

Presque tout sur le Quartz

Jacques Deferne

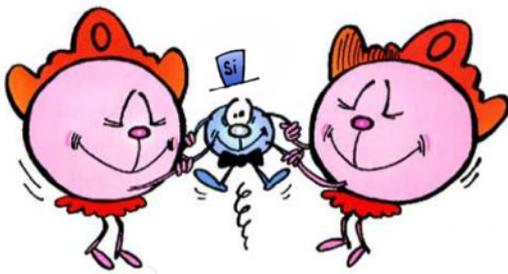


Gerbe de quartz imitant des chrysanthèmes, Bombay, Inde (Muséum de Genève)

La vision que l'oeil enregistre est toujours pauvre et incertaine. L'imagination l'enrichit et la complète, avec les trésors du souvenir, du savoir, avec tout ce que laissent la discrétion, l'expérience, la culture et l'histoire, sans compter que, d'elle-même, au besoin, elle invente ou elle rêve.

Roger Caillois (L'écriture des Pierres)

Le Quartz est constitué de silice



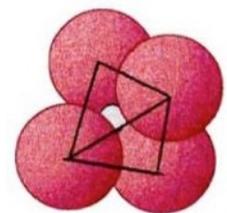
La silice : deux grosses dames oxygène avec leurs deux bras négatifs et le petit silicium avec ses quatre bras positifs.

Sous le nom de silice on désigne la combinaison chimique SiO_4 , composée des deux éléments les plus abondants de l'écorce terrestre, l'oxygène et le silicium. L'oxygène représente environ 60% des atomes de la croûte continentale et le silicium 20 %. La silice libre cristallise habituellement sous forme de quartz, minéral qui forme à lui seul près de 13 % de la croûte terrestre.

Le tétraèdre SiO_4

Le silicium montre une très grande affinité pour l'oxygène et il construit avec ce dernier le **tétraèdre $[\text{SiO}_4]^{4-}$** , un groupe anionique important qui sert d'ossature à tous les minéraux de la classe des silicates.

Les quatre gros atomes d'oxygène sont situés aux quatre sommets d'un tétraèdre imaginaire, laissant juste la place au centre pour le petit silicium¹. Les liaisons qui lient le silicium à l'oxygène sont extrêmement fortes. Ce tétraèdre constitue un "groupe anionique". Avec les quatre charges négatives excédentaires qui lui sont attachées, il va donc se combiner avec d'autres atomes métalliques, porteurs de charges positives pour constituer l'immense classe des silicates.



Le tétraèdre SiO_4

Les tétraèdres peuvent polymériser²

Le tétraèdre $[\text{SiO}_4]^{4-}$ possède aussi la propriété polymériser avec d'autres tétraèdres en constituant des anneaux, de longues chaînes, des couches et même des édifices à trois dimensions, dans lesquelles les tétraèdres sont liés par leurs sommets.

¹ Voir du même auteur *Le monde étrange des atomes*.

² Pour plus de détails, consulter des mêmes auteurs «Au Coeur des minéraux»

La silice peut aussi cristalliser sous d'autres formes

Le quartz qui nous est familier est la forme stable de la silice à température ordinaire. On le désigne plus précisément sous le nom de **quartz α** . Si on le chauffe, sa structure se modifie très légèrement à partir de 573° et il devient hexagonal. On l'appelle alors **quartz β** . Cette transformation est stable jusqu'à 870° et elle est réversible. A température ordinaire, c'est toujours la forme habituelle "basse température" (quartz α) que nous observons.

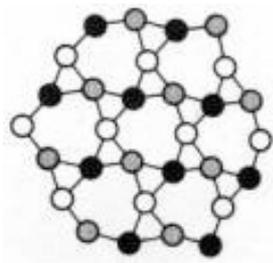


Quartz β
(photo R.Weller, Cochise College)

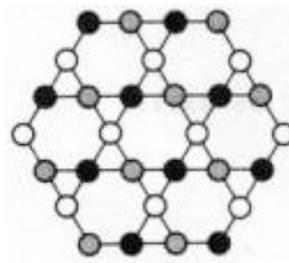
Au delà de 870° , le quartz β se transforme à son tour en **tridymite**, forme stable jusqu'à 1470° , puis en **cristobalite** entre 1470° et 1723° , température de fusion de la silice.

Le refroidissement très rapide de certaines laves qui renfermaient de la tridymite ou de la cristobalite lorsqu'elles étaient encore très chaudes, peut parfois empêcher la transformation de ces dernières en

quartz α . Il est ainsi possible de trouver quelquefois ces deux minéraux en inclusion dans certaines obsidiennes.



