

Le monde merveilleux des pierres précieuses

par

Jacques Deferne & Nora Engel



Couronne de Louis XV (Musée du Louvre)

Petit avertissement

Ce petit ouvrage n'est pas un traité de gemmologie destiné aux spécialistes de la joaillerie, mais plutôt une invitation à la découverte de ce monde fascinant et mystérieux qu'est celui des pierres précieuses.

Il s'adresse aux curieux de la nature, aux amateurs de minéraux et à toutes les femmes qui rêvent des bijoux qu'elles voudraient qu'un prince charmant leur offre en gage de leur amour !

Le club très fermé des pierres précieuses

Pour entrer dans le club très fermé des pierres précieuses, un minéral doit posséder les trois qualités suivantes :

- *La beauté* qui fascine l'œil de l'observateur soit par une couleur profonde, un éclat particulier, un effet optique spécial, chatoyance, iridescence, opalescence, astérisme.
- *L'inaltérabilité*, qui grâce à la résistance aux frottements mécaniques et à une insensibilité aux agents chimiques en garantit la durabilité et la pérennité dans le temps.
- *La rareté* qui lui confère la qualité d'objet convoité, donc coûteux, et en fait un symbole de richesse et de puissance.

La convoitise humaine est telle qu'il s'établit inmanquablement une hiérarchie entre les **pierres précieuses** basée sur leur prix. Au sommet de cette échelle brillent le diamant, le rubis, le saphir et l'émeraude.

Vers le bas, nous trouvons de nombreux minéraux qualifiés de **pierres fines**, parmi lesquelles figurent les grenats, le spinelle, l'aigue-marine, la topaze, la tourmaline, l'améthyste et bien d'autres encore dont certaines peuvent d'ailleurs atteindre des prix élevés.

Il n'y a pas une frontière précise qui délimite le domaine des pierres précieuses de celles qui en sont exclues. En effet, la notion de beauté est fondée sur des jugements subjectifs et il n'est pas possible de fixer arbitrairement des valeurs limites de propriétés physiques qui permettraient de tracer une telle frontière.

Il y a encore de nombreux autres minéraux qui, bien que n'étant pas susceptibles d'être facettés, sont tout de même esthétiquement intéressants sous forme de cabochons ou d'objets polis. On leur réserve alors le nom de **pierres ornementales**.

Sous le nom de **pierres de collection**, on trouve encore tous les minéraux qui, taillés, présentent un côté esthétique certain, mais qui ne répondent pas nécessairement aux critères d'inaltérabilité ou de rareté. Ce sont des pierres taillées qui restent dans les écrins de collectionneurs et qui, par leur fragilité, ne sont pas montées en bague ou en pendentif.

Les pierres précieuses sont des minéraux

Les pierres précieuses, les pierres fines et les pierres ornementales sont des minéraux. Ou du moins presque toutes. En effet, quelques productions du monde vivant peuvent être considérées comme des gemmes. Parmi celles-ci, citons la nacre, les perles, le corail, l'ivoire ou l'ambre.

La gemmologie, science des pierres précieuses, est une partie de la minéralogie limitée aux espèces minérales susceptibles de répondre aux trois critères énoncés plus haut.

Fascination des pierres précieuses

Aussi loin qu'on peut remonter dans l'Histoire et même dans la Préhistoire, l'Homme a remarqué que certaines pierres se distinguaient des autres par leur aspect insolite, couleur, brillance, éclat, chatolement particulier. Très tôt, elles ont joué le rôle de talisman et on leur a même attribué des vertus curatives ou protectrices. Elles ont été aussi les emblèmes des mois, des planètes ou encore des signes du Zodiaque.

*Pierres précieuses associées
aux signes du Zodiaque*

	Verseau	turquoise, oeil-de-faucon
	Poisson	améthyste
	Bélier	cornaline, jaspe rouge
	Taureau	quartz rose, cornaline
	Gémeaux	citrine, oeil-de-tigre
	Cancer	chrysoprase
	Lion	crystal de roche
	Vierge	citrine, agate jaune
	Balance	quartz fumé, citrine orange
	Scorpion	cornaline rouge, sardoine

La convoitise universelle en a fait tout naturellement le symbole de la richesse et de la puissance et leur a même conféré parfois une valeur d'échange très supérieure à celle de l'or pour certaines d'entre elles. Thésaurisées au même titre que l'or, elles font partie des trésors des rois, des nobles et des riches bourgeois.

Les pierres précieuses, symboles du pouvoir



La couronne d'Angleterre et le diamant l'Etoile d'Afrique (530 carats)

Minéralogiste, gemmologiste, bijoutier

Lorsqu'un minéralogiste parle de béryl, le gemmologiste voudra savoir s'il s'agit d'émeraude, d'aigue-marine, d'héliodore ou de morganite. Là où il voit un corindon, le gemmologiste espère un rubis ou un saphir.

En effet, beaucoup de pierres précieuses ne sont que des variétés particulières d'une même espèce minérale, variétés remarquables par leur couleur ou par un effet optique inhabituel. Le gemmologiste et le minéralogiste parlent des mêmes objets, mais souvent avec un vocabulaire différent.

La minéralogie, qui exige la connaissance de la géologie, de la chimie, de la cristallographie et de l'optique cristalline, est une science qui nécessite des études approfondies, alors que la gemmologie a été longtemps une pratique de gens qui ignoraient presque tout des bases de la minéralogie, en particulier de l'optique cristalline. Les gemmologistes d'aujourd'hui ont pris conscience de ces lacunes et, sur le plan scientifique, leur formation est beaucoup plus rigoureuse qu'autrefois.

Espèce minérale (langage du minéralogiste)	Variété (langage du gemmologiste)
Corindon, Al_2O_3	Rubis (rouge), saphir (bleu).
Béryl, $Be_3Al_2Si_6O_{18}$	Émeraude (vert), aigue-marine (bleu pâle), héliodore (jaune), morganite (rose).

Il n'y a pas si longtemps, certains bijoutiers, par manque de connaissances minéralogiques, semaient la confusion dans l'esprit des acheteurs en qualifiant de topaze orientale le corindon jaune, de rubis de Ceylan un grenat rouge ou encore de diamant de Bohême du simple quartz ! Heureusement aujourd'hui, ces confusions ne sont plus que de l'histoire ancienne.

La beauté d'une gemme dépend de ses caractères optiques

La couleur, la transparence, l'éclat, le feu, termes qui désignent l'apparence d'une pierre précieuse, dépendent de l'interaction de la lumière avec le minéral. Sans lumière, on ne parlerait pas de pierres précieuses. Ce sont ces effets qui constituent la beauté d'une gemme. L'absorption plus ou moins sélective de la lumière par une gemme détermine sa transparence, son opacité et sa couleur.

Quant à l'indice de réfraction, il est responsable de l'éclat du minéral, c'est-à-dire de son aspect plus ou moins brillant ou terne. C'est aussi la variabilité de l'indice de réfraction suivant la couleur qui est responsable de la dispersion, phénomène analogue à l'arc-en-ciel et qu'on peut observer en particulier dans les diamants. C'est ce qu'on appelle **le feu** d'une pierre.

Les fines inclusions qui troublent parfois la transparence des pierres leur confèrent des effets lumineux intéressants : **opalescence**, **iridescence** ou encore présence d'un **astérisme**.

L'indice de réfraction

C'est un nombre sans unité qui exprime le rapport de la vitesse de la lumière dans l'air à celle mesurée à l'intérieur du minéral :

$$n = \frac{\text{vitesse de la lumière dans l'air}}{\text{vitesse de la lumière dans le minéral}}$$

L'indice de réfraction est responsable de la déviation des rayons lumineux à la limite de séparation de deux milieux d'indices différents.

La couleur

La couleur est le caractère utilisé en premier lieu dans la description des pierres précieuses. Les espèces minérales qui présentent toujours une même couleur sont peu fréquentes. Il faut donc être prudent et bien prendre conscience que la couleur de la plupart des minéraux est essentiellement variable et qu'elle peut être provoquée par des causes très différentes.

Quatre facteurs peuvent être à l'origine de la coloration d'un minéral :



1. Un des éléments chimiques constitutifs du minéral est *chromatophore*¹. Le minéral possède alors toujours sa couleur propre. Ainsi le cuivre colore les minéraux en vert ou en bleu, le manganèse en rouge violet, le lithium en rose rouge et le magnésium associé au fer provoque une coloration vert jaune.

colorant	couleur	gemme	formule chimique
Cuivre	vert	malachite	$Cu_2CO_3(OH)_2$
	bleu	azurite	$Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$
	bleu-vert	turquoise	$CuAl_6(PO_4)_4(OH)_8 \cdot 5H_2O$
Lithium	rose	elbaïte	$Na(Li,Al)_3Al_6(BO_3)_3Si_6O_{18}(OH)_4$
Manganèse	rose	rhodonite	$MnSiO_3$
	rose	rhodochrosite	$MnCO_3$
	orange	spessartine	$Mn_3Al_2Si_3O_{12}$
Chrome	vert	ouvarovite	$Ca_3Cr_2Si_3O_{12}$

Couleur conférée par un éléments chimique chromatophore



Malachite colorée par le cuivre

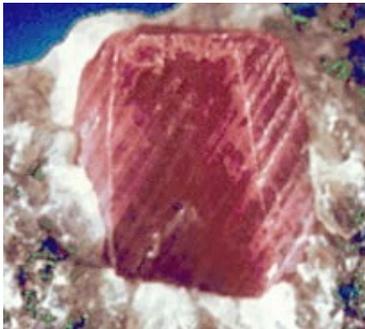


Rhodochrosite colorée par le manganèse

¹ Littéralement "porteur de couleur"

2. D'infimes traces d'un élément chromatophore sont dispersées dans le réseau cristallin d'un minéral habituellement incolore. Une même espèce minérale peut donc présenter des couleurs différentes suivant la nature de l'impureté. Corindon teinté en rouge par des traces d'oxyde de chrome (rubis) ou en bleu par des traces d'oxydes de titane et de fer (saphir).

