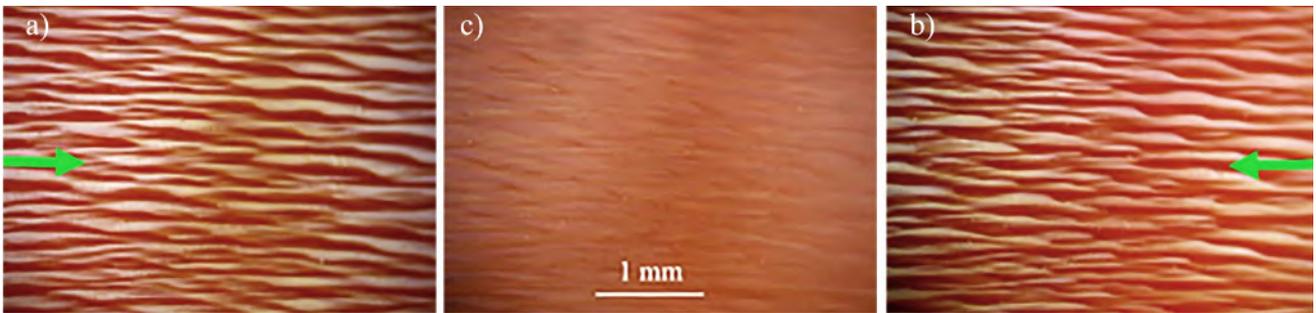


Figure 8 : Inversion du système de flammes lorsque la source de lumière est déplacée symétriquement, de gauche (a) à droite (b), dans l'axe des flammes. En superposant les deux clichés, on obtient une zone quasi uniforme (c). Les flèches indiquent la direction de la lumière, dans l'axe des flammes. Photos J.-P. Gauthier.

Figure 8: Reversal of the flame structure when the light source moves symmetrically from left (a) to right (b). By superimposing the two images, we obtain an almost uniform area (c). Green arrows indicate the direction of light, along the flame axis. Photos by J.-P. Gauthier.

Observation des flammes sur des cabochons

Dans la configuration de coupe mentionnée ci-dessus (approximativement parallèle aux couches de croissance), les échantillons C5 et C6 en forme de cabochon n'ont montré de flammes que dans des conditions assez restrictives. Il s'est avéré qu'elles apparaissent pour une source orientée dans la direction générale des flammes et sous une incidence proche de l'horizontale (Figures 9a et 9b). En changeant progressivement l'azimut de la lampe à partir de sa position initiale, toujours sous une incidence proche de l'horizontale, les flammes disparaissent rapidement. La Figure 9c montre en particulier leur absence pour une source presque horizontale, c'est-à-dire au voisinage du plan de base du cabochon, et dirigée perpendiculairement à l'axe des flammes. Elles disparaissent également lorsque l'angle d'incidence diminue. La Figure 9d montre cette extinction pour une source située à la verticale au-dessus du dôme concerné.

Pseudo chatoyance

La chatoyance apparaît dans une gemme lorsqu'elle possède des inclusions fines, allongées et parallèles diffusant la lumière et qu'elle est taillée en cabochon. Les flammes fines et grossièrement parallèles des coquilles aragonitiques dites porcelainées de mollusques peuvent donner l'impression d'un œil-de-chat, comme sur le cabochon C7 de la Figure 10. La réalité est bien différente : l'effet optique

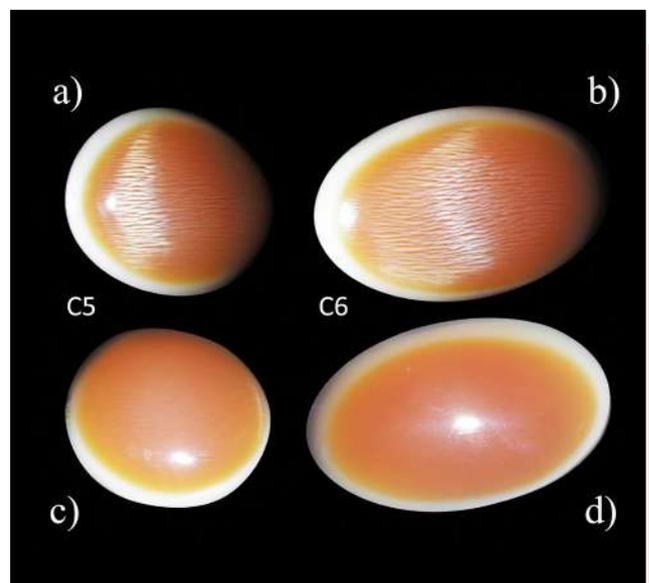


Figure 9 : Conditions d'apparition ou d'extinction des flammes : a) et b) Source basse proche de l'horizontale, provenant de la gauche et dans l'axe des flammes ; c) Source basse provenant du bas, dirigée perpendiculairement aux flammes ; d) Source à la verticale du cabochon.

N.B. : Les taches spéculaires (images de la lampe réfléchiées par la surface des cabochons) rendent compte clairement de la position de la source (cabochon C5 à gauche et C6 à droite). Photo : J.-P. Gauthier.

Figure 9: Conditions for the appearance or extinction of flames: a) and b) Source close to the horizontal, oriented along the flame axis; (c) Near horizontal source, directed perpendicular to the flames; (d) Vertical source with respect to the cabochon.

N.B.: The specular spots (images of the lamp reflected by the cabochon surfaces) clearly reflect the position of the source (C5 cabochon on left and C6 on right). Photo by J.-P. Gauthier.

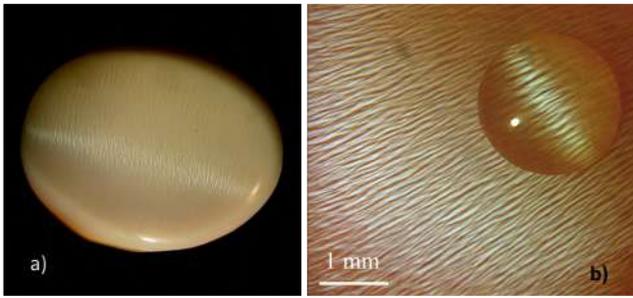


Figure 10 : a) Pseudo-œil-de-chat sur le cabochon C7 taillé dans une coquille de *Cypraeacassis rufa*. b) La pseudo-chatoyance observée sur un cabochon de faible courbure est ici mise en valeur à l'aide d'une goutte d'eau. Photos J.-P. Gauthier.

Figure 10: a) Pseudo-cat's-eye on the cabochon C7 cut in a shell of *Cypraeacassis rufa*. b) The large band of pseudo-chatoyancy visible on a cabochon of low curvature is enhanced significantly by placing a water drop on the surface. Photos by J.-P. Gauthier.

provient de la réflexion de la lumière sur des lamelles d'orientation alternée, conduisant à l'observation de flammes claires et sombres juxtaposées, comme nous l'avons indiqué ci-dessus. Lorsque la surface est plate, les flammes sont étendues et réfléchissent la lumière sur une surface importante (Figure 7). En revanche, la taille en cabochon limite le domaine de réflexion sur la longueur des flammes, d'autant plus que la courbure de la surface est forte, pour donner une pseudo-chatoyance consistant en une bande hachurée plus ou moins large, perpendiculaire aux flammes (Figure 10a). Du fait de la faible épaisseur de la coquille et de la présence de flammes sur la partie concave de la coquille, les cabochons ont souvent une courbure faible, - sauf pour les plus petits d'entre eux -, et donc une large bande de pseudo-chatoyance (Figure 10b).

Cette bande peut être artificiellement resserrée en utilisant la méthode de la goutte d'eau, parfois mise en œuvre par le lapidaire pour détecter la chatoyance ou l'astérisme sur un minéral brut et centrer un œil-de-chat ou une étoile (Gauthier, 2011). Sur la Figure 10b, l'impression d'un effet œil-de-chat est générée par la forte courbure de la goutte d'eau, qui restreint le champ d'observation des flammes.

De toute évidence, deux pseudo-œils-de-chat différents, angulairement séparés, sont attendus sur le cabochon C2 éclairé par deux sources, comme

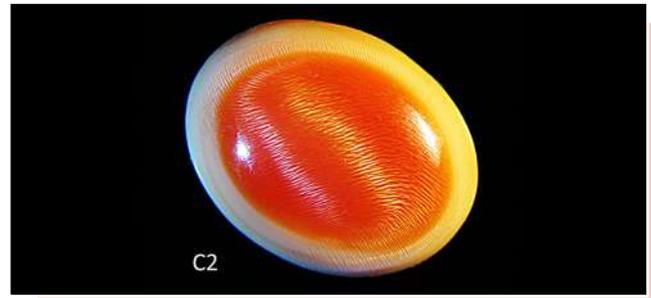


Figure 11 : Pseudo-œils-de-chat sur l'échantillon C2 obtenus avec deux lumières différentes (froide et chaude) afin de distinguer leur origine respective. Photo J.-P. Gauthier.

Figure 11: Pseudo-cat's-eyes on the C2 sample obtained by two different lights (cold and warm) in order to distinguish their respective origin. Photo by J.-P. Gauthier.

sur la Figure 11, où une lumière froide (à gauche) et une lumière chaude (à droite) sont utilisées. Il faut ajouter que les pseudo-œils-de-chat se déplacent dans le sens opposé au mouvement de la lampe, comme dans le cas de la chatoyance classique.

Doubles ensembles de flammes

Les flammes s'expriment à partir d'une structure aragonitique de strates parallèles minces. Dans l'épaisseur de la coquille, les ensembles de strates peuvent changer d'orientation, comme illustré par Hänni dans le cas du lambi (2009, 2010) ou sur le cabochon C1 de *Cypraeacassis rufa* (Figure 12). Sur cette figure, le cabochon de couleur saumon

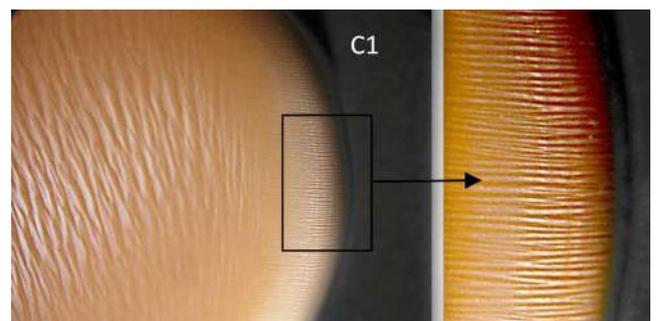


Figure 12 : Cabochon C1 de *Cypraeacassis rufa* avec deux effets pseudo-chatoyants, dus à deux jeux de flammes, a) l'un sur le dôme (largeur de champ : 1 cm) et b) l'autre sur le bord. Photos de J.-P. Gauthier.

Figure 12: C1 cabochon of *Cypraeacassis rufa* with two pseudo-chatoyant effects, due to two flame sets, a) one on the dome (fov: 1 cm) and b) the other on the rim. Photos by J.-P. Gauthier.

présente deux domaines de flammes, l'un foncé sur la partie haute du dôme, l'autre légèrement plus clair en embase. Ils correspondent à deux orientations différentes des lamelles. Ce changement d'orientation des lamelles est souvent accompagné d'un changement de teinte ou de couleur, comme dans le cas présent. Une bande de pseudo-chatoyance large est observée sur le dôme à faible courbure, et une autre plus étroite sur le pourtour plus incurvé.

Le cabochon C8 bicolore de la Figure 13a présente apparemment au centre du dôme deux systèmes de flammes angulairement décalés. Mais ce n'est pas une grille bidimensionnelle. Cet effet est dû au fait qu'on se trouve juste à la séparation entre deux blocs de lamelles avec des alignements de flammes tournés d'environ 55° l'un par rapport à l'autre (Figure 13b). Une certaine transparence, due à la très faible épaisseur de la couche supérieure, est bien entendu nécessaire pour l'observation de cette grille. Du fait de la

double striation, on pourrait s'attendre à un pseudo-astérisme dû à la combinaison de l'effet optique sur chacun des deux réseaux. Cependant nous n'observons qu'une pseudo-chatoyance large provenant de la couche supérieure (que l'on restreint à l'aide d'une goutte d'eau, correspondant aux lamelles orientées SO-NE (Figure 13b, flèche). Mais il faut rappeler que les flammes s'observent lorsque le faisceau de lumière est dans l'axe de celles-ci et donc que l'on peut tout au plus n'avoir qu'un effet de pseudo-chatoyance sur cette grille.

Enfin, une observation complémentaire peut être faite sur cet échantillon. En raison de la faible épaisseur et de la transparence de la première couche sur le dôme du cabochon de la Figure 13a, il est possible de voir la forme des parois des lamelles de premier ordre : presque perpendiculaires à la base du cabochon et éclairées latéralement, elles apparaissent (mais plus particulièrement au microscope binoculaire) sous forme de bandes

Les flammes s'expriment à partir d'une structure aragonitique de strates parallèles minces.

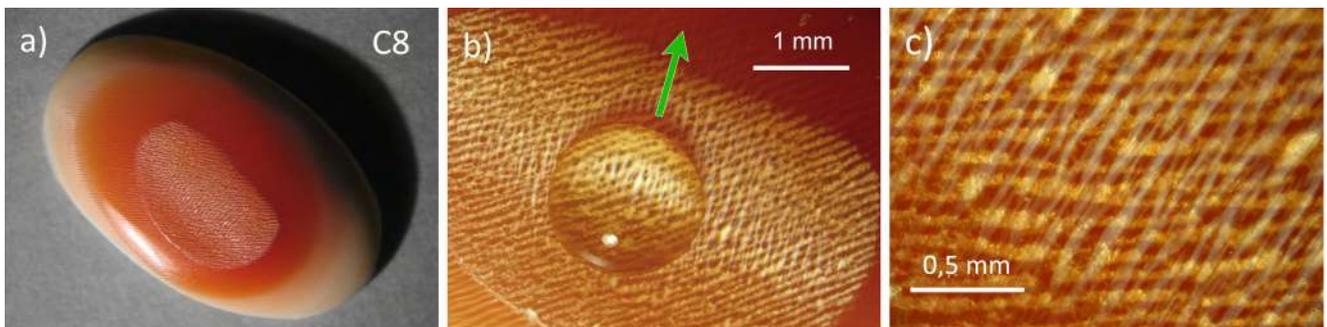


Figure 13 : a) Le cabochon C8 de *Cypraecassis rufa* présente deux systèmes croisés de flammes dans la partie supérieure du dôme ; b) Elargissement de la zone apicale, montrant les deux orientations des lamelles et mise en évidence à l'aide d'une goutte d'eau de la pseudo-chatoyance due au système de lamelles de la partie supérieure, orientées SS0-NNE (flèche verte). La tache spéculaire montre que la lampe est en position très inclinée par rapport à la verticale et dirigée parallèlement aux lamelles induisant la pseudo-chatoyance ; c) Les bandes blanches translucides représentent les parois des lamelles de premier ordre. Photos J.-P. Gauthier.

Figure 12: a) The C8 cabochon of *Cypraecassis rufa* displays two crossed flame systems in the upper part of the dome; b) Enlargement of the apical zone, showing both orientations of the lamellae and highlighting with a drop of water the pseudo-chatoyance due to the system of lamellae, oriented SSW-NNE (green arrow), in the upper part. The specular spot shows that the lamp is largely tilted with respect to the vertical and directed parallel to the lamellae inducing pseudo-chatoyancy. c) The translucent white bands represent the walls of the first-order lamellae. Photos by J.-P. Gauthier.

laiteuses sinueuses très minces, légèrement inclinées par rapport à la verticale (Figure 13c). Elles sont probablement constituées de matière organique, comme dans tout assemblage des "briques" élémentaires des coquilles d'univalves et de bivalves.

DISCUSSION

Il était difficile a priori d'expliquer facilement la présence et le comportement des flammes dans la coquille d'un mollusque "porcelainé" car, avant la taille, on ignore généralement l'orientation exacte des plans lamellaires dont l'existence est visible par leur trace en surface. Cependant, la connaissance par la littérature de la structure croisée non nacrée de certains mollusques ainsi que la présente expérimentation nous conduisent à la conclusion que :

- Les flammes sont parallèles aux lamelles de premier ordre.
- Leur présence peut être comprise comme la réflexion (et non la diffusion) de la lumière, dans l'axe des flammes, sur les lamelles de second ordre. La structure croisée des lamelles de premier ordre explique l'alternance des flammes claires et sombres (voir le schéma de la Figure 1).

Par rapport à la chatoyance classique, des différences sont à noter :

Les flammes sont obtenues avec une lumière dirigée selon leur axe, alors que les inclusions aciculaires, en incidence rasante, sont visibles lorsqu'elles sont perpendiculaires à la direction de la lumière (Gauthier et Bui, 2017). En revanche, la bande de chatoyance est perpendiculaire à l'axe des flammes, comme l'œil-de-chat est perpendiculaire aux inclusions aciculaires des gemmes chatoyantes usuelles.

Flammes et flammèches

Le modèle idéalisé de lamelles à parois planes et parallèles est théorique. En fait, si elles présentent des courbures et ondulations, les flammes ne seront pas des rectangles ou parallélogrammes plans réfléchissant la lumière de façon géométrique. De ce fait, leurs contours sont plus harmonieux, et accentuent les effets optiques de moirés.

Les orientations exactes des lamelles de premier ordre et de second ordre par rapport à la surface de coupe ne sont pas forcément bien connues. Il en résulte que l'interprétation des formes et imbrications des flammes et flammèches n'est pas évidente.

Cependant, le modèle rigide n'est pas inintéressant pour proposer une origine possible de la relation entre flammes et flammèches. La structure entrecroisée entraîne un positionnement angulaire différent des ensembles de lamelles de second ordre par rapport à la surface de l'échantillon. Si les lamelles de second ordre sont peu inclinées dans une lamelle de premier ordre par rapport à cette surface, elles seront probablement beaucoup plus inclinées dans la lamelle de premier ordre voisine (Figure 14a).

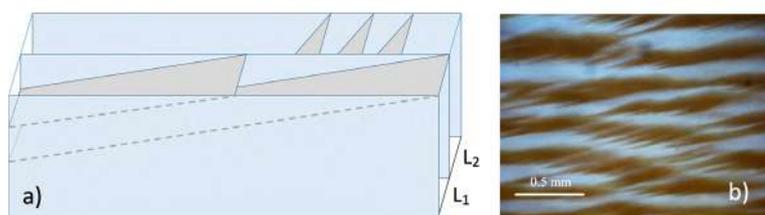


Figure 14: a) Représentation de deux lamelles adjacentes L_1 et L_2 de premier ordre (limitées par les parois bleu clair) présentant des lamelles de second ordre inclinées faiblement (en avant) ou fortement (en arrière) par rapport à la surface de l'échantillon. b) Flammes et flammèches pourraient résulter de ce modèle. Photo by J.-P. Gauthier.

Figure 14: a) Sketch of two adjacent first-order lamellae L_1 and L_2 (bounded by the light blue walls) with second-order lamellae tilted slightly (forward) or strongly (backward) with respect to the sample surface. b) Flames and sparks could result from this model. Photo by J.-P. Gauthier.

Dans le premier cas, les flammes seront très allongées. Dans le second cas, le faisceau de lumière réfracté à la surface et réfléchi par les lamelles vers l'objectif du microscope montre la succession rapide de zones alternativement claires et sombres, constituant les flammèches, comme le montre le croquis de la Figure 15.

Au total, la réunion des réflexions sur des lamelles de second ordre pour deux lamelles de premier ordre adjacentes donne l'aspect de "peigne" observé sur la Figure 14b. En revanche, si la configuration est telle que les ensembles voisins de lamelles de second ordre sont relativement faiblement inclinés par rapport à la surface, on aura une situation mieux représentée par la Figure 8.

CONCLUSION

La texture croisée (semblable aux panneaux de bois en lamellé-collé), constituée de plusieurs ordres lamellaires de la coquille de mollusques "porcelainés", leur confère une grande résistance mécanique et a fait l'objet de nombreuses publications. Les couleurs alternées de *Cypraeacassis rufa* conviennent à la fabrication de camées, obtenus sur la partie externe de la coquille et parallèlement aux couches de croissance.

En revanche, la réalisation de cabochons pour souligner la structure de la flamme se heurte à sa localisation préférentielle dans les parties internes concaves de la coquille et à l'épaisseur relativement faible de la paroi concernée. Il est alors difficile de découper des cabochons de taille centimétrique à forte courbure. Les flammes orientées dans la même direction moyenne sont sinueuses et relativement larges, et donnent sur les cabochons coupés dans la coquille un effet pseudo-chatoyant tout à fait différent du phénomène œil-de-chat des cabochons réalisés dans des gemmes à inclusions minuscules et parallèles.

Cette pseudo-chatoyance apparaît comme une bande hachurée de portions de flammes plus ou moins larges selon la courbure des cabochons. Les flammes sont parallèles aux lamelles de premier ordre, mais elles sont dues à la réflexion de la lumière sur les lamelles de second ordre. Elles sont préférentiellement observées avec une lumière dirigée perpendiculairement à l'axe d'empilement des lamelles du premier ordre. La texture croisée, caractérisée par une alternance d'orientation des lamelles de second ordre, expliquerait en partie l'apparition de flammes et flammèches tour à tour claires ou sombres.

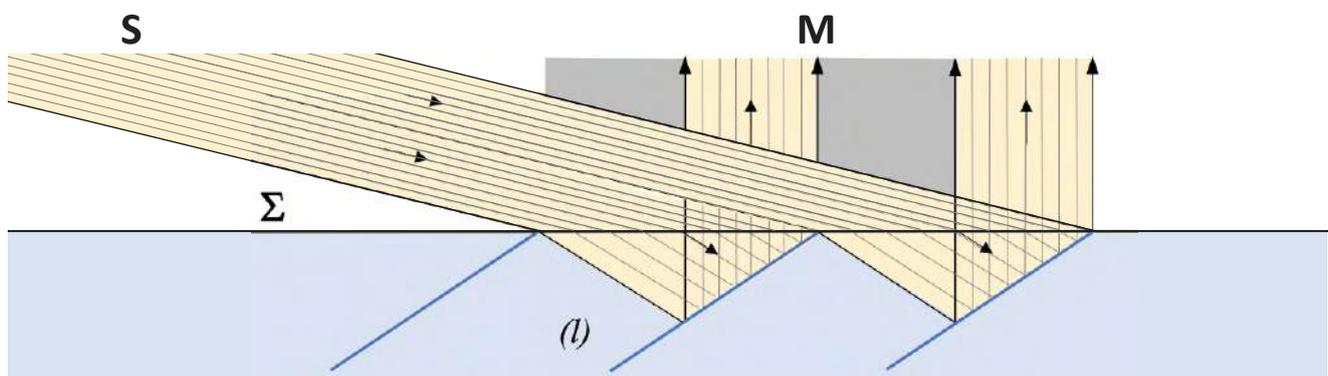


Figure 15: Représentation en coupe de la lamelle de premier ordre L2 de la Figure 14a. Lorsque les lamelles de second ordre (l) sont fortement inclinées par rapport à la surface (Σ) de l'échantillon, il y a une alternance rapide de zones sombres et claires, générant un système de flammèches tel que celui de la Figure 14b. Source S, observation au microscope M.

Figure 15: Cross-section of the first-order lamella L2 in Figure 14a. When the second-order lamellae (l) are steeply inclined to the surface (Σ) of the sample, there is a rapid alternation of dark and light areas, generating a succession of sparks such as those seen in Figure 14b. Source S, microscope M.

BIBLIOGRAPHIE

- Ballarini R. & Heuer A. (2008)** Des secrets dans la coquille. *Pour la Science*, 372, 86–92. <https://www.pourlascience.fr/sd/physique/des-secrets-dans-la-coquille-1339.php>
- Bari H. (2007)** The pink pearl: A natural treasure of the Caribbean. After the text by David Federman, *Skira ed.*, Milan, Italy, 173 p.
- Bari H. & Lam D. (2009)** Pearls. *Skira ed.*, Milan, Italy, 335 pp.
- Broderip (1826)** in: Sowerby, G.B.I. (1821-1834). The genera of recent and fossil shells, for the use of students, in *conchology and geology*. Published in 42 numbers. Vol. 1, pls 1-126 [1821-1825]; vol. 2, pls 127–262 + text (unpaginated) [1825-1834]. London: Sowerby.
- Brown G. (1986)** The gemmology of the shell cameo. *The Australian Gemmologist*, 16(4) 153–161.
- Bruguère J.G. (1791-1797)**. Tableau encyclopédique et méthodique des trois règnes de la nature. Vers, coquilles, mollusques et polypiers. Tome 1, 1-83, 85-132, pl. 1-95; Tome 2, pl. 96-189, pl. 190-286 Paris: Panckoucke.
- Dauphin Y., Guzman N., Denis A, Cuif J.P. & Ortlieb L. (2003)** Microstructure, nanostructure and composition of the shell of *Concholepas concholepas* (Gastropoda, Muricidae). *Aquatic Living Resources*, 16(2),95–103, [doi.org/10.1016/S0990-7440\(03\)00022-6](https://doi.org/10.1016/S0990-7440(03)00022-6).
- Disner E. & Notari F. (2015)** Gastropod shell beads disguised in a coral necklace. *The Journal of Gemmology*, 34(7),572–574.
- Fritsch E. & Misiorowski E.B. (1987)** The history and gemology of queen conch "pearls". *Gems & Gemology*, 23(4),208–221. <https://www.gia.edu/doc/The-History-and-Gemology-of-Queen-Conch-Pearls>
- Gauthier J.P. (2011)** Amusantes et instructives variations sur le thème de la détection de la chatoyance. *Revue de Gemmologie a.f.g.*, 178, 21–24.
- Gauthier J.P. & Bui T.N. (2017)** Illuminating different sets of acicular inclusions in 12-rayed star sapphires. *The Journal of Gemmology*, 35(7),587–589.
- Gauthier J.P., Fereire J. & Bui T.N. (2019)** Evidence of rotation on flame structured pearls from bivalves of Tridacnidae family. *Gems & Gemology*, 55(2),216–228.
- Global Biodiversity Information Facility (2022):** https://www.gbif.org/occurrence/map?taxon_key=4360476.
- Hänni H.A. (2009)** Zur die Flammenstruktur bei einigen porzellanartigen Perlen. *Gemmologie-Zeitschrift der Deutschen Gemmologischen Gesellschaft*, 58(1–2) 47–52.
- Hänni H.A. (2010)** Explaining the flame structure of non-nacreous pearls. *The Australian Gemmologist*, 24(4),85–88.
- Kamat S., Su X., Ballarini R. & Heuer A.H. (2000)** Structural basis for the fracture toughness of the shell of the conch *Strombus gigas*. *Nature*, 405(6790) 1036–1040, doi.org/10.1038/35016535.
- Krzemnicki M.S. (2006)** A worked shell bead as an imitation of a Melo pearl. *The Journal of the Gemmological Association of Hong Kong*, 27, 31–33.
- Krzemnicki M.S. & Cartier L.E. (2017)** Fake pearls made from Tridacna gigas shells. *The Journal of Gemmology*, 35(5) 424–429, doi.org/10.15506/JoG.2017.35.5.424.
- Lamarck, J.B.M. (1799)**. Prodrôme d'une nouvelle classification des coquilles, comprenant une rédaction appropriée des caractères génériques, et l'établissement d'un grand nombre de genres nouveaux. Mémoires de la Société d'Histoire Naturelle de Paris. 1, 63-91.
- Lightfoot, J. (1786)**. A Catalogue of the Portland Museum, lately the property of the Dutchess Dowager of Portland, deceased; which will be sold by auction by Mr. Skinner & Co. [book]. London. viii + 194 pp.
- Linnaeus, C. (1758)**. Systema Naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Editio decima, reformata [10th revised edition], 1, 824 p. Laurentius Salvius: Holmiae.
- Osuna-Mascaró A., Cruz-Bustos T., Benhamada S., Guichard N., Marie B., Plasseraud L., Corneillat M., Alcaraz G., Checa A. & Marin F. (2014)** The shell organic matrix of the crossed lamellar queen conch shell (*Strombus gigas*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, Part B, 168, 76–85, doi.org/10.1016/j.cbpb.2013.11.009.
- Radclyffe C.J.T. (2015)** Archaeology and shell adzes in Prehistoric Oceania: A revised methodological approach to the descriptive analysis of a Solomon Islands collection. Dissertation in Anthropology, University of Otago, Dunedin, New Zealand (9th October 2015), 94 p.
- Renfro N. & Skalwold E.A. (2017)** Flashes and flames in Ethiopian opal. *Gems & Gemology*, 53(1),104–105.
- Romana L., Thomas P., Bilas P., Mansot J.L., Merrifields M., Bercion Y. & Aranda D.A. (2013)** Use of nanoindentation technique for a better understanding of the fracture toughness of *Strombus gigas* conch shell. *Materials Characterization*, 76, 55–68, doi.org/10.1016/j.matchar.2012.11.010.
- Wentzell C.Y. (2004)** Imitation clam "pearl". *Gems & Gemology*, 40(4),355–356.
- Wentzell C.Y. (2006)** Imitation Melo "pearls". *Gems & Gemology*, 42(2),166–167.