Structure rhomboédrique du quartz α



Structure hexagonale du quartz β

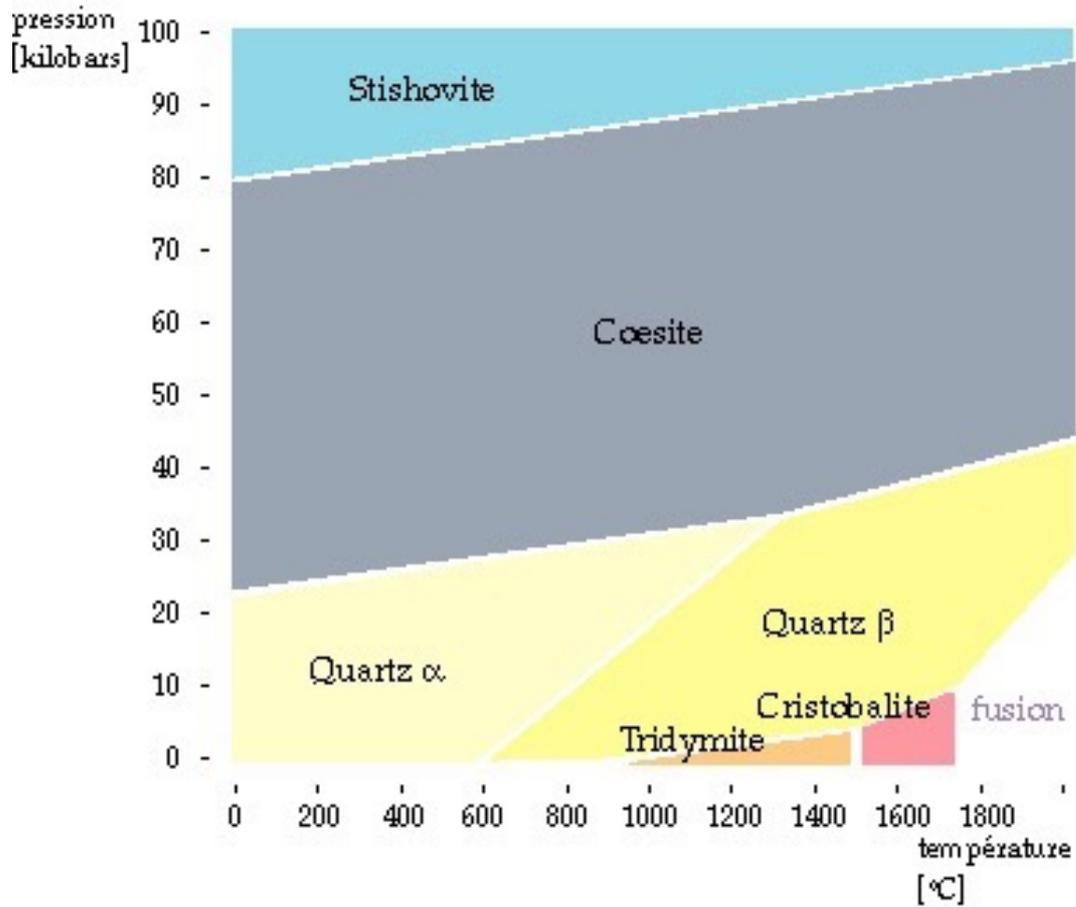
Polymorphisme de la silice				
forme	système	stabilité	densité	type de gisement
quartz α	rhomb.	$< 573^\circ$	2.65	forme usuelle du quartz
quartz β	hexag.	$573^\circ-870^\circ$	2.53	dans certaines pegmatites
tridymite	hexag.	$870^\circ-1470^\circ$	2.27	roches volcaniques siliceuses refroidies brutalement
cristobalite	cubique	$1470^\circ-1723^\circ$	2.2	roches volcaniques siliceuses refroidies brutalement
coésite	monocl.	haute pression	3.01	cratères d'impact de météorites
stishovite	quadr.	haute pression	4.32	cratères d'impact de météorites

On trouve encore deux formes stables de haute pression, la **coesite** et la **stishovite**, minéraux extrêmement rares, qui n'existent que dans certains cratères d'impact de météorites géantes où ils ont été formés par l'énorme pression due à l'onde de choc.

Les géologues désignent cette faculté de la silice à cristalliser sous différentes formes suivant son environnement par le terme de **polymorphisme de la silice**.

Le diagramme ci-dessous montre les zones d'existence des différentes formes de la silice en

Diagramme d'équilibre de SiO_2 en fonction de la température et de la pression



*Cristobalite dans de l'obsidienne
(photo R. Weller, Cochise College)*



*Quartz β (photo Vincent Vernier,
Club minéralogique de Dison, Belgique)*

Origine du quartz

Le quartz apparaît dans la croûte terrestre comme un des minéraux constitutifs des roches granitiques. Ce sont de petits grains, généralement informes, grisâtres, translucides, avec un éclat vitreux.



Granite de Baveno :

quartz en petits grains informes grisâtres parmi des cristaux laiteux blancs et roses de **feldspath**. Petits grains noirs de **biotite**.



Granite vu au microscope polarisant :

Orthose en gros cristaux plus ou moins rectangulaires. **Biotite** en paillettes allongées polarisant dans les brun rouge.

Le quartz, cristallisé en dernier, occupe les interstices laissés libres par les autres constituants. Ici on les reconnaît à ses formes irrégulières. Il polarise dans les gris à blanc.