<i>Minéraux habituellement incolores mais colorés par des impuretés</i>				
<i>minéral</i>	<i>comp. chim.</i>	<i>variété</i>	<i>couleur</i>	<i>élément</i>
<i>Corindon</i>	<i>Al₂O₃</i>	<i>rubis</i>	<i>rouge</i>	<i>chrome</i>
		<i>saphir bleu</i>	<i>bleu</i>	<i>titane et fer</i>
		<i>saphir vert</i>	<i>vert</i>	<i>fer</i>
<i>Spinelle</i>	<i>MgAl₂O₄</i>	<i>spinelle rouge</i>	<i>rouge</i>	<i>chrome</i>
		<i>spinelle bleu</i>	<i>bleu</i>	<i>fer</i>
<i>Béryl</i>	<i>Be₃Al₂Si₆O₁₈</i>	<i>émeraude</i>	<i>vert</i>	<i>chrome</i>
		<i>aigue-marine</i>	<i>bleu</i>	<i>fer</i>



Rubis



Spinelle rouge



Émeraude

3. De fines inclusions de minéraux étrangers modifient la coloration d'un minéral habituellement incolore. Quartz teinté en vert par de fines inclusions de chlorite ou en rouge foncé par des inclusions d'hématite.



Quartz coloré en vert par des inclusions de chlorite, Thusis, Grisons.

4. La perturbation du réseau cristallin d'un minéral exposé pendant des millions d'années à la radioactivité naturelle de la roche peut provoquer l'apparition de teintes inhabituelles. L'exemple le plus connu est celui du quartz fumé dont la teinte brune plus ou moins foncée a été provoquée par la très faible radioactivité du granite dans lequel il a séjourné durant plusieurs millions d'années. Cette coloration disparaît lorsqu'on chauffe le minéral et il ne reprend plus sa couleur une fois refroidi. Par contre on peut "fumer" artificiellement un quartz incolore en le soumettant à une irradiation artificielle, dans des accélérateurs de particules.



Quartz fumé



Améthyste

Les gemmologistes utilisent aussi des qualificatifs imagés pour décrire les couleurs : rouge "*sang de pigeon*" qualifie la couleur des rubis les plus recherchés, "*madère*" désigne le brun rose des belles topazes, alors que "*lie-de-vin*" est réservé au grenat almandin de bonne qualité.

La couleur peut être analysée plus scientifiquement au moyen du spectromètre, appareil qui permet de préciser quelles sont les radiations qui sont absorbées sélectivement par la gemme.

Pour un œil exercé, la qualité de l'éclairage joue un rôle important car le spectre lumineux du soleil n'est pas identique au spectre fourni par un éclairage artificiel. L'importance de l'éclairage est remarquablement mise en évidence par l'alexandrite, une variété de chrysobéryl, qui paraît verte à la lumière du jour, mais rouge à la lumière d'une ampoule incandescente.

L'éclat

L'éclat d'une pierre précieuse est une appréciation un peu subjective qui dépend surtout de son pouvoir réflecteur, mais aussi de son degré d'opacité et de la manière dont il diffuse la lumière.

Le pouvoir réflecteur est la proportion de lumière réfléchi par rapport à la quantité de lumière reçue.

$$\text{Pouvoir réflecteur} = \frac{\text{quantité de lumière réfléchi}}{\text{quantité de lumière incidente}}$$

Pour les minéraux transparents, le pouvoir réflecteur est toujours assez faible et ne dépend que de l'indice de réfraction. Les lois qui régissent le pouvoir réflecteur des minéraux opaques sont plus complexes. Ils présentent parfois des pouvoirs réflecteurs très élevés.

L'éclat gras ou vitreux correspond à un pouvoir réflecteur faible (quartz, béryl, tourmaline), l'éclat adamantin caractérise les minéraux au pouvoir réflecteur plus élevé (cassitérite, diamant). La nature de la surface du minéral ou la présence d'inclusions microscopiques peut modifier l'éclat, et il existe toute une série de qualificatifs pour décrire l'éclat : résineux, laiteux, opalescent, terreux, soyeux, terne, etc...

Appréciation de l'éclat des minéraux				
Minéraux transparents			Minéraux opaques	
éclat	pouv. réflect.	indice réfr.	éclat	pouv. réflect.
gras	< 5 %	1.3 à 1.5	submétallique	8 à 20 %
vitreux	5 à 10 %	1.5 à 1.8	métallique	20 à 50 %
subadamantin	10 à 15 %	1.8 à 2.2	supermétallique	> 50 %
adamantin	> 15 %	>2.2		

Le pléochroïsme

Les minéraux sont anisotropes. Cela signifie que leurs propriétés physiques varient légèrement suivant la direction d'observation. Le pléochroïsme se manifeste par une variation de couleur suivant la direction d'observation. Ce phénomène s'observe habituellement à travers un filtre polarisant¹. La tourmaline présente souvent un pléochroïsme prononcé. Dans le cas de la cordiérite, le phénomène est si intense qu'il peut être observé sans filtre polaroïd. À cause de cette particularité, on l'appelait autrefois "dichroïte".

Effets lumineux particuliers

La chatoyance se manifeste par l'apparition d'une fine bande lumineuse qui traverse toute la pierre, faisant penser à la pupille allongée de l'œil du chat.

Cet effet est provoqué par la présence dans la gemme, de nombreux canaux allongés très fins, parallèles les uns aux autres. La taille en cabochon permet d'accentuer cet effet, et les lapidaires s'arrangent alors pour que la bande lumineuse corresponde à l'allongement de la pierre. On parle alors d'**œil-de-chat**.

L'astérisme est caractérisé l'apparition d'une étoile lumineuse, généralement à six branches, plus rarement à quatre ou à douze branches. Cet effet est provoqué par des inclusions d'aiguilles microscopiques - très souvent du rutile - toutes orientées parallèlement à plusieurs directions disposées en un réseau imposé par la symétrie du minéral hôte. Elles provoquent des réflexions complexes de la lumière qui font alors apparaître l'effet d'astérisme.



Chrysobéryl:
œil-de-chat



Saphir étoilé :
astérisme à 6 branches



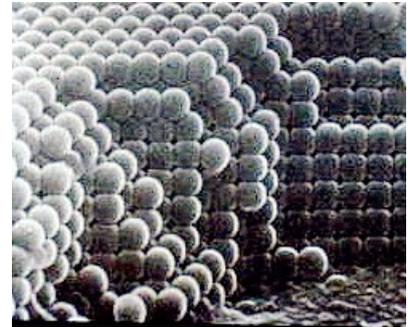
Diopside étoilé :
astérisme à 4 branches

¹ On peut utiliser les lunettes dites "polaroïd" qui sont des filtres polarisants.

L'iridescence et **l'opalescence** sont des phénomènes basés sur l'interférence de la lumière causée par la présence de lamelles dont l'épaisseur est de même ordre de grandeur que la longueur d'onde de la lumière. Suivant l'épaisseur de ces lamelles certaines couleurs sont renforcées, d'autres éliminées. Ces phénomènes sont observables sur la pierre de lune, une variété d'orthose, et sur la labradorite.

Le cas de l'opale est particulier : ce sont des myriades de sphérules de silice qui s'alignent et s'empilent au sein de la matière et qui provoquent les interférences lumineuses caractéristiques de ce minéral.

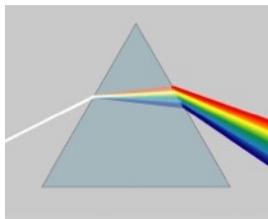
Empilement de sphérules de silice au sein de l'opale



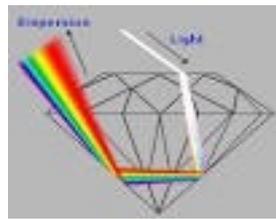
Le feu des pierres

L'indice de réfraction varie suivant la longueur d'onde de la lumière. La lumière blanche est constituée de l'association d'une multitude de rayons colorés, chacun obéissant à une longueur d'onde particulière. Ainsi, chacun de ces rayons lumineux colorés est dévié avec un angle légèrement différent lorsqu'il traverse un prisme de verre. C'est le phénomène bien connu de l'arc-en-ciel. Les minéralogistes parlent de la "dispersion de la lumière".

Dispersion de la lumière dans un corps transparent



Dispersion de la lumière dans un prisme



Dispersion de la lumière dans une pierre taillée



De la même manière, la lumière blanche qui pénètre dans une pierre taillée est plus ou moins dispersée par celle-ci en de nombreux rayons monochromatiques. Le phénomène se manifeste par des éclats colorés qui semblent être émis par la pierre elle-même. C'est ce qu'on appelle les **feux de la pierre**.

L'inaltérabilité

L'inaltérabilité d'un minéral - les gemmologistes parlent de durabilité - repose essentiellement sur trois propriétés : sa dureté, sa ténacité et son insensibilité aux agents chimiques.

La dureté d'un minéral reflète la résistance opposée par sa structure cristalline aux efforts mécaniques. Pratiquement, c'est la résistance à la rayure. Un minéral qui peut rayer un autre minéral est plus dur que ce dernier. La mesure de la dureté est empirique et se fait par comparaison avec 10 minéraux de référence qui constituent l'échelle de dureté dite de Mohs.

Pour préserver l'intégrité d'une pierre montée sur une bague ou sur un collier et éviter qu'elle ne se raye, il faut que sa dureté soit supérieure à celle de tous les objets avec lesquels elle pourrait être en contact. Pratiquement il est souhaitable qu'elle ait une dureté égale ou supérieure à 7.

Échelle de dureté dite de Mohs

1. talc	6. orthose
2. gypse	7. quartz
3. calcite	8. topaze
4. fluorine	9. corindon
5. apatite	10. diamant

Dureté de quelques gemmes usuelles

diamant	10	topaze	8	améthyste	7
rubis	9	émeraude	7.5	agate	6.5 à 7
saphir	9	aigue-marine	7.5	péridot	6.5 à 7
chrysobéryl	8.5	almandin	7.5	lapis-lazuli	5 à 6
spinnelle	8	tourmaline	7.5	turquoise	5 à 6

Il faut prendre garde de ne pas confondre la dureté avec la **ténacité** qui est la résistance aux chocs. Le diamant qui est le plus dur de tous les minéraux se brise facilement lorsqu'il subit un choc.