Gemmologie de laboratoire

LES VERRES NATURELS

Ingrid Lerouyer¹

Abstract

This article presents the main varieties of natural glasses and classifies them into three categories, each linked to their mode of formation. Glass can be found through volcanic, meteoritic impact, or lightning-related events. At the end of this article, a table lists the characteristics and optical phenomena most frequently observed in these types of glass.

Résumé

Cet article présente les principales variétés de verres naturels et propose de les classer en trois catégories selon leur mode de formation. Dans la nature, les verres se retrouvent à la suite d'événements liés au volcanisme, à des impacts météoritiques ou à la foudre. En fin d'article, un tableau répertorie les caractéristiques et les phénomènes optiques les plus souvent observables dans ces verres.

¹ Enseignante en gemmologie au Laboratoire Français de Gemmologie, 30 rue de la Victoire 75009 Paris, France

Image d'illustration de l'article - Figure 1 : Exemples d'obsidiennes de différentes variétés : de gauche à droite, en partant du haut, obsidienne neige et deux obsidiennes « larme d'apache » ; en bas, obsidienne cacahuète et obsidienne argentée. Largeur de champ : 56 mm

Header image - Figure 1: Examples of different varieties of obsidian: from left to right, from top to bottom, snowflake obsidian and two "apache tears" obsidian; bottom, peanut obsidian and silver obsidian. Image width: 56 mm



Figure 2 : Exemples de tectites et impactites : deux moldavites, une brute et une taillée et un verre libyque brut. Largeur de champ : 54 mm

Figure 2: *Examples of tektites and impactites: two moldavites, one rough and one cut, and a rough Libyan Desert glass. Image width: 54 mm*

Du fait de ses nombreux usages domestiques et industriels, le verre est partout autour de nous, incontournable. L'Humanité le fabrique depuis des millénaires mais les processus géologiques permettent d'en former depuis l'apparition de la croûte terrestre. Les verres naturels nous offrent une grande diversité esthétique et il est intéressant d'en chercher les raisons en étudiant notamment leur composition chimique et leur texture (Lerouyer, 2023).

D'un point de vue chimique, le verre est souvent proche de certains minéraux naturels, comme le quartz, puisqu'il contient principalement de l'oxyde de silicium (SiO_2) (Carion, 2007 ; Cicconi *et al.*, 2022). Il s'en distingue par l'organisation des atomes au sein de la matière, le verre ayant une structure amorphe (non cristallisée) (Musikant, 2003).

Lorsque la matière est transparente, on peut observer :

- des figures d'écoulement, autrefois décrites dans la littérature sous le nom de schlieren (Rost, 1964 ; De Goutière, 1995)
- des bulles de gaz rondes ou, le plus souvent, déformées
- des inclusions minérales, par exemple de l'hématite,

des pyroxènes, de la cristobalite, des feldspaths, des quartz, de la tridymite ou de la lechatérite.

On peut classer les verres naturels en trois catégories à travers des expressions particulièrement évocatrices de leur mode de formation (Carion, 2007) :

- Les verres volcaniques ou « pierres de feu »
- Les tectites et impactites ou « pierres de choc »
- Les fulgurites ou « pierres de foudre »

LES VERRES VOLCANIQUES OU « PIERRES DE FEU »

Selon la nature de la lave, on distingue deux types de verres volcaniques :

- les verres de basalte
- les verres d'obsidienne (Figure 1-page précédente).

Les laves basiques, caractérisées par leur faible teneur en silice, sont peu visqueuses car elles ont un faible degré de polymérisation. On obtient plus difficilement du verre avec ce type de lave (Richet, 2009) mais on peut citer, dans cette catégorie, les pillow lava (ou laves en coussins), les cheveux de Pelé ou les réticulites.

A l'inverse, les laves acides, riches en silice, sont très

visqueuses grâce à une forte polymérisation et vont donner des obsidiennes (Milleville *et al.*, 2003). Celles-ci ont une composition chimique proche de celle du granite (Zook, 1973) et présentent des aspects très différents selon les variétés. On peut citer la "pierre ponce", l'obsidienne "cacahuète", l'obsidienne "acajou", l'obsidienne "flocon de neige", les "larmes d'apache", l'obsidienne "de feu", l'obsidienne "arc-en-ciel", l'obsidienne "dorée" ou "argentée".

LES TECTITES ET IMPACTITES OU « PIERRES DE CHOC »

On retrouve deux catégories de verres liés à l'impact d'une météorite sur Terre (Figure 2) :

- les impactites vitreuses
- les tectites

1. Les impactites vitreuses se retrouvent autour du point d'impact. On peut citer le verre d'Aouelloul (Mauritanie), les "perles du Harem" (Arabie Saoudite), les verres du Mont Darwin (Tanzanie), les irgizites (Kazakhstan).

La formation des tectites nécessite un impact important, provoquant un cratère d'au moins 10 kilomètres de diamètre, causé par l'immense énergie libérée lors de l'impact. On parle d'un cratère-parent, auquel on associe une météorite donnée (Combes, 2001).

2. Les tectites sont des fragments de roches terrestres qui ont été arrachés du sol à la suite de l'impact d'une météorite, fondus sous l'effet du choc puis figés sous leur forme vitreuse à la suite du refroidissement brutal qu'ils subissent durant leur trajet dans l'atmosphère (Carion, 2007 ; Chevallier, 2021). On peut citer, comme exemples de tectites, les ivoirites (Côte d'Ivoire), les géorgites (Amérique du Nord), les moldavites (République Tchèque) ou les australasites (Australie et Asie du Sud-Est).

Les tectites sont les verres naturels les plus pauvres en eau, ce qui permet de les différencier des obsidiennes. Ainsi, les colombianites (Colombie) ou la agni manitite (Indonésie), que l'on qualifie parfois de

"pseudo-tectites" sont en fait des verres volcaniques (Konta & Saul, 1976 ; Whymark, 2021, Lerouyer & Fritsch, 2022).

Le verre libyque est classé parmi les impactites même si son origine n'est pas définitivement tranchée. Daté de 28 à 29 millions d'années, on le trouve dans la Grande Mer de Sable de la partie égyptienne du désert libyque. L'hypothèse la plus largement reconnue aujourd'hui est celle d'un violent impact d'origine météoritique sur une cible riche en silice entraînant la formation d'un verre d'impact. Le cratère n'a jamais été retrouvé, peut-être disparu ou caché sous les dunes, à moins que la météorite n'ait explosé en altitude sans toucher le sol (Greshake *et al.*, 2018 ; Koeberl *et al.*, 2019). Le verre libyque est le verre naturel connu le plus riche en silice (Detay, 2009).

LES FULGURITES OU « PIERRE DE Foudre »

Ces verres naturels proviennent de l'impact de la foudre sur un sol sableux, ou, plus rarement, sur une roche siliceuse telle que le granite (Lacroix, 1915 ; Carter *et al.*, 2010). Les fulgurites ressemblent à des tubes creux opaques et granuleux et constituent une empreinte du passage de l'électricité (Figure 3). Elles ne sont jamais de qualité gemme.

Paradoxalement, alors que l'on trouve les fulgurites en abondance dans le désert, les orages y sont extrêmement rares. Cela s'explique par le changement de climat entre aujourd'hui et celui qui régnait sur la région il y a 15 000 ans (Carion, 2007).



Figure 3 : Exemple de fulgurite. Largeur de champ : 54 mm

Figure 3: Example of fulgurite. Image width: 54 mm

DES CARACTÉRISTIQUES PARTICULIÈRES

Le tableau suivant récapitule les caractéristiques le plus souvent observables ou les causes des phénomènes optiques de certaines variétés de verres naturels.

Variétés de verres naturels	Caractéristiques observables ou cause du phénomène optique associé	Références bibliographiques
Obsidienne "larme d'apache"	Plaquettes hexagonales et triangulaires d'hématite et d'ilménite parfois responsables d'un effet aventuriné	Koivula & Tannous, 2003
Obsidienne "acajou"	Couleur brune due aux inclusions d'hématite	Carion, 2007
Obsidienne "neige"	Inclusions de cristobalite créant des motifs de flocons de neige	Gübelin & Koivula, 2008
Obsidienne "argentée"	Bulles étirées contenant un deuxième verre avec un indice de réfraction plus faible que celui de la matrice générant un effet argenté	Ma <i>et al.</i> , 2001
Obsidienne "argente chatoyante"	Bulles laminées, sous forme de disques, et organisées dans des plans parallèles, générant une chatoyance perpendiculairement à la direction de ces plans	Gauthier <i>et al.</i> , 2019
Obsidienne "cacahuète"	Sphérulites constituées de cristaux de feldspaths fibro-radiés et colorées en rouge par l'hématite	Broughton, 1968
Obsidienne "arc-en-ciel"	Inclusions d'hédenbergite sous forme de baguettes orientées provoquant des interférences de couleurs en zones concentriques	Ma <i>et al.</i> , 2001
Obsidienne "de feu"	Interférences sur des couches minces enrichies en cristaux de magnétite nanométriques	Dodge, 2016
Moldavite	Inclusions vémiculées de lechatélie, bulles de gaz	Goutière, 1995 ; Lerouyer & Fritsch, 2022
Verre libyque	Cristaux de cristobalite, bulles de gaz	Detay, 2009

BIBLIOGRAPHIE

Broughton P.L. (1968) Peanut obsidian from Sonora, Mexico. *The Journal of Gemmology*, 11, 7-9. doi.org/10.15506/JoG.1968.11.1.7

Carion A., Galois L., Boulliard J.-C., de la Tullaye R. (2007) Guide de l'exposition "Fulgurites et verres naturels", 15 Décembre, Musée des Minéraux de Jussieu, Paris.

Carter E., Hargreaves M.D., Kee T.P., Pasek M.A., Edwards H.G.M. (2010) A Raman spectroscopic study of a fulgurite. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 368, 3087-3097. [doi:10.1098/rsta.2010.0022](https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0022).

Chevallier J.-J. (2021) Des cailloux d'origine terrestre tombés du

ciel (Site Internet). Consulté le 21/05/2022.

Cicconi M.R., McCloy J.S., Neuville D.R. (2022) Non-magmatic glasses. *Reviews in Mineralogy & Geochemistry*, 87(1), 965-1014. <https://doi.org/10.2138/rmg.2022.87.21>

Combes M.-A. (2001) La Terre bombardée : impactisme et catastrophisme (3ème version actualisée).

De Goutière A. (2011) A moldavite story. *Gems&Jewellery*, 20(4), 21-23.

Detay M. (2009) Le verre libyque, une impactite égyptienne ! *Minéraux & Fossiles*, 385, 16-25.

Dodge W.T. (2016) Fire obsidian. *Gems&Jewellery*, 25(1), 19-21.

Gauthier J.-P., Fereire J., Bui T.N. (2019) Origine de la chatoyance dans une obsidienne noire du Mexique. *Revue de Gemmologie a.f.g.*, 208, 28-30.

Greshake A., Wirth R., Fritz J., Jakubowski T., Böttger U. (2018) Mullite in Libyan Desert glass: Evidence for high-temperature/low-pressure formation. *Meteoritics & Planetary Science*, 53(3), 467-481. [doi:10.1111/maps.13030](https://doi.org/10.1111/maps.13030).

Gübelin E.J., Koivula J.I. (2008) Inclusions in glass. *Photoatlas of inclusions in gemstones*, 3, 569-585.

Koebel C., Ferrière L. (2019) Libyan desert glass area in western Egypt: Shocked quartz in bedrock points to a possible deeply eroded impact structure in the region. *Meteoritics & Planetary Science*, 1-11. [doi:10.1111/maps.13250](https://doi.org/10.1111/maps.13250).

Koivula J.I., Tannous M. (2003) "Star" obsidian. *Gems & Gemology*, 39(3), 233-234.

Konta J., Saul J.M. (1976) Moldavites and a survey of other naturally occurring glasses. *The Journal of Gemmology*, 15(4), 179-204.

Lacroix A. (1915) Sur les fulgurites exclusivement siliceuses du Sahara oriental et sur quelques fulgurites silicatées des Pyrénées. *Bulletin de la Société Française de Minéralogie*, 38(5), 188-198.

Lerouyer I., Fritsch E. (2022) Entre inclusions et illusions. *Revue de Gemmologie a.f.g.*, 217, 16-17.

Lerouyer I. (2023) Etude expérimentale de quelques verres naturels, Diplôme Universitaire de Gemmologie, Université de Nantes, 42 p. <https://gemmologie-francophonie.com/wp-content/uploads/2023/04/Rapport-experimental-I-Lerouyer.pdf>

Ma C., Gresh J., Rossman G.R., Ulmer G.C., Vicenzi E.P. (2001) Micro-analytical study of the optical properties of rainbow and sheen obsidians. *The Canadian Mineralogist*, 39, 57-71. doi.org/10.2113/gscanmin.39.1.57.

Milleville A., Bellot-Gourlet L., Champagnon B., Santallier D. (2003) La micro-spectroscopie Raman pour l'étude des obsidiennes : structure, micro-inclusions et études de provenance ? *Revue d'Archéométrie*, 27, 123-130. [doi:10.3406/arsci.2003.1048](https://doi.org/10.3406/arsci.2003.1048).

Musikant S. (2003) Glass. *Encyclopedia of Physical Science and Technology*, 3ème Edition, 781-806.

Richet P. (2009) Les verres naturels. Une petite Encyclopédie du Verre, *Revue Verres*, 15(6), 4-9.

Rost R. (1964) Surfaces of and inclusions in moldavites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 28, 931-936. [doi.org/10.1016/0016-7037\(64\)90041-9](https://doi.org/10.1016/0016-7037(64)90041-9).

Whymark A. (2021) The obsidian scam. <https://www.tektites.info/the-obsidianscam>. Consulté le 21/05/2023.

Zook T.F. (1973) Obsidian and some observations. *The Journal of Gemmology*, 13(6), 220-225.



Gemmologie de laboratoire

UNE REMARQUABLE TOURMALINE ELBAÏTE NON CUPRIFÈRE

Franck Notari^{1,2}, Féodor Blumentritt², Yolchanok Srinaka¹, Natthawut Saenkuntha¹

Abstract

The popularity of Paraíba-type tourmalines is mainly due to their remarkable color, often described as "neon" blue. Many tourmalines with this color are traded under the label Paraíba, but sometimes mistakenly. Today, gemological laboratories devote particular attention to the detection of copper, an element whose presence is necessary to identify the stone as a Paraíba-type. This article presents the analysis of a remarkable tourmaline with a color that is characteristic of Paraíba-type tourmalines, but not copper-bearing.

Résumé

La popularité des tourmalines de type Paraíba est principalement due à leur remarquable couleur souvent décrite comme bleu "néon". De nombreuses tourmalines ayant cette couleur sont commercialisées sous l'appellation Paraíba mais parfois de façon erronée. Les laboratoires de gemmologie sont aujourd'hui particulièrement attentifs à la détection du cuivre, un élément dont la présence est nécessaire pour identifier la pierre comme type Paraíba. Cet article présente l'analyse d'une remarquable tourmaline présentant une couleur caractéristique des tourmalines type Paraíba mais non cuprifère.

¹ AIGS Gemmological Laboratory, 919/539 Silom Rd., Jewelry Trade Center, 10500 Bangkok, Thaïlande

² GGTL Laboratories Switzerland, 4bis route des Jeunes, 1227 Geneva, Suisse

Image d'illustration de l'article - Figure 1 : Tourmaline elbaïte non cuprifère (46,25 ct). Photo F. Notari.

Header image - Figure 1: Non copper-bearing elbaite tourmaline (46.25 ct). Photo F. Notari

Le laboratoire AIGS de Bangkok a récemment reçu à l'examen une gemme facettée (ovale) de 46,25 carats, mesurant L=24,95, l=18,37, e=14,39 mm (Figure 1), présumée être une tourmaline type Paraíba par son propriétaire. Cette tourmaline présentait une exceptionnelle couleur, similaire à celle des tourmalines elbaïtes ou F-liddicoatites (Darrell *et al.*, 2011) cuprifères originellement extraites du gisement de Paraíba (Mina da Batalha), État du Mato Grosso, au Brésil. Plus tard, des quantités limitées ont été extraites à Mulungu et Alto dos Quintos dans l'État du Rio Grande do Norte. Depuis, des tourmalines elbaïtes ou F-liddicoatites du même type ont été découvertes au Mozambique (région d'Alto Ligonha) et au Nigeria (État d'Ibadan) (Fritsch *et al.*, 1990 ; Shigley *et al.*, 2001 ; Abduriyim *et al.*, 2006 ; Pezzotta & Laurs, 2011). Il est généralement admis que la majorité des tourmalines de type Paraíba appartiennent à l'espèce elbaïte, toutes provenances confondues, sans que les auteurs aient pu trouver des données fiables sur le rapport elbaïte/F-liddicoatite type Paraíba.

La gradation de la couleur positionne la pierre analysée en *Intense blue green* 5BG tone 6, saturation 10 (World of Color) et 84-05+G1 (Color Codex), des grades de couleur habituels des tourmalines de type Paraíba, couleurs qui sont grossièrement définies par LMHC (Laboratory Manual Harmonisation Committee) comme: bleu (bleu électrique, bleu "néon", bleu violet), vert bleuté à bleu verdâtre, vert ou vert jaunâtre, de saturation et de tonalité moyennes à élevées (LMHC, 2023). Ce à quoi on peut ajouter violet à violet bleuté (lorsqu'elles ne sont pas chauffées ; Laurs *et al.*, 2008).

Les analyses de routine (spectre infrarouge - FTIR), analyse chimique (EDXRF "energy dispersive X-ray fluorescence"), spectrométrie de luminescence (DFI) ont permis d'identifier formellement cette gemme comme tourmaline de l'espèce elbaïte. À cela s'ajoutent des éléments de gemmologie classique : pas d'inclusions observables au microscope (x160), observation aux "UVL" et "UVC", respectivement faible vert-bleu et inerte.

Oxyde ou élément Oxide or element	Concentration (% masse) Concentration (weight %)
Na ₂ O	2,72 ± 0,05
MgO	0,91 ± 0,03
Al ₂ O ₃	42,59 ± 0,06
SiO ₂	35,03 ± 0,05
CaO	0,493 ± 0,003
TiO ₂	n.d.
MnO	0,667 ± 0,004
FeO	1,103 ± 0,004
CuO	n.d.
ZnO	0,0502 ± 0,0007
Ga ₂ O ₃	0,0182 ± 0,0007
PbO	0,0220 ± 0,0005
Bi ₂ O ₃	n.d.
B ₂ O ₃	10,25 (fixe)
Li ₂ O	1,8 (fixe)
H ₂ O	2,9 (fixe)
F	1,45 (fixe)

Tableau 1 : Résultats de l'analyse chimique EDXRF. Pour l'analyse des tourmalines, certains éléments non détectables par EDXRF ont un pourcentage arbitrairement fixé à une valeur moyenne. n.d. signifie non détecté. Analyse N. Saenkuntha.

Table 1: EDXRF chemical analysis results. For analysis of tourmalines, some elements are not measurable with EDXRF and are thus arbitrary fixed to mean values. n.d. stands for not detected. Analyse by N. Saenkuntha.

En ce qui concerne l'analyse chimique en EDXRF (ici un ThermoFisher Scientific Quant'X), notons que cette méthode d'analyse est usuellement peu adaptée à la détection du sodium (seuil de détection ≈ 1000 ppm dans une matrice d'oxydes) et donc peu adaptée à l'identification des tourmalines elbaïtes. Cependant, l'analyse du calcium permettant de caractériser les F-liddicoatites est plus précise que celle du sodium avec un seuil de détection d'environ 10 ppm dans une

matrice d'oxydes. Ainsi, la quantification du sodium et du calcium, tenant compte de la différence de sensibilité pour chacun, nous permet dans la majorité des cas de séparer les deux espèces (Tableau 1 ; Hennebois *et al.*, 2022; Fialova *et al.*, 2013 ; Kynický *et al.*, 2019 ; Katsurada & Sun, 2017 ; Karampelas & Klemm, 2010 ; Dirlam *et al.*, 2002 ; Dunn *et al.*, 1977). À cela s'ajoute une faible teneur en plomb: 0,0220 % masse ($\pm 0,0005$) (Katsurada & Sun, 2017). Et enfin, la spectrométrie de photoluminescence (DFI; RT, laser 405 nm) qui met en évidence les terres rares (*i.e.* Nd³⁺, Sm³⁺, etc.) généralement présentes dans les F-liddicoatites et largement absentes des elbaïtes. Par cette méthode, ces terres rares sont détectables même en faibles quantités (Bortnikov *et al.*, 2008 ; Bersani *et al.*, 2012 ; Milisenda & Müller, 2017).

Malgré sa couleur approchant le bleu dit "néon" des tourmalines type Paraiba, l'analyse chimique (EDXRF) de cet échantillon indique une concentration en cuivre inférieure à la limite de détection (*ici* ≈ 3 ppm dans une matrice d'oxydes ; Tableau 1).

La présence de cuivre comme agent chromogène principal - le fer participant aussi souvent à la teinte des elbaïtes type Paraiba (Krzemnicki & Wang, 2022) - dans une tourmaline est cependant nécessaire pour lui donner l'appellation type Paraiba (Laurs *et al.*, 2008). Le spectre d'absorption UV-Vis-NIR non polarisé (faisceau \parallel à *c*) de cette tourmaline est comparé avec un spectre similaire de tourmaline type Paraiba en Figure 2.

Ce spectre d'absorption conforte les analyses chimiques car il ne présente pas de bandes typiques d'absorption du Cu²⁺ centrées à environ 700 et 915 nm (Merkel & Breeding, 2009).

Il révèle par ailleurs que la couleur est principalement due à une bande d'absorption centrée autour de 715 nm, cette bande est attribuée à la présence du Fe²⁺ (Mattson & Rossman, 1987). On note également sur le spectre d'absorption de cette gemme un doublet autour de 414 nm et des bandes respectivement centrées à 461, 498, 557, 956 et 976 nm.

Les deux absorptions du doublet à ~ 414 nm sont respectivement attribuées à la présence de Mn²⁺ (Pezzotta & Laurs, 2011) et à un possible transfert de charge entre Fe et Ti (Laurs *et al.*, 2008). Cependant, le Ti n'ayant pas été détecté lors de l'analyse chimique, cette seconde attribution reste hypothétique. Concernant le Mn²⁺, sa présence pourrait être un indicateur de traitement thermique puisque potentiellement issue de la réduction de Mn³⁺ (Fritsch, 1990).

Cette réduction $Mn^{3+} + e^- \rightarrow Mn^{2+}$ permet de s'affranchir de la bande d'absorption de Mn³⁺, centrée autour de 515-520 nm et plus large que celle de Mn²⁺ (spectre gris sur la Figure 2). L'absorption de Mn³⁺ a donc plus d'influence sur la couleur de la gemme et sa suppression entraîne celle des sous teintes violette-pourpre pour laisser une fenêtre de transmission plus large donnant cette couleur caractéristique bleue dit "néon" aux tourmalines type Paraiba. Dans notre cas de tourmaline non cuprifère, l'absorption de Mn²⁺

a déjà été observée dans des tourmalines elbaïtes non traitées (Reinitz & Rossman, 1988) et cet ion peut donc être présent de façon naturelle dans l'échantillon.

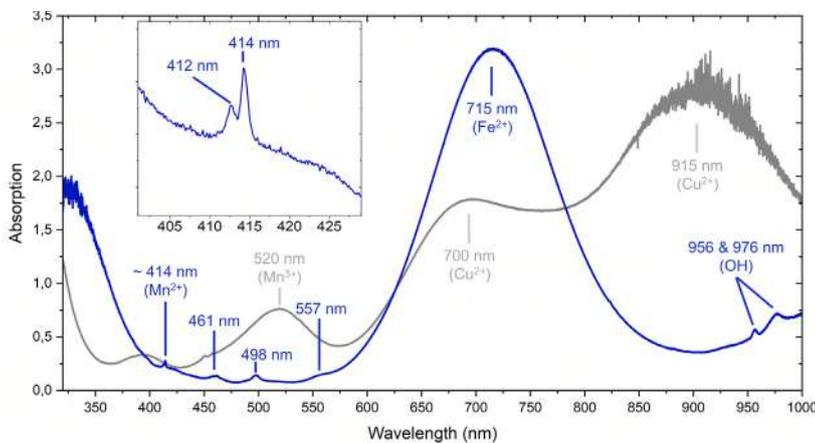


Figure 2 : Spectres d'absorption UV-Vis-NIR de la tourmaline non cuprifère (trace bleue) et d'une tourmaline type Paraiba (trace grise). Spectres de Y. Srinaka.

Figure 2: UV-Vis-NIR absorption spectra of the non-copper bearing tourmaline (blue trace) and of a Paraiba-type tourmaline (grey trace). Spectra by Y. Srinaka.

Les bandes à 461, 498 et 557 nm ont été mesurées dans un échantillon similaire de tourmaline colorée uniquement par du fer mais sans attribution formelle (Krzemnicki & Wang, 2022).

Les deux bandes d'absorption dans le proche infrarouge sont assignées à la présence de groupements hydroxyyles (OH) possiblement sous forme de molécules d'eau dans la structure (Rossman & Mattson, 1986).

Il arrive parfois que certaines elbaïtes (*stricto sensu*) d'une teinte dans la gamme des bleu-vert aient une couleur apparente relativement proche de celles des types Paraíba, induite par le fer, mais pour un gemmologue très expérimenté il y a souvent, à l'œil nu, une différence ténue qui laisse penser qu'il ne s'agit que d'une elbaïte. Mais dans le cas qui nous occupe, cette elbaïte colorée uniquement par du fer est remarquable par sa masse, sa transparence et particulièrement sa couleur se situant dans le registre des Paraíba-types principalement colorées par du cuivre (Fritsch *et al.*, 1990).