Le quartz est producteur de sable

A température ordinaire le quartz est insoluble. Le granite, qui semble être une roche très résistante, est relativement facilement détruit par les agents de l'érosion. En hiver, l'humidité s'insère entre les grains gèle et provoque la désagrégation de la roche. Les feldspaths et les micas sont petit à petit dissous par les eaux de pluie, laissant sur place les grains de quartz. Ainsi libérés par les agents de l'érosion, ces grains constitueront les sables des rivières, des lacs et des océans.

Il participe aussi à la formation d'autres roches

Entraînés et accumulés dans des bassins sédimentaires, ces grains participeront, après consolidation, à la formation des **grès** et des **quartzites**.

Dans les roches métamorphiques, le quartz participe à l'assemblage minéralogique des gneiss et des schistes cristallins.

Formation des cristaux de quartz

Les beaux cristaux de quartz, plus connus des amateurs sous l'appellation de **crystal de roche**, se forment dans les fissures des roches siliceuses par un processus dit "**hydrothermal**"¹.

En effet, l'eau sous haute pression et à haute température a le pouvoir de dissoudre partiellement la silice.

Crystal de roche, Dussistock, Uri,



¹ voir des mêmes auteurs *Les minéraux dans leur environnement*.

Ce sont des eaux très chaudes, riches en sels minéraux, qui circulent dans les roches et précipitent leur excès de silice sur les parois des fissures, au fur et à mesure que la température et la pression s'abaissent.

Ces solutions hydrothermales peuvent avoir deux origines :

- les eaux d'infiltration qui, venant de la surface, se réchauffent au contact des roches chaudes de profondeur, s'enrichissent en silice qu'elles déposent ensuite plus loin, au contact de roches plus froides,
- les solutions hydrothermales, dites **juvéniles**, issues directement du stade final de refroidissement de massifs granitiques.¹

Les solutions hydrothermales ne renferment pas uniquement de la silice : le quartz est souvent accompagné d'autres minéraux. Ainsi, les fissures qu'on rencontre dans les roches cristallines des Alpes renferment très souvent, en plus du quartz, des feldspaths (orthose, adulaire, albite) et de calcite, minéraux qui sont accompagnés plus rarement d'hématite, de rutile, de tourmaline, d'anatase, de sphène etc..

Il faut que la température des solutions soit assez élevée pour que le quartz cristallise en beaux cristaux transparents.

Lorsque la température est plus basse, il y a dépôt de quartz blanc laiteux, rarement bien cristallisé, mais qui, le plus souvent, remplit uniformément les fissures, marquant les roches de longues zébrures blanches.

A plus basse température encore, la silice forme sur les parois des cavités et des fissures des encroûtements de **calcédoine**, une forme microcristalline de silice, ou **d'opale**, une variété amorphe.



Quartz laiteux extrait d'un filon
(photo R. Weller, Cochise College)



Haute température :
Cristal de roche



Moyenne température :
cristaux laiteux ou filons
blanchâtres dans les roches



Basse température :
calcédoine

Parfois, dans des poches ou des filons localisés à la périphérie de certains massifs granitiques, on trouve les **pegmatites**, une forme particulière de granite ou de syénite dont les minéraux présentent des formes cristallines bien développées avec des dimensions pouvant dépasser plusieurs

¹ voir des mêmes auteurs *Le Monde fascinant des roches*.

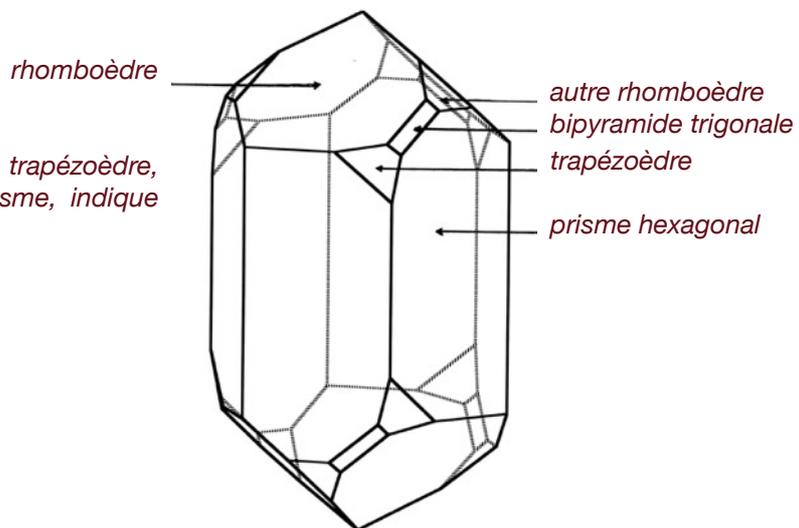
décimètres, voire plusieurs mètres. On peut trouver dans ces pegmatites des cristaux de quartz géants pesant plus d'une tonne.

Les formes habituelles du quartz α

Le quartz ordinaire (désigné par les minéralogistes sous le nom de quartz α) cristallise dans le système rhomboédrique. Sa symétrie est dictée par la présence d'un axe vertical ternaire et de trois axes binaires horizontaux.