Un autre critère de durabilité est bien évidemment une totale insensibilité face aux agents chimiques les plus fréquents dans notre environnement. La plupart des gemmes sont des oxydes ou des silicates, classes de minéraux habituellement résistants aux agressions chimiques.

De la pierre brute à la pierre taillée

La taille d'une pierre précieuse est effectuée par un lapidaire. Elle a pour but de mettre en valeur son éclat, sa transparence, sa pureté et sa couleur. Dans l'Antiquité, on se contentait de polir les faces naturelles ou de confectionner des cabochons arrondis. Ce n'est qu'à partir du XIV^e siècle que la technique de la taille a commencé à se développer. Le choix de la forme de la taille d'une pierre brute est dicté par le souci de souligner toutes ses qualités potentielles tout en conservant le maximum de poids.

Principe physique de la taille

La base de la technique consiste à user la pierre brute, pour faire apparaître des facettes, sur une meule plate enduite d'une poudre abrasive plus dure que la gemme qu'on souhaite tailler. Parmi les poudres abrasives utilisées mentionnons l'émeri (poudre de corindon) ou la poudre de diamant.

Conseils pour observer les gemmes

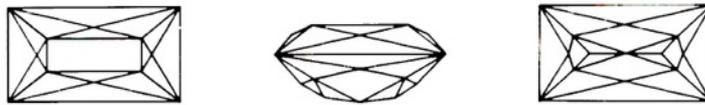
- pour bien percevoir la couleur, les observer à la lumière du jour, mais pas au soleil,
- pour percevoir l'éclat, le feu ou d'autres effets spéciaux, les observer avec une source lumineuse ponctuelle, lampe halogène, par exemple,
- pour percevoir un éventuel pléochroïsme, les observer à travers un filtre polarisant (les lunettes Polaroid par exemple) en faisant tourner la pierre sur elle-même.

Avant toute chose, le lapidaire étudie soigneusement la pierre brute pour déterminer la forme la plus appropriée, forme qui permettra d'éliminer les parties qui comportent des défauts, tout en conservant un maximum de poids. Il favorisera certaines orientations, afin d'accentuer des phénomènes optiques particuliers (astérisme, chatoyance).

La première face obtenue constitue la "table", c'est-à-dire la face supérieure de la pierre. Le lapidaire colle cette première facette sur une tige appelée "dop". C'est en orientant de manière précise le dop par rapport au disque abrasif qu'il obtient successivement toutes les autres facettes.

On commence généralement par une opération appelée **ébrutage** qui consiste à obtenir une forme arrondie du brut. Elle précède l'ébauchage qui est l'entaillage des facettes. La taille proprement dite s'effectue avec une poudre relativement grossière. Pour le polissage final, on utilise des poudres ultra-fines.

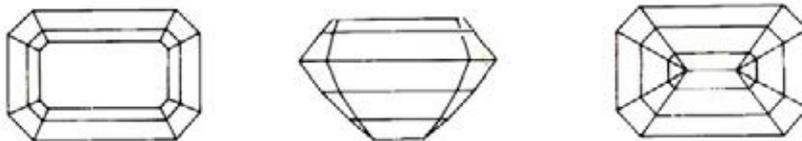
Quelques tailles classiques



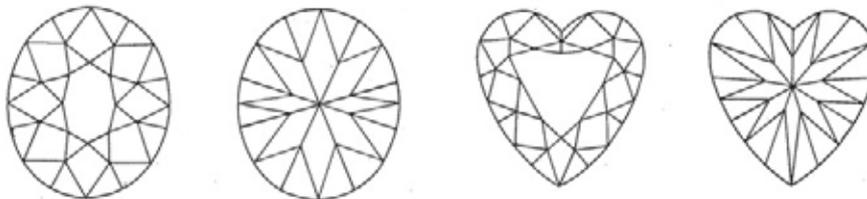
Taille "ciseaux"



Taille "brillant" à 56 facettes



Taille "émeraude" ou "à gradins"



Taille ovale

Taille "coeur"

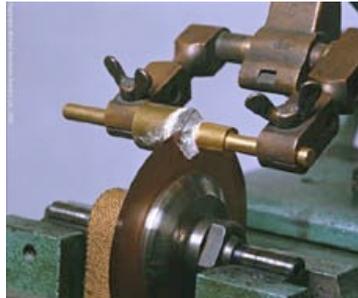
Taille du diamant

La taille du diamant est un peu particulière : on calcule les angles de taille de façon à multiplier les réflexions de la lumière à l'intérieur de la pierre, afin d'amplifier la dispersion des couleurs. Les formes de taille traditionnelle en "brillant" sont bien définies.

Le diamant brut est souvent bien cristallisé et une de ses formes les plus courantes est l'octaèdre. Par ailleurs, le diamant possède la propriété de se cliver en octaèdres. Si la pierre brute n'est pas octaédrique, le spécialiste commence par la cliver pour obtenir cette forme, car c'est à partir de cette dernière qu'il va préparer la taille du diamant.



Clivage d'un diamant



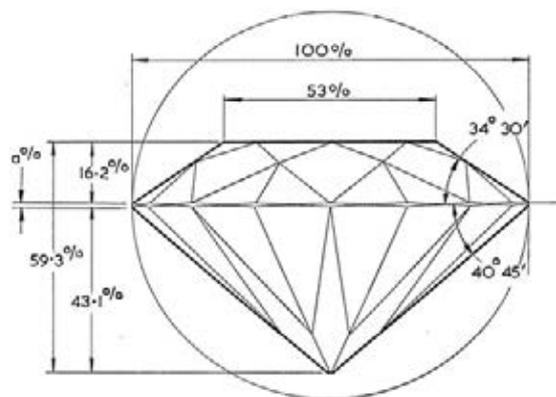
Sciage d'un octaèdre



Facettage et polissage

On peut définir aussi l'octaèdre comme étant constitué de deux pyramides de section carrée accolées par leur base. On commence justement par scier le diamant parallèlement à cette base pour obtenir deux demi-octaèdres. Ce plan de sciage constituera plus tard la table de chacune des deux pierres. La suite des opérations s'effectue comme pour les autres gemmes.

C'est l'optique cristalline qui a permis d'effectuer les calculs qui ont abouti à la forme de taille du diamant la plus appropriée pour mettre en valeur sa beauté. Vers 1940, un physicien nommé W. Epler, se fondant sur les travaux de ses prédécesseurs, a défini une forme de taille idéale (la taille Epler).



Un peu d'histoire de la taille

On n'a commencé à tailler des gemmes que tardivement, mais le procédé de l'intaille était connu dès l'Antiquité. On a trouvé des pierres gravées dans des fouilles datant d'avant l'ère chrétienne.

Au Moyen Âge, des diamants façonnés provenant des Indes sont arrivés en Europe. Ils avaient des formes d'octaèdre ou de demi-octaèdre. En effet, bien qu'étant le minéral le plus dur qui existe, le diamant est paradoxalement fragile. Si on exerce sur lui un effort mécanique, il peut se casser et se débiter en petits octaèdres. Et ainsi, les diamantaires pratiquaient le clivage des diamants pour faire apparaître des faces parfaitement brillantes. Au XIVe siècle, les premiers diamants taillés en forme de "rose" font leur apparition.

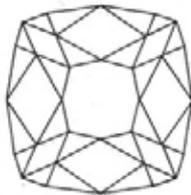
Quelques tailles classiques du diamant



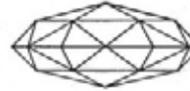
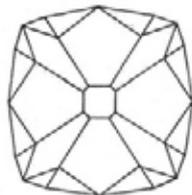
Taille "poire"



Taille "navette" ou "marquise"



Taille "Old Miner"



Tailles roses hollandaises,
simple et double

La rareté

Les pierres précieuses ne se rencontrent que dans certains environnements. La rareté d'une gemme est appréciée en fonction de sa disponibilité sur le marché.

En amont de la table des marchands se situent les gisements et leur exploitation. La plupart des gemmes sont exploitées dans des pays lointains tels l'Inde, le Brésil, Madagascar, la Thaïlande, la Birmanie, l'Afrique du sud et divers pays africains. Les mines se situent dans des environnements géologiques bien particuliers.

Où trouve-t-on les pierres précieuses ? ¹

Les conditions favorables à la formation des minéraux dépendent des processus géologiques qui, au cours des temps, modifient l'aspect de la partie superficielle de notre planète.

Dans les roches éruptives

Les masses magmatiques qui se refroidissent lentement en profondeur donnent naissance aux roches éruptives dont le représentant le plus répandu est le **granite**. La cristallisation simultanée de la plus grande partie des minéraux confère à la roche un aspect granulaire. Il est donc rare de rencontrer dans ces roches des minéraux de qualité gemme aux formes bien développées.

¹ Pour plus de détails, consultez le chapitre "Les minéraux dans leur environnement" dans la publication "Au coeur des minéraux".

Dans les pegmatites

Dans les parties marginales des roches éruptives on trouve souvent les **pegmatites** qui résultent de la cristallisation des fluides les plus solubles. Ces roches sont riches en bore, fluor, phosphore, béryllium, lithium et divers autres éléments chimiques peu fréquents. On y rencontre souvent des minéraux de grandes tailles. En plus de ses constituants courants, quartz, feldspath, mica, on trouve parfois des minéraux occasionnels : tourmaline, topaze, béryl, spodumène, zircon, cassitérite, wolframite et d'autres espèces encore toutes fort appréciées des collectionneurs.

Dans les filons hydrothermaux

Après la formation des pegmatites, les liquides résiduels, les **solutions hydrothermales** qui renferment encore de nombreux éléments dissous, s'accumulent sous forme de filons dans les fractures des roches encaissantes. Leur pression et leur température diminuent au fur et à mesure qu'elles se rapprochent de la surface de la croûte terrestre. Elles déposent sur les parois des fissures une succession de minéraux qui constituent les filons hydrothermaux. La température de formation des minéraux décroît au fur et à mesure que l'on s'éloigne du massif magmatique originel.



Pegmatite, Brésil

Ce bloc mesure environ un mètre de largeur. On distingue de gros cristaux d'orthose et, en noir, une section d'un cristal de tourmaline.

Il n'y a pas une coupure bien franche entre les pegmatites et les minéraux filoniens de haute température. On peut donc trouver dans ces derniers quelques mêmes minéraux que ceux des pegmatites, la topaze et la tourmaline par exemple.

