

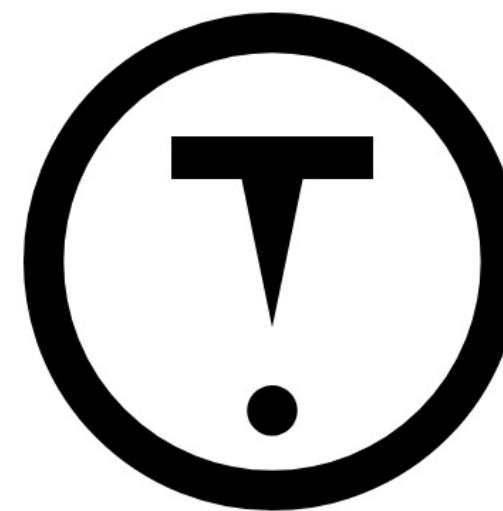
*Existe-t-il DES MINÉRAUX
TOXIQUES ? (DANGEREUX POUR
NOTRE SANTÉ ?)*

Roger Guay, Ph.D., Biogéomicrominérologue

Conseiller spécial

Club de minéralogie de Montréal

La **TOXICITÉ** (du grec τοξικότητα *toxikótêta*) est la mesure de la capacité d'une substance chimique, radionucléide, molécule organique, etc. **à provoquer des effets néfastes et mauvais pour la santé ou la survie chez toute forme de vie** (animale, telle qu'un être humain, végétale, fongique, bactérienne), qu'il s'agisse de la vitalité de l'entité ou d'une de ses parties (ex. : foie, rein, poumon, cœur, chez l'animal).



On distingue trois types de toxicité :

La **toxicité aiguë** , c'est-à-dire en cas d'administration massive et en une fois du xénobiotique (empoisonnement). Les effets sont alors immédiats ;

La **toxicité subaiguë** , due à une absorption chronique pendant plusieurs mois. Les effets n'affectent en général que certains organes ;

La **toxicité à long terme** , où il y a sommation des doses absorbées jusqu'à atteindre la dose seuil, dans le cas de produits cumulatifs comme le **PLOMB**. Il se peut aussi qu'il y ait addition des effets comme dans le cas des substances irritantes ou mutagènes.

Le tartre de ses dents révèle la première femme moine copiste

Dans la bouche d'un squelette exhumé du cimetière médiéval de Dalheim (ville proche de Mayence, en Allemagne), des traces d'un pigment rare ont été découvertes.

https://www.actualitte.com/article/patrimoine-education/le-tartre-de-ses-dents-revele-la-premiere-femme-moine-copiste/92759?fbclid=IwAR2_1cx3R0k1z-NAVmKbRy9HZRuGnXICEm4grq-nC4Am3FxdK0Y3y0JpFLk

<https://www.nationalgeographic.com/culture/2019/01/female-medieval-master-artist-revealed-dental-calculus/>

Le tartre de ses dents révèle la première femme moine copiste

La tombe B78 abritait une femme d'âge moyen, décédée autour de 1100. Le premier élément à intriguer les chercheurs, c'est l'absence d'usure des os : elle devait mener une vie qui, physiquement, n'était pas éprouvante. Puis, en passant sa dentition sous le microscope, les chercheurs découvrent **des particules bleues**. Une couleur qui lui rappelle les œufs de rouge gorge, totalement improbable. Il suffisait de laisser les chimistes s'amuser alors pour déterminer quelles étaient ces fameuses particules. Verdict : de la **LAZURITE MINÉRALE, ou LAPIS-LAZULI**. Une pierre précieuse, qu'on ne trouvait, au Moyen Âge, que dans le commerce fait avec l'actuel Afghanistan. Réduite en poudre, cette pierre valait plus que l'or, et le pigment bleu vif que l'on en extrayait servait à des manuscrits extrêmement précieux. *Mais pour l'équipe, une autre idée germe : la présence du pigment s'expliquerait par le fait que cette femme léchait son pinceau, en peignant. Et qu'elle puisse donc avoir travaillé à l'enluminure de manuscrits.*

Cette habitude de lécher son pinceau prendra tout son sens au début du XXe siècle dans une entreprise américaine: la **United States Radium Corporation** !!!

RADIUM (Ra)

Le **RADIUM** (Ra) est d'un aspect parfaitement blanc mais il noircit lors de son exposition à l'air libre. Le radium est un métal alcalino terreux présent en très faible quantité dans les minerais d'uranium. Il est extrêmement radioactif, la demi-vie de son isotope le plus stable (^{226}Ra) étant de 1 600 ans. Il fournit du radon comme produit de désintégration. Marie Curie et son mari Pierre le découvrent en 1898 par extraction de la pechblende, un minerai d'uranium. Le mot *radium* est forgé à partir du latin *radius* (« rayon »), en même temps que le mot **RADIOACTIVITÉ**.



LOGO associé à la radioactivité

La radiotoxicité du RADIUM

United States Radium Corporation

« radium girls »

Fermeture de l'usine US Radium Corporation à Orange au New Jersey en 1926

Découvert en 1898 par
Marie Curie

Peinture luminescente: sels de radium radioactif, sulfure de zinc et laque

La demi-vie de l'isotope 226 du radium est de 1,600 ans



Pourquoi la diapositive précédente est-elle entourée de NOIR ???