La forme la plus courante du quartz se compose du prisme hexagonal et de deux rhomboèdres ayant chacun un développement différent (ce qui permet de les distinguer). Les faces du prisme sont souvent striées horizontalement. A ces formes courantes s'ajoute parfois le trapézoèdre dont les petites faces se placent au haut de celles du prisme, à gauche si le quartz est gauche, à droite dans le cas contraire. Plus rarement encore, on peut voir apparaître les faces de la bipyramide trigonale.

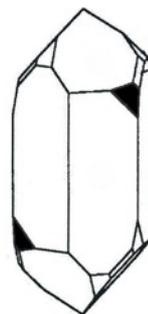
Dans l'exemple choisi, la face du trapézoèdre, en haut à droite de celle du prisme, indique que le quartz est "droit".



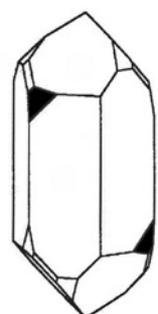
Les formes les plus courantes du quartz



Le quartz est un bel exemple d'**énantiomorphisme**, c'est-à-dire d'objets identiques mais non superposables. En effet, si on considère un quartz gauche et un quartz droit, chacun identifiable par la position de la face du trapézoèdre, on voit bien qu'ils sont identiques mais non superposables. On peut encore dire que l'un est l'image de l'autre vu dans un miroir, comme le seraient aussi une main gauche et une main droite.



Quartz droit



Quartz gauche

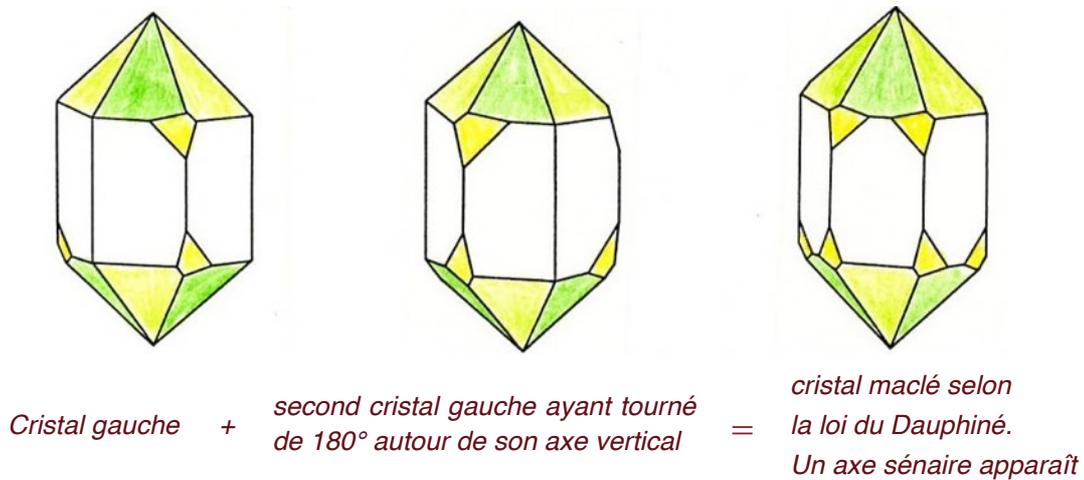
Quartz bipyramidé, Chine
(Club minéralogique de Dison, Belgique)

Groupement de cristaux

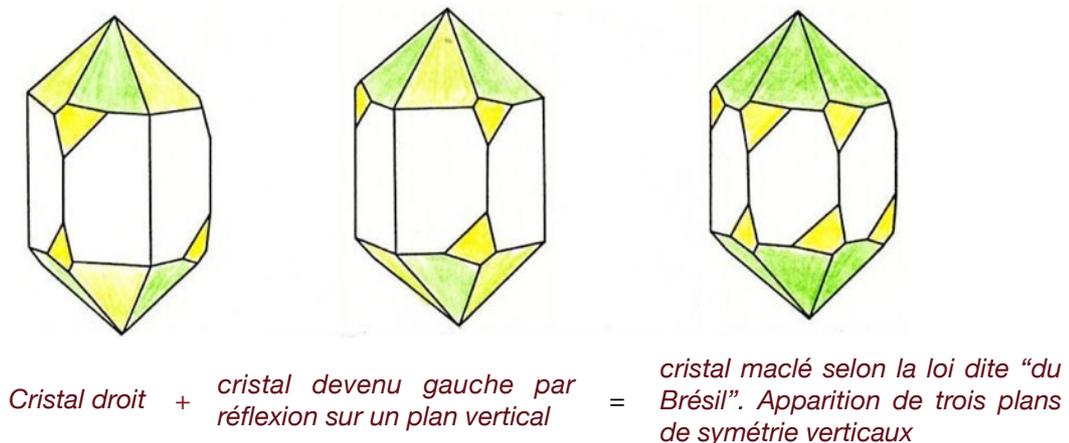
Habituellement les cristaux de quartz s'associent de manière quelconque. Parfois on peut observer des associations particulières, **les macles**. Les cristaux de quartz sont très fréquemment maclés mais, paradoxalement, les macles courantes sont difficiles à observer, car les cristaux jumelés sont complètement fondus en un seul individu, et ce n'est que la répétition insolite de certaines faces spécifiques (le trapézoèdre, par exemple) qui permet de déceler la présence d'une macle.