Le quartz est fréquemment présent sous forme de cristal de roche limpide dans les filons de haute température, de quartz laiteux dans ceux de moyenne température et de calcédoine dans les parties les plus froides.

<i>Principaux minéraux et gemmes des pegmatites</i>	
<i>abondants</i>	<i>microcline (parfois var. amazonite), albite en feuillets (var. cleavelandite), quartz, muscovite, biotite, phlogopite.</i>
<i>fréquents</i>	<i>béryl, tourmaline noire, apatite, grenats.</i>
<i>occasionnels</i>	<i>tourmaline colorée, chrysobéryl, topaze, lépidolite, spodumène, zircon, cassitérite, monazite, amblygonite, fluorine, cryolite.</i>

Dans les laves

Les roches volcaniques sont issues des magmas qui, au lieu de cristalliser très lentement en profondeur, ont atteint la surface de la croûte terrestre. Les éléments volatils, en s'échappant brutalement, sont responsables de l'activité explosive du volcan. Une fois dégazées, **les laves** s'écoulent plus tranquillement en coulées qui se solidifient rapidement.

Les minéraux des laves sont toujours mal formés et rarement visibles à l'oeil nu. Il arrive parfois qu'on y trouve des minéraux plus gros, qui étaient déjà formés dans le magma avant qu'ils n'atteignent la surface, comme la leucite, l'augite, plus rarement le périclase.

Mentionnons encore une roche éruptive peu courante, la kimberlite, qui se présente sous forme de culots volcaniques cylindriques qui s'enfoncent dans les profondeurs de la croûte terrestre. Aucun appareil volcanique externe ne leur est associé. C'est la roche mère du diamant.

Dans les roches superficielles

L'eau de pluie qui s'infiltré dans les roches superficielles contient, à l'état dissous, de l'oxygène, de l'acide carbonique et d'autres substances qui lui confèrent un pouvoir oxydant et dissolvant important. Au-dessus du niveau hydrostatique (limite du niveau de l'eau dans un puits), l'eau circule rapidement, dissout les minéraux les plus solubles, laissant intacts les minéraux chimiquement stables. Des réactions chimiques complexes contribuent à la formation de nouvelles espèces minérales fortement enrichies en oxygène. Pour cette raison on appelle cette zone, zone d'oxydation.

<i>Quelques gemmes de la zone d'oxydation des gîtes métallifères</i>		
<i>Métal</i>	<i>Minéral primaire</i>	<i>zone d'oxydation</i>
<i>Cuivre</i>	<i>chalcopryrite</i>	<i>malachite, diopside, azurite,</i>
<i>Fer</i>	<i>magnétite</i>	<i>hématite,</i>
<i>Manganèse</i>	<i>manganite</i>	<i>rhodochrosite.</i>

En surface, les minéraux résiduels non dissous par les eaux superficielles s'accumulent sur place ou, entraînés par le ruissellement, rejoignent les *alluvions* des cours d'eau. C'est ainsi que les grains de quartz libérés par la destruction des roches granitiques produisent le sable des rivières, des lacs et des océans. Certains minéraux insolubles, de dureté plus élevée et plus denses que les autres, et qui, bien souvent, n'existent qu'en faible quantité dans leur

gisement originel, sont concentrés par gravité dans les alluvions, constituant des **gisements secondaires** alluvionnaires fort recherchés. Ce sont les "minéraux lourds" que les prospecteurs retrouvent au fond de leur batée.

<i>Gemmes exploitées dans les alluvions</i>	
<i>Eléments</i>	<i>diamant.</i>
<i>Oxydes</i>	<i>rutile, corindon (rubis & saphir), spinelle.</i>
<i>Silicates</i>	<i>topaze, zircon, tourmaline, grenats.</i>

Dans les roches sédimentaires

Dans les roches sédimentaires, divers minéraux peuvent se former par des mécanismes chimiques ou biologiques complexes. On peut trouver dans ces conditions la pyrite, la marcassite, l'hématite, la calcédoine, l'opale et la turquoise.

Dans les roches métamorphiques

Lorsqu'une roche est soumise à une augmentation de pression et de température, au contact d'une intrusion magmatique ou à la suite d'un enfouissement profond sous d'autres roches, elle subit une métamorphose - que les géologues appellent **métamorphisme** - qui fait apparaître un nouvel assemblage minéralogique au détriment de celui qui existait auparavant. Ce sont les roches métamorphiques.

Les minéraux qui se forment dépendent, d'une part de la composition minéralogique originale de la roche et, d'autre part, de l'intensité du métamorphisme. Ce sont dans ces roches qu'on peut rencontrer occasionnellement le rubis, le saphir, l'émeraude, les grenats, la néphrite et la jadéite.

L'Homme peut imiter les gemmes et même les fabriquer

Aujourd'hui, l'Homme sait fabriquer en quelques jours les minéraux que la nature met des millénaires à élaborer. Ce sont les pierres de synthèse. Elles sont rigoureusement identiques aux pierres naturelles. Seul un examen microscopique approfondi portant sur le contour des stries de croissances et sur la nature des inclusions étrangères emprisonnées lors de la croissance du minéral permet de distinguer les unes des autres.

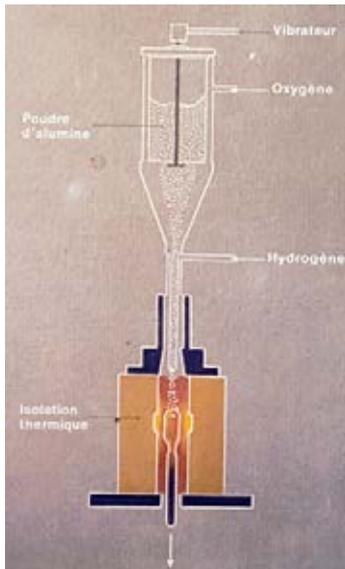
Pour synthétiser un minéral utilisable en bijouterie, le fabricant doit réunir les critères suivants :

- obtenir un cristal unique de qualité gemme suffisamment gros pour pouvoir être taillé,
- le cristal doit correspondre aux critères de beauté de la pierre naturelle,
- il doit être aussi homogène que possible (pas ou peu de variations de couleur).

Le procédé Verneuil

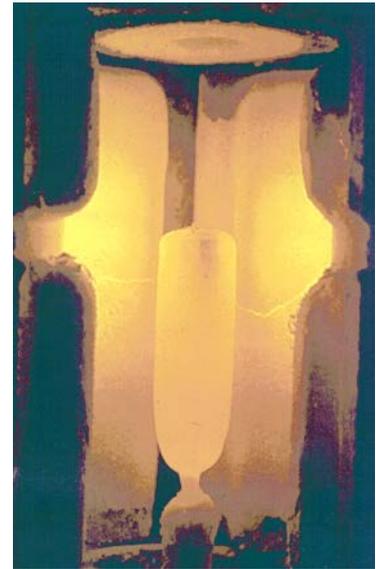
Il consiste à faire introduire de la fine poudre d'alumine (Al_2O_3) à l'intérieur d'un chalumeau oxydrique dirigé vers le bas. L'alumine en fusion tombe sur un petit fragment de corindon (Al_2O_3) qui sert de germe fixé sur un support réfractaire. L'alumine vient augmenter la masse du corindon en s'adaptant strictement au réseau cristallin du germe. On peut obtenir ainsi des corindons très purs. Par adjonction de faibles quantités d'oxydes métalliques, on obtient toutes les couleurs voulues dont celle du rubis ou du saphir.

Procédé Verneuil, par fusion



Le procédé Verneuil consiste à faire tomber de la poudre d'alumine sur un fragment de corindon à travers un chalumeau oxyhydrique. La poudre en fusion cristallise sur le fragment épousant son orientation cristallographique.

L'ensemble tourne lentement et s'abaisse au fur et à mesure de la croissance de la "bougie". Cette technique permet de produire du corindon (Al_2O_3), du spinelle ($MgAl_2O_4$) et du rutile (TiO_2).



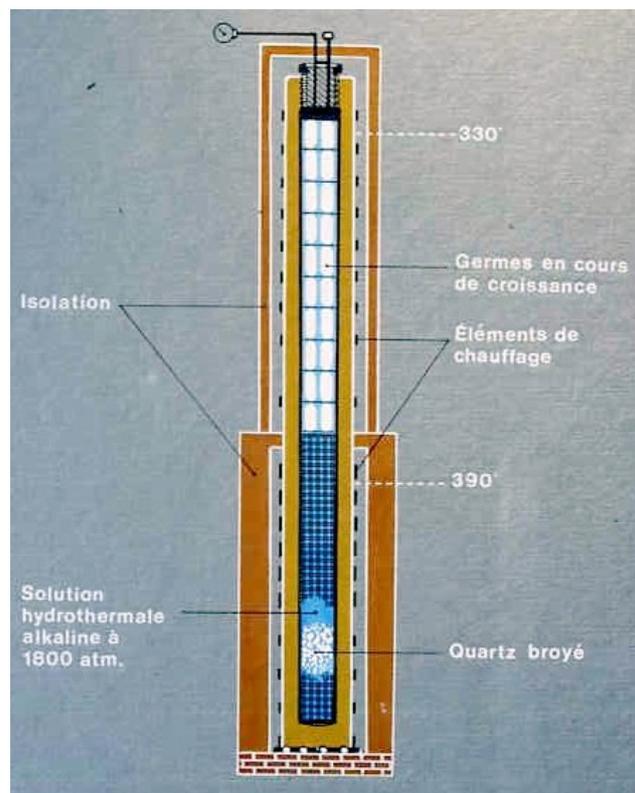
Le procédé hydrothermal

Il existe également d'autres méthodes de synthèse tel le procédé hydrothermal ou le procédé par le flux. Les rubis et saphirs, les spinelles, les émeraudes, les quartz sont ainsi couramment synthétisés. Les quartz et les rubis sont synthétisés à des fins industriels et trouvent des applications dans le domaine de l'horlogerie (montres à quartz, rubis d'horlogerie, verres de montre) et de l'optique (laser).

Le quartz synthétique possède une plus grande pureté que le quartz naturel. Son usage est destiné à l'industrie électronique.