BIBLIOGRAPHIE

- Abduriyim A., Kitawaki H., Furuya M., Schwarz D. (2006)** "Paraíba"-type copper-bearing tourmaline from Brazil, Nigeria, and Mozambique: Chemical fingerprinting by LA-ICP-MS. *Gems & Gemology*, 42(1), 4–21, [doi:10.5741/GEMS.42.1.4](https://doi.org/10.5741/GEMS.42.1.4)
- Bersani D., Petriglieri J.R., Andò S., Lottici P.P. (2012, June)** Identification of impurities in gemological materials by means of photoluminescence using micro-Raman apparatus. In *GeoRaman Xth Meeting : Nancy, 11-14 June, . pp. 263–264. Lien article.*
- Bortnikov N.S., Gorelikova N.V., Korostelev P.G., Gonevchuk V.G. (2008)** Rare earth elements in tourmaline and chlorite from tin-bearing assemblages: Factors controlling fractionation of REE in hydrothermal systems. *Geology of Ore Deposits*, 50(6), 445–461, [doi:10.1134/S1075701508060032](https://doi.org/10.1134/S1075701508060032)
- Darrell J.H., Novák M., Hawthorne F., Erti A., Dutrow B., Uher P., Pezzotta F. (2011)** Nomenclature of the tourmaline-super-group minerals. *American Mineralogist*, 96(5/6), 895–913, [doi:10.2138/am.2011.3636](https://doi.org/10.2138/am.2011.3636).
- Dirlam D.M., Laurs B.M., Pezzotta F., Simmons W.B.S. (2002)** F-liddicoatite tourmaline from Anjanaboïna, Madagascar. *Gems & Gemology*, 38(1), 28–53, [doi:10.5741/GEMS.38.1.28](https://doi.org/10.5741/GEMS.38.1.28).
- Dunn P.J., Appleman D.E., Nelen J.E. (1977)** F-liddicoatite, a new calcium end-member of the tourmaline group. *American Mineralogist*, 62(11/12), 1121–1124. http://www.minsocam.org/ammin/AM62/AM62_1121.pdf
- Fialova D., Kremplova M., Hynek D., Konecna M., Kaiser J., Malina R., Kynicky J., Krystofova O., Kizek R., Adam V. (2013)** Sosedka Pegmatite Metal Ions Composition Determined by Voltammetry. *International Journal of Electrochemical Science*, 8(6), 7853–7867, [doi:10.1016/S1452-3981\(23\)12852-5](https://doi.org/10.1016/S1452-3981(23)12852-5).
- Fritsch E., Shigley J.E., Rossman G.R., Mercer M.E., Muhlmeister S.M., Moon M. (1990)** Gem-quality cuprian-elbaïte tourmalines from São José Da Batalha, Paraíba, Brazil. *Gems & Gemology*, 26(3), 189–205. doi.org/10.5741/GEMS.26.3.189
- Hennebois U., Delaunay A., Karampelas, S. (2022)** Separating Elbaïte from F-liddicoatite Paraíba-type Tourmaline. *The Journal of Gemmology*, 38(4), 317–319, [doi:10.15506/JoG.2022.38](https://doi.org/10.15506/JoG.2022.38).
- Karampelas S., Klemm L. (2010)** "Neon" blue-to-green Cu- and Mn-bearing F-liddicoatite tourmaline. *Gems & Gemology*, 46(4), 323–325.
- Katsurada Y., Sun Z. (2017)** Cuprian F-liddicoatite tourmaline. *Gems & Gemology*, 53(1), 34–41, [doi:10.5741/GEMS.53.1.34](https://doi.org/10.5741/GEMS.53.1.34).
- Kynický J., Lees B., Wenlei S., Krejčí K (2019)** The Malkhan Pegmatite District. *Mineralogical Record*, 50(3), 245–324. [Link](https://doi.org/10.15506/JoG.2022.38.1.20).
- Krzemnicki M.S., Wang H.A.O. (2022)** Paraíba or not? Cu-bearing tourmaline with distinct Fe concentration. *The Journal of Gemmology*, 38(1), 20–22, [doi:10.15506/JoG.2022.38.1.20](https://doi.org/10.15506/JoG.2022.38.1.20).
- Laurs B.M., Zwann H.J.C., Breeding C.M., Simmons W.B., Beaton D., Rijdsdijk K.F., Befi R., Falster A.U. (2008)** Copper-bearing (Paraíba-type) tourmaline from Mozambique. *Gems & Gemology*, 44(1), 294–320. doi.org/10.5741/GEMS.44.1.4
- LMHC (2023)** Paraíba Tourmaline, Definition, Report wording. Information Sheet # 6, version 8; February. 2 p.
- Mattson S.M., Rossman G.R. (1987)** Fe²⁺-Fe³⁺ interaction in tourmaline. *Physics & Chemistry of Minerals*, 14, 163–171, [doi:10.1007/BF00308220](https://doi.org/10.1007/BF00308220).
- Merkel P.B., Breeding, C.M. (2009)** Spectral Differentiation Between Copper and Iron Colorants in Gem Tourmalines. *Gems & Gemology*, 45(2), 112–119. <https://www.gia.edu/gems-gemmology/summer-2009-tourmalines-copper-merkel>
- Milisenda C.C., Müller S. (2017)** REE photoluminescence in Paraíba type tourmaline from Mozambique. *35th International Gemmological Conference*, Windhoek, Namibia, 11-15 October, 71–73. doi.org/10.5741/GEMS.45.2.112.
- Pezzotta F., Laur B.M. (2011)** Tourmaline: The kaleidoscopic gemstone. *Elements*, 7(5), 333–338. doi.org/10.2113/gselements.7.5.333.
- Reinitz I.M., Rossman G.R. (1988)** Role of natural radiation in tourmaline coloration. *American Mineralogist*, 73(7/8), 822–847. http://www.minsocam.org/ammin/AM73/AM73_822.pdf
- Rossman, G.R., Mattson S.M. (1986)** Yellow, Mn-rich elbaïte with Mn-Ti intervalence charge transfer. *American Mineralogist*, 71(3/4), 599–602. <http://ammin.geoscienceworld.org/content/71/3-4/599.citation>
- Shigley J.E., Cook B.C., Laurs B.M., Bernardes M.O. (2001)** An update on "Paraíba" tourmaline from Brazil. *Gems & Gemology*, 37(4), 260–276. <https://www.gia.edu/gems-gemmology/winter-2001-paraiba-tourmaline-brazil-shigley>

GEMQUIZZ

IDENTIFICATIONS DE GEMMES

Quiz proposé par *Ingrid Lerouyer*

ÉCHANTILLON 1 : « IMITATION AMBRE »

Observations en lumière réfléchie :

- Masse : 130 ct
- Dimensions : 30 x 28 x 22 mm
- Forme / taille : pierre roulée
- Couleur : jaune orangé plutôt lumineux, couleur inhomogène avec concentration dans les fissures
- Transparence : transparent
- État de surface : nombreuses fissures et égrisures
- Éclat : vitreux

Lumière transmise :

- Cassures internes miroitantes, givres de guérison, inclusions biphasées, concentration de couleur au niveau des fissures affleurantes.

Polariscope :

- Rétablit la lumière tous les quarts de tour

Conoscope :

- Dans la direction de l'axe optique, figure d'interférence : bull's eye

Réfractomètre :

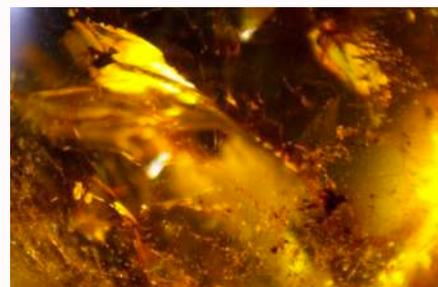
- Lecture cabochon : environ 1,54

Masse spécifique :

- 2,65

Cabine UV :

- **ULV** - Inerte
- **UVC** - Fluorescence blanc-crayeux au niveau des fissures



Cassures internes miroitantes et concentration de couleur



Couleur non homogène, nombreuses fissures en surface

Résultats : Page 95

GEMQUIZZ

IDENTIFICATIONS DE GEMMES

Quiz proposé par *Ingrid Lerouyer*

ÉCHANTILLON 2 : « DOUBLET #971 »

Test du cerne rouge : Négatif

Observations en lumière réfléchie :

- Masse : 5,64 ct
- Dimensions : 12.4 x 10.2 x 7 mm
- Forme / taille : ovale mixte
- Couleur : verte vue par la table mais culasse incolore vue de profil
- Transparence : transparent
- État de surface : quelques égrisures au niveau des arêtes en couronne, nombreuses rayures et égrisures en culasse
- Éclat : éclat vitreux en couronne comme en culasse

Lumière transmise :

- Givres de guérison, trous de couleur sur plan, concentrations de couleur, bulles de gaz écrasées

Polariscope :

- Rétablit la lumière tous les quarts de tour

Conoscope :

- En culasse, dans la direction de l'axe optique, figure d'interférence : bull's eye

Réfractomètre :

- En couronne : n fixe = 1,518
- En culasse : no = 1,541 ne = 1,550 Bir = 0,009

Masse spécifique : 2,58

Filtre de chelsea : Rosit sous le filtre

Cabine UV :

- *En couronne* : **ULV** - Fluorescence blanc-verdâtre forte / **UVC** - Fluorescence jaunâtre-laitieuse intensité moyenne
- *En culasse* : **ULV** - Fluorescence blanc-verdâtre forte / **UVC** - Fluorescence jaunâtre-laitieuse moins forte qu'en couronne



Culasse incolore



Défauts dans l'émail : couleur non homogène, bulles écrasées

Résultats : Page 95

GEMQUIZZ

IDENTIFICATIONS DE GEMMES

Quiz proposé par *Ingrid Lerouyer*

ÉCHANTILLON 3 : « DOUBLET BIZARRE »

Test du cerne rouge : Négatif

Observations en lumière réfléchie :

- Masse : 3,99 ct
- Dimensions : 11,1 x 9 x 4,4 mm
- Forme / taille : ovale brillant
- Couleur : bleu nuancé de vert vif, feuilletis incolore (bien visible en immersion dans l'eau)
- Transparence : transparent
- État de surface : quelques rayures, arêtes bien nettes entre les facettes
- Éclat : brillant

Lumière transmise :

- Texture ondulante sur un plan, bulles de gaz



Effet tatami

Polariscope :

- Anomalies de polarisation avec effet tatami

Réfractomètre :

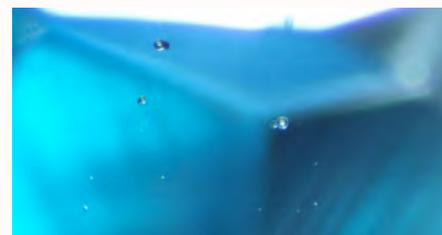
- *En couronne* : n fixe = 1,720
- *En culasse* : n fixe = 1,720

Spectroscope :

- Pas de spectre visible

Masse spécifique : 3,76

Filtre de chelsea : Verdit sous le filtre



Bulles de gaz



Texture ondulante sur plaque d'émail



Feuilletis incolore

Cabine UV :

- *En couronne* : ULV - inerte / UVC - Fluorescence bleutée intense en périphérie externe, fluorescence intense blanc-laiteux au centre
- *En culasse* : ULV - inerte / UVC - Fluorescence bleutée intense en périphérie externe, fluorescence intense blanc-laiteux au centre

Résultats : Page 95



Exposition

DES GEMMES DANS L'EXPOSITION "MINÉRAUX : OBJETS DE COLLECTION"
AU MUSÉE DE MINÉRALOGIE

Eloïse Gaillou¹

Abstract

From September 6, 2023 to March 9, 2024, the Mineralogy Museum of the École des Mines de Paris is presenting a new exhibition entitled « Collectible Minerals » (Figure 1). On the occasion of this event, the museum reveals the secrets of the acquisition of its treasures accumulated over more than 2 centuries: gems, minerals, rocks, meteorites, works of art, all with prestigious pedigree.

Résumé

Le musée de Minéralogie de l'École des Mines de Paris présente du 6 septembre 2023 au 9 mars 2024 une exposition inédite intitulée « Minéraux : objets de collection » (Figure 1). À l'occasion de cet événement, le musée révèle les secrets sur l'acquisition de ses trésors accumulés depuis plus de 2 siècles : gemmes, minéraux, roches, météorites, objets d'arts, tous au pedigree prestigieux.

¹ Conservatrice au Musée de Minéralogie Mines Paris – PSL

Les minéraux suscitent convoitise et fascination : ils sont exploités pour les mettre au service de l'industrie, collectés pour leur importance scientifique et collectionnés en tant qu'objets d'art naturel. Fort de ses 230 ans d'histoire, le musée de Minéralogie de l'École des Mines de Paris rend compte de ces différentes facettes à travers l'exposition "Minéraux : objets de collection", qu'il présente au sein de son exposition permanente.

Au-delà de ses minéraux, collections, collectionneurs et contributeurs, l'exposition donne l'occasion au musée de montrer ses dernières recherches sur des gemmes de la collection, dont celles provenant des Joyaux de la Couronne de France. Des émeraudes épargnées de la vente des Joyaux de 1887 et attribuées à l'École des Mines de Paris sont présentées dans la salle principale du musée. Elles proviennent de la Couronne de Sacre de Napoléon III, créée par le joaillier de l'empereur Alexandre-Gabriel Lemonnier en 1855, et démantelée avant la vente. Le métal ayant été fondu et les autres gemmes dispersées, elles sont les seuls témoins de la dernière Couronne de Sacre. Les émeraudes sont remises dans leur contexte grâce à un dessin reconstituant cette couronne légendaire.

Ces émeraudes, étudiées par le Laboratoire Français de Gemmologie (LFG), ont fait l'objet d'une publication en 2022.

Citons également les améthystes (Figure 2) portées par l'impératrice Marie-Louise, dont 96 sont présentées à l'occasion de l'exposition. L'équipe du musée a lancé

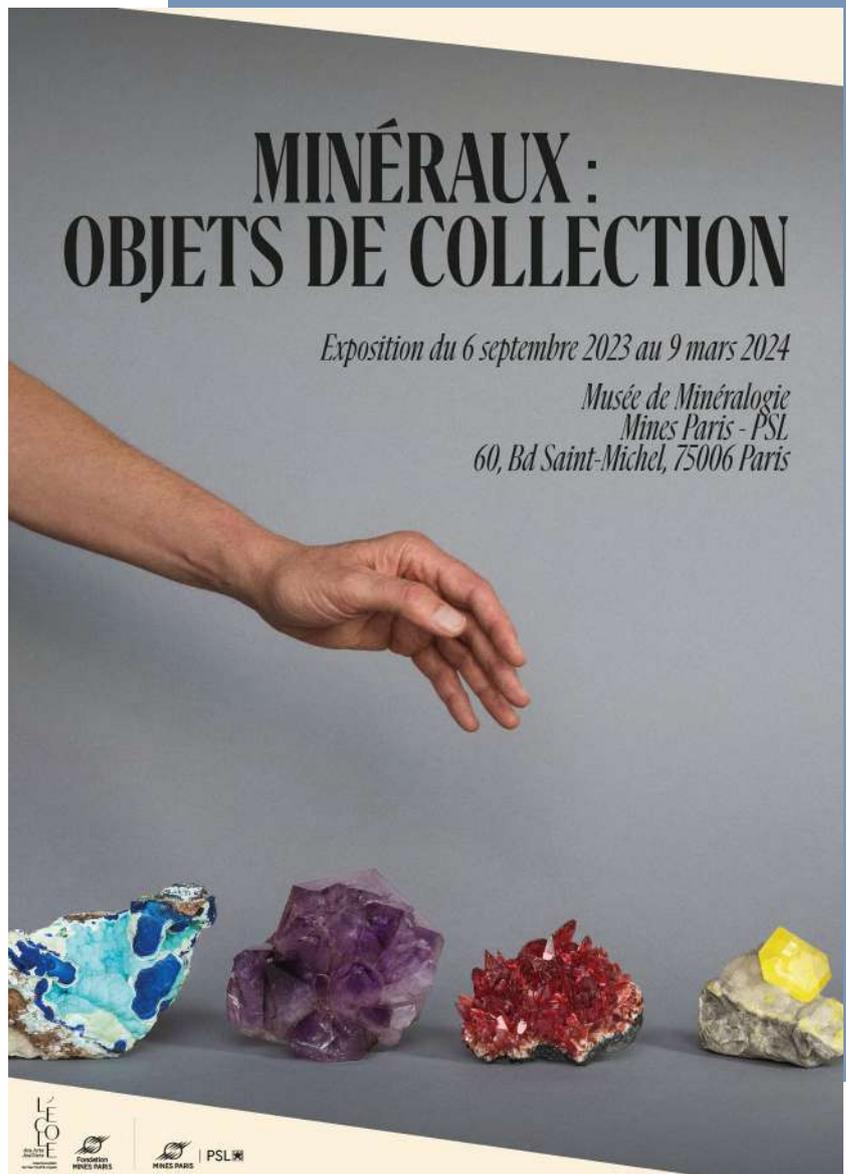


Figure 1 : L'affiche de l'exposition « Minéraux : objets de collection ». Photo : Musée de Minéralogie Mines Paris – PSL / Ludovic Carème.

Figure 1 : Poster of the exhibition "Collectible minerals.". Photo: Musée de Minéralogie Mines Paris – PSL / Ludovic Carème.

des recherches sur cette parure d'améthystes, décrite historiquement mais dont aucune représentation n'avait été publiée. Cette parure avait été créée en 1811 par François-Régnauld Nitot, joaillier de Napoléon I. Grâce à des recherches dans le patrimoine de la Maison Chaumet, descendante directe du joaillier Nitot, le dessin du diadème d'améthystes de Marie-Louise a été retrouvé. Une reproduction créée par la Maison Chaumet accompagne ainsi les améthystes. Quarante-trois topazes roses "rubis du Brésil",

également achetées pour Marie-Louise (Figure 3), sont exposées près des améthystes.

Ce sera certainement l'alexandrite de 42,54 carats qui retiendra l'attention des gemmologues. Présentée à l'occasion de l'Exposition Universelle de 1878 par son donateur, le lapidaire Henri Garreaud, elle est pour la première fois exposée au musée. L'alexandrite a fait l'objet d'une étude approfondie au LFG avant sa présentation au public, dont les résultats seront publiés prochainement.



Figure 2 : Améthystes provenant de la parure d'améthystes de l'impératrice Marie-Louise créée par le joaillier François-Régnauld Nitot, et démantelée sous Louis XVIII. De cette parure, seules subsistent les améthystes ainsi qu'un dessin du diadème par Nitot. Photo : Musée de Minéralogie Mines Paris – PSL / E. Gaillou.

Figure 2: Amethysts from Empress Marie-Louise's amethyst ornament, created by jeweler François-Régnauld Nitot and dismantled under King Louis XVIII. From this ornament, only remain the amethysts and a drawing of Marie-Louise's tiara by Nitot. Photo: Musée de Minéralogie Mines Paris – PSL / E. Gaillou.



Figure 3 : Quelques-unes des topazes roses "Rubis du Brésil" de l'impératrice Marie-Louise présentées pour l'exposition "Minéraux : objets de collection". Photo : Musée de Minéralogie Mines Paris – PSL / E. Gaillou.

Figure 3: Some of Empress Marie-Louise's "Brazilian rubies" (pink topazes) presented in the exhibition "Collectible Minerals". Photo: Musée de Minéralogie Mines Paris – PSL / E. Gaillou



Marché

DIX PIÈCES À RETENIR DE LA SEMAINE DE LA MODE DE JUILLET 2023 À PARIS

Marie Chabrol¹

Abstract

From July 3 to 6, 2023, the heart of Paris beat to the rhythm of fashion shows and fine jewelry presentations. Fabulous gemstones, incredible set of jewels, wonderful jewelry techniques. Once again, the show was magnificent with, certainly, collections more limited in number of pieces but where the materials were remarkably highlighted. Enough to say that Paris is an essential city for high-end jewelry.

Résumé

Du 3 au 6 juillet 2023, le cœur de Paris a battu au rythme des défilés de mode et des présentations haute joaillerie. Pierres gemmes fabuleuses, parures incroyables, techniques joaillières sublimes. Encore une fois, le spectacle était bien présent avec, certes, des collections plus restreinte en nombre de pièces mais où les matières étaient remarquablement mises en valeur. De quoi asseoir toujours un peu plus Paris comme une ville incontournable de la haute joaillerie.

¹ Responsable pédagogique, gemmologue. chabrol.marie@outlook.fr

Image d'illustration de l'article : Collier Villanova avec pendants détachables. Or blanc, or rose, 9 cabochons de rubellite pour 110,04 carats, saphirs de couleur, rubis, diamants. Photo : © Van Cleef & Arpels SA – 2022.

Header image : Villanova necklace with detachable pendants. White gold, rose gold, 9 cabochon-cut rubellites for 110.04 carats, diamonds. Photo: © Van Cleef & Arpels SA – 2022.

Quatre jours tourbillonnants où les rendez-vous s'enchaînent et où le monde a rendez-vous dans la Ville Lumière pour un chassé-croisé qui s'organise principalement entre la rue de la Paix, la rue Castiglione, la place Vendôme, la place de la Concorde et la rue Saint-Honoré. Sur ce petit kilomètre carré, se dévoilent durant quelques jours les parures les plus fabuleuses et les pierres gemmes les plus incroyables, lesquelles ont convoqué durant des mois les plus beaux savoir-faire des ateliers français chargés de réaliser les pièces qui s'épanouissent devant nos yeux privilégiés.

Choisir 10 pièces, c'est se donner un challenge car c'est en somme ne choisir qu'une pièce dans une collection. Lesquelles, pour les plus importantes, peuvent compter jusqu'à plusieurs dizaines de pièces dont la réalisation a pu demander jusqu'à trois ans de travail entre le développement et la livraison finale.

S'il y a une collection qui a fait le *buzz*, c'est bien "More is More" de la Maison Boucheron (Figure 1) qui a investi, outre l'appartement du 26 Vendôme, la place du même nom avec un food truck chromé enrichi de détails graphiques aussi pop que la collection imaginée par Claire Choisie, Directrice artistique de la maison ; mais également avec la présence d'une vingtaine de roller-skateurs qui distribuaient des sucettes aux passants flânant sur la place. "More is More" c'est la réinterprétation du mouvement Memphis initié par Ettore Sottsass à Milan dans les années 80. Volumes excentriques, couleurs lumineuses, ce mouvement fait la part belle aux mélanges improbables entre



Figure 1 : Collier « Solve me » de la collection "More is More" pavé de diamants, de spinelles gris, de saphirs roses et serti de nacre, en aluminium et or blanc. Photo : Boucheron.

Figure 1: "Solve me" necklace from the "More is More" collection, paved with diamonds, gray spinels, pink sapphires and set with mother-of-pearl, in aluminium and white gold. Photo: Boucheron.

bois, plastique, métal ou encore stratifié. Transposé aux bijoux, cela donne des associations d'or, de magnésium et de bio-acétate. Le verre de Murano se mélange aux diamants et à la résine alors que le verre saphir habille de la nacre sur des montures en or et aluminium. Résultat spectaculaire et joyeux garanti pour une ouverture remarquable.

Tour d'Europe programmé avec ce début juillet. Si Boucheron nous a fait miroiter les 80's à Milan, la maison Chanel nous emmène entre l'Irlande et l'Écosse et nous invite à nous blottir dans des tweeds aux teintes chaleureuses. Le tweed, c'est la signature de la maison et ce qu'il reste d'une histoire d'amour entre Gabrielle Chanel et le Duc de Westminster à qui elle va emprunter l'étoffe de son vestiaire pour le transposer à celui des femmes. Déjà, en 2020, un premier chapitre remarqué le mettait en valeur mais, cette fois-ci, Pascal Léquereau - Directeur du studio de création - le pare de pierres gemmes lumineuses. Topazes impériales (Figure 2), lapis-lazuli, cristal de roche, béryls héliodores,

Figure 2 : Bague Tweed Solaire en or jaune, diamants, topaze impériale et béryls héliodores. Une topaze impériale taille marquise de 13,35 cts. Photo : Chanel Joaillerie.

Figure 2: "Tweed Solaire" ring in yellow gold, diamonds, imperial topaz and heliodor beryl. One marquise-cut imperial topaz of 13.35 cts. Photo: Chanel Jewelry.





Figure 3 : Bracelet Tweed Étoilé en or jaune, or blanc, diamants, saphirs jaunes, lapis-lazuli et onyx. Un saphir jaune taille coussin de 9,16 cts. Photo : Chanel Joaillerie.

Figure 3: "Tweed Étoilé" bracelet in yellow gold, white gold, diamonds, yellow sapphires, lapis lazuli and onyx. One 9.16 cushion-cut yellow sapphire. Photo: Chanel Joaillerie.

spinelles ou saphirs jaunes (Figure 3) habillent remarquablement les 63 pièces de la maison qui assoit sa position de maison incontournable dans le paysage joaillier.

L'Italie est partout. Avec Murano chez Boucheron, mais surtout avec Van Cleef & Arpels qui nous offre un voyage fabuleux dans les grandes cités européennes avec son Grand Tour, ce voyage initiatique qu'effectuait les jeunes aristocrates à l'aube du XVI^e siècle. Paris, Rome, Florence, Baden-Baden ou encore Naples sont les villes qui se déclinent ici en bijoux. La transposition des arbres de Baden-Baden en broches (Figures 4a, 4b et 4c) est simplement enthousiasmante. Les pierres, somptueuses, ne jouent pas les seconds rôles et la maison a su sélectionner des matières à la hauteur de sa réputation d'excellence : rubis du Myanmar, opale australienne de près de 40 carats, pièces de corail rouge et rose d'une qualité rare, cabochons gourmands de tourmalines pour plus de

Figure 4a, 4b et 4c : broche Feuillage Enchanté en or jaune, saphirs roses, corail peau d'ange ; broche Feuillage Mystique en or rose, rubis, saphirs bleus et roses, corail rouge ; broche Feuillage Rêveur en or blanc, opale boulder de 39,80 carats (Australie), saphirs bleus et roses. Photo : © Van Cleef & Arpels SA – 2021.

Figure 4a, 4b et 4c: "Feuillage Enchanté" clip. Yellow gold, pink sapphires, angel skin coral ; Feuillage Mystique clip. Rose gold, rubies, blue and pink sapphires, red coral ; Feuillage Rêveur clip. White gold, one boulder opal motif of 39.80 carats (Australia), blue and pink sapphires. Photos: © Van Cleef & Arpels SA – 2021.





Figure 5 : Collier Villanova avec pendants détachables. Or blanc, or rose, 9 cabochons de rubellite pour 110,04 carats, saphirs de couleur, rubis, diamants. Photo : © Van Cleef & Arpels SA – 2022.

Figure 5: Villanova necklace with detachable pendants. White gold, rose gold, 9 cabochon-cut rubellites for 110.04 carats, diamonds. Photo: © Van Cleef & Arpels SA – 2022.

100 carats (Figure 5) ou encore grenats et saphirs mauves. Des pierres comme des bonbons, de quoi faire battre un peu plus fort le palpitant des amoureux des bijoux.

Fidèle à sa réputation d'acheteur de pierres imposantes, Jeremy Morris - Maison David Morris - nous a proposé une sélection de cailloux remarquables : saphir du Myanmar de 10,97 carats, tourmalines Paraiba du Brésil (Figure 6) ou encore appariages parfaits de rubis du Mozambique déclinés sur l'un des modèles signatures de la marque, le bracelet Pirouette (Figure 7) dont on ne peut oublier celui qui mit à l'honneur plus de 43 carats de rares saphirs du Cachemire.

Les pierres étaient aussi mises en exergue chez Piaget avec sa collection Metaphoria et chez Buccellati



Figure 6 : Bague Neptune en or blanc, cabochon de tourmaline Paraiba de 6,67 carats, diamants pour 5,32 carats et saphirs roses pour 3,38 carats. Photo : David Morris.

Figure 6: "Neptune" ring with 6.67 ct cabochon Paraiba tourmaline, 5.32 ct diamonds and 3.38 ct pink sapphires, set in 18 ct white gold. Photo: David Morris.



Figure 7 : Braclet Pirouette en or blanc avec 28,86 carats de rubis du Mozambique et 17,31 carats de diamant. Photo : David Morris.

Figure 7: "Pirouette" bangle with 28.86ct Mozambique rubies and 17.31ct diamonds, set in white gold. Photo: David Morris.



Figure 8 : Bague Scortea en or blanc sertie d'un diamant fancy dark orangy brown de près de 4 carats. Pièce unique. Photo : Piaget.

Figure 8: "Scortea" ring in 750/1000 white gold set with 1 emerald-cut fancy dark orangy brown diamond (approx. 4.00 ct) and diamonds. Unique in color creation. Photo: Piaget.



Figure 9 : Bague Mosaico en or blanc et or jaune, diamants et opale de 9,14 carats. Photo : Buccellati.

Figure 9: White and yellow gold "Mosaico" ring with diamonds and a 9.14 cts opal. Photo: Buccellati.

avec Mosaico. Le premier célèbre la nature et ses métamorphoses. Associations audacieuses d'émeraudes et de quartz rutile avec du bois pétrifié avec le chapitre Terrae et présentation d'un intéressant diamant coloré dark orangy brown de près de 4 carats (Figure 8). Chez Buccellati, place aux savoir-faire de gravure et de ciselure qui rendent les pièces iconiques et reconnaissables entre mille. Or blanc et or jaune se répondent et se complètent sublimant une belle sélection de gemmes plus rares comme cette opale cabochon de 9,14 carats (Figure 9).

Pour finir, détour par la présentation de la créatrice Anna Hu qui dévoilait une dizaine de pièces. On retiendra cette broche qui signe une première pour la créatrice : l'utilisation de coquillage et plus particulièrement ici une coquille de *Pecten keppelianus* (Figure 10). Réalisée en argent et aluminium, la pièce se complète de perles en corail et de perles akoya auxquelles s'ajoutent des diamants et une perle baroque de 29,30 carats. Une pièce qui met à l'honneur sa collaboration avec l'atelier du joaillier Jothi Seroj dont le travail de sculpture est déjà très

remarqué. Juillet 2023 nous a permis d'admirer des collections étonnantes, différentes, dont les deux points communs principaux sont la qualité d'exécution des pièces - qui témoignent de la maîtrise des ateliers français et du dynamisme du secteur - et la présentation de gemmes ultra-qualitatives. Ces pierres qui représentent une goutte d'eau de la production des mines mondiales sont souvent conservées patiemment par les maisons depuis de nombreuses années. Pendant quelques jours, elles étaient à Paris et brillaient de mille feux à l'image de la multitude de diamants taille briolette qui orne les boucles d'oreilles reproduites en couverture.