Les macles les plus fréquentes sont celles dites "**du Dauphiné**" où un des individus a effectué une rotation de 180° autour de l'axe vertical, ainsi que celle "**du Brésil**" où l'un des individus est répété par réflexion sur un plan vertical.

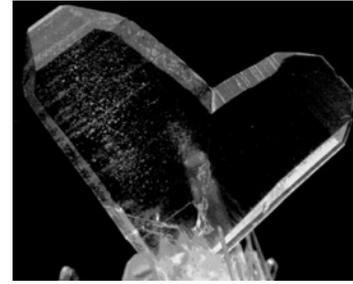
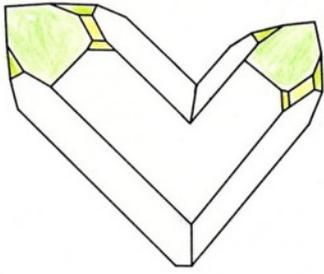
La macle du Dauphiné est la plus fréquente. Elle n'est décelable qu'en présence des faces du trapézoèdre. L'axe vertical se transforme alors en un axe d'ordre 6.



La macle du Brésil est moins fréquente que la précédente. Comme la macle du Dauphiné, elle n'est décelable qu'en présence des faces du trapézoèdre. La symétrie nouvelle fait apparaître des plans de symétrie verticaux en plus des trois axes déjà existants.



Mais la plus connue et la plus facile à observer - bien qu'elle soit plus rare - est la **macle du Japon** (ou de la **Gardette**), constituée de deux individus ayant une face prismatique commune et dont les axes du prisme forment un angle de $84^\circ 33'$.



Macle du Japon (photo Roger Martin)

Propriétés physiques

Le quartz est habituellement incolore et transparent. Sa dureté est de 7 sur l'échelle de Mohs et son poids spécifique est de 2.65 g/cm^3 . Sa cassure est conchoïdale et il ne présente pas de clivage. A température ordinaire il est quasiment insoluble dans la plupart des agents chimiques. Toutefois, l'eau à haute température et à forte pression a la capacité de dissoudre un peu de silice.

Son indice de réfraction moyen peu élevé ($n = 1.54$), lui confère un éclat vitreux. Il possède un pouvoir rotatoire, c'est-à-dire que le plan de vibration de la lumière tourne sur lui-même lorsqu'elle traverse une lame taillée perpendiculairement à l'axe principal. Le sens de la rotation est inversé suivant que le quartz est gauche ou droit. Cette propriété permet de reconnaître, au microscope polarisant, si la symétrie du quartz est *dextrogyre* ou *lévogyre*.

Propriétés piézoélectriques

La faible symétrie et l'absence d'un centre d'inversion confère au quartz des propriétés *piézo-électriques*. En clair, cela signifie qu'une plaquette de quartz soumise à une pression mécanique voit apparaître sur chacune de ses faces des charges électriques de signe opposé. Réciproquement, l'application à chacune de ses faces de charges électriques de signe opposé, déforme légèrement la plaquette.

● oxygène
● silicium

Le phénomène de la piézoélectricité

Une pression exercée sur un cristal de quartz déforme très faiblement la structure, déplaçant les charges électriques dont sont porteurs les atomes de silicium et d'oxygène, provoquant ainsi une anisotropie dans la répartition de celles-ci.

Si on introduit une plaquette de quartz convenablement taillée entre les électrodes d'un circuit oscillant, le quartz va se mettre à vibrer avec une fréquence propre qu'il va imposer au circuit. La fréquence dépend des dimensions de la plaquette et de son orientation par rapport au cristal ori-

ginal. On l'utilise donc comme étalon de fréquence dans de nombreuses applications de l'électronique. Dans les montres à quartz on utilise une plaquette de quartz qui vibre avec une fréquence de 32'768 périodes par seconde (= 2^{14} vibrations). Un circuit intégré dédouble 15 fois de suite le nombre de ces vibrations qui passe alors à une période par seconde, impulsion qui commande l'avancement de l'aiguille des secondes.

Inclusions

Le quartz renferme fréquemment divers minéraux sous forme d'inclusions. Parmi les plus courantes, on trouve le rutile sous forme de longues aiguilles de couleur jaune à brun.



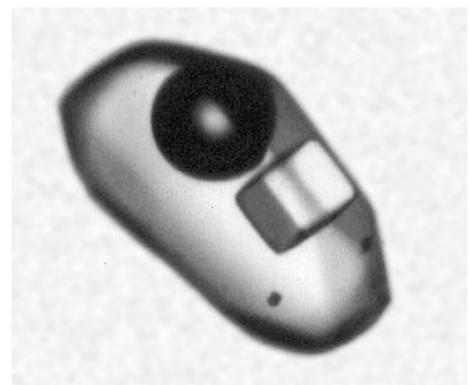
*Aiguilles de rutile dans
du quartz, Brésil
(photo Alain Carion)*



*Dendrites d'oxyde de manganèse dans un cristal de quartz
(Muséum de Genève)*

Parfois ces aiguilles sont courbes et on les appelle alors *Cheveux de Vénus*. On peut trouver aussi de fines aiguilles de tourmaline de teinte foncée, reconnaissables à leur section triangulaire. Des aiguilles d'amphibole apparaissent encore dans certaines roches métamorphiques. Plus rarement des dendrites d'oxyde de manganèse développent dans le quartz des formes qui ressemblent à des fougères. Dans les Alpes, le quartz renferme souvent des aiguilles de rutile, parfois de tourmaline ou des paillettes de chlorite.