Il existe aussi des méthodes de synthèse du diamant dans des autoclaves sous très haute pression. Toutes ces pierres synthétiques sont également vendues pour leur qualité gemme.

À ce propos, il existe de nombreuses fraudes, et à l'heure actuelle, la gemmologie n'arrive pas toujours à établir avec certitude si une gemme est synthétique et naturelle.



Procédé hydrothermal de synthèse du quartz

Les imitations

Contrairement aux pierres de synthèse, une imitation est un produit - naturel ou synthétique - utilisé comme substitut d'une gemme. Ce substitut n'a ni la composition chimique, ni la structure de la gemme qu'il veut imiter. Il lui ressemble, mais ses propriétés physiques et chimiques sont différentes.

Un plastique ou un verre peut imiter une gemme. De nombreuses substances naturelles ou synthétiques sont - ou ont été - utilisées pour imiter certaines gemmes. Le tableau suivant montre les minéraux synthétiques dont les propriétés se rapprochent de celles du diamant.

Substituts synthétisés imitant le diamant

Gemme	composition.	densité	ind. réfr.	dispersion
diamant	C	3.53	2.42	0.044
cubic zirconia ou djevallite	ZrO ₂	5.6 à 5.9	2.15	0.065
"YAG" = (Yttrium Aluminium Garnet)	Y ₃ Al ₂ (SiO ₄) ₃	4.6	1.83	0.028
"GGG" = (Gadolinium Gallium Garnet)	Gd ₃ Ga ₂ (GaO ₄) ₂	7	1.97	0.045
moissanite (carbure de silicium)	SiC	3.22	2.65 à 2.69	0.104

Seules les gemmes d'origine minérale peuvent être synthétisées. Les gemmes d'origine organique peuvent tout au plus être produites par culture (perles). Par contre les imitations sont nombreuses. Ainsi certains plastiques tentent d'imiter l'ivoire, le corail ou l'ambre.

Quelques "améliorations" frauduleuses

Les minéraux destinés à confectionner des cabochons sont rarement synthétisés, le coût de production dépassant largement le prix de la pierre. Parmi les contrefaçons courantes, les turquoises sont souvent fabriquées d'une poudre de ce minéral agglomérée et compressée dans un bain de résine, des calcédoines peuvent être teintées, par exemple en bleu pour imiter le lapis, on décolore les perles en les trempant dans de l'eau oxygénée etc. Les cabochons sont souvent cirés ou vernis pour améliorer la qualité de leur éclat et pour les protéger.

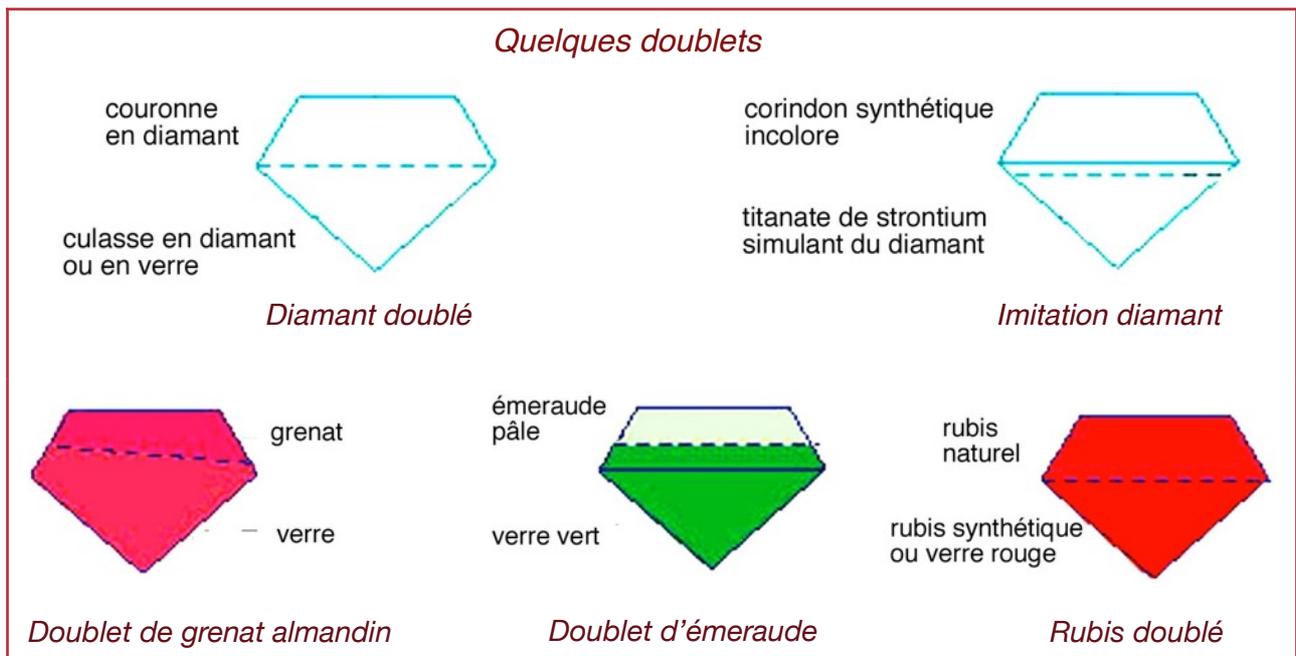
L'effet d'iridescence de l'opale est couramment imité. Il s'agit d'un enduit iridescent appliqué sur divers supports. On imite même l'opale par du plastique ("opalite").

On peut améliorer la teinte de certaines gemmes transparentes par chauffage ou irradiation : les saphirs incolores deviennent bleus, les topazes de couleur fade prennent une couleur plus vive ou des aigues-marines trop pâles deviennent bleues. Malheureusement les couleurs ainsi obtenues ne supportent pas toujours les rayons UV. En exposant ces gemmes à la lumière du soleil, elles pâlissent !

Les doublets étaient très utilisés autrefois comme contrefaçon. On peut les trouver encore sur des bijoux anciens.

Les "Rubis de Genève"

Entre 1885 et 1910 environ, sont apparus sur le marché des pierres synthétiques qui furent appelés "rubis genevois" ou rubis fondus ou rubis reconstitués. On pensait qu'ils étaient fabriqués dans la région genevoise par un prêtre. On rencontre encore ces rubis sur des bijoux anciens. La synthèse des rubis pris de l'importance lors du développement de la méthode par fusion sèche, procédé inventé par le chimiste Verneuil en 1902.



Identification des pierres précieuses

Les techniques d'identification utilisées en minéralogie impliquent le prélèvement d'un petit fragment de l'échantillon.

Il est bien évident que cette procédure ne peut pas être appliquée aux pierres taillées, car les examens qu'on peut leur appliquer ne doivent en aucun cas les altérer. Dès lors, les seuls examens non destructifs qui peuvent être utilisés sont :

- la mesure de la densité, si la pierre n'est pas sertie,
- la mesure des indices de réfraction et l'appréciation du pléochroïsme,
- l'examen attentif au microscope des inclusions que renferme la pierre, de la forme des stries de croissances,
- l'analyse spectroscopique qui met en évidence les raies ou les bandes d'absorption.

La densité

La mesure de la densité s'effectue à l'aide d'une balance de précision qui dispose d'un double plateau l'un dans l'air et l'autre immergé dans l'eau. Cette mesure ne s'applique, bien évidemment, qu'aux pierres non serties.

Mesure de la densité

La densité s'obtient par une double-pesée, la première dans l'air, la seconde dans l'eau. La différence des deux pesées correspond au poids du volume d'eau déplacé, c'est-à-dire aussi au volume de la pierre.

$$\text{Densité} = \frac{P_{\text{air}}}{P_{\text{air}} - P_{\text{eau}}}$$



Autres investigations

On mesure les indices de réfraction au moyen d'un réfractomètre. On examine à la loupe ou au microscope les inclusions que la pierre a emprisonnées au moment de sa formation.



Réfractomètre

On mesure les indices de réfraction suivant diverses positions de la pierre.



Polariscope

Les filtres polarisants indiquent si la pierre est isotrope ou anisotrope.

Les gemmologistes utilisent encore le spectroscope, un instrument qui permet de mesurer sommairement les longueurs d'ondes pour lesquelles la pierre absorbe sélectivement la lumière. On observe aussi la variation éventuelle de la couleur suivant la position de la pierre vue à travers d'un filtre polarisant : c'est le pléochroïsme.

Spectroscope

Observation des longueurs d'onde absorbées sélectivement par la pierre.



Microscope gemmologique

Examen des inclusions et de la qualité de la taille.



Dichroscope

Examen de la présence ou de l'absence de pléochroïsme.

Le prix des pierres précieuses

Il n'y a pas de règle à la vente et l'achat des gemmes. Toutefois les professionnels font des distinctions entre des pierres de haut de gamme, les pierres de joaillerie et les pierres fines.

De manière traditionnelle, on indique les prix au carat. Les grosses pierres de belle qualité, c'est-à-dire parfaitement transparentes, de belle couleur, et dont la taille régulière permet la meilleure réflexion de la lumière, sont les plus appréciées, et leur prix au carat augmente en conséquence : un diamant de 5 carats vaudra plus que 5 diamants de 1 carat. Cela est également le cas pour les rubis, les émeraudes, les saphirs et quelques pierres prisées par leur coloration telles l'alexandrite connue pour ses variations de couleurs ou la célèbre tourmaline « paraïba ». Pour le néophyte, un diamant vaut plus qu'un rubis ; or ce n'est pas toujours le cas, les prix dépendent aussi des qualités de la beauté et de la rareté de la gemme !

Fixer le prix d'une pierre relève de l'appréciation du marchand et de l'acheteur. Pour les pierres utilisées en joaillerie ou pour les pierres fines, les prix fluctuent souvent selon la demande et la mode ainsi que de la disponibilité de la gemme.

Pour les diamants, il existe une échelle des qualités, à laquelle se réfèrent les diamantaires. Les prix augmentent en fonction du poids du diamant, de sa pureté, de sa couleur ou de son absence de couleur ainsi que de la qualité de la taille.

On trouve dans des ouvrages de référence le détail des échelles d'estimation de la valeur des diamants.