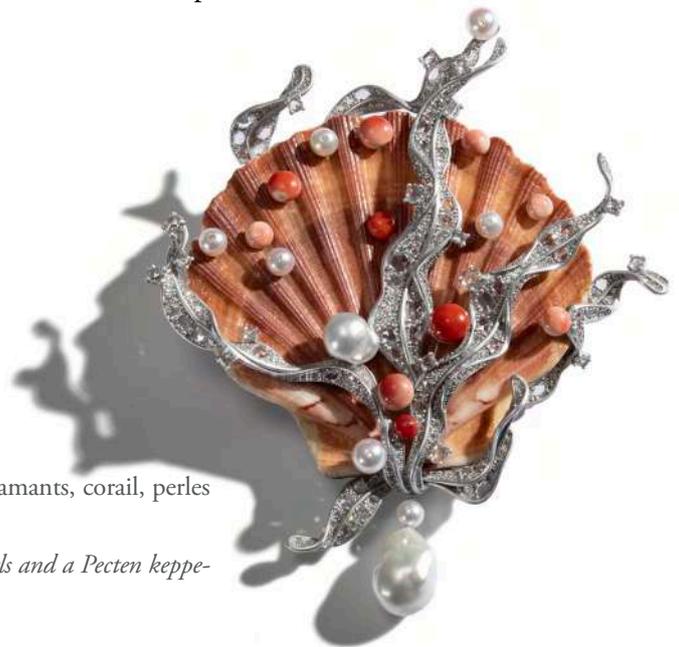
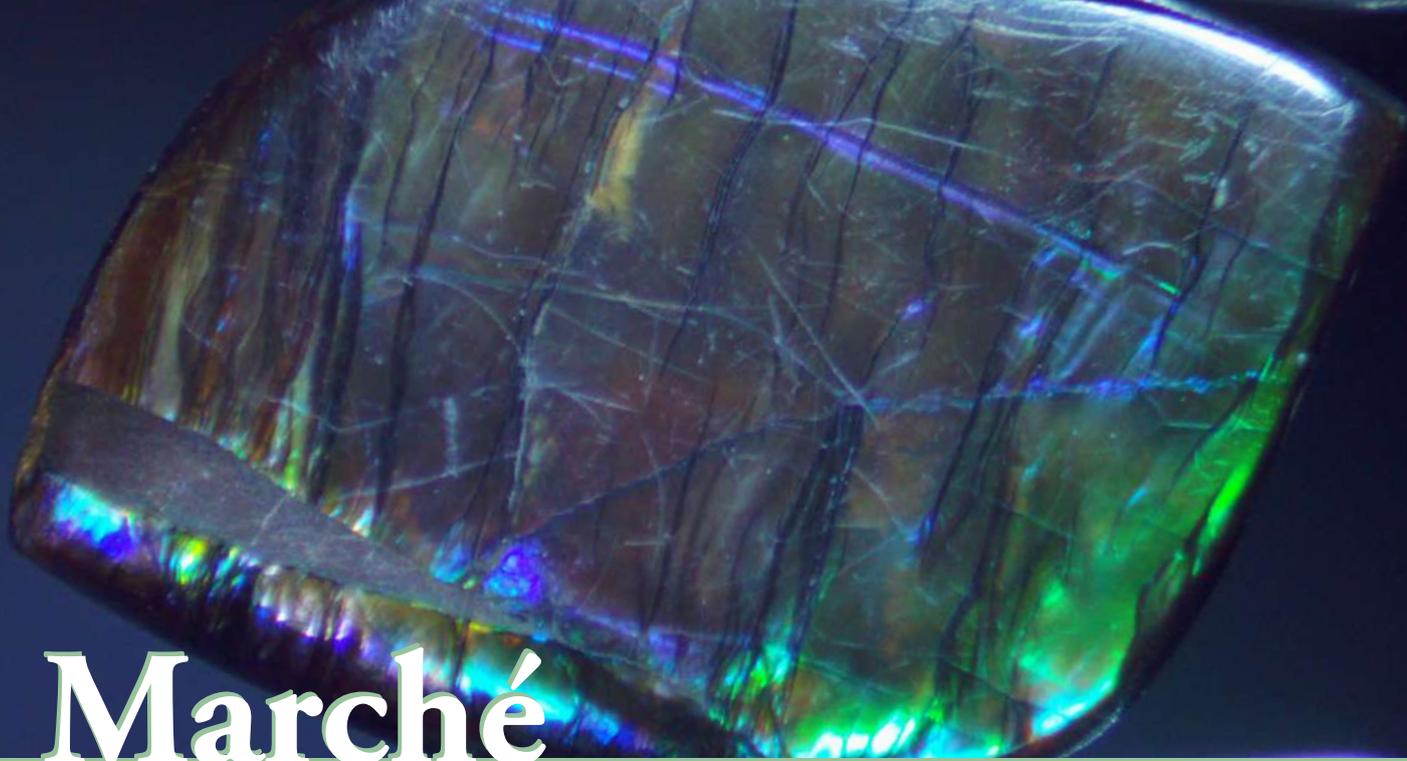


Figure 10 : Broche de la créatrice Anna Hu en argent et aluminium, diamants, corail, perles akoya, coquille de *Pecten keppelianus*. Photo : Anna Hu

Figure 10: A silver and aluminum brooch with diamond, coral, akoya pearls and a Pecten keppelianus shell. Photo: Anna Hu



Marché

MISE AU POINT SUR LES MINÉRAUX DE QUALITÉ GEMME DU CANADA AYANT UN IMPACT ÉCONOMIQUE

Daphné Giacomazzi¹, Marianne Dragon¹, Marie-Hélène Corbin¹

Abstract

Canada is a country rich in its diversity of minerals, some of which have gem varieties. Yet only three gemstones are of both local and international economic importance: diamond, nephrite jade and ammolite. Other gems, such as hessonite garnet, are not abundant enough or prized enough to exploit them economically and therefore remain gems that are found on the local market only sporadically.

Résumé

Le Canada est un pays riche pour sa diversité de minéraux, dont certains possèdent des variétés gemmes. Pourtant, seules trois gemmes ont une importance économique aussi bien locale qu'internationale : le diamant, le jade néphrite et l'ammolite. D'autres gemmes, tel que le grenat hessonite, ne sont pas assez abondantes ou assez prisées pour les exploiter de manière économique et restent donc des gemmes que l'on retrouve sur le marché local sporadiquement.

¹ Institut de Gemmologie de Montréal; 460 rue Ste Catherine, Montréal, QC, H3B 1A7; info@cgmtl.ca

Image d'illustration de l'article : Ammolite de 13 x 9 x 2 mm sans forme déterminée présentant de l'iridescence verte, bleu, jaune et violet et provenant de la province d'Alberta, mine inconnue; enrobage à l'époxy. ©IGEM

Header image: Ammolite of 13 x 9 x 2 mm with green, blue, yellow, and purple iridescent colors, from Alberta, unknown mine; epoxy coating. ©IGEM

INTRODUCTION

Le Canada est un des pays de prédilection des géologues et gemmologues en quête d'aventures. Il est bien connu que le Canada regorge de ressources minières. Théoriquement, les gisements se classent en deux catégories : métallifère et non métallifère. Par exemple, l'or est une ressource métallifère et elle a engendré le plus de profit au Canada en 2021 pour un total de 13,7 milliards de dollars Canadiens (\$CAD) (soit 10,4 milliards de dollars américains (\$US) et 9,4 milliards d'euros (€); ressources-naturelles.canada.ca).

Les exploitations non métallifères concernent les minéraux. Ces derniers peuvent être de qualité dite industrielle, et sont utilisés dès lors dans l'industrie comme le spodumène pour le lithium, ou alors de qualité gemme, c'est-à-dire possédant un attrait visuel ainsi qu'une durabilité assez élevée pour être sertie sur un bijou.

La richesse minière du Canada ne se limite donc pas aux métaux, mais de nombreux minéraux s'y retrouvent. Uniquement au Mont Saint-Hilaire, dans la province du Québec, 400 variétés de minéraux sont identifiées y compris certains de qualités gemme tel que le grenat hessonite, la sphalérite, la fluorite et la rhodochrosite. Pourtant, peu de ces gemmes se retrouvent sur le marché de la joaillerie aussi bien local qu'international.

Trois gemmes seulement seront citées pour leur importance économique: le diamant, la néphrite et l'ammolite. Nous explorerons aussi quelques autres gemmes, qui sans être économiques, ont leur importance au Canada. Au vu de la richesse minéralogique de ce dernier, nous ne pourrions passer en revue toutes ces ressources.

Qu'en est-il des autres gemmes dont regorge le Canada ?



Figure 1 : Carte du Canada présentant ses provinces et mines de diamants associées, en activité, inactives et en cours de projet durant l'année 2023 (modifié d'après ressources-naturelles.canada.ca).

Figure 1: Map of Canada showing its provinces and associated diamond mines, active, inactive and under development during 2023 (modified after ressources-naturelles.canada.ca).

LE DIAMANT

Le diamant fait partie des ressources dont peut se targuer le Canada. En 2019, il en était le troisième producteur au monde en valeur (12,5 %) et en volume (13,5 %), après la Russie et le Botswana. Il a produit cette année-là 18,6 millions de carats de diamants bruts étant évalués à 2,25 milliards \$CAD (soit 1,71 milliard \$US et 1,55 milliard € ; ressources-naturelles.canada.ca).

La première mine de diamant du Canada fut mise en exploitation en 1998 dans les Territoires du Nord-Ouest, elle est connue sous le nom d'Ekati. Après la fermeture de la mine Victor, exploitée de 2008 à 2019 dans la province d'Ontario, le Canada compte aujourd'hui 3 mines actives en plus d'Ekati (Figure 1): la mine Renard dans la province du Québec, la mine Diavik et la mine Gahcho Kué dans les Territoires du Nord. La mine Renard, première

mine de diamant du Québec, a été mise en service fin 2016 par Stornoway Diamonds.

Ces gisements exploitent autant des diamants de qualité gemme destinés à la joaillerie que des diamants de qualité industrielle. Ces derniers sont soit d'assez bonne qualité pour entrer dans la composition et la fabrication de certains outils utilisés en optique ou en électronique, soit de moindre qualité et sont utilisés comme abrasif et équipements de coupe dits "aux diamants". Quant aux diamants de qualité gemme, des entreprises ont mis en place des certificats d'origine pour assurer leur traçabilité (Maple Leaf, CanadaMark, Diamant Birks). Cela consiste au marquage laser d'un numéro de série sur le rondiste du diamant facetté permettant de remonter à l'origine du brut, ce qui rassure à la fois le vendeur et le consommateur. Les diamants canadiens sont donc bien valorisés dans les joailleries locales et sont promus comme étant gages de qualité et d'éthique.

D'importants diamants de couleur jaune vive à intense ont été découverts dans les mines Diavik, Gahcho Kué, et Ekati. Le dernier date de 2022 et provient de la mine Diavik : "the Diavik Midnight Sun", un brut de 36,75 carats pour une pierre taillée de 18,08 carats, estimée à 1,85 million de dollars australiens (soit 1,24 million \$US et 1,12 million €). Au Canada, les diamants représentaient en 2019 à eux seuls 3% de la valeur de production de tous minerais confondus, c'est-à-dire métallifères et non métallifères. En 2022, 56,3 millions \$CAD (soit 42,75 millions \$US et 38,78 millions €) ont été débloqués en tant que fond d'exploration et de mise en valeur de gisements seulement pour le diamant (ressources-naturelles.canada.ca).

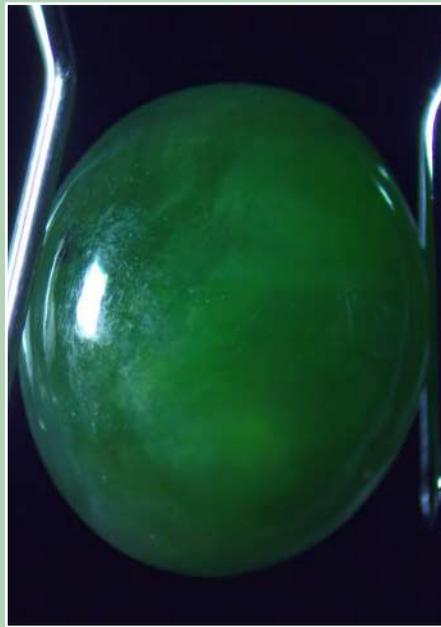


Figure 2 : Cabochon de Jade Néphrite de 4,07 carats de la Colombie Britannique; mine inconnue. ©IGEM

Figure 2: Nephrite jade cabochon of 4.07 carats from British Columbia; mine unknown. ©IGEM

LE JADE NÉPHRITE

Le jade néphrite est la gemme emblématique de la Colombie-Britannique depuis 1968 (Figure 2).

L'exploration et l'exploitation de la néphrite commence dans les années 60 aux abords de la Fraser River, dans le sud de la province de la Colombie-Britannique. Aujourd'hui, le Canada est l'un des trois plus gros producteurs de néphrite, avec la Chine et la Sibérie. Elle provient essentiellement de trois sites miniers : Dease Lake, Mount Ogden et Cassiar Mine (Figure 3). Elle est exploitée

principalement sous forme de blocs rocheux dans des gîtes secondaires, présents dans des talus d'éboulement, dans des dépôts alluviaux ou encore dans des moraines déposées par d'anciens glaciers. À la mine Cassiar, le jade néphrite est un sous-produit de l'amiante qui a été exploité jusqu'en 1989.

La production totale de néphrite par année n'est pas évaluée de manière rigoureuse. Jade West Group, principal producteur de néphrite de la Colombie-Britannique estime sa production à 200 tonnes en 2001, ce qui équivalait aux trois quarts de la production mondiale (Kirk Makepeace and George J. Simandl); et à 400 tonnes en 2015 (Hsu *et al.*, 2015). Environ 90% de la production canadienne est exportée sur le marché chinois, le reste se partage entre la Nouvelle-Zélande, la Thaïlande, le Vietnam, et autres. Le jade néphrite de la Colombie-Britannique sous sa forme brute de plus belle qualité gemme se vend entre 200 \$ et 2000 \$US le kilo (soit 180 et 1800 €) ; une qualité inférieure utilisée pour façonner des sculptures se vend entre 20 \$ et 30\$ US le kilo (soit 18 et 28 € ; Hsu *et al.*, 2015), la qualité la plus basse s'utilise comme pavage et revient entre 3\$ et 5 \$ US le kilo (soit 2,80 et 4,50 €).

Les sources canadiennes fournissent l'une des plus belles qualités au monde de jade néphrite d'une couleur verte intense, proche de son homologue la jadéite impériale.

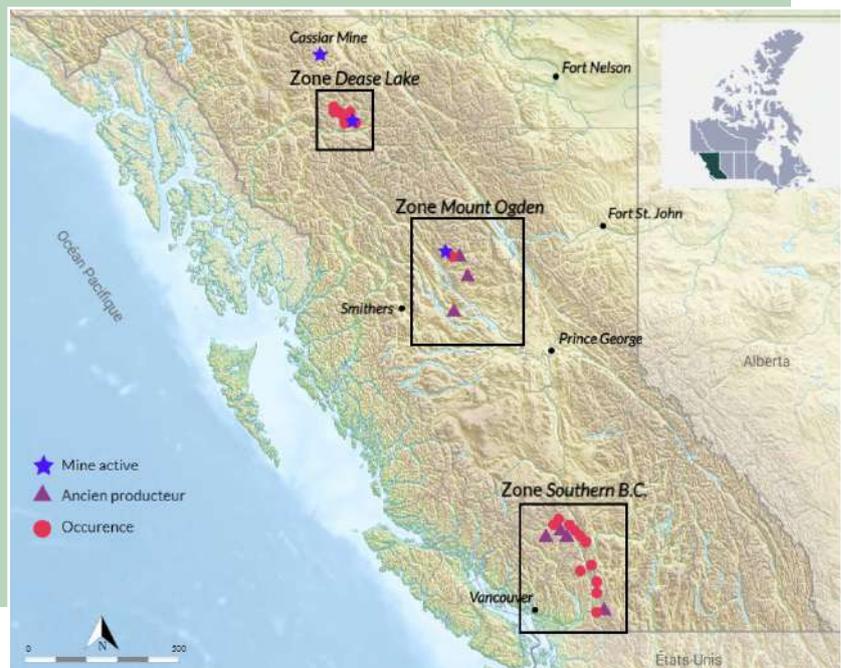


Figure 3 : Carte de la Colombie-Britannique situant les mines en activité, inactives et les occurrences durant l'année 2015 (modifié d'après Simandl G.J.).

Figure 3: Maps of active, inactive and occurrence of British Columbia nephrite jade mines during 2015 (modified after Simandl G.J.).

Les sources canadiennes fournissent l'une des plus belles qualités au monde de jade néphrite d'une couleur verte intense, proche de son homologue la jadéite impériale. En témoignent des pièces magnifiques comme le Jade Buddha for Universal Peace de 4 tonnes, découvert en 2000, qui repose au Great Stupa of Universal Compassion, un monument Bouddhiste se trouvant à Victoria en Australie et destiné au Dalai Lama. Il fut taillé dans un bloc impressionnant de 18 tonnes d'un vert profond intense.

L'AMMOLITE

L'origine du nom "ammolite" vient du mot "ammonite", terme paléontologique pour désigner une espèce de céphalopodes (mollusques cousins des seiches actuelles) qui vivaient dans les océans durant les périodes du Jurassique et du Crétacé (entre 200 et 65 millions d'années).

L'ammolite, reconnue comme gemme ornementale par la CIBJO en 1981, se retrouve en fine épaisseur sur les fossiles d'ammonites. Lorsque l'ammonite meurt et se dépose au fond de l'océan, elle se remplit plus ou moins de sédiments et peut subir de

la diagénèse, c'est-à-dire un ensemble de processus physico-chimiques et biochimiques qui va engendrer transformation et consolidation des sédiments en roche dite alors sédimentaire.

L'aragonite qui compose l'ammonite va donc subir la pression de l'enfouissement et recristalliser en plaquettes pour former une fine couche de quelques millimètres que l'on désignera alors comme ammolite. L'ammolite se compose donc d'aragonite et de matière organique (Mychaluk *et al.*, 2001).

Elle présente de l'irisation qui provient de l'interférence et/ou de la diffraction de la lumière avec ces plaquettes (Figures 4a et 4b). Des fossiles d'ammonites sont présents dans de nombreux pays du monde tels que le Canada, les États-Unis, l'Angleterre, le Maroc et Madagascar. Il existe quelques ammolites à Madagascar mais les plus beaux spécimens restent ceux de la province d'Alberta au Canada où elle devient la pierre officielle en 2022. L'ammolite a commencé à y être exploitée dans les années 60.

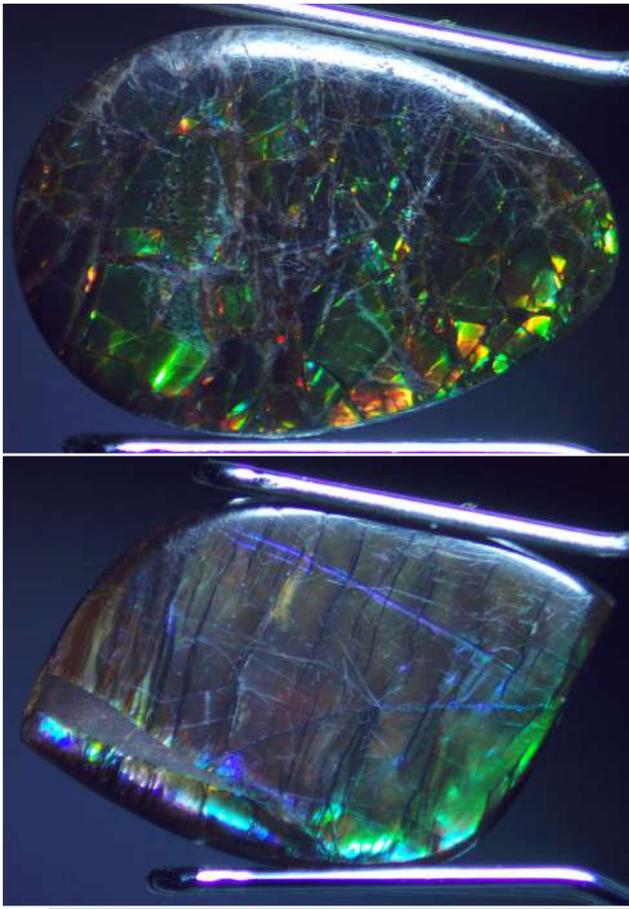


Figure 4a & 4b : En haut: Ammolite de 12 x 8 x 2 mm en forme de poire présentant de l'iridescence jaune, verte, bleue et rouge et provenant d'Alberta, mine inconnue; enrobage à l'époxy. En bas : Ammolite de 13 x 9 x 2 mm sans forme déterminée présentant de l'iridescence verte, bleue, jaune et violet et provenant de la province d'Alberta, mine inconnue; enrobage à l'époxy. ©IGEM

Figure 4a & 4b: Up: Pear-shape ammolite of 12 x 8 x 2 mm with yellow, green, blue and red iridescent, from Alberta, unknown mine; epoxy coating. Down: Ammolite of 13 x 9 x 2 mm with green, blue, yellow, and purple iridescent colors, from Alberta, unknown mine; epoxy coating. ©IGEM

Elle se retrouve seulement dans certains horizons géologiques de la formation de Bearpaw qui date entre 70 et 75 millions d'années (Mychaluk *et al.*, 2001). L'ammolite étant un fossile protégé, il en est de même pour l'ammolite même si elle est considérée avant tout comme une gemme. Il faut donc obtenir des autorisations auprès du Gouvernement d'Alberta pour collecter, collectionner et vendre les ammolites. L'ammolite est exploitée principalement par deux entreprises canadiennes : Iniskim International et Korite International Mine. Une ammolite de moins

belle qualité lorsqu'elle est montée sur un bijou, c'est-à-dire qui n'a pas conservé la forme du fossile mais qui se retrouve en morceaux, est très souvent façonnée en doublet ou en triplet avec une couche protectrice de quartz ou de spinelle transparent incolore pour la protéger des chocs et de l'altération. Afin de mieux conserver l'ammolite, un traitement d'enrobage aux polymères ou résine époxy lui est souvent appliqué (Mychaluk *et al.*, 2001).

Les fossiles ayant préservé l'ammolite et montrant les irisations de l'ammolite sont très prisés des collectionneurs et sont très onéreux sur le marché des minéraux et fossiles. Plus les irisations présentent une grande variété de couleurs, plus l'ammolite aura de la valeur. Lors d'une vente aux enchères en décembre 2022, une ammolite d'Alberta d'un diamètre de 46 cm a été estimée entre 52 000 et 62 000 \$US (soit 47 250 et 56 350 €). Mais déjà des morceaux d'ammolites d'environ 1 cm, montés sur de simples bijoux en argent se vendent à des centaines de dollars canadiens.

LES AUTRES GEMMES

Il y a de nombreux passionnés de minéralogie au Canada. De l'amateur au plus expérimenté, beaucoup vont à la recherche des minéraux. Au Québec, ils prospectent dans des vieilles carrières ou mines désertées ou encore ils demandent l'autorisation à l'entreprise de venir prospecter une journée. C'était le cas de la mine Jeffrey, en Estrie (région au sud du Québec, à la frontière avec le Vermont aux États-Unis), exploitée pour l'amiante avec comme sous-produit le grenat hessonite (Figure 5) et la vésuvianite (Figure 6) que beaucoup venaient chercher. Aujourd'hui, la mine Jeffrey est fermée et sous l'eau. Quelques téméraires ont fait tailler les minéraux qu'ils avaient ramassé et ont obtenu de belles gemmes. Certains en ont même fait un commerce pour quelque temps. Néanmoins, les belles qualités et l'abondance de ces gemmes sont maigres et ne rendent pas un gîte économique.

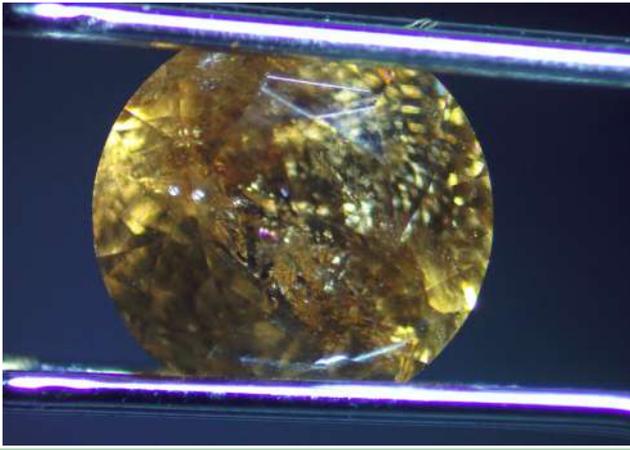


Figure 5 : Grenat hessonite de 0,68 carat provenant de la mine Jeffrey au Québec. ©IGEM

Figure 5: Hessonite garnet of 0.68 carat from the Jeffrey Mine, in Quebec. ©IGEM

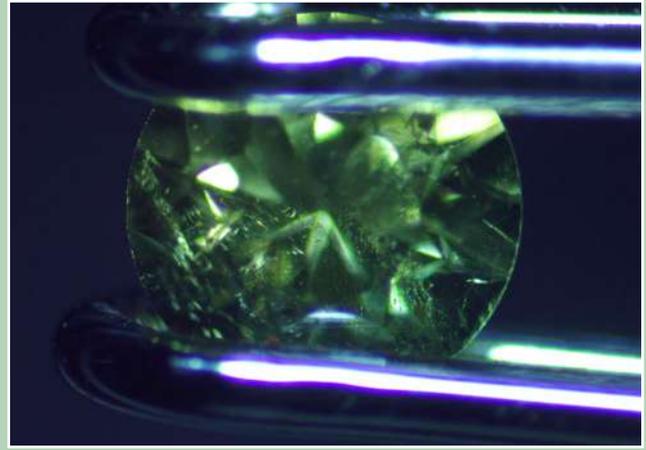


Figure 6 : Vésuvianite de 0,08 carat provenant de la région de Val-des-Sources au Québec. Des spécimens similaires sont retrouvés dans la mine Jeffrey. ©IGEM

Figure 6: Vesuvianite of 0.08 carat from Val-des-Sources area. Similar specimens were found at the Jeffrey Mine. ©IGEM

C'est donc de manière plutôt artisanale et sporadique que les gemmes du Québec se retrouvent sur le marché local. De manière saisonnière, le quartz du Cristal du Lac (Figure 7), près du lac Saint-Jean au nord de Québec city, celui de la mine Cristal, en Estrie, ainsi que l'agate du Mont Lyall, en Gaspésie, péninsule à l'est du Québec, sont exploités sur des sites ouverts au grand public.

Aussi, de nombreux minéraux de qualité gemme du Canada sont destinés aux collectionneurs ou alors ils possèdent une dureté inférieure ou égale à 5 sur l'échelle de Mohs, peu propices à être montés sur un bijou. C'est le cas par exemple de la carletonite, silicate de calcium, de sodium et de potassium ou encore de l'eudyalite, silicate de calcium, sodium et zirconium (Figure 8). Des gemmes plus communes, comme le grenat hessonite, la fluorite ou encore la sphalérite n'ont pas une grande valeur économique mais plutôt sentimentale. Leur valeur réside dans le fait qu'elles soient canadiennes mais pas dans la rareté de la variété. D'autres gemmes encore ont une valeur historique liée à celle du Canada. C'est le cas de la gaspéite, ou encore de la labradorite. La gaspéite, un carbonate de nickel, de fer et de magnésium, fut nommée en référence à l'endroit de sa découverte en 1966, la Gaspésie, une région dans l'Est du Québec. Elle apparaît



Figure 7 : Six quartz, variété cristal de roche, provenant de la mine Cristal du Lac ; de haut en bas et de gauche à droite, respectivement 2,27 carats, 0,81 carat, 0,72 carat, 0,41 carat, 0,66 carat et 0,72 carat. ©IGEM

Figure 7: Six quartz, rock crystal variety, from the Cristal du Lac mine; from top to bottom and left to right, respectively 2.27 carats, 0.81 carat, 0.72 carat, 0.41 carat, 0.66 carat et 0.72 carat. ©IGEM

sous forme de veines massives dans des dolomites siliceuses (Kohls & Rodda, 1966). Sa première mention gemmologique est parue dans *Gems and Gemology*, en 1994 (Koivula *et al.*). Elle concerne une gaspéite australienne vendue au Tucson Gem Show de la même année sous le nom commercial de "Allura". Elle réapparaît en 1996 sous le nom

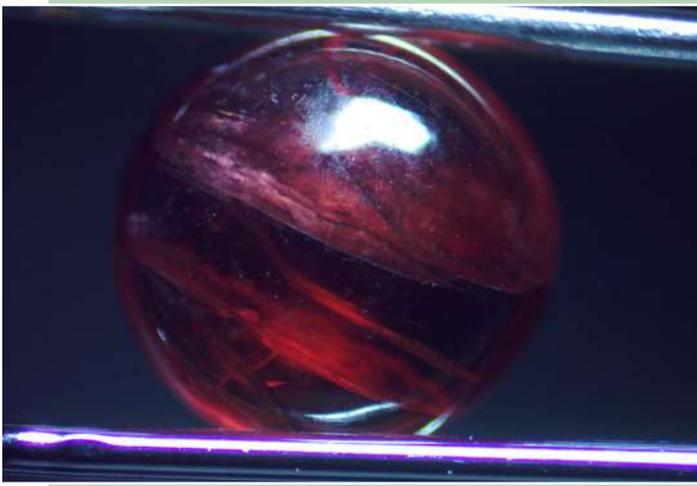


Figure 8 : Cabochon d'eudyalite de 0,52 carat provenant de la région de Kipawa au Québec. ©IGEM

Figure 8: Eudyalite cabochon of 0.52 carat from Kipawa area in Quebec. ©IGEM

accrocheur de “lemon chrysoprase”, en référence à la variété gemme de quartz microcristallin chrysoprase contenant également du nickel, et présentant une couleur similaire.