On trouve encore des inclusions fluides emprisonnées dans le cristal au cours de sa croissance. Leurs dimensions sont variables et elles sont parfois visibles à l'oeil nu. Elles sont constituées d'eau chargée en sels alcalins, renfermant des bulles de gaz carbonique, parfois même de méthane. Il arrive parfois que des petits cristaux de chlorure de sodium flottent dans le liquide.



*Inclusion fluide avec bulle de gaz et cube
de halite dans un cristal de quartz alpin
(Ecole des Mines de Paris)*

Variétés colorées

Certains cristaux sont colorés. Plusieurs causes possibles sont à l'origine de ces colorations occasionnelles :

- ⇒ présence de traces d'oxydes de fer ou de manganèse,
- ⇒ fines inclusions de minéraux étrangers,
- ⇒ perturbation du réseau cristallin dû à une radioactivité naturelle.

L'améthyste est une variété de quartz dont la couleur varie du mauve au violet. La couleur est souvent plus marquée aux extrémités des cristaux que dans le corps du prisme. Chauffée, elle se décolore et devient jaune brunâtre. Les plus belles améthystes proviennent d'Uruguay et du Brésil. La coloration est due à la présence de traces d'oxyde de fer (Fe_2O_3).



La citrine est une variété de quartz teintée en jaune. Elle est beaucoup plus rare que l'améthyste. Dans le commerce, on propose souvent de l'améthyste chauffée, sous le nom usurpé de citrine.

Citrine, Min Ling, Sishuan, Chine
(photo R. Weller, Cochise College)



Géode d'améthyste, Brésil
(Muséum de Genève)



Améthyste

Le quartz fumé (ou enfumé) est coloré en brun plus ou moins foncé. Les quartz les plus foncés deviennent presque noirs. On les appelle alors **morions**. La coloration est due à une perturbation du réseau cristallin par des radiations radioactives naturelles. Une fois chauffé, le quartz fumé perd sa couleur.

Les quartz fumé du Tiefengletsch

En juillet 1868 Peter Sulzer, son fils Andreas et trois camarades de Guttanen parviennent à ouvrir une fissure située au dessus du Glacier de Tiefen, dans le canton d'Uri. Après de longs travaux de déblaiement, il découvrent une caverne remplie de cristaux de quartz fumé. Au début de septembre, ils avaient réussi à extraire une quinzaine de tonnes de cristaux dont les plus gros pesaient près de 150 kg. Les plus beaux ornent aujourd'hui les galeries de divers musées européens.



Les plus important groupe reconstitué se trouve au Muséum de Genève. Il est constitué de 33 cristaux totalisant 621 kg.



Quartz fumé, Massif du Gothard
(Muséum de Genève)

On peut transformer artificiellement un quartz incolore en quartz fumé en l'exposant à un bombardement des particules ionisantes.

Le quartz rose est assez largement répandu. Il n'est que très rarement individualisé en petits cristaux. On le trouve le plus souvent en masses informes dans des pegmatites. Sa transparence est voilée par la présence de nombreuses inclusions microscopiques de rutile qui le rendent translucide.

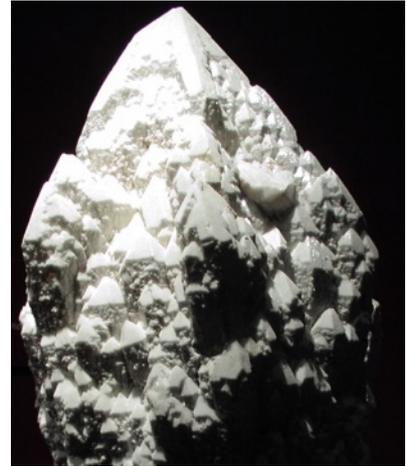
Parfois même, les orientations préférentielles des aiguilles de rutile sont responsables du phénomène lumineux de l'**astérisme** : une bille taillée dans du quartz rose, éclairée par une source ponctuelle, montre alors une étoile lumineuse à six branches.



Quartz rose, Brésil (Muséum de Genève)

Enfin, dans certaines pegmatites on trouve de beaux cristaux de quartz blanc laiteux, non transparents.

*Quartz laiteux dans une pegmatite, Brésil
(Muséum de Genève)*



Variété dans les formes

D'un gisement à l'autre, l'aspect des cristaux n'est pas toujours identique. Le développement de certaines faces au détriment d'autres dépend des conditions de pression, de température et de la composition chimique des solutions hydrothermales qui ont déposé le quartz. Certaines formes sont si typiques qu'elles portent la marque de l'environnement qui leur a donné naissance. On parle alors *d'habitus*.