Le carat

Le caroubier (*Ceratonia siliqua*), un arbre bien répandu sur le pourtour méditerranéen, produit des gousses brunes semblables à de grands haricots, renfermant une pulpe sucrée comestible. On trouve à l'intérieur de ces fruits des graines d'une grande constance de poids (env. 0.205 g) qui semblent bien être à l'origine du carat, la plus petite unité de poids dans le monde grec antique.

Cette unité de poids a été reprise chez les Romains sous le nom de silique. Le sou d'or frappé sous Constantin pesait 24 siliques. C'est probablement là l'origine du titre de l'or qui est exprimé en vingt-quatrième de carat.



Fruit du caroubier



Graines du caroubier

Quelques diamants célèbres

Le vert de Dresde

Ce diamant de 41 carats est d'une couleur tout à fait insolite et d'une taille particulièrement belle. Il vient des Indes, mais le chemin qui l'a amené en Europe est inconnu. Il fut acheté en 1743 à la Foire de Leipzig et devint la pièce maîtresse de la Couronne de Saxe. Il appartient aujourd'hui à la Ville de Dresde.



Le Régent

Il a été trouvé en 1701 dans les mines de Golconde, en Inde. Brut, il pesait 410 carats. Taillé en Angleterre son poids fût ramené à 136 carats. Acheté par le Duc d'Orléans en 1717, alors Régent de France, il fut monté ensuite sur la couronne de Louis XV puis fit partie des bijoux de Marie-Antoinette. Volé à la Révolution, il fut récupéré par Napoléon. Il est actuellement déposé au Musée du Louvre.



Le Grand Mogol

Ce diamant a été examiné en 1665 par le marchand français Jean-Baptiste Tavernier lors d'un de ses voyages aux Indes. Selon sa description, il pesait 280 carats, venait de la mine de Kollur et aurait pesé 793 carats à l'état brut. Confisqué par Nadir-Shah lors de la prise de Dehli en 1739, on ne l'a plus jamais revu.

L'Orloff

Ce diamant a été découvert dans les mines de Golconde au XVIIe siècle. Brut, il pesait 300 carats. Taillé, il pèse encore 189 carats. Par sa qualité, c'est un des plus beaux diamants connus. Il aurait été volé dans un temple indien au début du XVIIIe siècle. Il réapparaît en 1773 à Amsterdam où il fût acheté par le Prince Orloff qui l'offrit à Catherine II de Russie. Il fait partie aujourd'hui du trésor de l'Etat russe.





Jean-Baptiste Tavernier (1605-1689), fils d'un géographe anversois aurait effectué six voyages aux Indes entre 1631 et 1668. C'est lors de son dernier voyage, qu'il aurait rapporté ce lot de gemmes acheté par Louis XIV. Devenu richissime, il est anobli en 1669. On dit qu'il aurait même acheté la baronnie d'Aubonne en Suisse, en 1670. Il a publié le récit de ses voyages en Orient en 1676. Il continue de voyager. On le retrouve en Suisse, au Danemark et à Moscou, où il meurt à l'âge très honorable de 84 ans.

Le Hope

C'est un magnifique diamant bleu acheté par Tavernier aux Indes en 1642. Brut, il pesait 112 carats. Une première taille ordonnée par Louis XIV ramène son poids à 67 carats. Il était alors connu sous le nom de « Bleu de Tavernier ». Volé à la révolution française, il ne fût jamais retrouvé.

Toutefois, en 1830 apparaît à Londres un magnifique diamant bleu de 44 carats. Il est certain qu'il s'agit de l'ancien Tavernier qui a été retaillé. Il fut acheté par le banquier américain Henry Hope. Vendu au sultan ottoman Abdul Hamid II en 1908. Il revint aux U.S.A. en 1911 et devint la propriété du Smithsonian Museum à Washington en 1958.



Le Koh-I-Nor

Son nom signifie "montagne de lumière". On rapporte déjà son existence au XI^e siècle et aurait appartenu à un prince indien en 1304. Son poids brut aurait été de 800 carats.

Une première taille en réduit le poids à 186 carats. Il fut confisqué par Nadir-Shah en 1739, lors de la prise de Dehli. Retrouvé plus tard à Lahore, il fût donné à la Compagnie des Indes en compensation de la révolte des Sikhs.

Il fut ensuite offert à la Reine Victoria en 1850 qui le fit retailler. Son poids passa alors à 109 carats. Il fait partie aujourd'hui des bijoux de la couronne d'Angleterre.



L'Etoile du Sud

Il a été trouvé par une esclave noire en 1853 à la mine de Bagagem, dans la province de Minas Gerais au Brésil. Brut, il pesait 262 carats. On en a retiré une magnifique pierre taillée de 128.8 carats. L'esclave fut affranchie et reçut une pension.



L'English Dresden

Trouvé également dans la mine de Bagagem, en 1897, il pesait 119 carats. La taille ramena son poids à 76 carats. Il tire son nom d'un marchand anglais nommé Dresden qui l'acheta après qu'il fût taillé. Il est actuellement en Inde.

Le Jubilee

Trouvé en 1895 dans la mine de Jagersfontein, en Afrique du Sud, c'était un octaèdre irrégulier de 650 carats. En 1897, année du Jubilé de la Reine Victoria, on en fit une magnifique pierre taillée de 245 carats. C'est le troisième diamant du monde par son poids. Son dernier propriétaire connu était le collectionneur Paul-Louis Weiler.



Le Cullinan

Découvert en 1905 dans la mine Premier, le Cullinan est le plus gros diamant jamais trouvé jusqu'à ce jour. Brut, il pesait 3'106 carats. Il fut offert au Roi Edouard VII d'Angleterre en 1907. La taille permit d'en retirer 9 pierres importantes ainsi que 96 pierres plus petites. Connu sous le nom de Grande Etoile d'Afrique, le Cullinan I a été pendant longtemps le plus gros diamant taillé dans le monde. Taillé en forme de poire, il orne le sceptre impérial britannique. On peut l'admirer au Trésor de la Tour de Londres.

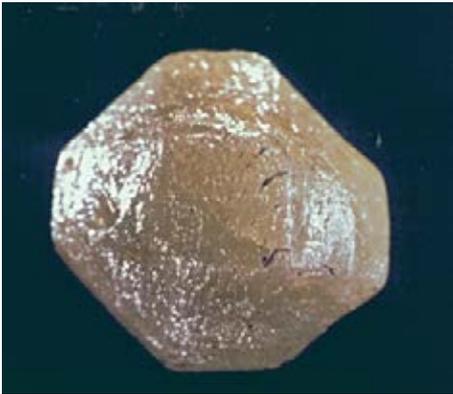


Le Golden Jubilee

C'est aujourd'hui le plus gros diamant taillé du monde. Il pèse 545.7 carats. Acheté en 1995 par un syndicat thaïlandais, il a été offert au roi Rama IX de Thaïlande en guise d'hommage au cinquantième anniversaire de son couronnement. C'est un diamant brun-orange. Il provient du gisement de la mine Premier en Afrique du Sud. Il a été découvert en 1985 et pesait originellement 755 carats. Il détrône ainsi le Cullinan I.



Description des principales gemmes



Diamant C

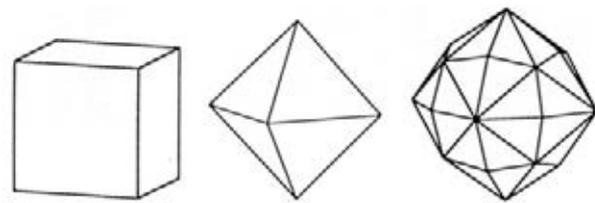
Système cubique

Densité 3.5

Dureté 10

Indice de réfraction 2.42

Combinaison du cube, de l'octaèdre et du dodécaèdre



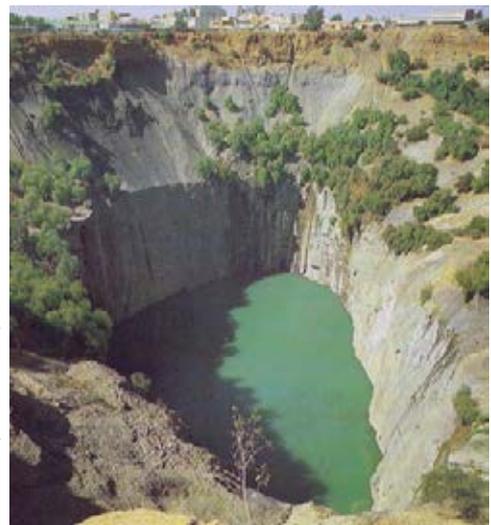
de gauche à droite : cube, octaèdre, hexakisoctaèdre



Formes naturelles	Octaèdre, cube, dodécaèdre ou combinaisons de ces formes
Propriétés physiques	Transparent à translucide, incolore, grisâtre, brunâtre, plus rarement coloré en brun, rouge, jaune, bleu, vert. Eclat adamantin. Clivage octaédrique parfait.
Gisements	Minéral accessoire des kimberlites. Grâce à son inaltérabilité, on le retrouve dans les gisements alluvionnaires dérivant des kimberlites.
Pays producteurs	Afrique du Sud, Namibie, Afrique occidentale, Russie, Brésil, Inde, Canada, Australie Diamants industriels : Zaïre, Zimbabwe
Signe distinctif	Le plus dur de tous les minéraux ; éclat adamantin.

Le diamant était connu aux Indes depuis la plus haute Antiquité. Ils provenaient des gisements de Golconde dans l'Etat d'Andhra Pradesh. Aujourd'hui épuisés, ces gisements ont été la seule source de diamants jusque vers 1728 date à laquelle les premiers diamants brésiliens sont apparus en Europe. Puis, en 1866, le premier diamant africain fut formellement identifié. Dès lors l'Afrique du Sud devint le premier producteur mondial. En 1949 on découvrit les premiers diamants originaires de Sibérie.

A côté de son intérêt pour la bijouterie, le diamant est devenu très important pour l'industrie. On utilise le diamant dit "industriel" inemployable pour la joaillerie. Il est utilisé pour sa grande dureté pour l'usinage des aciers durs et pour la confection des scies diamantées. La République du Congo (ex-Zaïre) est le plus important producteur de diamants industriels.