Quant à la labradorite, elle a été référencée pour la première fois au Ford Harbour, dans la province canadienne de Terre-Neuve-et-Labrador, d'où cette gemme tire son nom. C'est un plagioclase calcique qui présente une intense irisation bleue à verte, avec des nuances allant du jaune au rouge, dues à un phénomène d'interférence de la lumière. Cet effet optique porte d'ailleurs le nom de la gemme elle-même : la labradorescence.

DISCUSSION & CONCLUSION

Le diamant, le jade néphrite et l'ammolite sont trois gemmes qui ont une portée économique aussi bien locale qu'internationale au Canada. En 2020, à part pour le diamant, aucun budget n'est distribué par le ministère pour des projets d'exploration de minéraux. Néanmoins, des projets d'explorations sont en cours. Au Nunavut, sur la Terre de Baffin, 14 indices de spinelles, dont deux de spinelle bleu au cobalt ont fait l'objet d'une découverte prometteuse en 2019 (Belley & Groat, 2019). Ils contiennent une teneur comparable aux plus beaux spinelles bleus intenses électriques provenant du Vietnam et de l'Himalaya.

Plusieurs belles gemmes sont encore à découvrir au Canada, et surtout à exploiter !

BIBLIOGRAPHIE

- Belley P.M., Groat L.A. (2019)** Metacarbonate-hosted Spinel On Baffin Island, Nunavut, Canada: Insights Into the Origin of Gem Spinel and Cobalt-Blue Spinel. *The Canadian Mineralogist*, 57(2), 147-200.
- Branstrator B. (2023)** Ammolite: The iridescent Fossil. *GemWorld*: June, 4-25.
- Haineault G. (2014)** Minéraux du mont Saint-Hilaire : un patrimoine exceptionnel, Éditeur Patrimoine hilaire montais, Mont-Saint-Hilaire, 121.
- Hsu T. (2015)** Green Nephrite Jade Attracts Buyers in Tucson. *Gems and Gemmology*, 51(2), 211-212.
- Hsu T., Makepeace K., Lucas A., Makepeace N. (2015)** The Nephrite Jade Road: Evolution of the Green Nephrite Market. Gemological Institute of America, GIA Research New.
- Kammerling R.C., Fryer C.W. (1994)** Green gems from Australia; *Gems & Gemmology*, 30(2), 125-127.
- Kerr A. (2020)** Labradorite gemstones and related ornamental stones from the type area on the coast of Nunatsiavut (Labrador), Canada. *EGU General Assembly 2020*, Online, 4-8 May 2020, EGU2020-13222, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-13222>.
- Kohls D.W., Rodda J.L. (1966)** Gaspeite, (Ni, Mg, Fe) (CO₃), a new carbonate from the Gaspé Peninsula, Quebec. *American Mineralogist*, 51(5-6), 677-684.
- Koivula J.I., Kammerling R.C., Fritsch E. (1994)** GemNews: Green gems from Australia. *Gems and Gemmology*, 30(2), 126.
- Mychaluk K.A. (2009)** Update on ammolite production from southern Alberta, Canada. *Gems & Gemology*, 45(3), 192-196.
- Mychaluk K.A., Levinson A.A., Russel L.H. (2001)** Ammolite: iridescent fossilized ammonite from southern Alberta, Canada. *Gems and Gemology*, 37(1), 4-25.
- Simandl G.J. (2015)** Jade in British Columbia; British Columbia Geological Survey: 2015; <https://cmscontent.nrs.gov.bc.ca>.
- Simandl G.J., Riveros C.P., Schiarizza P. (1999)** Nephrite (Jade) deposits, Mount Ogden Area, Central British Columbia. British Columbia Geological Survey – Geological Fieldwork, <https://cmscontent.nrs.gov.bc.ca>
- Spivak D.N. (2014)** Collecting and disposition of Ammonite shell in Alberta: a model for providing private ownership of government-owned fossil resources. *Dakoterra*, 6, 312-625.
- Hickin A.S., Rowins S.M., Jones L.D. and Madu B. (2013)** Regional Geologist Summaries; Exploration and Mining in British Columbia 2013; Ministry of Energy and Mines.



Histoire de Gemmes

L'ORIGINE DE LA PERLE : IMAGINAIRE D'UNE IMMACULÉE CONCEPTION AU MOYEN ÂGE ET À L'ÉPOQUE MODERNE

Marie-Laure Cassius-Duranton¹

Abstract

Among pearl origin myths, one of the most widespread in Western European culture was handed down to us by Pliny the Elder: a shell fertilized by dew would give birth to the pearl. This myth became a topos in the lapidaries and bestiaries of the Middle Ages, as well as in treatises on naturalia in the modern era. One of the reasons for its success was its evocative power, making it an ideal metaphor for the Incarnation of Christ in Christian iconography.

Résumé

Parmi les mythes d'origine de la perle, l'un des plus diffusés dans la culture européenne occidentale nous a été transmis par Pline l'Ancien : un coquillage fécondé par la rosée donnerait naissance à la perle. Ce mythe devient un lieu commun dans les lapidaires et les bestiaires du Moyen Âge, ainsi que dans les traités sur les naturalia à l'époque moderne. Ce succès s'explique notamment par sa puissance d'évocation qui en fait une métaphore idéale de l'Incarnation du Christ dans l'iconographie chrétienne.

¹ Enseignant-Chercheur à L'Ecole des Arts Joailliers

Image d'illustration de l'article - Figure 1 : Perles de culture manipulées lors du cours sur "La perle : histoire, science et légendes" à L'École des Arts Joailliers, photo Benjamin Chelly.

Header image -Figure 1: Cultured pearls handled during the course on "The pearl: history, science and legends" at L'École des Arts Joailliers, photo Benjamin Chelly.

Une perle est un temple édifié par la douleur autour d'un grain de sable.

C'est par cet aphorisme du poète mystique libanais Khalil Gibran (*Le sable et l'écume*, 1926) que commence le texte d'Olivier Segura dans le volume qui sera prochainement publié par Le Cavalier Bleu/L'École des Arts Joailliers (avec le soutien de Van Cleef & Arpels) : *20 idées reçues sur le bijou*, sous la direction de Guillaume Glorieux. Dans son texte, il explique les mécanismes naturels responsables de la formation de la nacre et de la perle et déconstruit l'idée selon laquelle "la perle naît d'un grain de sable", probablement l'idée reçue la plus ancrée et répandue encore aujourd'hui sur l'origine des perles. La perle est à l'honneur à L'École des Arts Joailliers qui propose aussi un nouveau cours "*La perle : histoire, science et légendes*" afin de faire découvrir au public cette gemme à part et mieux comprendre la fascination qu'elle exerce (Figure 1).

MYTHES D'ORIGINE DE LA PERLE : PLINE VS PHILOSTRATE

D'où vient cette histoire de perle et de grain de sable ? Selon Hubert Bari et David Lam (2009), elle proviendrait du golfe arabo-persique, mais ils ne donnent pas davantage de précisions. Parmi les mythes d'origine de cette gemme, celui qui a connu la plus grande fortune dans la pensée occidentale est raconté par Pline l'Ancien au livre

IX de l'*Histoire naturelle* (dédiée à Titus en 77).

"L'origine et la production de la nacre ne diffèrent guère de celles de l'huître. Quand l'influence de la saison génératrice les stimule, on dit que, s'ouvrant par une espèce de bâillement, elles conçoivent par l'action d'une rosée fécondante, qu'elles mettent au jour le produit qu'elles ont porté, et que ces produits sont les perles, qui diffèrent suivant la qualité de cette rosée. Si la rosée est pure le produit est blanc, si elle est trouble

le produit est terne ; (...). C'est du ciel qu'elles tirent une couleur nuageuse ou limpide, suivant la sérénité des matinées" (Pline l'Ancien, 1877). Ainsi, d'après Pline, les perles naîtraient de l'action fécondante de la rosée du matin et les plus belles, les plus blanches, résulteraient de sa pureté. Selon les spécialistes, ce mythe serait certainement d'origine indienne et proviendrait de l'*Atharva-Véda*, un texte sacré de l'hindouisme compilé entre 1200 et 1000 avant notre ère (Ibrahim Fredrikson, 2003).

Un autre mythe d'origine des perles est raconté par Philostrate (vers 170-249) dans la *Vie d'Apollonius de Tyane*. Après avoir mentionné les perles que l'on trouve à la place du cœur dans les coquillages de l'île de Biblos, il rend compte d'un récit d'Apollonius de Tyane. "Du côté de l'île (l'île sacrée de Sélère) qui regarde la haute mer est un immense gouffre sous-marin, qui porte des huîtres renfermées dans une coquille blanche ; elles sont pleines de graisse, mais n'ont pas comme les autres, de pierre à l'intérieur. On attend que la mer soit calme (...). Alors un plongeur s'en va à la pêche des huîtres, (...); il a de plus, un moule en fer et une cassolette de parfums. Arrivé près de l'huître, il se sert du parfum comme d'un appât ; l'huître s'ouvre et s'enivre de parfum ; aussitôt elle est transpercée avec une pointe de fer et de sa blessure sort une humeur que le plongeur reçoit dans son moule composé de petits creux ronds. Là, cette humeur

se pétrifie et prend la forme de la perle naturelle. Ainsi une goutte du sang blanc d'un crustacé de la mer Erythrée produit une perle." (Philostrate, 1902)

L'histoire de Philostrate ne connaît pas la même fortune que le mythe de Pline qui devient un lieu commun de la littérature consacrée aux gemmes au Moyen Âge et à l'époque moderne, certainement en raison de son pouvoir évocateur et de son potentiel allégorique. L'un des lapidaires les plus consultés est le *De Lapidibus* de Marbode, évêque de Rennes (vers 1035-1123). Dans l'article consacré à la perle, il précise : "(...). Les hommes de savoir disent que les huîtres ouvrent la gueule vers le ciel : elles reçoivent la rosée du ciel et en conçoivent les gemmes. Les perles sont blanches et lumineuses. Les jeunes produisent les plus belles. Celle qui aura le plus de rosée dans le corps fera la perle la plus grande. (...). La gemme claire est préférable à la gemme sombre. Les joailliers chevronnés considèrent celle de forme ronde comme la meilleure." (Marbode, 2010).

LA PERLE : UNE GEMME ANIMALE

La perle est classée dans la catégorie des gemmes animales. Elle n'apparaît pas toujours dans les lapidaires, mais elle est en général décrite dans les bestiaires. Ces traités, essentiellement consacrés à la description des animaux et de leurs propriétés morales, traitent en fait aussi bien des animaux que des monstres et des gemmes et se réfèrent principalement au *Physiologus*, un bestiaire chrétien d'origine grecque écrit entre le IIe et le IVe siècle. Une miniature d'un bestiaire français du XIIIe siècle conservé à la Bibliothèque nationale de France (Ms lat 14429, vue 121 sur Gallica) représente le coquillage remonté à la surface de l'eau à l'aube, quand le soleil se lève et que la lune est encore présente, d'abord fermé, puis grand ouvert révélant les perles formées par les gouttes de rosée (Figure 2). Au Moyen Âge, la séparation des règnes de la nature, telle que nous les concevons aujourd'hui, n'existe pas. Les gemmes

sont considérées comme des êtres vivants et il n'est pas rare que des bêtes leur donnent naissance, en particulier dans le monde marin (Gontero, 2006).

Au Moyen Âge et à la Renaissance, le savoir est dominé par une conception du monde fondée sur le principe de l'analogie. La connaissance se fonde sur la loi des ressemblances, des correspondances (Foucault, 1966). Les lapidaires et les bestiaires consistent en un mélange de sources païennes et chrétiennes et proposent différents niveaux de lecture des êtres sur le modèle de l'herméneutique médiévale. Comme toutes les créatures, les gemmes ont été créées par Dieu et peuvent être interprétées selon différents niveaux de sens : littéral, allégorique, tropologique et anagogique (Gontero-Lauze, 2010). Le sens littéral correspond à la description de l'apparence et des propriétés de la gemme. Le sens allégorique cherche à mettre en évidence ses significations cachées. Le sens tropologique, c'est-à-dire moral, renvoie à ses vices et à ses vertus. Le sens anagogique, c'est-à-dire mystique, correspond à sa dimension spirituelle.

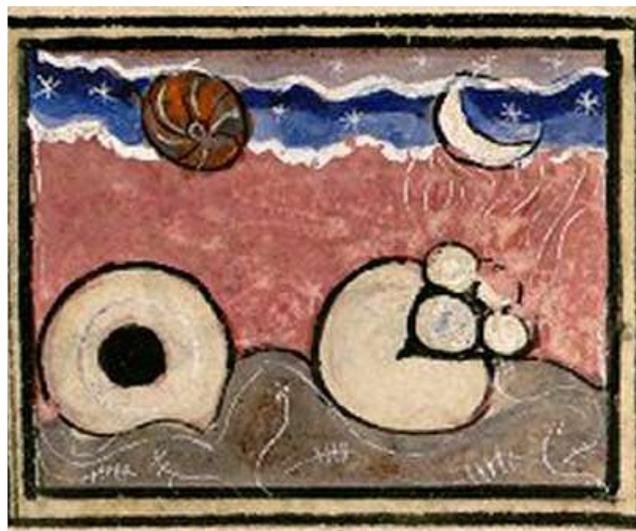


Figure 2 : *Bestiaire français*, XIIIe siècle, ms lat 14429, vue 121 sur Gallica, Bibliothèque nationale de France.

Figure 2: *French bestiary*, 13th century, ms lat 14429, view 121 on Gallica, Bibliothèque nationale de France.

MÉTAPHORE DE L'INCARNATION DU CHRIST

Comme le souligne Valérie Gontero-Lauze (2016), contrairement aux autres gemmes, la perle n'a pas beaucoup de propriétés, c'est surtout son aspect et son mode de formation qui intéresse les auteurs des lapidaires. Par exemple, dans son *Lapidaire apocalyptique*, Philippe de Thaon (XIIe siècle) ne lui consacre qu'une phrase : "la perle est multicolore et est engendrée par la rosée du ciel" (Philippe de Thaon, 2010). Par analogie, dans la pensée chrétienne, la formation de la perle devient une métaphore du dogme de l'Incarnation, c'est-à-dire de la conception virginale de Jésus-Christ au moment de l'Annonciation. Le coquillage représente le corps intact de la Vierge Marie, *concha mystica* fécondée par l'Esprit-Saint, la rosée qui vient du ciel, et la perle est l'incarnation du Christ.

Dans le *Physiologus* de Berne (Berne, Burgerbibliothek Bern, Codex Bongarsianus 318), un manuscrit probablement produit à Reims au IXe siècle, on peut lire à propos de la perle : "Coquillage est le nom d'un poisson qui vit dans la mer : celui-ci ouvre sa bouche et prend la lumière et les rayons du soleil et de la lune et conçoit ainsi la perle. (...) Jean-Baptiste (...) nous a montré la perle précieuse, le Seigneur Jésus-Christ, et a dit : voyez l'agneau de Dieu, voyez celui qui porte les péchés du monde. C'est la perle véritable : si toi, homme, veux l'avoir, vends ton bien et donne-le aux pauvres et tu le trouveras." (Ibrahim Fredrikson, 2003).

L'auteur du *Physiologus* fait ici non seulement référence à Pline, mais aussi à la parabole de la perle dans l'*Évangile selon saint Matthieu* (13:45-46) : "Le Royaume des cieux est encore semblable

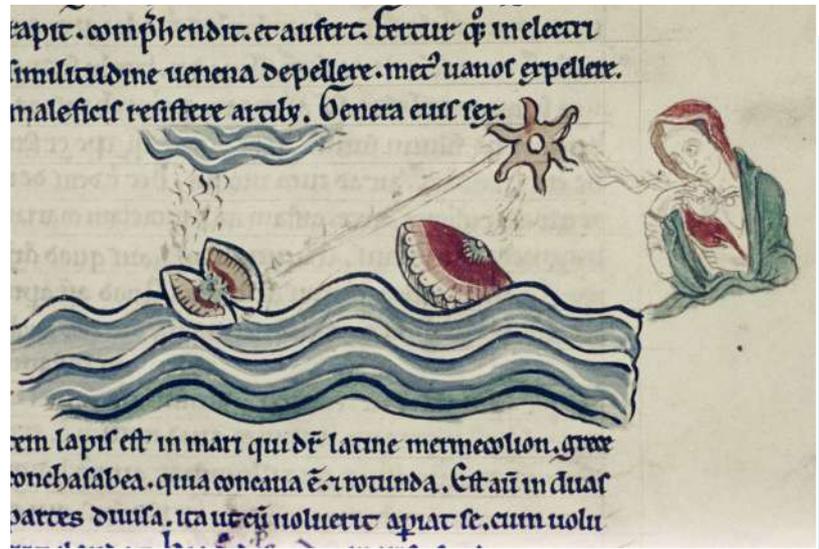


Figure 3 : *Bestiaire anglais*, XIIIe siècle, enluminures de Matthew Paris, MS Bodley 602, folio 34r, Bodleian Library, Oxford.

Figure 3: *English Bestiary*, 13th century, illuminations by Matthew Paris, MS Bodley 602, folio 34r, Bodleian Library, Oxford.

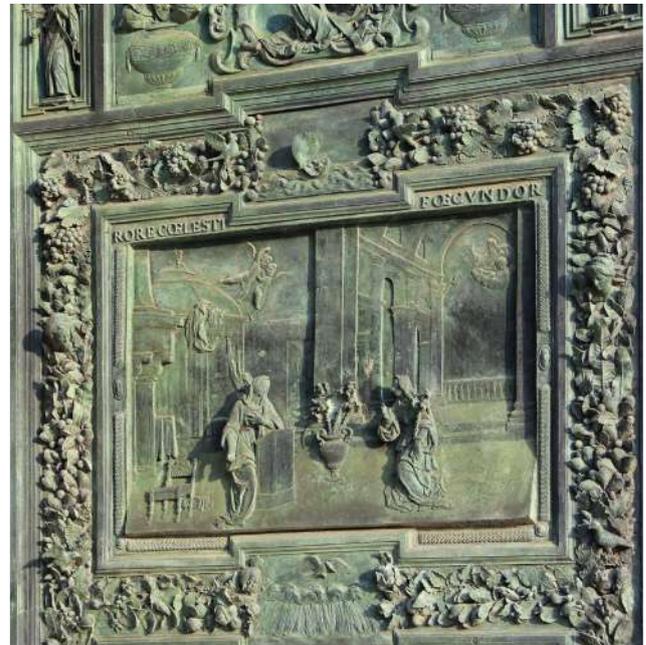


Figure 4 : École de Giambologna, *Annonciation*, vers 1595, porte centrale de la cathédrale de Pise.

Figure 4: *School of Giambologna, Annunciation*, around 1595, central door of the cathedral of Pisa.

à un marchand qui cherche de belles perles. Il a trouvé une perle de grand prix ; et il est allé vendre tout ce qu'il avait, et il l'a achetée".

Dans ses *Hymnes à la Vierge*, Amédée de Lausanne, un moine du XIIe siècle, utilise la rosée fécondante comme métaphore de l'Incarnation du Christ :

"De même, la rosée venant de l'au-delà des eaux supra-célestes est descendue dans le sein de la Vierge sans concours humain, sans mouvement de concupiscence, respectant son intégrité et laissant intact le sceau de sa virginité" (Ibrahim Fredrikson, 2003). Cette analogie est représentée au folio 34r d'un bestiaire copié en Angleterre au XIIIe siècle (MS Bodley 602 de la Bodleian Library d'Oxford), enluminé par l'école de Matthew Paris. Dans le corps du texte, une miniature représente l'huître sortant de l'onde, puis s'ouvrant, stimulée par les rayons du soleil, pour être abondamment arrosée et fécondée par la rosée. Sur le côté, en marge du texte, est figurée la Vierge à l'Enfant, reliée au soleil par des rayons, qui contemple la scène (Figure 3).



Figure 5 : Filippo Lippi, *Vierge à l'Enfant*, vers 1460-1465, Galleria degli Uffizi, Florence.

Figure 5: Filippo Lippi, *Madonna and Child*, circa 1460-1465, Galleria degli Uffizi, Florence.



Figure 6 : Étienne Collaut, *Christ à la perle*, *Chants royaux sur la Conception*, couronnés au puy de Rouen de 1519 à 1528, ms fr 1537, folio 89r, Bibliothèque nationale de France.

Figure 6: Étienne Collaut, *Christ with a pearl*, *Royal songs on the Conception*, crowned at the Puy de Rouen from 1519 to 1528, ms fr 1537, folio 89r, Bibliothèque nationale de France.

Dans le contexte chrétien, l'efficacité de la métaphore est particulièrement durable. A la fin du XVI^e siècle, en pleine Contre-Réforme, l'image du coquillage entrouvert contenant une perle est sculptée par l'école de Giambologna (vers 1595) sur la porte centrale de la cathédrale de Pise (dédiée à la Vierge), au-dessus d'une représentation de l'Annonciation et accompagné de l'inscription "rore coelesti foecum dor" (par la rosée céleste je suis devenue féconde) (Figure 4).

Le coquillage et la perle appartiennent donc de manière particulièrement efficace et durable à l'iconographie de la Vierge et du Christ. Dans la peinture européenne, notamment à la Renaissance, les exemples sont nombreux. Dans la *Vierge à l'Enfant* de Filippo Lippi (Figure 5), les perles sont les seuls ornements précieux portés par Marie, dont une perle ronde et parfaite au-dessus de la tête.

Le détail de l'accoudoir en forme de coquillage entrouvert d'où sortent des grappes de perles constitue une allusion à leur naissance céleste et à la virginité de Marie. Gemme des gemmes, le Christ est une perle blanche et parfaite. Une enluminure d'Etienne Collaut pour les Chants royaux sur la Conception, couronnés au puy de Rouen de 1519 à 1528 (ms fr 1537, folio 89r, BnF) représente le Christ associé à une gigantesque perle piriforme. Le chant qui l'accompagne (folio 89v à 90v) célèbre "La riche perle où Dieu prit forme humaine" et loue la beauté de sa couleur blanche et de son lustre (Figure 6). Dans un pendentif du XVI^e siècle conservé au MAD figurant l'Agneau mystique, c'est-à-dire le Christ, le corps est constitué d'une unique perle blanche baroque (Figure 7).



CONCLUSION: LA RÉSISTANCE SYMBOLIQUE DU MYTHE DE PLINE

Bien que la réalité scientifique de la conception de Pline ait été questionnée dès la fin de la Renaissance, entre autres par Anselme Boèce de Boodt (1609), puis Robert de Berquen (1661) notamment, sa puissance métaphorique demeure intacte. Dans *La vie de la Mère de Dieu représentée par des emblèmes*, illustrée par Jacques Callot et publiée en 1626-1628, l'un

Figure 7 : Pendentif en or et perle figurant l'Agneau mystique, XVI^e siècle, Musée des Arts décoratifs, Paris.

Figure 7: Gold and pearl pendant representing the Mystical Lamb, 16th century, Musée des Arts décoratifs, Paris.

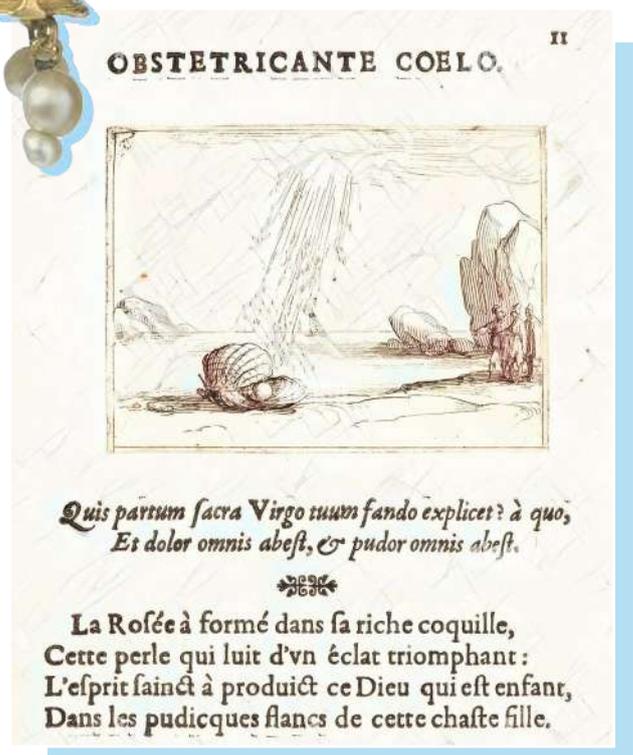


Figure 8 : Emblème *Obstetricante coelo*, *La vie de la Mère de Dieu représentée par des emblèmes*, gravures de Jacques Callot, 1626-1628, Bibliothèque nationale de France.

Figure 8: Emblem *Obstetricante coelo*, *The life of the Mother of God represented by emblems*, engravings by Jacques Callot, 1626-1628, Bibliothèque nationale de France.

des emblèmes a pour titre : *Obstetricante coelo*, que l'on pourrait traduire par "paradis obstétrical". Les emblèmes sont un langage symbolique qui apparaît au XVIe siècle et qui comporte un titre, une image et une devise dont le sens résulte de leur combinaison. Le succès des livres d'emblèmes est lié au goût pour les hiéroglyphes et les images énigmatiques. Cet emblème religieux comporte une devise en latin dont nous proposons la traduction suivante : "Qui expliquera votre naissance virginale sacrée ? D'où toute douleur est absente, et toute honte est absente". La réponse est contenue dans les vers en français qui accompagnent l'image figurant un coquillage entrouvert contenant une perle (Figure 8).

Cet imaginaire de la conception virginale de la perle résiste donc à la mise à l'épreuve scientifique et persiste dans la représentation, sans doute à cause de son efficacité symbolique dans un contexte chrétien. Aujourd'hui, le grain de sable a remplacé la rosée dans notre imaginaire de la perle, mais son histoire est encore à faire.

BIBLIOGRAPHIE

- Bari H., Lam D. (2009)** Perles, Paris, *Skira ed*, 384 p.
- de Berquen R. (1661)** Les Merveilles des Indes orientales et occidentales, C. Lambin, 71-78.
- Boèce de Boodt A. (1609)** Gemmarum et lapidarum historia. Traduit par François Bachou (1644) Le parfait Joaillier, ou Histoire des pierreries, chez Antoine Huguetan, Lyon, 142 p.
- de Thaon P. (XIIe siècle)** Lapidaire apocalyptique, XIV. Margarita (v. 288-289), traduction en français moderne par Gontero-Lauze (2010), p. 218.
- Foucault M. (1966)** Les mots et les choses, une archéologie des sciences humaines, Paris, Denoël, 404 p.
- Ibrahim Fredrikson N. (2003)** La perle, entre l'océan et le ciel. Origines et évolution d'un symbole chrétien, *Revue de l'histoire des religions*, pp. 283-317 et 290.
- Gontero V. (2006)** "Les gemmes marines : au carrefour du lapidaire et du bestiaire", *Mondes marins au Moyen Âge*, études réunies par Ch. Connochie, Aix-en-Provence, PUP, pp. 189-197 (Senefiance 52).
- Gontero-Lauze V. (2010)** Sagesses minérales. Médecine et magie des pierres précieuses, Paris, *Classiques Garnier*, p. 29, note 3.
- Gontero-Lauze V. (2016)** Les pierres du Moyen Âge, *Les Belles Lettres*, Paris, 226 p.

Anonyme (IIe-IVe siècle) Physiologus de Berne, 107, traduction en français moderne par Ibrahim Fredrikson, 2003, p. 292.

Marbode (XIe-XIIIe siècle) Lapidaire, L. Margarita-De Margarita (De Unione), v. 853-878, traduction en français moderne par Gontero-Lauze (2010), 172-173.