Ainsi l'habitus dit "du *Tessin*" est caractérisé par des alternances très rapprochées de faces du prisme et du rhomboèdre, en "marches d'escalier", qui confèrent au quartz un aspect très effilé. L'habitus du *Dauphiné* montre un développement très important d'une des faces du rhomboèdre.



*Gerbe de cristaux de quartz, La Gardette, Dauphiné, France
On remarque au haut de l'image une macle de la Gardette (ou du Japon)*



*Habitus dit "du Tessin"
(photo Jordi Fabre)*



*Cristaux de quartz, Arkansas
(Siber+Siber)*

Les variétés microcristallines

Sous le nom de *microcristallin*, on décrit une forme de silice concrétionnée, apparemment non cristallisée. En réalité il s'agit, comme le microscope le révèle, de silice très finement cristallisée en fibres, renfermant souvent des impuretés et un peu d'eau.

A ce propos, notons que les diatomées et les radiolaires, organismes unicellulaires vivant dans certaines parties des océans possèdent un squelette en silice. Lorsque ces organismes meurent, ces squelettes se décomposent en molécules de silice et d'hydrogène qui vont participer à la formation de l'opale.

La silice peut se déposer également dans des lacs soumis à une forte évaporation. La concentration élevée en sodium favorise le dépôt de couches de calcédoine (cherts). Il y a plus de sédimentation de silice qu'on ne peut le penser : on peut trouver dans des couches calcaires en alternance des bancs à nodules de silex.

La calcédoine

La calcédoine se présente en masses concrétionnées ou en encroûtements mamelonnés. Elle est translucide avec une coloration uniforme grise, bleuâtre ou verdâtre. Elle se forme par dépôt de solutions hydrothermales de basse température dans les cavités de certains basaltes. On la rencontre aussi fréquemment dans les roches sédimentaires. La calcédoine est décrite sous des noms très variés suivant son aspect et sa couleur. On réserve le terme de *cornaline* à de la calcédoine rouge teintée par des oxydes de fer.

La chrysoprase est une calcédoine colorée en vert par des sels de nickel.

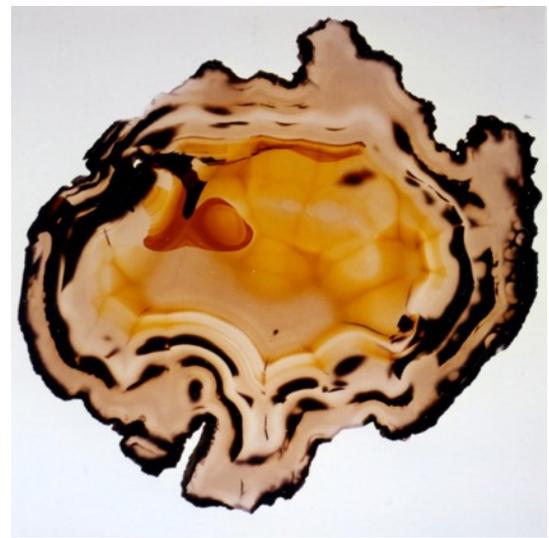


Calcédoine, Iles Feroë (Muséum de Genève)

*Chrysoprase, Queensland, Australie
(photo R. Weller, Cochise College)*



L'agate est constituée de fines couches concentriques de calcédoine diversement colorées. On appelle onyx une agate constituée de couches alternées blanches et noires alors que le sardonix montre des bandes alternativement brunes et blanches.



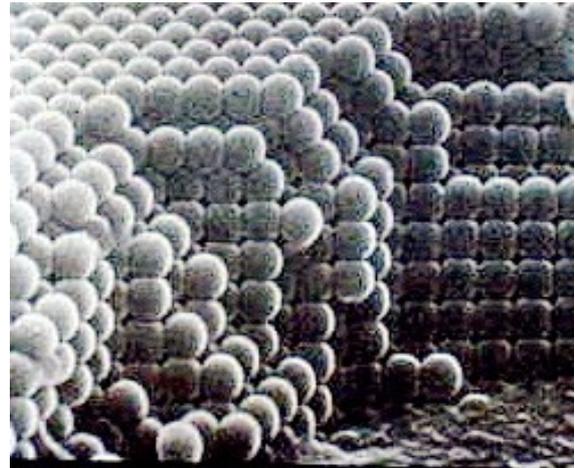
Plaques sciées à travers l'agate, Brésil

Agates, Améthyste

Cavités tourmentées, cheminées mystérieuses ou bulles figées, tapissées de merveilleux cristaux colorés, ou gracieusement entartrées de calcédoine dont les couches successives, diversement teintées, épousent les irrégularités des parois, contournent les obstacles ou s'enroulent sur elles-mêmes, créant des formes et des mélanges de couleurs dont les plus grands artistes pourraient être jaloux, les géodes d'améthyste et les géodes d'agate fascinent par leur beauté, leur étrangeté et leur mystère.