Le "pipe" de Kimberley en Afrique du Sud, cheminée volcanique constituée de kimberlite, la roche mère du diamant.



Corindon Al_2O_3

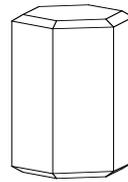
Système rhomboédrique

Densité : 4.0

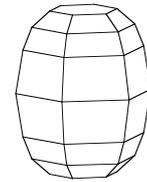
Dureté : 9

Indice de réfraction : 1.76 à 1.77

Variétés : Rubis (rouge)
Saphir (bleu, jaune, rose, vert)



prisme hexagonal



bipyramides hexagonales

Formes naturelles	Prisme hexagonal, bipyramides hexagonales.
Propriétés physiques	Facès rugueuses profondément striées. Transparent à translucide; semble parfois opaque; incolore, grisâtre, bleuâtre, bleu profond (saphir), rouge (rubis), jaune (saphir jaune), vert (saphir vert).
Autres propriétés	Le rubis est pléochroïque et peut être fluorescent, ce qui accentue l'intensité de sa couleur rouge (sang-de-pigeon). Les cabochons présentent parfois un astérisme à six branches.
Gisements	Dans les schistes métamorphiques, les marbres et les gisements alluvionnaires issus de ces roches.
Pays producteurs	Rubis : Birmanie, Inde, Pakistan, Afghanistan, Thaïlande, Tanzanie, Kenia, Viet-Nam. Saphir : Cachemire, Sri-Lanka, Australie, Tanzanie.
Signe distinctif	Minéral le plus dur après le diamant.

Le rubis doit sa couleur à des traces d'oxyde de chrome disposées dans son réseau cristallin, le saphir à des traces d'oxydes de fer et de titane. L'astérisme qui caractérise certaines pierres et qui se manifeste par l'apparence d'une étoile lumineuse à six branches est dû à la présence de fines inclusions d'aiguilles de rutile disposées dans le réseau cristallin.

On exploite ces gemmes dans les alluvions issues de la désagrégation des roches métamorphiques qui les renfermaient



Rubis



Saphir



Saphir étoilé



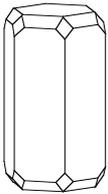
Béryl, $Be_3Al_2Si_6O_{18}$

Système hexagonal

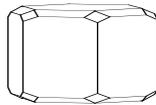
Densité 2.7 à 2.9

Dureté 7 - 7.5

Indice de réfraction 1.56 à 1.59



prisme allongé



prisme trapu

Variétés :

Émeraude :

vert profond

Aigue-marine :

bleu à bleu-vert

Morganite :

rose

Héliodore :

jaune

Goshénite :

incolor

Formes naturelles	Prisme hexagonal trapu à allongé, voire même aciculaire. Les faces du prisme sont parfois striées verticalement. Les formes prismatiques allongées caractérisent les variétés vertes et bleues. Le béryl rose montre des prismes trapus et le béryl incolore est parfaitement tabulaire.
Propriétés physiques	Le béryl ordinaire est généralement gris-blanc plus ou moins opaque. La variété gemme la plus recherchée est l'émeraude qui présente une teinte vert clair. Son indice de réfraction assez faible lui confère un éclat vitreux.
Gisements	Roches éruptives riches en silice, pegmatites, filons hydrothermaux de haute température, roches métamorphiques.
Pays producteurs	<i>Émeraude</i> : Colombie, Oural, Zambie, Brésil <i>Aigue-marine</i> : Brésil, Russie (Oural), Madagascar, Afghanistan...

On observe à l'intérieur des émeraudes des inclusions constituées de minuscules canaux ou des cavités irrégulières renfermant un liquide dans lequel flotte parfois un fragment de halite (sel). Ces inclusions forment des traînées qui interfèrent avec la lumière et confèrent à la pierre un aspect qu'on appelle parfois "jardin de l'émeraude". Ces inclusions très particulières permettent de distinguer les pierres naturelles des synthétiques !



Émeraude



Aigue-marine



Béryl rose (morganite)



Héliodore
(photo Siber+Siber)



Chrysobéryl $Be_3Al_2O_3$

Système orthorhombique

Densité 3.7

Dureté 8.5

Indice de réfraction 1.75 à 1.76

Variétés : Alexandrite : pourpre à la lumière incandescente,
vert foncé à la lumière naturelle.

Oeil-de-chat : effet de chatoyance

Formes naturelles	Prismes courts à section losangique, presque toujours maclés. Macle simple faite de 2 individus orientés à 60° l'un de l'autre, ou multiple, en étoile à six branches.
Propriétés physiques	Transparent à translucide, vert jaunâtre à brunâtre, parfois bleuâtre. Eclat vitreux, parfois effet de chatoyance.
Signes particuliers	L'alexandrite est un chrysobéryl vert foncé qui devient rouge pourpre à la lumière artificielle. On appelle oeil-de-chat la variété qui montre le phénomène de chatoyance.
Gisements	Dans les pegmatites et dans certaines roches métamorphiques.
Pays producteurs	Russie (Oural), Brésil, Sri-Lanka, Zambie, Zimbabwe

C'est dans dans l'Oural qu'on a découvert vers 1830 un chrysobéryl riche en chrome dont la couleur change selon l'éclairage utilisé. On l'a baptisé Alexandrite en l'honneur du Tsar Alexandre II.

L'effet de chatoyance est dû à des alignements de canaux microscopiques à l'intérieur du minéral. Pour mettre en évidence cet effet, le chrysobéryl est taillé en cabochon.



chrysobéryl



oeil-de-chat



Alexandrite
(photo R. Weller, Cochise College)



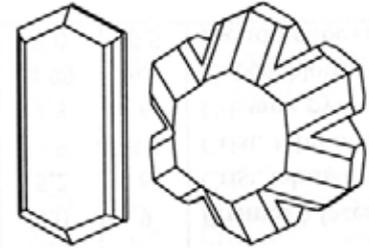
Spinnelle $MgAl_2O_4$

Système cubique

Densité 3.6

Dureté 7.5 - 8

Indice de réfraction 1.72



octaèdre

Formes naturelles	Octaèdre fréquent, cube, tétraèdre, dodécaèdre plus rares.
Propriétés physiques	Transparent à translucide. Toutes les couleurs sont possibles : rouge, bleu, vert, brun; éclat vitreux à terne.
Gisements	Roches métamorphiques de contact, gneiss, gisements alluvionnaires.
Pays producteurs	Birmanie, Afghanistan, Sri Lanka.
Signe distinctif	Presque toujours en cristaux octaédriques

On les rencontre souvent les spinelles rouges dans les mêmes gisements que le rubis avec lequel ils ont été fréquemment confondus. Sur les bijoux historiques ils portent encore le nom de "rubis balais".

Le "Rubis du Prince Noir" qui orne la couronne impériale de Grand-Bretagne est en réalité un spinelle rouge.

Le spinelle est un minéral d'une série isomorphe qui comprend également d'autres éléments chimiques que le Magnésium, comme le Zinc (gahno-spinelles) : pour le spécialiste, les paramètres physiques sont supérieurs à ceux du spinelle magnésien !



Spinnelle rouge, Tanzanie



Spinnelle bleu, Tanzanie

Topaze $Al_2SiO_4 (F,OH)_2$

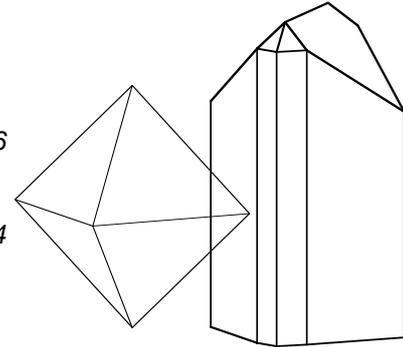


Système orthorhombique

Densité 3.50 à 3.56

Dureté 8

Indice de réfraction 1.61 à 1.64



<i>Formes naturelles</i>	<i>Prisme trapu à allongé à section losangique avec terminaisons pyramidales montrant souvent de nombreuses faces.</i>
<i>Propriétés physiques</i>	<i>Transparent à translucide, incolore, bleu pâle, jaunâtre, rose, jaune brun à orange (madère). Eclat vitreux. Clivage basal parfait.</i>
<i>Gisements</i>	<i>Dans les pegmatites et les filons hydrothermaux de haute température.</i>
<i>Pays producteurs</i>	<i>Brésil, USA, Madagascar, Mexique, Russie (Oural), Pakistan.</i>

L'appellation "topaze impériale" est réservée à la variété "madère".



Topaze impériale



Topaze bleue



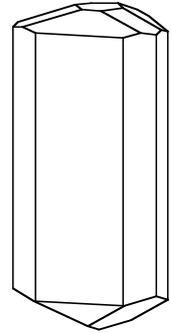
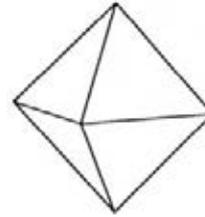
Topaze "champagne"
(photo R.Weller, Cochise College)



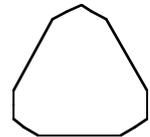
**Tourmaline (Ca,Na)
(Al,Fe,Li,Mg)Al₆(BO₂)₃**

Système rhomboédrique
 Densité 3.0 à 3.2
 Dureté 7 - 7.5
 Indice de réfraction 1.62 à 1.64

Variétés : Rubellite (rose),
 Dravite (noir),
 Elbaïte (rose).



section ditrigonale



Formes naturelles	Prisme allongé de section ditrigonale, terminé par un rhomboèdre; les faces prismatiques sont striées verticalement.
Propriétés physiques	Transparent à translucide dans toutes les couleurs : rose, rouge, vert, bleu, noir, parfois bicolore. Pléochroïsme intense.
Gisements	Dans les filons des roches granitiques, dans les gneiss et les pegmatites.
Pays producteurs	Russie, Brésil, Madagascar, USA, etc..

La composition chimique de la tourmaline est variable. Les atomes de Fe, Mg, Li et Al sont interchangeables. Cela explique la grande diversité des couleurs que peut prendre la tourmaline. L'appellation "Paraíba" est réservée à une tourmaline bleu turquoise provenant de la Province du même nom au Brésil.