Philostrate (IIIe siècle) Vie d'Apollonius de Tyane, in *Les lapidaires de l'Antiquité et du Moyen Âge*, vol. 3, Les lapidaires grecs, traduction française par Fernand de Mély (1898), Ernest Leroux ed., Paris, 27-28.

Pline l'Ancien (Ier siècle) Histoire naturelle, traduction française d'E. Littré (1877), vol. IX, Liv. 2.

Segura O., "La perle naît d'un grain de sable", 20 idées reçues sur le bijou, sous la direction de Guillaume Glorieux, Le Cavalier bleu et L'Ecole des Arts Joailliers (avec le soutien de Van Cleef & Arpels), à paraître.



Gemmologie de laboratoire

MÉTHODE DE CALCUL DES FORMULES STRUCTURALES DES GEMMES

Marine Bouvier¹

Abstract

This article aims to explain the content of the experimental dissertation prepared by Marine Bouvier (2023) for her university diploma in gemology (DUG, Nantes entitled "Calculation methods of structural formulas for gemstones"). The utilities and uses of the structural formulas are explained, along with the percentage of pure pole components of minerals' continuous series commonly encountered in gemology. In order to help the gemologist to use this dissertation, one detailed example of the methodology is shown here.

Résumé

Cet article a pour but d'expliquer aux gemmologues le contenu du mémoire du DUG de Nantes soutenu par Marine Bouvier (2023) intitulé "Méthodes de calcul des formules structurales des gemmes". Y sont décrits les utilités et utilisations des formules structurales et pourcentages en pôles purs de séries continues couramment rencontrées en gemmologie, ainsi qu'un exemple détaillé de la méthodologie à effectuer lorsque l'on souhaite les calculer grâce à ce mémoire.

¹ Marine Bouvier, Gemmologue, formatrice indépendante en gemmologie et experte en pierres, Nice, <https://www.marinebouvier.fr>

Image d'illustration : Famille des grenats de la collection de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris - MMusée de Minéralogie, Mines Paris - PSL / E. Gaillou.

Header image: Garnet family from the ENSMP collection - Mineralogy Museum, Mines Paris - PSL / E. Gaillou.

INTRODUCTION

La connaissance complète de la composition d'un minéral passe par l'établissement de sa formule structurale grâce à l'acquisition de données concernant les éléments qui le constituent.

Cet exercice n'est pas toujours simple, car de nombreux minéraux appartiennent à des séries où les pourcentages de certains éléments se trouvent en proportions variables et il est donc nécessaire d'utiliser des méthodes de calcul tenant compte des données d'analyses présentées sous forme d'éléments ou d'oxydes. Cependant, la littérature ne fournit pas toujours l'ensemble des étapes de calculs aboutissant aux résultats présentés et il devient difficile de les reproduire. Le mémoire dont fait référence cet article propose de décrire l'utilité et la méthodologie complète de méthodes de calculs de formules structurales adaptées à la gemmologie.

Deux notions importantes sont à rappeler :

- La formule structurale d'un minéral est l'expression de la composition chimique, c'est-à-dire des éléments qui le constituent, ainsi que leur pourcentage, avec une information supplémentaire éventuelle sur la façon dont les atomes sont reliés entre eux et disposés dans l'espace.
- En minéralogie, une série continue est une famille de minéraux dont la composition chimique peut varier continûment entre deux ou plusieurs compositions extrêmes appelées pôles purs. Entre les pôles purs, la proportion de certains éléments peut évoluer et donner lieu à différentes variantes intermédiaires, généralement par substitution d'un (rarement plusieurs) éléments chimiques.

En gemmologie, on rencontre de nombreuses familles de gemmes appartenant à des séries continues. On peut par exemple citer les familles des grenats, des feldspaths, des pyroxènes, des spinelles, les olivines, les scapolites mais encore les séries très complexes des tourmalines ou des amphiboles.

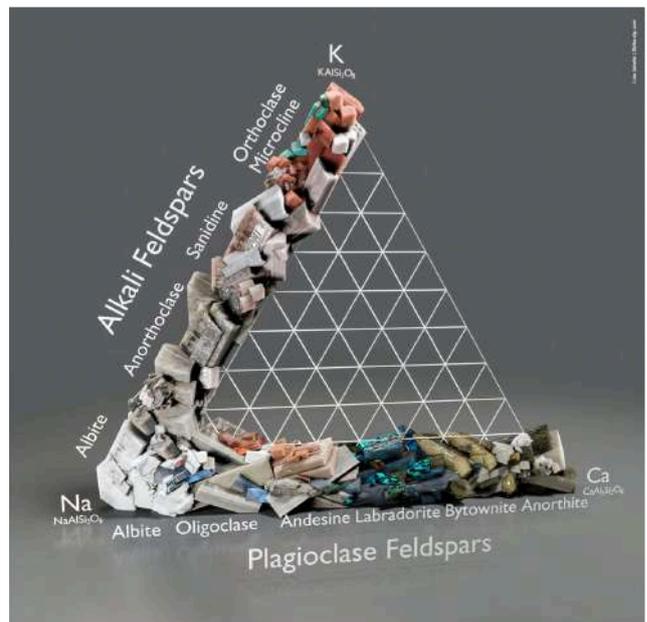


Figure 1 : Diagramme ternaire illustré de la famille des feldspaths où l'on observe les trois pôles purs K (pôle orthose), Na (pôle albite) et Ca (pôle anorthite), et les deux principales séries continues (feldspaths alcalins et plagioclases) réparties en différentes variétés (Jakaité, 2019).

Figure 1: Illustrated ternary diagram of the feldspar family, which contains three pure end-members: K (orthoclase pole), Na (albite pole) and Ca (anorthite pole), and the two main continuous series (alkali and plagioclase feldspars) divided into different varieties (Jakaité, 2019).

Exemple, celui de la famille des feldspaths.

La famille des feldspaths présente en particulier une série continue entre trois pôles purs (Figure 1) dont nombre de variétés peuvent être de qualité gemme.

Cette famille est composée de trois pôles purs :

- **Orthose** (= orthoclase) : pôle pur contenant du potassium (K), de formule $K(AlSi_3O_8)$
- **Albite** : pôle pur contenant du sodium (Na), de formule $Na(AlSi_3O_8)$
- **Anorthite** : pôle pur contenant du calcium (Ca), de formule $Ca(AlSi_3O_8)$

Ces trois pôles purs définissent deux séries continues :

- les feldspaths alcalins : de composition potassique à sodique (entre l'orthose et l'albite)
- les feldspaths plagioclases : de composition sodique à calcique (entre albite et anorthite).

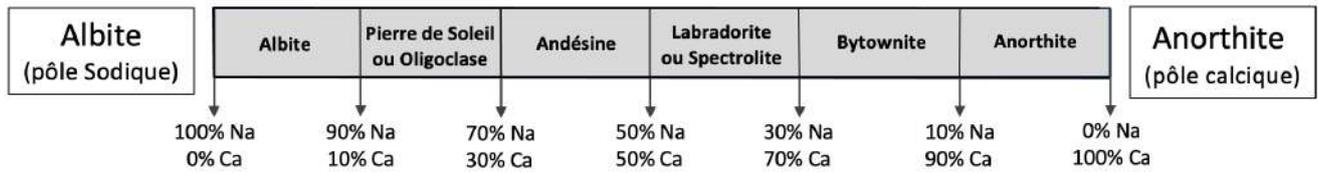


Figure 2 : Frise des feldspaths plagioclases qui correspondent à un mélange entre le pôle pur albite (Na = sodium) et le pôle pur anorthite (Ca = calcium). Le nom des variétés a été déterminé en fonction de la composition variable en pôles purs. Frise : Marine Bouvier.

Figure 2: Line diagram of plagioclase feldspars, which corresponds to a mixture between the end-member albite (Na = sodium) and the end-member anorthite (Ca = calcium). The names of the varieties were determined based on the variable composition of end-member. Diagram: Marine Bouvier.

Les membres intermédiaires, mélanges de composition variable entre les trois pôles purs, se répartissent en différentes variétés portant chacune un nom spécifique. Par exemple, dans la série des feldspaths plagioclases (Figure 2), la labradorite correspond à un mélange de 30 à 50% d'albite pour 50 à 70% d'anorthite et a une formule structurale équivalente à $(Ca_{0,5} \text{ à } 0,7 Na_{0,3} \text{ à } 0,5)AlSi_2O_8$ (Deer *et al.*, 1992 ; Hodgkinson, 2015 ; Mindat, 2020 ; Bour, 2019).

La formule structurale générale des feldspaths quant à elle est : $X(AlSi_3O_8)$, ce qui signifie que chaque feldspath est composé :

- d'une partie identique ($AlSi_3O_8$), contenant 1 atome d'aluminium + 3 atomes de silicium + 8 atomes d'oxygène
- une partie où la composition peut changer, le site "X", qui peut être composé de potassium (K) et/ou de sodium (Na) et/ou de calcium (Ca) en fonction du mélange des pôles purs présents dans l'échantillon analysé (Deer *et al.*, 1992 ; Mindat, 2020).

Quel est l'intérêt de l'application des formules structurales des séries continues en gemmologie ?

Avant tout, connaître la composition structurale et le pourcentage en pôles purs permet de déterminer le nom de la variété d'une gemme (voir exemple des feldspaths), qu'elle soit massive ou en inclusion. Cela permet aussi de connaître les domaines de

composition les plus courants pour une variété donnée en faisant une moyenne des résultats. C'est également utile lors de la description de gemmes provenant d'un nouveau gisement ou d'un nouveau minéral. Enfin plus généralement, les résultats de ces calculs sont couramment utilisés en recherche (et lors de publications d'articles scientifiques).

Le problème principal est que le calcul des formules structurales et des pourcentages en pôles purs n'est pas abordé dans les études de gemmologie classique et rarement détaillé de façon simple dans les articles scientifiques. Le gemmologue aura donc bien du mal à réaliser le calcul à partir de son analyse chimique. C'est ainsi que ce mémoire a eu pour objectif de créer des tableaux simplifiés de calculs de référence afin d'aider les gemmologues non-initiés à comprendre et calculer facilement les formules structurales de certaines séries continues couramment rencontrées en gemmologie.

DÉROULEMENT D'UNE ANALYSE : EXEMPLE D'UNE PIERRE DE LUNE (FELDSPATH)

Afin de rendre ce travail plus concret, voici un exemple d'application pour un échantillon de pierre de lune provenant d'Inde et pesant 3,62 carats (Figure 3).

Rappelons avant tout que la pierre de lune ne correspond pas à une variété de feldspath donnée,

Comment utiliser ce mémoire pour établir une formule structurale et définir le pourcentage en pôles purs d'une gemme ?

Étape 1. Réaliser une analyse chimique de l'échantillon.

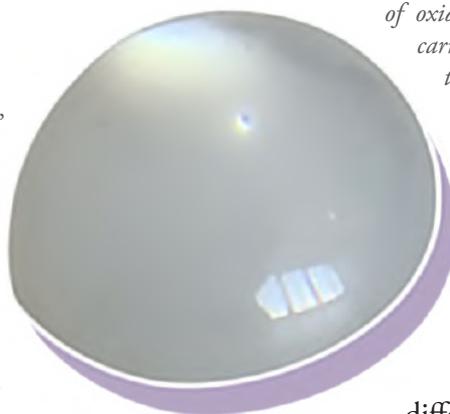
Étape 2. Choisir la méthode de calcul la plus appropriée parmi les trois présentées.

Étape 3. Appliquer les calculs de la méthode grâce aux tableaux simplifiés et récupérer les résultats sous forme de formule structurale et de pourcentages en pôles purs.

mais correspond plutôt à toute variété de feldspath montrant un effet Schiller (adularescence). Dans la littérature, les pierres de lune correspondent souvent aux variétés d'orthoclases, de microclines ou plus rarement d'anorthoclases ou de plagioclases, ce que nous allons chercher à déterminer ici. (Deer *et al.*, 1992 ; Mindat, 2020 ; Ralph & Ralph, 2020 ; Arlabosse, 2020)

Figure 3 : Pierre de lune originaire d'Inde, de masse 3,62 carats. Photo : Marine Bouvier.

Figure 3: Moonstone from India, weighing 3.62 carats. Photo: Marine Bouvier.



ÉTAPE 1 : ANALYSE CHIMIQUE DE L'ÉCHANTILLON

Les analyses chimiques doivent permettre d'identifier les principaux éléments composant la gemme. Elles peuvent être réalisées à l'aide d'un microscope électronique à balayage équipé d'un détecteur à dispersion d'énergie (comme c'est le cas pour l'ensemble de ce mémoire, Figure 4) ou à l'aide d'une microsonde électronique. A noter qu'ici le total de pourcentage d'oxydes est égal à presque 98% ce qui est une valeur acceptable compte tenu

de la méthode utilisée et de l'échantillon analysé. Cependant, en fonction du taux de bouclage obtenu, il est possible que tous les éléments n'aient pas été détectés, en particulier les éléments les plus légers. Entre autres, l'analyse effectuée au microscope électronique à balayage ne permet pas de différencier les différents états d'oxydation du fer (notamment entre fer ferreux et fer ferrique). Une analyse à la microsonde pourra être plus indiquée pour obtenir des résultats plus précis.

Élément	Ox %	Erreur
O	0,00	7,2589
Na	1,23	6,6436
Al	18,08	6,6436
Si	64,20	6,6435
K	14,20	0,6835
Ca	0,13	0,6835
	97,85	

Figure 4 : Résultats retranscrits de l'analyse chimique correspondant aux éléments détectés et aux pourcentages d'oxydes sur la pierre de lune de la Figure 3 (analyse effectuée sur le microscope électronique à balayage de l'Institut des Matériaux Jean Rouxel à l'Université de Nantes).

Figure 4: Results transcribed from the chemical analysis corresponding to the elements detected and the percentages of oxides on the moonstone in Figure 3 (analysis carried out on the scanning electron microscope of the Institut des Matériaux Jean Rouxel at the University of Nantes).

ÉTAPE 2 : CHOIX DE LA MÉTHODE DE CALCUL

Trois méthodes de calculs sélectionnées en fonction de leurs différents en terme de supports, d'années de publication et de méthodes (longueurs des calculs, difficulté, taux de modifications possibles...) permettent à l'opérateur de choisir la méthode la plus adaptée en fonction de ses propres acquis et objectifs :

Méthode 1 : méthode "Lasnier"

Elle est issue d'un livret dactylographié regroupant des cours de physique-chimie dispensés par le Professeur Bernard Lasnier en 1968 intitulé "Mode de calcul des formules structurales des ... Grenats, Pyroxènes,

Amphiboles, à partir de données pondérales de l'analyse chimique" (Lasnier, 1968) (Figure 5a).

Cette méthode précise a l'avantage d'être très complète, maîtrisable et scientifiquement approuvée lors de publications internationales. Il est possible de comprendre et de pouvoir expliquer les calculs et de les adapter. L'inconvénient principal est la longueur des calculs et le fort taux d'erreurs engendré par la masse des calculs à réaliser.

Méthode 2 : méthode "Hanneman"

La deuxième méthode correspond au travail du Docteur W.W. Hanneman, qui détaille dans son livre intitulé "Naming Gem Garnets" une méthode rapide pour le calcul des formules structurales et des teneurs en pôles purs des variétés composant la famille des grenats et pouvant s'adapter à d'autres familles de gemmes (Hanneman, 2000) (Figure 5b).

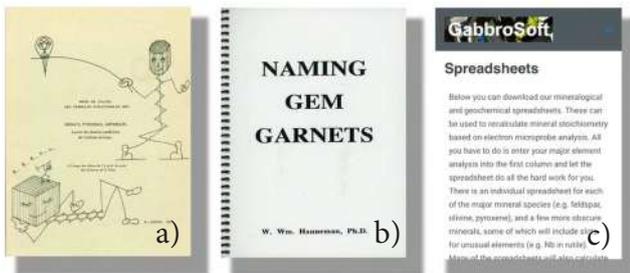


Figure 5 : a) Couverture du livret dactylographié du Professeur Lasnier de 1968 intitulé "Mode de calcul des formules structurales des ... Grenats, Pyroxènes, Amphiboles, à partir de données pondérales de l'analyse chimique". b) Couverture du livre du Docteur Hanneman "Naming Gem Garnets" datant des années 2000. c) Copie d'écran du site internet « Gabbrosoft ».

Figure 5: a) Cover of Professor Lasnier's typed booklet from 1968 entitled "Mode de calcul des formules structurales des ... Garnets, Pyroxènes, Amphiboles, à partir de données pondérales de l'analyse chimique" b) Cover of Doctor Hanneman's book "Naming Gem Garnets" dating from the 2000s. c) Screenshot of the "Gabbrosoft" website (date of the screenshot).

Cette méthode a l'avantage d'être plus simple, d'engendrer moins d'étapes de calculs et donc moins d'erreurs. L'inconvénient principal est le fait de ne pas pouvoir calculer la teneur des éléments autres

que ceux des pôles purs, mais cela reste suffisant pour calculer les pourcentages en pôles purs de façon rapide et maîtrisable.

Méthode 3 : méthode "Gabbrosoft"

La troisième méthode est celle mise à disposition par le site internet Gabbrosoft en 2011 (Figure 5c), proposant dans la section "Spreadsheets" de nombreux fichiers Excel téléchargeables correspondant à différentes séries continues. Il suffit de rentrer les données de l'analyse chimique pour obtenir les résultats quasi-instantanés de la formule structurale et une teneur en pôles purs pour l'échantillon étudié. L'avantage étant bien évidemment la rapidité et la facilité de l'obtention des résultats sans avoir à les réaliser à la main. L'inconvénient principal est le fait de ne pouvoir maîtriser les calculs, car on est obligé de suivre ceux déjà insérés dans le fichier Excel et qu'il est très fastidieux de chercher à les modifier (par exemple pour rajouter un élément détecté dans son analyse mais qui n'apparaît pas dans le fichier Excel de base) (Gabbrosoft, 2011).

Il est important de noter que les résultats obtenus avec ces trois méthodes sont comparables entre eux (au dixième près) et à ceux de la littérature.

ÉTAPE 3 : APPLICATION DE LA MÉTHODE À L'AIDE DU TABLEAU ADAPTÉ

Ici sera détaillée l'utilisation de trois tableaux correspondant aux trois méthodes de calcul pour la famille des feldspaths.

A) Exemple avec la méthode "Lasnier"

Dans le cas de cette méthode, la première colonne C1 permet de renseigner les résultats de l'analyse chimique sous forme de pourcentages d'oxydes de tous les éléments détectés, c'est-à-dire les éléments silicium et aluminium, accompagnés des éléments des pôles potassium, calcium et sodium de la série des feldspaths.

Un tableau de calculs vierge à la fin du mémoire est mis à disposition de l'opérateur afin de réaliser et comprendre simplement l'ensemble des étapes de

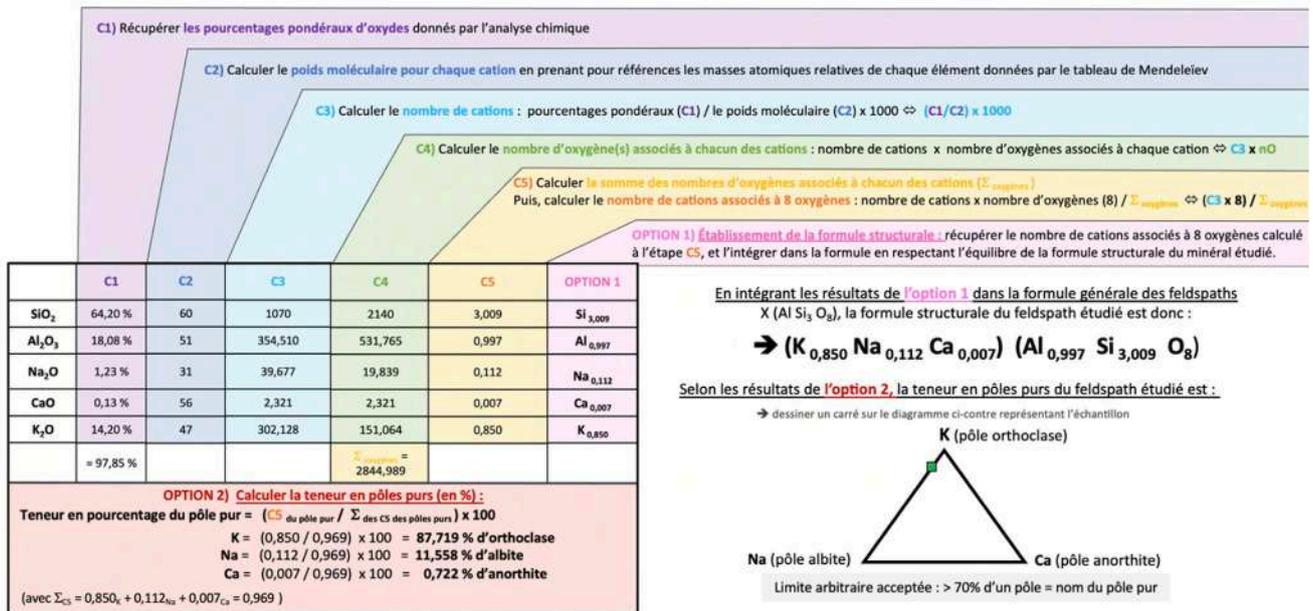


Figure 6 : Tableau récapitulatif de la "méthode Lasnier" renseigné par les analyses de la pierre de lune étudiée dans cet exemple. Tableau : Marine Bouvier.

Figure 6: Summary table of the "Lasnier method" filled with the analyzes of the moonstone studied in this example. Table: Marine Bouvier.

calculs aboutissant aux résultats. Ce même tableau, rempli avec les résultats de l'analyse chimique de la pierre de lune étudiée dans cet exemple, est présenté sur la Figure 6.

B) Exemple avec la méthode "Hanneman"

Dans le cas de la "méthode Hanneman", seuls les oxydes correspondant aux pôles purs sont calculés. Cela suppose que les quantités d'aluminium et de silicium sont en adéquation avec la quantité globale de potassium, calcium et sodium et seront exprimées selon leurs valeurs théoriques. Le tableau ainsi proposé, rempli avec les mêmes données que précédemment, présente sur la Figure 7 (page - suivante) les résultats pour la pierre de lune étudiée.

C) Exemple avec la méthode "Gabbrosoft"

Pour les feldspaths, le site Gabbrosoft propose une feuille de calculs téléchargeable, tirée du fichier Excel nommé "ALKFELDCALC For alkali feldspars. Includes BaO and calculates An-Ab-Or endmembers..." permettant de réaliser les calculs (Figure 8 - page suivante) (Gabbrosoft, 2011). Il suffit alors de remplir les données de l'analyse chimique dans la colonne rose (de B5 à B12) pour

les éléments correspondants. Les résultats seront immédiatement affichés dans la partie droite de la feuille de calculs : en bleu les résultats du pourcentage en pôles purs et en vert les résultats de la formule structurale. Il est nécessaire ici de noter que les résultats obtenus pour la formule structurale (colonne G5 à G20) sont à diviser par 4 (car le fichier Excel réalise les calculs sur une base de 32 atomes d'oxygène alors qu'il n'y a que 8 atomes d'oxygène dans la formule structurale des feldspaths).

RÉCAPITULATIF DES RÉSULTATS OBTENUS DANS CET EXEMPLE POUR L'ENSEMBLE DES TROIS

Résultats	Formules structurales	Pourcentages en pôles purs
Méthode "Lasnier"	$(K_{0,850} Na_{0,112} Ca_{0,007}) (Al_{0,997} Si_{3,009} O_8)$	87,719 % d'orthose 11,558 % d'albite 0,722 % d'anorthite
Méthode "Hanneman"	$(K_{0,878} Na_{0,116} Ca_{0,006}) (Al Si_3 O_8)$	87,791 % d'orthose 11,628 % d'albite 0,581 % d'anorthite
Méthode "Gabbrosoft"	$(K_{0,849} Na_{0,112} Ca_{0,007}) (Al_{0,998} Si_{3,008} O_8)$	87,770 % d'orthose 11,628 % d'albite 0,670 % d'anorthite

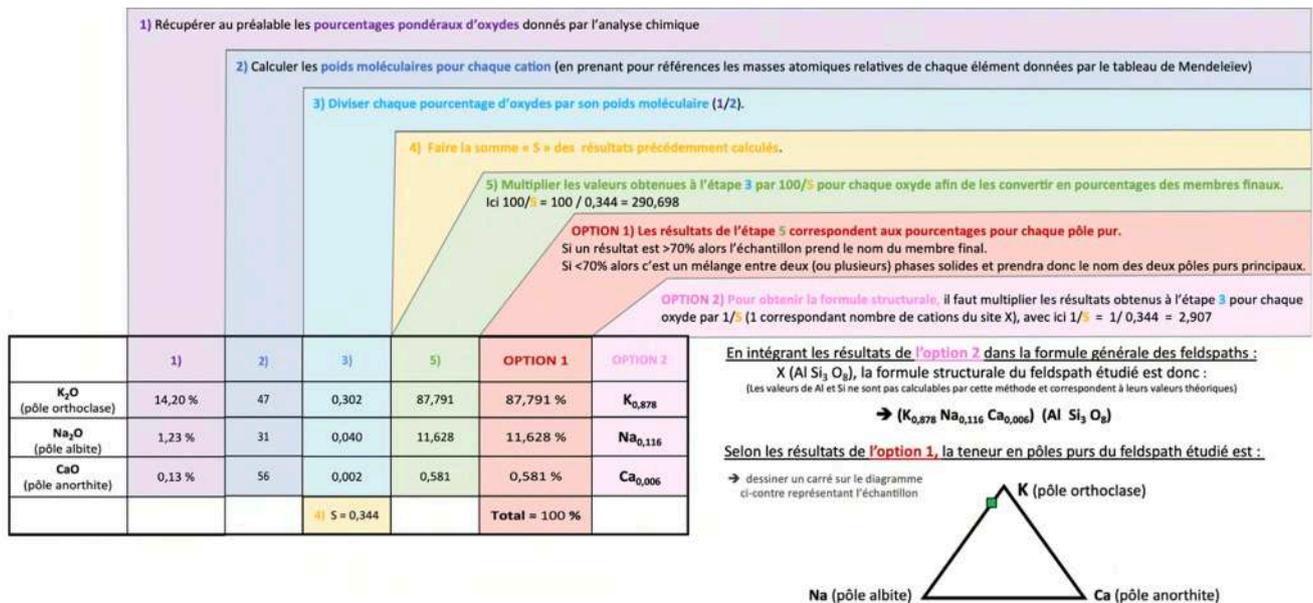


Figure 7 : Tableau récapitulatif des calculs de la méthode "Hanneman" pour la pierre de lune étudiée dans cet exemple. Tableau : Marine Bouvier.

Figure 7: Summary table with calculations of the "Hanneman" method for the moonstone studied in this example. Table: Marine Bouvier.

	A	B	C	D	E	F	G
1	ALKALI-FELDSPAR CALCULATION SHEET						
2	© GabbroSoft 2011						
3							
4		Wt%	Mol Prop	At Prop O	No anions	Formula	
5	SiO ₂	64,200	1,069	2,137	24,063	Si	12,032
6	TiO ₂	0,000	0,000	0,000	0,000	Ti	0,000
7	Al ₂ O ₃	18,080	0,177	0,532	5,990	Al	3,993
8	FeO	0,000	0,000	0,000	0,000	Fe(II)	0,000
9	CaO	0,130	0,002	0,002	0,026	Ca	0,026
10	Na ₂ O	1,230	0,020	0,020	0,223	Na	0,447
11	K ₂ O	14,200	0,151	0,151	1,697	K	3,395
12	BaO	0,000	0,000	0,000	0,000	Ba	0,000
13	TOTAL	97,840		2,842		TOTAL	19,892
14							
15			No Oxyg		32		
16			T2		11,260		
17	MOLECULAR WEIGHTS						
18	SiO ₂	60,08				An	0,67
19	TiO ₂	79,88				Ab	11,55
20	Al ₂ O ₃	101,96				Or	87,77
21	FeO	71,85					
22	CaO	56,08					
23	Na ₂ O	61,98					
24	K ₂ O	94,2					
25	BaO	153,33					

Figure 8 : Feuille de calcul du fichier Gabbrosoft pour la série des feldspaths. La partie rose est à remplir par les données de l'analyse chimique et les résultats sont exprimés dans la colonne bleue pour la formule structurale et en vert pour les pourcentages en pôles purs (An = Anorthite, Ab = Albite, Or = Orthose).

Figure 8: Gabbrosoft file spreadsheet for the feldspar alkali series. The pink part is to be filled in with the data from the chemical analysis and the results are expressed in the blue column for the structural formula and in green for the percentages of end members (An = Anorthite, Ab = Albite, Or = Orthoclase).