L'opale

L'opale n'est pas vraiment cristallisée mais est constituée d'un empilement plus ou moins régulier de petites sphères de silice amorphe. Le diamètre de ces sphérules ne dépasse pas 0.0001mm. L'empilement de sphères provoque les interférences lumineuses qui confèrent à l'opale ses irisations multicolores. L'opale est poreuse et recèle une certaine proportion d'eau qui la rend sensible à la chaleur et à la sécheresse. La perte partielle de cette eau peut l'endommager. Tout comme la calcédoine, l'opale présente des aspects variés qui lui valent des appellations particulières. L'opale noble présente de nombreuses irisations colorées sur un fond blanc. C'est la plus recherchée en bijouterie. L'opale de feu est uniformément colorée en rouge ou en orange. Elle est transparente ou translucide. C'est la seule qui soit assez résistante pour être taillée en facettes. On trouve aussi une opale hyaline incolore et parfaitement transparente.



Empilement de sphérules d'opale



*Opale, Queensland, Australie
(photo R. Weller, Cochise College)*

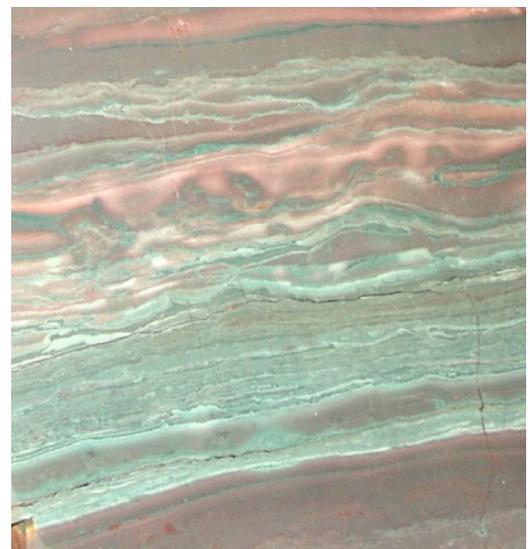


Opale de feu, Mexique

Les jaspes

Ce sont des variétés impures de silice, mêlées d'argile. Leurs propriétés sont voisines de celles de la calcédoine. En particulier, leur dureté assez élevée facilite leur polissage et en fait des pierres de décoration intéressantes. On décrit les différentes variétés de jaspe suivant leur coloration : jaspe rouge dont la coloration est due à des argiles ferrugineuses, jaspe vert (ou plasma), coloré par des inclusions de chlorite, jaspe sanguin (ou héliotrope), vert parsemé de taches rouges, jaspe noir (ou lydienne), très employé en bijouterie en qualité de pierre de touche pour vérifier le titre de l'or.

*Jaspe rubané
(Muséum de Genève)*



Le silex

Le silex se trouve en rognons gris ou brunâtres, aux contours irréguliers, dans certaines roches calcaires crayeuses. Il est formé par la précipitation localisée de la silice dissoute dans l'eau qui imprégnait les sédiments. La texture du silex rappelle un peu celle de la calcédoine. A cause de sa cassure esquilleuse, le silex a largement été utilisé par les hommes préhistoriques pour confectionner leurs outils et tailler des pointes de flèches.



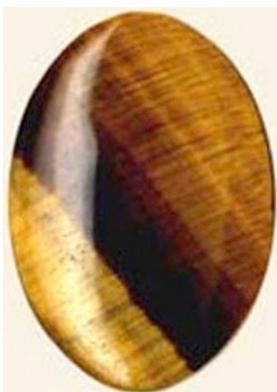
Silex (Muséum de Genève)

La silice, un agent fossilisateur

La silice peut se substituer à des structures organiques ou à d'autres minéraux tout en conservant les structures et les formes originelles. L'exemple le plus frappant est celui des troncs silicifiés de la forêt pétrifiée d'Arizona. Rapidement enfouis après leur mort (il y a 200 millions d'années) dans des alluvions très siliceuses, ils se sont parfaitement conservés jusqu'à aujourd'hui. Des solutions chargées de silice ont déposé de la calcédoine et de l'opale dans toutes les cellules du bois au fur et à mesure que celui-ci se décomposait. Les structures ont été si bien conservées qu'on peut compter parfois les cernes annuelles de croissance de l'arbre et définir son âge au moment de sa chute ! La coloration vive est due à la présence de divers oxydes de fer.



Tronc silicifié, Arizona
(Muséum de Genève)



Mentionnons encore *L'oeil-de-tigre* qui est le résultat de la transformation de la crocidolite, $\text{NaFe}(\text{SiO}_3)_2$, une amiante bleue, en quartz. La texture fibreuse de l'amiante a été parfaitement conservée. En s'oxydant, le fer de la crocidolite a coloré l'oeil-de-tigre en jaune-brun.

oeil-de-tigre

oeil-de-faucon



Lorsque la transformation n'est pas complète, on observe encore la coloration bleue originale de la crocidolite. On l'appelle alors *oeil-de-faucon*.



*Gerbe de quartz, La Gardette, France
(Muséum de Genève)*