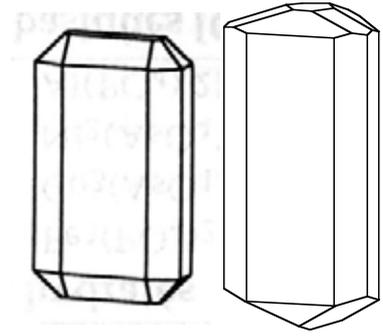
Péridot, $(Mg,Fe)_2SiO_4$

Système orthorhombique

Densité 3.3 à 3.5

Dureté 8

Indice de réfraction 1.65 à 1.69



Formes naturelles	<i>Il est très rare de trouver des cristaux bien développés (prisme orthorhombique avec pyramide), le plus souvent ce sont des grains arrondis.</i>
Propriétés physiques	<i>Transparent à translucide, vert à vert-jaunâtre, éclat vitreux à gras.</i>
Gisements	<i>Dans les basaltes et roches ultrabasiques. Roches métamorphiques de contact (dolomie) et gisements alluvionnaires. Aussi dans certaines météorites.</i>
Pays producteurs	<i>Zebirget (mer rouge), Birmanie, USA, Norvège, Hawaï, Pakistan.</i>

Connu aussi sous le nom d'olivine, le péridot en cristaux suffisamment volumineux pour être taillés est extrêmement rare. D'un vert profond, légèrement brunâtre, la couleur du péridot est, à mon avis, plus discrète et plus noble que celle de l'émeraude.

L'île de Zebirget, sur la Mer Rouge abrite le plus célèbre gisement de péridots. Exploité dans l'Antiquité par les Egyptiens, il est aujourd'hui épuisé. C'était la pierre favorite des pharaons. On a découvert récemment un gisement au Cachemire qui fournit des pierres de grande qualité.





Spessartine

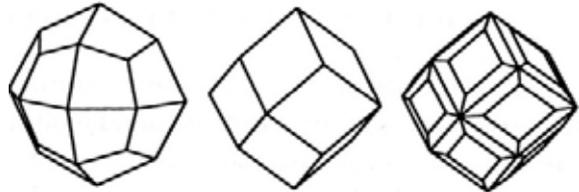
Famille des grenats, $X_3Y_2(SiO_4)_3$

Système cubique

Densité 3.6 à 4.2

Dureté 6.5 - 7.5

Indice de réfraction 1.74 à 1.89



Trapézoèdre

Dodécaèdre

Dodécaèdre +

Les grenats constituent une famille homogène de composition $X_3Y_2(SiO_4)_3$. Dans la structure atomique du minéral, la position X peut être occupée par Mg, Fe ou Ca et celle de Y par Al, Fe ou Cr.

Pyrope	$Mg_3Al_2(SiO_4)_3$	rouge sombre	Spessartine	$Mn_3Al_2(SiO_4)_3$	rouge orangé
Almandin	$Fe_3Al_2(SiO_4)_3$	rouge sombre	Andradite	$Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$	vert à noir
Grossulaire	$Ca_3Al_2(SiO_4)_3$	toutes couleurs	Ouvarovite	$Ca_3Cr_2(SiO_4)_3$	vert

On appelait jadis "grenat de Bohème" des almandins utilisés pour imiter le rubis.

Propriétés physiques	Transparent à opaque, brun à noir, rouge, orange, vert, éclat vitreux à subadamantin.
Gisements	Dans les pegmatites et les roches métamorphiques.
Pays producteurs	Sri-Lanka, Brésil, Madagascar, USA, Russie etc...



Rhodolite, grenat intermédiaire entre le pyrope et l'almandin.



Ouvarovite, Tanzanie



Spessartine, Nigéria



Zircon $ZrSiO_4$

Système quadratique

Densité 3.9 à 4.7

Dureté 7.5

Indice de réfraction 1.85 à 2.0

<i>Formes naturelles</i>	<i>Toujours bien cristallisé en prisme à base carrée surmonté d'une pyramide à chaque extrémité.</i>
<i>Propriétés physiques</i>	<i>Transparent à opaque, couleurs variées, le plus souvent brun foncé. La couleur bleue est obtenue par chauffage.</i>
<i>Autres propriétés</i>	<i>Sous l'effet d'inclusions radioactives, le réseau cristallin est dérangé, il devient opaque et la densité diminue jusqu'à 3.3. C'est l'état "métamicté". Par chauffage on peut restaurer le réseau.</i>
<i>Gisements</i>	<i>Minéral accessoire des roches éruptives, pegmatites et dans certaines roches métamorphiques et gisements alluvionnaires.</i>
<i>Pays producteurs</i>	<i>Sud-est asiatique, principalement la Birmanie, Sri-Lanka.</i>
<i>Signe distinctif</i>	<i>Forme quadratique bien reconnaissable,</i>

Jadis, le zircon incolore, remarquable par son feu et son éclat, constituait un bon substitut du diamant. Les zircons sont souvent chauffés pour améliorer leur couleur, en particulier les zircons bleus.



On peut obtenir diverses couleurs de zircon



Spodumène $\text{LiAl}(\text{SiO}_3)_2$

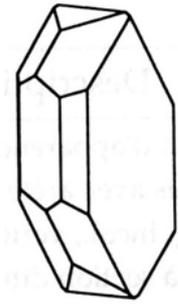
Système monoclinique

Densité 3.2

Dureté 6.5 - 7.5

Indice de réfraction 1.66 à 1.68

Variétés : Kunzite, rose
Hiddénite, vert



Formes naturelles	Prismes souvent aplatis, souvent striés verticalement
Propriétés physiques	Transparent à translucide, incolore, blanc, gris ou délicatement teinté en rose, vert, jaune. Clivage prismatique parfait.
Gisements	Roches granitiques et pegmatites.
Pays producteurs	Brésil, Afghanistan, Madagascar, USA...



Kunzite, photo R.Weller, Cochise College



Hiddenite



Quartz SiO_2

Système rhomboédrique

Densité 2.65

Dureté 7

Indice de réfraction 1.54 à 1.55



Variétés : Cristal de roche (incolore), Améthyste (violet), Quartz fumé (brun clair à foncé), Citrine (jaune)

Formes naturelles	PrismePrisme hexagonal surmonté de deux rhomboèdres complémentaires montrant des développements différents. Parfois en filons massifs.
Propriétés physiques	Transparent à translucide, incolore à blanc laiteux, plus rarement brunâtre à noir, rose, jaunâtre ou vert, éclat gras à vitreux. Pas de clivage, cassure conchoïdale, faces prismatiques souvent striées perpendiculairement à l'axe du prisme.
Gisements	En grains informels dans les granites et les gneiss, en beaux cristaux dans les fissures des roches éruptives riches en silice et des schistes cristallins, dans les filons hydrothermaux et les pegmatites.
Pays producteurs	Nombreuses origines.



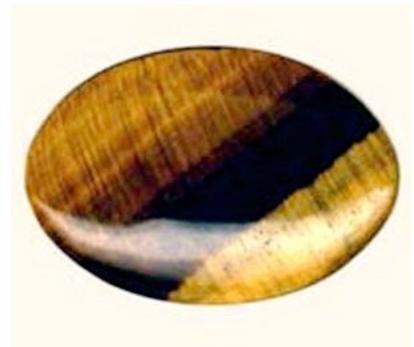
Dendrites de manganèse dans un cristal de roche



Citrine



Améthyste



Oeil-de-tigre



Calcédoine $\text{SiO}_2 \pm \text{H}_2\text{O}$

Système rhomboédrique

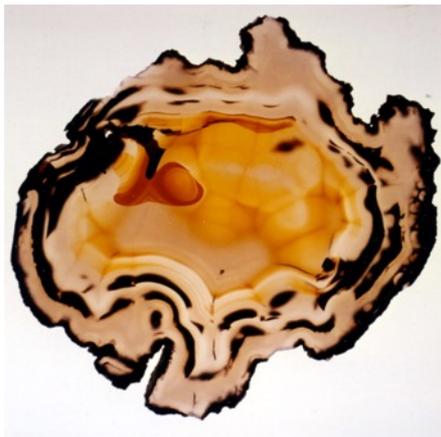
Densité 2.58 à 2.64

Dureté 6.5 à 7

Indice de réfraction 1.52

Variétés : Chrysoprase (vert), Cornaline (rouge-orangé),
Onyx (noir), Agate (calcédoine rubannée)
Jaspe (variété de calcédoine mêlée d'argile).
Aventurine (vert avec inclusions de micas)

Formes naturelles	Variété microcristalline de quartz : encroûtements, concrétions, remplissage de géodes.
Propriétés physiques	Translucide à opaque, blanc, gris-bleu, vert, rouge à brun, noir, éclat résineux.
Gisements	Concrétions dans les roches sédimentaires, dépôts fumeroliens, dépôts hydrothermaux de basse température.
Pays producteurs	Nombreuses origines.



Plaque polie d'agate, Brésil



Sardonyx



Jaspe



Billes de calcédoine



Opale, Queensland, Australie

Opale $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Amorphe

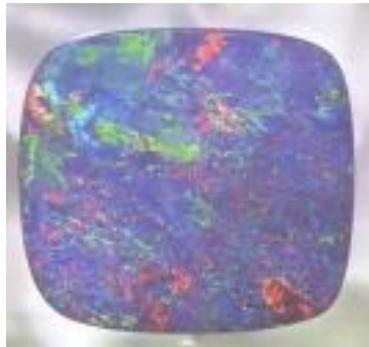
Densité 1.98 à 2.20

Dureté -

Indice de réfraction 1.44 à 1.46

Variétés : *Hyalite (transparent, incolore),
Opale noble (blanche avec reflets iridescents)
Opale de feu (rouge-brun).*

<i>Formes naturelles</i>	<i>Encroûtements, concrétions.</i>
<i>Propriétés physiques</i>	<i>Transparent, translucide, parfois même opaque, incolore, blanc, gris-bleu, rouge, éclat nacré à résineux. Souvent iridescente ou opalescente.</i>
<i>Gisements</i>	<i>Dépôts hydrothermaux de basse température dans de nombreux environnements.</i>
<i>Pays producteurs</i>	<i>Australie</i>



Opale "noble"



Opale de feu