MÉTHODES DE CALCULS CI-DESSUS

Selon la littérature, quand un résultat donne un pourcentage supérieur à 70% pour un pôle donné, l'échantillon étudié est considéré comme pôle pur (Stockton & Manson, 1985 ; Hanneman, 1997 ; Deer *et al.*, 1992). La pierre de lune étudiée ici peut alors être considérée comme une variété d'orthose.

De plus, étant donné que les trois méthodes donnent des résultats quasi-similaires (au dixième près), il est recommandé, dans le cas où la "méthode Lasnier" ou la "méthode Hanneman" ait été choisie, de réaliser également le calcul avec la "méthode Gabbrosoft" afin de vérifier que les résultats correspondent et qu'il n'y a pas eu d'erreurs faites lors des étapes de calcul.

QUE FAIRE EN CAS DE DOUTE SUR UN CALCUL ?

Si des difficultés se présentent lors de l'application d'une des méthodes en utilisant les tableaux, il est possible à tout moment de se référer au chapitre correspondant dans le mémoire. Chaque calcul y est entièrement détaillé, clarifié et expliqué à l'aide d'un code couleur (Figure 9) correspondant à l'étape de calcul du tableau, afin de permettre à l'opérateur de réaliser l'ensemble de la méthode sans trop de difficultés.

C2) Calculer l'équivalent moléculaire à un cation (en utilisant les masses atomiques relative de chaque élément de chaque oxyde, données par le tableau de Mendeleïev, voir l'annexe 3). Les résultats ont été arrondis comme dans la méthode originelle (car calculés à la main) :

- $\text{SiO}_2 = 28,08 (\text{Si}) + 15,999 (\text{O}) \times 2 = 60,08 \rightarrow$ Arrondis à 60
- $\text{Al}_2\text{O}_3 = 26,98 (\text{Al}) \times 2 + 15,999 (\text{O}) \times 3 = 101,957 \rightarrow$ Arrondis à 102, que l'on divise par 2 pour obtenir l'équivalent monocationique relatif à un seul Al. Donc résultat = 51
- $\text{Na}_2\text{O} = 22,98 (\text{Na}) \times 2 + 15,999 (\text{O}) = 61,95 \rightarrow$ Arrondis à 62, que l'on divise par 2 pour obtenir l'équivalent monocationique relatif à un seul Na. Donc résultat = 31
- $\text{CaO} = 40,078 (\text{Ca}) + 15,999 (\text{O}) = 56$
- $\text{K}_2\text{O} = 39,09 (\text{K}) \times 2 + 15,999 (\text{O}) = 94,17 \rightarrow$ Arrondis à 94, que l'on divise par 2 pour obtenir l'équivalent monocationique relatif à un seul Na. Donc résultat = 47

Figure 9 : Détail de calcul de la deuxième étape C2 de la "méthode Lasnier" page 50 du mémoire (code couleur : bleu foncé) permettant de comprendre entièrement le calcul du tableau et de le réaliser plus simplement.

Figure 9: Gabbrosoft file spreadsheet for the feldspar alkali series. The pink part is to be filled in with the data from the chemical analysis and the results are expressed in the blue column for the structural formula and in green for the percentages of end members (An = Anorthite, Ab = Albite, Or = Orthoclase).

CONCLUSION

Le mémoire auquel il est fait référence a pour but de rappeler trois méthodes de calcul différentes pour obtenir les formules structurales et les pourcentages en pôles purs, mais aussi de simplifier l'ensemble des calculs via des tableaux récapitulatifs, tout en proposant l'ensemble des détails et explications pour chaque étape en cas de nécessité. Ce travail a été effectué sur différents échantillons provenant de cinq séries continues de gemmes couramment rencontrées en gemmologie que sont **les grenats, les olivines, les spinelles, les feldspaths et les pyroxènes**. Il propose donc les différents tableaux des trois méthodes et l'ensemble du détail des calculs correspondant pour l'ensemble de ces cinq familles et est accessible par téléchargement sur le site de l'Association Gemmologie & Francophonie (voir Bibliographie).

BIBLIOGRAPHIE

Arlabosse J.-M. (2000-2015) Pierre de lune, Adulaire (variété d'orthose, labradorite, albite-oligoclase, albite, perthite) <https://www.geminterest.com/gemlist.php>, Consulté le 21/01/2020.

Bouvier M. (2023) Méthodes de calcul des formules structurales des gemmes, Diplôme Universitaire de Gemmologie, Université de Nantes, 104 p. <https://gemmologie-francophonie.com/index.php/dug-nantes/>

Bour I. TP Cristallographie et Minéralogie, UFR Sciences de

la Terre, Orsay. <https://ivanbour.files.wordpress.com/2013/06/tp-formules-structurales.pdf> Consulté le 15/12/2019.

Deer W.A., Howie R.A., Zussman J. (1992) An Introduction to the Rock-Forming Minerals, Feldspar group, ELBS edition, 2nd ed., 391–395.

Gabbrosoft (2011) Spreadsheets ALKFELDCALC For alkali feldspars. Includes BaO and calculates An-Ab-Or endmembers., <http://www.gabbrosoft.org/spreadsheets/> Consulté le 20/11/2019.

Hanneman W.W. (1997) A unified system for classifying garnets. *The Journal of Gemmology*, 25(7),471–473.

Hanneman W.W. (2000) Naming gem garnets. *Hanneman Gemological Instruments ed.*, pp. 33–35.

Hodgkinson A. (2015) *Gem Testing Techniques*, Appendix A, B et C, publié par Valérie Hodgkinson, pp. 381–421, 381–421.

Jakaité L. (2019) FELDSPARS. <https://strike-dip.com> Consulté le 10/07/2023.

Lasnier B. (1968) Mode de calculs des formules structurales des Grenats, Pyroxènes, Amphiboles, à partir des données pondérales de l'analyse chimique. A l'usage des élèves de C1 et du 3e cycle des Sciences de la Terre, 12 p.

Mindat (1993-2020) Albite-Anorthite Series: About Albite-Anorthite Series, Mindat.org <https://www.mindat.org/min-3231.html> Consulté le 21/01/2020.

Mindat (1993-2020) Moonstone, Mindat.org <https://www.mindat.org/min-2774.html> Consulté le 22/01/2020.

Ralph J., Ralph K. (1993-2022) Moonstone, gemdat.org, <https://www.gemdat.org/gem-2774.html>. Consulté le 22/01/2020.

Stockton C.M., Manson V. (1985) A proposed new classification for gem-quality garnets, *Gems & Gemology*, 21(4), 205–218.



Histoire de Gemmes

LE JADE, PLUS QU'UNE PIERRE.

DÉCODER LA PIERRE PRÉCIEUSE EMBLÉMATIQUE DE L'EMPIRE DU MILIEU...

Aurore Says¹

Abstract

Jade is considered one of the most precious stones in the world. In Chinese, 玉 Yù is a word used to describe a very beautiful gem, it could also be simply translated by « precious ». It is the general name for “jade” and its different mineralogical varieties, such as jadeite and nephrite.

Jade is this incredible material of various aspects, associated with numerous symbolics, much desired by collectors and jewelers all around the world. But to truly understand Jade, it is imperative to look further than just its gemological properties. One needs to understand its place and importance within Asian culture to understand its worth. As its rarity increases, so does the apparition of various treatments and imitation of jade within the market.

Résumé

Le jade est une des pierres les plus précieuses et chères au monde. En chinois, le terme *Yù* peut se traduire de différentes manières : très belle chose ; pierre précieuse ; jade. Il existe en réalité plusieurs variétés minéralogiques différentes qui sont regroupées sous ce terme, les plus connues étant la jadéite et la néphrite. Mais pour véritablement comprendre ce qu'est le jade, ce matériau de tous les aspects, de toutes les croyances et de toutes les convoitises, il est nécessaire de dépasser la seule étude scientifique du minéral. Comprendre également son histoire, sa place dans la culture asiatique, et la dimension spirituelle qui lui est rattachée, est essentiel pour comprendre sa valeur et son statut de pierre précieuse. La jadéite se faisant de plus en plus rare, recherchée, et appréciée, cela entraîne aussi une augmentation des imitations, et pierres traitées sur le marché.

¹ Aurore Says - Joaillière Créatrice et Gemmologue. Atelier-boutique, 8 rue Saint-Blaise, 49100 ANGERS.
contact@auore-says-joaillerie.com

Image d'illustration : : Broche en or blanc, diamants, et jade jadéite « Kingfisher ». Courtesy of Loke Hui Ying, The Gem Museum
Header image: Brooch in white gold, diamonds, and jadeite jade “Kingfisher”. Courtesy of Loke Hui Ying, The Gem Museum

Nulle autre gemme, nulle autre matière précieuse ne suscita, à travers les siècles et les civilisations, une telle passion, ni n'offrit une telle richesse culturelle et symbolique que le jade.

L. Schroeder.

ÉTYMOLOGIE DU JADE

En occident : Les termes occidentaux de "jadéite", "néphrite" et "jade" ont la même origine étymologique : l'espagnol *pedra de ijada*, pierre du rein. Les amérindiens avaient en effet coutume de l'utiliser contre les problèmes rénaux, croyant que la pierre avait des vertus curatives. En raison de ce prétendu "effet bénéfique" sur les reins, la pierre était également appelée *lapis nephreticus* en grec, qui a ensuite évolué pour donner le terme néphrite que nous employons aujourd'hui (Cassius-Duranton, 2020).

En orient : En chinois, jade se dit *Yù 玉*, terme qui s'applique aussi pour décrire une chose d'une grande beauté, ou très précieuse. La symbolique du jade, et sa place dans la culture chinoise, se retrouve dans la langue et l'écriture. La langue chinoise est en effet monosyllabique, avec environ 400 syllabes (chaque syllabe est graphiquement représentée par un caractère) qui sont utilisées et combinées pour former des mots, puis des phrases.

Observons par exemple le nom même de la Chine: *Zhōng Guó*. Littéralement, ces deux caractères se traduisent par "l'empire du milieu".

Écriture traditionnelle : 中國 (Caractère simplifié : 中国)

Le premier caractère (*Zhong 中*) est resté le même dans l'évolution du langage, et représente l'idée de couper une chose en deux, l'idée de « milieu ».

Le caractère traditionnel *Guo 國* est composé de 口 (enceinte, frontière) et de 或 (lui-même composé

des éléments 戈 lance, 一 sol, 口 bouche), ce qui représente la terre, les armes, la population à l'intérieur d'une frontière, un pays.

Cette version simplifiée de *Guo 国* reprend l'idée d'enceinte, de frontière 口 comme cité précédemment, mais à l'intérieur, on voit ceci : 玉 *Yù*, caractère du jade. Ce caractère est lui-même composé de deux éléments, le symbole *Wáng 王* du roi, et une pierre (Bogus, 2019).

Donc le caractère *Guo 国* tel qu'il est encore écrit aujourd'hui dans le nom de la Chine, est bien composé de 3 choses : l'empereur (*Wáng*), une pierre, ce qui forme le Jade (car le jade était d'abord la pierre de l'empereur) et le tout fermé par une enceinte. Ce caractère forme le pays, l'empire, et le jade y est au cœur (Shaw, 2020).

UN PEU D'HISTOIRE

Le jade est une des plus anciennes pierres précieuses connue de l'humanité. Des objets taillés en jade comme des pointes de flèche, des objets de culte ou de parure sont retrouvés sur de nombreux sites préhistoriques en Asie. Nous savons aujourd'hui avec certitude que la première culture à avoir vénéré le jade est bien la Chine. Les premières traces remontent en effet à plus de 8 000 ans dans le passé, nous montrant que des peuples venant des montagnes Kunlun (chaîne de montagnes du sud de la province du Xinjiang, dans l'est de la Chine) négociaient déjà du jade sur la fameuse route de la soie, non loin de la ville de Hotan (aujourd'hui : Hetian).

L'explorateur Marco Polo fut le premier européen à observer l'intérêt marqué des Chinois pour cette matière précieuse. Dans ses écrits de 1272, il témoigne de la beauté et la complexité des sculptures façonnées dans le jade à cette époque. La véracité de ces écrits est cependant à relativiser, car au XIII^e siècle le jade pouvait facilement être confondu avec du jaspé, de la calcédoine ou même du marbre. Bien que la Chine soit un cœur culturel pour le jade, d'autres peuples l'ont également utilisé. Parmi eux, on peut citer les Olmèques d'Amérique Centrale, les Maoris de Nouvelle-Zélande et même quelques peuples suisses.

Il fallut attendre 1863 pour que le minéralogiste français Alexis Damour différencie officiellement les variétés de jadéite et néphrite.

LES JADES D'UN POINT DE VUE SCIENTIFIQUE

Si le jade est aujourd'hui considéré par le grand public comme **UNE** seule et même pierre, il est important de noter que le terme englobe en réalité plusieurs variétés minéralogiques bien distinctes. On devrait donc parler **DES** jades, et préciser ensuite la variété : jade - jadéite ou jade - néphrite.

On parle également, dans certains cas, de "roches à jade", comme pour le Maw Sit Sit.

Les jades jadéite et néphrite appartiennent respectivement aux familles des pyroxènes et des amphiboles. La jadéite est un pyroxène sodique de formule $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$ alors que la néphrite est une amphibole calcique $\text{Ca}_2(\text{Mg,Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$.

Ces deux familles de minéraux, parfois réunis sous l'appellation de "pyriboles" sont des constituants communs des roches métamorphiques et magmatiques. Ils appartiennent à la catégorie des

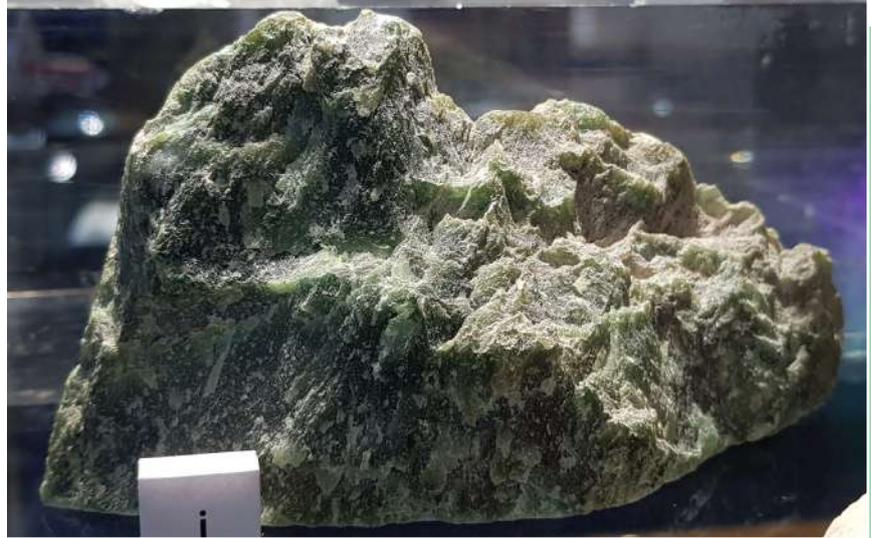


Figure 1 : Bloc brut de jade néphrite du Pakistan, courtesy of Loke Hui Ying, The Gem Museum.

Figure 1: Rough block of nephrite jade from Pakistan, courtesy of Loke Hui Ying, The Gem Museum.

inosilicates ou silicates en chaîne ; les différences entre eux portent surtout sur la présence de radicaux OH dans les amphiboles alors que les pyroxènes sont anhydres. Ce sont typiquement des minéraux ferromagnésiens, mais ils peuvent également contenir dans leur réseau Ca, Li, Na, Al ou Ti ce qui entraîne l'existence de nombreuses espèces (J-P Carron).

1. La néphrite : le jade "originel"

C'est la première variété qui a été découverte et travaillée. Souvent désigné comme « Hetian » jade, en référence à la ville de Hetian / anciennement Hotan/Khotan (Ouest de la Chine, où sont localisés les gisements les plus connus), ce type de jade est celui qui était extrait de la Cordillère de Kunlun dont les premières traces d'exploitation furent découvertes.

La néphrite (Figure 1) est en réalité un agrégat fibreux d'une variété de trémolite-actinolite (famille des amphiboles). La majorité des néphrites sont composées principalement d'actinolite. : $\text{Ca}_2(\text{Mg, Fe}^{2+})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$.

La néphrite verte se forme sur les zones de contact entre les serpentinites et les roches riches en silice, comme des roches granitiques intrusives, de l'argile, du chert, ou du grès...

Les dépôts majeurs de néphrite verte se forment dans des ceintures de serpentinites associées à des zones de subductions anciennes ou toujours en activité. Les 3 gisements majeurs : en Chine, Colombie-Britannique (Canada) et Sibérie, ont tous des environnements géologiques similaires.

Contrairement à la jadéite, ce n'est pas la saturation de la couleur qui détermine la valeur de la néphrite venant de l'Ouest de la Chine. La variété blanche dite "graisse de mouton" est composée pratiquement uniquement de trémolite (absence de coloration par le fer) et atteint souvent des records de prix.

Cependant, c'est toujours la couleur verte qui est la plus recherchée et appréciée dans les jades. La néphrite chinoise a un lustre "cireux", quand celui de la jadéite fine est plus proche d'un éclat vitreux.

1. La jadéite : le jade plus "précieux"

La jadéite (Figure 2) appartient à la famille des pyroxènes, et sa formule chimique la définit comme un silicate de sodium, aluminium et fer : $\text{Na}(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})\text{Si}_2\text{O}_6$. C'est un minéral qui se forme à la suite d'un métamorphisme de haute pression et de basse température. Ses agrégats faits de micro-cristaux très denses forment cette structure « granulaire » qui lui confère une dureté supérieure à la néphrite.

Les principaux gisements asiatiques se situent dans l'état de Kachin au nord de la Birmanie (c'est le « Jade

Tract »). Ces gisements sont connus par les Chinois depuis le XIII^e siècle mais c'est surtout sous le règne de l'empereur Qianlong (1711-1799) et l'invasion du nord de la Birmanie, que la jadéite a acquis en Chine un véritable statut de pierre précieuse.

La jadéite est allochromatique : pure, elle est théoriquement transparente et incolore, mais c'est extrêmement rare, voire inexistant dans la nature. Elle est souvent translucide à opaque et colorée (Figure 3) par certains métaux de transition présents sous forme de traces : fer principalement, titane, chrome, manganèse... Ce sont les cations dérivés de certains de ces métaux de transition (Fe^{2+} et Fe^{3+} , Cr^{3+} , Ti^{3+} , Mn^{2+} ...) qui sont les principales causes de coloration de la jadéite.



Figure 3 : Bracelet en perles de jadéite naturelle non traitée. Courtesy of Yù Jadeite Jeweler. @newjaderation

Figure 3: Untreated natural jadeite bead bracelet. Courtesy of Yù Jadeite Jeweler. @newjaderation

Si le vert est la couleur la plus connue et recherchée, la jadéite peut également arborer des tons jaunes, orange, bruns, blancs, lavande ou même noirs (Figure 3)... L'intensité / vivacité de la couleur peut justifier un prix très élevé. Les pierres plus pâles ou plus ternes voient leur valeur diminuer de manière exponentielle.

Parmi les variétés colorées de jade, on parle de "kingfisher jade" quand il possède une teinte de

Figure 2 : Brut de jadéite tranché avec une face polie. Photo Aurore SAYS, échantillon de jadéite, Myanmar, (80g) courtesy of Loke Hui Ying, The Gem Museum.

Figure 2: Sliced jadeite blank with polished face. Photo Aurore SAYS, jadeite sample from Myanmar (80g).



vert légèrement moins vive que celle du jade impérial, ou encore "d'apple jade" pour une teinte jaune-vert intense, de "moss in snow jade" qui est un blanc translucide avec des veines ou taches de vert vif. La nuance lavande est également une couleur très recherchée et très chère.

Ce qu'il faut retenir, c'est que les plus belles pierres dans les teintes citées précédemment sont presque systématiquement achetées et vendues au sein même du marché asiatique. Très peu sont exportées. La plus haute qualité de jadéite est presque transparente, d'une couleur vert émeraude très intense, et on la connaît souvent sous l'appellation commerciale de "Jade impérial". En effet, la cour impériale de Chine avait autrefois le monopole de toute matière extraite qui correspondait à ces critères. C'est encore aujourd'hui une des gemmes les plus chères au monde.

UN TERME À CONNAÎTRE : FEI CUI

À l'origine, c'est un terme chinois utilisé pour désigner une jadéite de belle qualité et couleur. On le trouve souvent traduit sous l'appellation "kingfisher jade". Aujourd'hui, celle-ci est de plus en plus utilisée sur le marché des gemmes pour parler de la jadéite en général.

Le terme *Fei Cui* s'applique notamment sur les certificats délivrés par le Hong Kong Jade and Stone Laboratory (HKJSL) lorsque la matière testée correspond à la définition officielle suivante : "Un

Ce qu'il faut retenir, c'est que les plus belles pierres dans les teintes citées précédemment sont presque systématiquement achetées et vendues au sein même du marché asiatique. Très peu sont exportées.

agrégat polycristallin, granulaire à fibreux, composé uniquement ou majoritairement de (a) jadéite; (b) omphacite ; (c) kosmochlore, ou d'une combinaison de ces derniers."

La jadéite peut former des solutions solides² avec d'autres clinopyroxènes. En fonction des éléments qui se mélangent lors de la cristallisation et de leurs proportions, on va donc trouver différentes variétés minérales, qui vont parfois être appelées "jade", parfois même "roche à jade". Par exemple, la jadéite lavande est un matériau qui contient majoritairement de la

jadéite, mais aussi de l'albite (3-8%), de la trémolite (2-5%) et des traces d'autres minéraux.

LES DIFFÉRENTS TRAITEMENTS ET PROBLÉMATIQUES ASSOCIÉES

La jadéite est le type de jade le plus imité et traité car elle peut atteindre des prix très élevés plus fréquemment que la néphrite. Différents types de traitements existent : thermique (pour donner à la pierre un effet satiné), une teinture (pour améliorer la couleur), ou l'imprégnation de cire ou de paraffine pour cacher des fissures...

Le traitement le plus courant consiste à décolorer la jadéite dans un bain d'acide à chaud et ensuite de l'imprégner de résines colorées ou non. Elle peut aussi être simplement chauffée pour renforcer sa couleur ou lui donner une couleur brune, ou teintée sans traitement thermique.

² On parle de « solution solide » pour désigner une série chimique, des compositions intermédiaires qui se forment entre des pôles purs.

Notons la classification suivante (qui s'applique en général à la jadéite) :

- Le jade naturel non traité est considéré comme **Jade de type A** (échantillon i)

ATTENTION : parfois, la mention Jade A peut aussi être appliquée à de la jadéite polie qui a été imprégnée de cire ou de paraffine incolore. En effet, ce traitement n'est pas permanent et peut être renouvelé ou enlevé : cela permet simplement de cacher les fissures et améliorer l'éclat du matériau, de la même manière que l'huile appliquée de manière traditionnelle sur les émeraudes.

- La mention **Jade B** (échantillon j) désigne un blanchiment chimique avec de l'acide concentré et une solution alcaline (B pour "bleached" en anglais) suivi d'une imprégnation de résine incolore (Fritsch *et al.*, 1992).

- La mention **Jade C** (échantillon k) désigne une teinture (C pour "coloured" en anglais), avec ou sans imprégnation de résine. La jadéite étant microcristalline et poreuse, elle peut se teindre en de nombreuses couleurs, notamment le vert et le violet. Les teintures étant souvent organiques, elles peuvent faner dans le temps. (Indice : la jadéite teintée rougit au filtre Chelsea, comme le jade impérial).

- Et lorsque la mention **Jade B + C** apparaît, il s'agit d'une combinaison des traitements cités précédemment.

Il n'est donc pas rare d'appliquer des traitements sur les morceaux de jade afin de les rendre plus attrayants pour le consommateur, mais ces traitements ne sont pas durables et sont extrêmement peu tolérés par la grande majorité de la clientèle asiatique. Une pierre traitée perd quasiment toute sa valeur.

Test complémentaire effectué : réaction lors d'une exposition à une lampe UVs :

- **Échantillon i** : aucune réaction notable. Comportement normal pour de la jadéite naturelle de cette couleur.

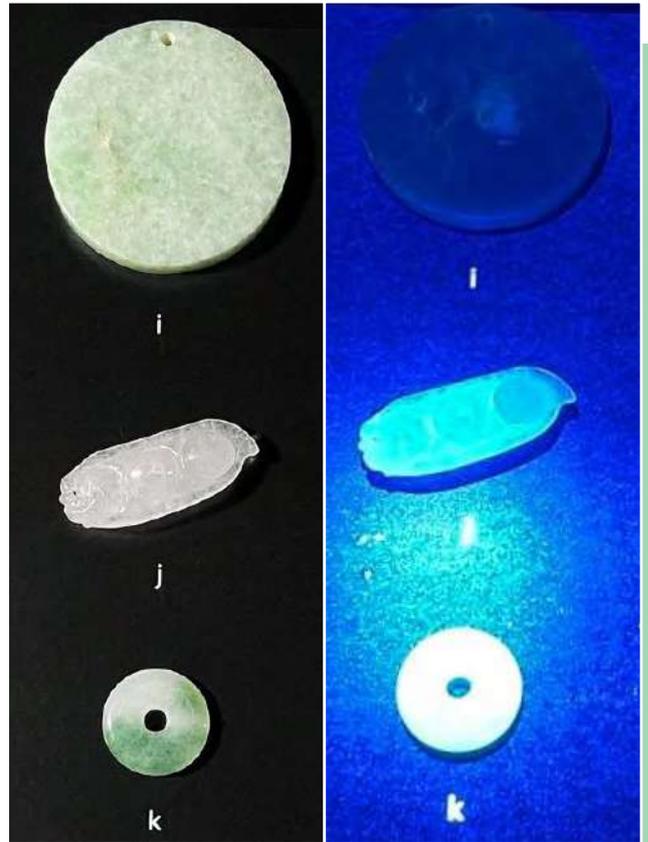


Figure 4a et 4b : Échantillon "i" Jadéite naturelle non traitée (Jade de type A) – Échantillon "j" sculpture en jadéite blanchie à l'acide et imprégnée de résine (Jade de type B) – Échantillon "k" jadéite teintée (Jade de type C), courtesy of Loke Hui Ying, The Gem Museum. Photos Aurore SAYS.

Figure 4a and 4b: Sample "i" Natural Jadeite (A jade) – Sample "j" Bleached and polymerized Jadeite Carving (B jade) – Sample "k" Dyed Jadeite (C-jade), courtesy of Loke Hui Ying, The Gem Museum. Photos Aurore SAYS.

- **Échantillon j** : fluorescence marquée, blanc-bleuâtre vif.
- **Échantillon k** : fluorescence très forte, apparaît complètement blanc et opaque. Effet encore plus visible sur les zones teintées.

En raison du manque de réglementation et d'une définition claire du terme, on peut malheureusement trouver dans de nombreux pays des appellations frauduleuses comme "jade du Transvaal" pour du grossulaire massif en Afrique, "Jade Australien" pour de la variscite, ou encore "Jade Amazone ou Jade du Colorado" pour de l'amazonite.

UNE PIERRE AU CŒUR DE L'EMPIRE DU MILIEU

Le jade, inhérent à la culture asiatique, fait partie des gemmes les plus chères au monde. Ne faisant pas partie à proprement parler des pierres "vendues" comme "précieuses" (une conception occidentale se limitant au diamant, saphir, rubis et émeraude), le jade attire cependant depuis des millénaires la fascination. Pour comprendre sa valeur, il faut savoir dépasser les critères standards d'évaluation qui portent surtout sur l'aspect extérieur et la durabilité d'une gemme. Il faut avant tout s'intéresser à la culture chinoise et à la dimension spirituelle que portent les pierres.

1. Légende des origines du jade

Une des nombreuses légendes à ce sujet veut que le jade soit né d'une rencontre entre le *Yin* et le *Yang*. Il serait tombé du ciel (assimilé au principe *Yang*), et se serait enfoncé dans les profondeurs de *Yin* (la terre), jusqu'à se nicher dans l'ancre du grand dragon jaune où régnaient les ascendants du Souverain *Yu* le grand.

Le Jade, appelé alors *Yü*, s'imprégna de l'essence du dragon pour offrir aux hommes la plus précieuse des pierres, modèle de douceur, de droiture, de courage, d'éclat et de beauté. Aucun qualificatif n'était assez fort pour le nommer, le jade étant parfait, impérial et immortel. Il s'ancre dans la culture asiatique comme la pierre "aux mille vertus", une pierre bien plus précieuse que le saphir, le rubis, l'émeraude ou encore le diamant. Une pierre sacrée.

2. Une pierre qui se pêche

La "pêche" au jade (Figure 5) est issue d'une tradition très lointaine illustrée notamment par des gravures où des jeunes femmes, représentant le principe féminin *ying*, vont chercher du jade (représentant le principe masculin *yang*) dans les rivières. Les lapidaires chinois ont toujours préféré le jade "pêché" à

celui extrait des mines. Cette pratique peut encore s'observer dans la rivière Karakash, dans la région de Khotan (Hetian), Chine.

3. Un symbole politique

Le jade, symbole de pouvoir et de richesse qui a traversé les âges, était réservé à la famille impériale, comme une marque de puissance et d'une classe sociale élevée. L'empereur arborait un sceptre de jade lors des cérémonies, les princes avaient également

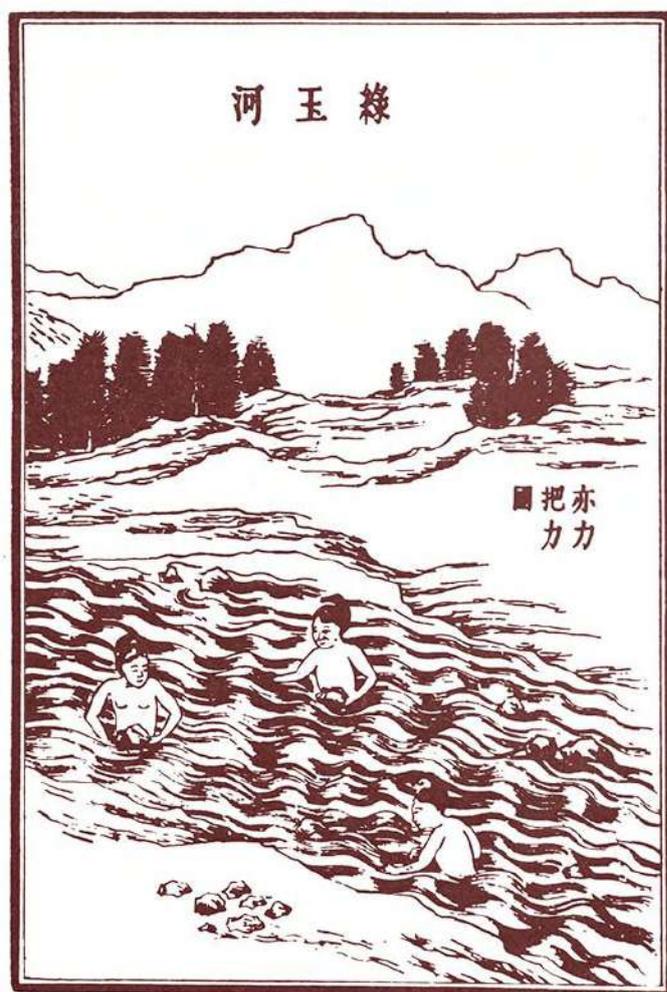


Figure 5 : Estampe extraite de l'encyclopédie chinoise T'ien Kung K'ai Wu écrite par Sung Ying-hsing, (1637).

Figure 5 : : Print taken from the Chinese encyclopedia T'ien Kung K'ai Wu written by Sung Ying-hsing, (1637).



Figure 6 : "乾隆皇帝朝服像" Portrait de l'empereur QianLong en tenue d'apparat. Artiste : peintre anonyme de la cour de la dynastie Qing. Source : Collection du musée du palais de Beijing . 1791

Figure 6: "乾隆皇帝朝服像" Portrait of the QianLong Emperor in court dress. Artiste : Anonymous Qing dynasty court artists. Part of The palace Museum Collection, Beijing. 1791

différents attributs symboliques en Jade, et les couleurs variaient en fonction de leur position.

La passion de l'Empereur QianLong (dynastie Qing) (Figure 6) pour les jades, et notamment la jadéite importée de Birmanie, est légendaire : il créa la plus importante collection d'artefacts et d'objets en jade pendant son règne, considéré comme Trésor Impérial. Sa passion pour le jade marqua profondément la culture chinoise et la joaillerie jusqu'à nos jours (Bogus, 2019). Bien qu'aujourd'hui ce système politique ait complètement disparu, on note encore la présence symbolique du jade lors de certains grands événements mondiaux. Par exemple, un sceau officiel en jadéite a été créé spécialement à l'occasion de

LE SAVIEZ-VOUS ?

Afin de revendiquer l'importance du jade dans leur culture, les Chinois ont décidé d'orner les médailles des Jeux Olympiques de 2008 (Beijing) avec des disques de néphrite de différentes couleurs. C'est la toute première fois qu'un matériau "gemme" a été utilisé dans ce but, et ça n'est pas passé inaperçu, puisque cela a apparemment ravivé la passion pour le jade néphrite au sein de la population chinoise et a fortement impacté le marché dans les années suivantes. (Hsu, 2015)

En effet, la symbolique est d'autant plus forte que la néphrite utilisée sur les médailles provenait directement de la province de Qinghai, en Chine : une production 100% locale. Le gouvernement chinois a également créé pour l'occasion une campagne promotionnelle et éducative qui a drastiquement augmenté les ventes de jade néphrite, accentuant le "nephrite jade rush" qui a suivi en 2009-2010.

l'exposition universelle de 2010 à Shanghai. Le sceau a été fait d'une seule pièce de néphrite verte de très haute qualité, pesant 4,28 kilos. Cette pièce unique a été taillée par le Maître Zhang Tiecheng, imitant le style utilisé par l'empereur Qianlong, l'empereur qui est resté dans les mémoires comme le plus grand adorateur de Jade dans l'histoire de la Chine.

Aujourd'hui le marché du jade est presque exclusivement asiatique, les Occidentaux ne partageant pas leur passion pour cette pierre au même titre que les autres pierres précieuses. Le jade est si profondément ancré dans la civilisation chinoise, que presque tout le monde en possède un morceau ! Traditionnellement, les Chinois pensent qu'en

portant quotidiennement un bijou en jade, l'âme de la pierre va se fondre avec le Qi (l'énergie vitale) du porteur. Le jade va au fil du temps se polir, devenir plus lisse et éclatant, renforçant en parallèle la santé de celui qui le porte. Il est également traditionnel de le transmettre de génération en génération, afin de protéger les plus jeunes du mauvais œil et des aléas de la vie.

Les pièces en jade constituent un héritage plus important que l'or, car avec l'or, disent les Chinois, il est toujours possible de le refondre et de refaire exactement la même chose avec. A contrario, si on casse un morceau de jade, il est parti pour toujours. Chaque pierre est absolument unique et ne peut être remplacée.

LES CRITÈRES D'APPRÉCIATION & DE GRADATION DU JADE

Si pour le diamant, on connaît la règle universelle des "4 C" initiée par le GIA : color, cut, clarity, carat ; le cas du jade est plus complexe, car à ces quatre critères d'évaluation primordiaux s'en ajoutent d'autres, tout aussi importants. Pr. Mimi Ou Yang, surnommée "the Jade lady", minéralogiste et gemmologue, fondatrice du laboratoire de Hong-Kong, a été la première à introduire une nouvelle approche spécifique à l'évaluation de la qualité du Fei Cui Jade, connue sous le nom de "**4C₂T₁V**" (couleur, coupe, clarté, fissures – transparence et texture – volume).

- **Top Clarity / Clarté** : Pas de défauts ou d'inclusions visibles à l'œil nu, qui impactent le passage de la lumière dans la pierre.
- **Top Color / Couleur** : La couleur la plus recherchée, à la fois pour la jadéite et la néphrite, reste le vert.
- **Top Cut / Taille** : Le jade est rarement taillé à facettes, contrairement aux autres gemmes. Les cabochons sont jugés sur la qualité du polissage et les sculptures/gravures sont appréciées d'un point de vue artistique. Les Chinois saluent le savoir-faire



du tailleur, qui révèle la beauté et l'âme de la pierre.

- **Top Texture** : texture régulière, douce et attrayante qui doit donner envie aux gens de la toucher et la tenir. La qualité de texture d'une pièce de jadéite détermine son degré de translucidité, son lustre, et même la saturation de sa couleur. C'est un critère essentiel dans l'évaluation de la jadéite. Un autre critère intrinsèquement lié à la culture chinoise, est le type de gisement d'origine du jade.

Figure 7 : Lacloche Frères. Bracelet contenant six plaques de jade rectangulaires sculptées et percées et de nombreux diamants pesant environ 3,70 carats au total. Monté sur or blanc. Gravé : LACL FR (poinçon français). Propriété de la succession d'Alice Kaivel, Long Island, New York et Star Island, Floride. Photo : Hindman Auction

Figure 7: Lacloche Frères. Containing six rectangular carved and pierced jade plaques and numerous single cut diamonds weighing approximately 3.70 carats total. Mounted in white gold. Engraved: LACL FR (French hallmark). Property from the Estate of Alice

Kaivel, Long Island, New York and Star Island, Florida. Photo: Hindman Auction

De manière générale, la jadéite et la néphrite ont toujours plus de valeur s'ils viennent d'un gisement secondaire plutôt que primaire. En effet, les processus d'érosion et de transport enlèvent les parties cassées, fragiles de la pierre et laissent des taches colorées qui sont ensuite valorisées une fois la pierre taillée. Le "jade de rivière" obtient donc des prix plus élevés que le "jade de montagne", extrait directement d'un gisement primaire.

LA PLACE ACTUELLE DU JADE EN JOAILLERIE

S'il est peu mis en lumière en Europe, le jade (surtout la jadéite) est tout de même présent en joaillerie et haute joaillerie. On le voit notamment sur des pièces du XXe siècle, comme les créations Art Nouveau de Lalique, ou encore les pièces signées Lacloche (Figure 7) dans les années 1920-1930. La néphrite montée en bijou est bien plus rare.



Figure 8 : Boucles d'oreilles en jadéite sculptée, exposées au salon de GemGenève (Mai 2023) Courtesy of A. Win Siu. 2023

Figure 8: Engraved Jadeite earrings, showcased during GemGenève (May 2023) courtesy of A. Win Siu. 2023

La jadéite est également mise en lumière sur des pièces signées par les grandes maisons de la Place Vendôme comme Cartier, ou par des créateurs tels que Lydia Courteille, David Webb etc... S'il ne fait pas beaucoup parler de lui, le jade est bien là ! Un nouvel engouement pour ce matériau se fait sentir avec la montée en Europe de jeunes créateurs et marques venues d'Asie tels que Serendipity, Wallis Hong, ou encore A. Win Siu.

L'influence de cette « culture du jade » se remarque dans leurs pièces à la fois traditionnelles et contemporaines exposées lors du salon international de GemGenève en Mai 2023. Alors qu'on voit de plus en plus de matières ornementales atypiques être mises en valeur par les créateurs joailliers, on peut raisonnablement s'attendre à voir plus de jades (jadéite, néphrite, maw-sit-sit et autres variétés) dans les collections à venir.

MAW SIT SIT ET SKANNAN SKARN : DES NOMS UN PEU MYSTÉRIEUX

1. Le MAW SIT SIT, une "roche à jade"

Extrait dans la célèbre région minière de jade de Tawmaw, dans les contreforts himalayens du nord-ouest du Myanmar (anciennement Birmanie), le Maw Sit Sit a été identifié pour la première fois par le Dr Edward Gübelin en 1963, dans la même région que

les gisements de jadéite et en particulier le jade impérial, au Nord-Ouest du pays, dans l'état Kachin.



Figure 9 : Photo et échantillons de Maw Sit Sit Courtesy of Emmanuel Thoreux, White River Gems.

Figure 9: Photo and Maw Sit Sit samples Courtesy of Emmanuel Thoreux, White River Gems.



Figure 10 : Échantillon de Maw Sit Sit issu de la collection de minéraux de l'Institut de Bijouterie de Saumur. Photo : Aurore SAYS

Figure 10: Sample of Maw Sit Sit from the mineral collection of the Institut de Bijouterie de Saumur. Photo: Aurore SAYS



Figure 11 : Disque poli "bi" en Sannan skarn. Courtesy of Shah Neekmat, Shajeeitl.com

Figure 11: Sannan skarn polished "bi". Courtesy of Shah Neekmat, Shajeeitl.com

Le Maw Sit Sit (Figures 9 et 10) désigne en fait une variété de jade chromifère accompagné d'albite et de particules de kosmochlore. On le désigne parfois comme une "roche à jade", car c'est un assemblage de plusieurs minéraux distincts : jadéite chromifère (principal composant), chromite, clinochlore, kosmochlore et d'autres minéraux accessoires. Ses veines blanches sont constituées d'albite dans une gangue de serpentine. On appelle parfois "jade-albite" des Maw Sit Sit veinés d'albite blanche.

2. Le SANNAN SKARN

Ce matériau est une découverte récente, apparu pour la première fois sur le marché à la Hong Kong Jewellery and Gems Fair en septembre 2015. Une quantité assez importante de cette roche verte a été vendue comme "Maw Sit Sit" extrait du Pakistan, ce qui a immédiatement soulevé de nombreuses questions puisque le seul gisement de Maw Sit sit connu se

trouve en Birmanie. Son aspect est caractérisé par une couleur verte intense due au chrome, et ressemble à s'y méprendre à du Maw sit sit, mais des analyses ont rapidement montré qu'il s'agissait en réalité d'une toute autre matière. Cette "nouvelle" roche complexe et finement grenue a été découverte au Baloutchistan, une zone assez reculée dans l'Ouest du Pakistan (à environ 60 km de la mine de chromite de Bagh, dans le sud du Pays).

Le calcium, élément rare dans le Maw Sit Sit, serait un composant majoritaire dans les échantillons de cette nouvelle roche. Dr H.A. Hänni et ses collègues du SSEF ont déterminé qu'il s'agissait de calcosilicates qui ont remplacé la roche d'origine par processus métasomatique. C'est donc ce qu'on appelle, un skarn. "Sannan Skarn" est l'appellation qui sert à distinguer la matière venant exclusivement de ce gisement pakistanais.

Sa composition minéralogique peut varier en fonction des échantillons étudiés, mais pour l'instant il s'agirait principalement d'hydrogrossulaire, diopside, aégrine, winchite, pectolite, chlorite, natrolite, sodalite, etc... dans des proportions variables. (Franz *et al.*, 2016)



Figure 12 : Bloc brut de Sannan Skarn. Courtesy of Shah Neekmat, Shajeeitl.com

Figure 12: Rough Sannan Skarn. Courtesy of Shah Neekmat, Shajeeitl.com

BIBLIOGRAPHIE

Auteur inconnu, Origins of Sannan Skarn, website : <https://www.shajeeitl.com/>

Auteur inconnu, Maw Sit Sit Masquerade, Gems and Gemology News, September 2016, <https://www.palagems.com/gem-news-2016-09#maw-sit-sit>

BOGUS D. (2019) Chinese jade: exploring folklore, symbolism and legend, shoplc.com, <https://blog.shoplc.com/chinese-jade/>

Carron J.-P. (année inconnue) Amphiboles et Pyroxènes, article paru dans l'encyclopédie *Universalis*.

Cassius-Durant M.-L. (2020) The Many Faces of Jade in Western Jewelry, article paru dans *Jade, The Fifth Pillar of Precious Gems, InColor Magazine*, 47, 48-51.

Franz L., Thye Sun T., Hänni H.A., De Capitani C., Thanasuthipitak T., Atichat W. (2014) A Comparative Study of Jadeite, Omphacite and Kosmochlor Jades from Myanmar, and Suggestions for a Practical Nomenclature, *Journal of Gemology*, 34(3), 210-229.

Franz L., Hänni H.A., Weiz Z. (2016) Sannan Skarn, a new ornamental gemstone from Pakistan, Transcript of the *14th Swiss Geoscience Meeting*, Geneva.

Fritsch E., Ten Wu S.-T., Moses T., McClure S.F. Moon M. (1992) Identification of Bleached and Polymer Impregnated Jadeite, *Gems & Gemology*, Vol. 28(3), p 176-187.

Hughes R. W. Jade buying guide – Jade auction records, Lotus Gemology.

Hughes R. W., Galibert O., Bosshart G., Ward F., Oo T., Smith M., Thye Sun T., Harlow G. E. (2000) Burmese Jade, the inscrutable gem, *Gems et Gemology*, 36(1), 2-25.

Hsu T., Makepeace K., Lucas A., Makepeace N. (2015) The Nephrite Jade Road: Evolution of the Green Nephrite Market, research news, Gemological Institute of America.

Ou Yang C. M., Yen H. (2015, 2019) Fei Cui Jade : A Stone & A Culture, Shangai translating publishing house.

Shaw A. (2020) Contemporary Jade Carving in China, article paru dans *Jade, The Fifth Pillar of Precious Gems, InColor Magazine*, 47, 52-58.



Séminaires & Colloques

UN 25ÈME ANNIVERSAIRE RÉUSSI POUR LA GEMMOLOGIE À POIL
Gemmologie & Francophonie

Abstract

For 25 years now, a merry band of gemologists (header photo) has been meeting every year in Poil, a small village located in the Nièvre region that is part of the association "villages with burlesque names". Originally initiated with a touch of humor by Emmanuel Fritsch, Jean-Pierre Chalain and Franck Notari, with the idea of stripping gemology, this meeting is actually just as serious as friendly. The highlight of the weekend, the famous quiz with 10 stones (concocted by the GGTL), as improbable as impossible, to be recognized in 10 minutes, only using torchlight, and right after a festive dinner. A lot of laughter guaranteed !

Résumé

Depuis maintenant 25 ans, une joyeuse troupe de gemmologues (image d'en-tête) se réunit tous les ans à Poil, petit village de la Nièvre faisant partie de l'association des « communes de France aux noms burlesques ». Initié à l'origine sur un trait d'humour par Emmanuel Fritsch, Jean-Pierre Chalain et Franck Notari, avec l'idée de mettre la gemmologie à poil, ce rendez-vous se veut en réalité aussi sérieux qu'amical. Point d'orgue du weekend, le célèbre quizz avec 10 pierres (concocté par le GGTL), aussi improbables qu'impossibles à découvrir en 10 minutes chrono, à la lumière des lampes torche et en fin d'un dîner festif. Éclats de rire assurés !

Image d'illustration d'article : Photo de groupe annuel devant le panneau du village de Poil. Photo : Christine Jomard-Fritsch.
Header photo: Annual group photo in front of the village of Poil sign. Photo: Christine Jomard-Fritsch.

Les 1 et 2 juillet 2023 se tenait la 25^e édition d'un rendez-vous célèbre parmi les gemmologues francophones européens : La Gemmologie à Poil. Tous les ans depuis de nombreuses années, ce tout petit village du Morvan (dans la Nièvre) voit se réunir un joyeux collectif regroupant 30 à 50 gemmologues venus autant de France, de Suisse, de Belgique que d'Angleterre.

Parmi les rares événements dédiés à la gemmologie francophone, peu peuvent se targuer d'être aussi sérieux que décontractés. Et Poil fait clairement parti du podium.

Venir à Poil (mais habillé ! Chaque année, la même blague revient et continue de nous faire rire, *nda*) requiert un peu d'organisation. Le village, tout petit, n'offre que peu d'hébergements et de possibilité de restauration. En parlant d'organisation, il nous faut absolument citer et remercier Emmanuel Fritsch et Christine Jomard-Fritsch qui coordonnent parfaitement ces deux jours où s'enchaînent une journée de présentations autour de sujets gemmologiques divers et variés, déjeuners du samedi et du dimanche ainsi que le dîner du samedi soir, sans oublier la sortie culturelle du dimanche matin. Dès le vendredi soir, la majorité



Parmi les rares événements dédiés à la gemmologie francophone, peu peuvent se targuer d'être aussi sérieux que décontractés. Et Poil fait clairement parti du podium !

des participants arrive dans la région. Les covoiturages s'organisent depuis Paris, Angers, Bruxelles ou encore Genève. Il faut récupérer ici et là ceux qui arrivent en train, le plus souvent à la gare TGV du Creusot, puis déposer les uns et les autres dans leurs hébergements respectifs. À l'association, nous avons décidé de camper tous ensemble afin de partager ce weekend. L'occasion de nous retrouver puisque nous ne nous étions pas vus depuis GemGenève. Bonne humeur et amitié étaient donc largement convoquées durant ces deux jours.

Après le café et les retrouvailles du samedi matin, place à une journée de mini conférences d'une durée de 15-20 minutes maximum. On se réjouit d'écouter Féodor Blumentritt (GGTL - Figure 1) sur la myrickite, Thierry Pradat sur le chauffage des zircons, Jean-Pierre Gauthier sur des inclusions trapiche, Cassandre Moinard sur le Nanosital (Figure 2), Clara Alliol-Mouton (GGTL) sur les béryls traités, Stefanos Karampelas (LFG- Figure 3) sur les inclusions de grenat dans les corindons, Annabelle Herreweghe (LFG) sur une incroyable alexandrite gemme issue du Musée Mines ParisTech, Bertrand Devouard (Université Aix-Marseille) sur les inclusions des verres naturels, Boris

Figure 1 : Féodor Blumentritt (GGTL Genève) présente un travail de recherche en cours sur la myrickite et autres dérivés du mercure. Photo : Christine Jomard-Fritsch.

Figure 1 : Féodor Blumentritt (GGTL Geneva) presents ongoing research work on myrickite and other mercury derivatives. Photo: Christine Jomard-Fritsch.

Chauviré (GeoGems) sur son voyage en Australie de mai 2023, Vincent Pardieu (VP Consulting) et Léonard Cornuz sur la mine de rubis groenlandaise, Marine Bouvier (Gemmartistic) sur les méthodes de calcul des formules structurales des gemmes. A l'association, nous avons profité du début d'après-midi pour présenter la revue "GEMMES" (Figure 4) et remercier de nombreux auteurs et reviewers présents dans l'assemblée.

Le dîner du samedi soir (Figure 5), organisé par le restaurant "Aux Berges de Thil", fut une vraie réussite. Comme il est coutume à Poil, le quizz clôture la soirée et, cette année, c'est Boris Chauviré qui a remporté cette édition (Figure 6). La sortie du dimanche matin s'est scindée en deux groupes, le premier partant à l'ascension du Mont Beuvray et le deuxième allant à la bourse aux minéraux d'Autun car, c'est bien connu, un gemmologue n'a jamais assez de cailloux ! Alors, vivement la 26e édition !

Figure 2 : Cassandre Moinard présente son travail sur le Nanosital. Photo : Christine Jomard-Fritsch.

Figure 2: Cassandre Moinard presenting her work on Nanosital. Photo: Christine Jomard-Fritsch.

Figure 3 : Stefanos Karampelas, Responsable du laboratoire LFG de Paris, présente un travail sur la caractérisation d'inclusions de grenat dans les corindons. Photo : Christine Jomard-Fritsch.

Figure 3: Stefanos Karampelas, Head of the LFG laboratory in Paris, presenting his work on the characterization of garnet inclusions in corundum. Photo: Christine Jomard-Fritsch.

Figure 4 : Boris Chauviré, Marie Chabrol, Chloé Picard et Martial Bonnet, co-fondateurs de Gemmologie & Francophonie, présentent la revue "GEMMES". Photo : Christine Jomard-Fritsch.

Figure 4: Boris Chauviré, Marie Chabrol, Chloé Picard and Martial Bonnet, co-founders of Gemmologie & Francophonie, presenting the journal "GEMMES". Photo: Christine Jomard-Fritsch.

Figure 5 : Le dîner du soir. Une des tables composée de Chloé Picard, Marine Bouvier, Annabelle Herreweghe (LFG), Dominique Dufermont, Fabienne Thevenet et Quentin Dartois (LFG). Photo : Christine Jomard-Fritsch.

Figure 5: Evening dinner. One of the tables made up of Chloé Picard, Marine Bouvier, Annabelle Herreweghe (LFG), Dominique Dufermont, Fabienne Thevenet and Quentin Dartois (LFG). Photo: Christine Jomard-Fritsch.

Figure 6 : Boris Chauviré (GeoGems), vainqueur du quizz de la 25e édition, remporte le prix des mains de Christine Jomard-Fritsch et Emmanuel Fritsch. Photo : Féodor Blumentritt.

Figure 6: Boris Chauviré (GeoGems), won the first price, delivered by Christine Jomard-Fritsch and Emmanuel Fritsch. Photo: Féodor Blumentritt.



On partage !

La rédaction partage ses coups de cœur / intérêt 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 !

Nouveau lieu à ne pas manquer



L'École des Arts Joailliers s'installe le 6 octobre, Grands Boulevards à l'Hôtel de Mercy-Argenteau - **16 bis, bd Montmartre, 75009 Paris.**

Une grande exposition inaugurale aura lieu, sur le thème : "Bijoux de scène de la Comédie Française".

Celle-ci réunit cent-vingt accessoires, œuvres d'art et documents. Sujet totalement inédit. Et en plus l'entrée aux expositions est gratuite bien sûr ! Un incontournable pour cette rentrée, surtout qu'elle est temporaire.

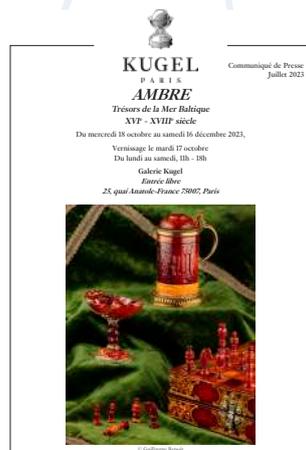
<https://www.lecolevancliefarpels.com/fr/fr/un-nouveau-lieu-pour-lecole-paris>



Ambre - Trésors de la Mer Baltique



La galerie Kugel présentera du 18 octobre au 16 décembre 2023, une merveilleuse collection d'objets d'art en ambre. Ces derniers retracent une histoire allant du XVIe au XVIIIe. Une exposition à ne surtout pas manquer ! - **Galerie Kugel 25, quai Anatole - Paris** <https://www.galeriekugel.com/expositions/ambre/>



Le musée des passions

De passage en Suisse ? Ne manquez pas Lucerne, sa vieille-ville, son Kapellbrücke (pont en bois couvert), et son musée des gemmes ! Nous avons toujours quelque chose à apprendre sur la formation des gemmes et l'origine de leur couleur et voici le lieu dédié ! - **Schwanenplatz 7, 6004 Luzern.** Ouvert du mercredi au samedi de 9h à 16h.

<https://www.gubelin.com/cms/en/the-house/the-gubelin-gem-museum/>

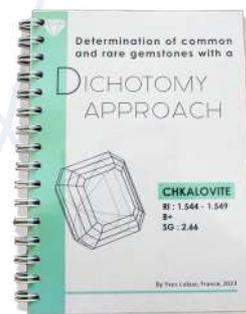


Le mariage de l'année

Rolex a racheté fin août son principal détaillant Bucherer qui exploite plusieurs boutiques en Suisse et en France, également en Allemagne, Autriche, Angleterre et Danemark. La marque à la couronne souhaiterait réguler son marché gris et la spéculation qui le caractérise.

<https://www.letemps.ch/economie/horlogerie-joaillerie/rolex-bucherer-le-mariage-de-l-annee-en-questions>

L'outil réédité



Parce que chez nous on aime les livres, on vous en parle et on vous en écrit. Le manuel de détermination des pierres taillées a profité d'une petite remise en forme en 2021 et est maintenant disponible en anglais. Les deux manitous Pr. Lasnier et Pr. Fritsch en ont rédigé la préface et ne tarissent pas d'éloges.

<https://www.mineralogie.club/manuel-de-gemmologie-y-lulzac>

GEMQUIZZ



ÉCHANTILLON 1
« IMITATION AMBRE »

Quartz rubassé teinté



ÉCHANTILLON 2
« DOUBLET #971 »

Triplet-émail verre/quartz



ÉCHANTILLON 3
« DOUBLET BIZARRE »

Doublet-émail spinelle
synthétique Verneuil



Le premier jeu de société "trivia" sur la gemmologie !

L'association **Gemmologie & Francophonie** est ravie de vous présenter **GEMMOPURSUIT**.

Quel élève de gemmologie n'a jamais rêvé de pouvoir **apprendre** et **réviser** ses cours de façon plus ludique ? Et un jour, peut-être, retenir la formule chimique de la tourmaline, ou bien le système cristallin de l'eudyalite. Ou bien juste se **challenger** entre amis, collègues et professeurs afin de tester ses **connaissances gemmologiques** dans une ambiance **détendue et conviviale** !

C'est pour toutes ces raisons que l'association Gemmologie & Francophonie a décidé de lancer ce nouveau projet palpitant.

Si vous souhaitez prendre part à cette aventure *gemmaologiquement astique* et recevoir en avant première **GEMMOPURSUIT**, participez à la cagnotte du projet qui sera dévoilée sous peu sur les réseaux sociaux de l'association !



MERCI DE VOTRE LECTURE
PROCHAINE PARUTION AU PRINTEMPS
2024