Parce qu'il s'agit d'un malheur atroce qui a frappé quelques 75 femmes à l'emploi de la *United States Radium Corporation*. Elles avaient été engagées pour peindre les chiffres des divers cadrans et horloges avec une peinture au *RADIUM* sans qu'on ne les ai prévenues du danger qu'elles couraient en manipulant une peinture très radioactive.

À l'instar de la première femme copiste, elles avaient pris la mauvaise habitude de lécher leur pinceau pour en affuter la pointe et elles se sont contaminées sans le savoir avec le radium très radioactif et elles en sont presque toutes décédées.

QUELS SONT LES MINÉRAUX LES PLUS TOXIQUES ?

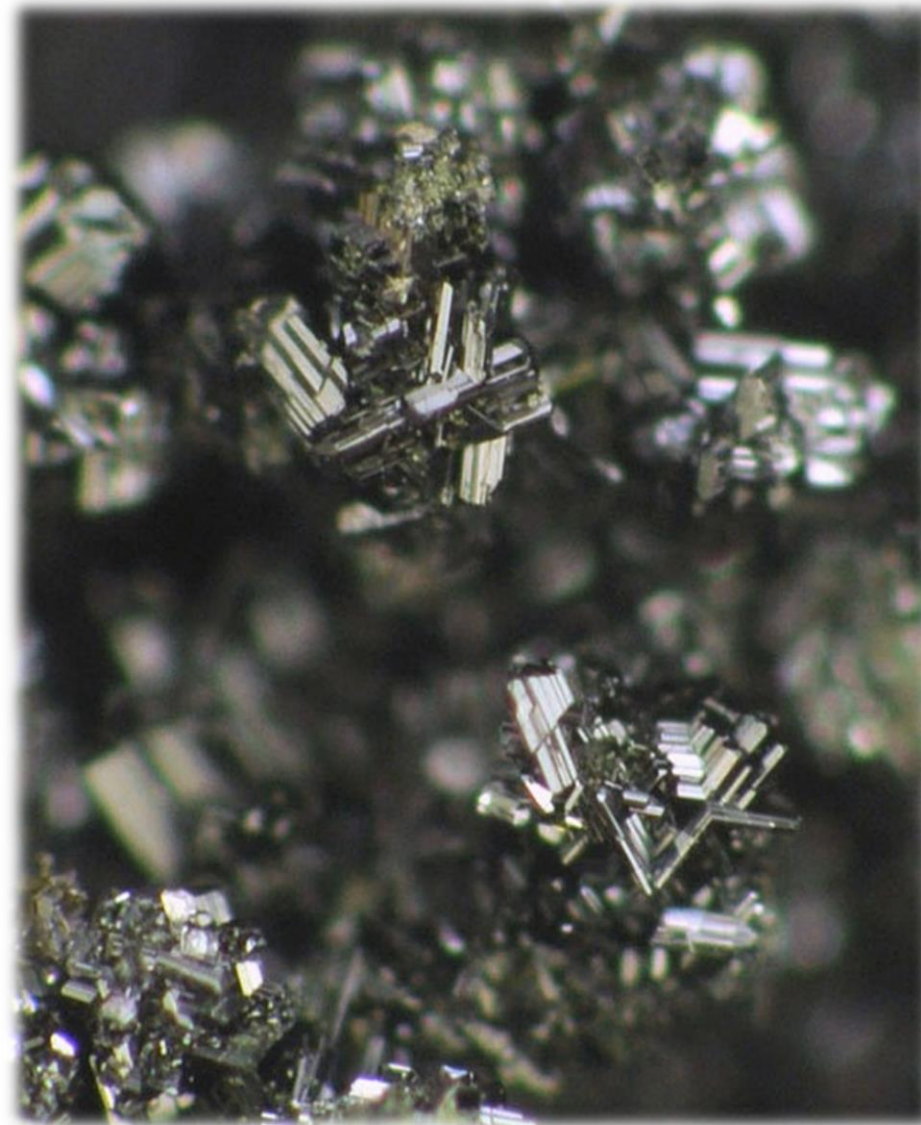
- Ceux qui contiennent de l'arsenic (l'Orpiment, le Réalgar)
- Ceux qui contiennent du cuivre (l'Azurite, la Malachite, la Veszléite, la Calcantite, le Chrysocole)
- Ceux qui contiennent du plomb (le Plomb lui-même, la Crocoïte, la Céruse, la Wulfénite, la Litharge, le Massicot, le Minium, la Mimétite)
- Ceux qui contiennent du mercure (le Mercure lui-même, le Cinabre)
- Ceux qui contiennent du vanadium (la Vanadinite)
- Ceux qui contiennent du radium (le Radium lui-même)
- Ceux qui contiennent de la Chrysotile (les Fibres d'Amiante)
- Ceux qui contiennent du Chrome (Eskolaïte)

ESKOLAITE (Cr_2O_3)

Collection Roger Guay



Poudre d'Oxyde de Chrome



Eskolaïte

AMIANTE CHRYSOTILE

Toutes les fibres d'amiante génèrent une réponse cancérogène au niveau pulmonaire ou pleural. De fait, le **CHRYSOTILE**, tout comme les autres formes d'amiante, se comporte à la fois comme un initiateur, un promoteur et un cocarcinogène.

Le chrysotile ne peut donc être considéré comme moins dangereux que les autres types d'amiante et une utilisation dite sécuritaire et responsable de cette fibre ne peut occulter sa dangerosité et la nécessité de l'écartier de tout processus industriel ou usage commercial.

Une trentaine de pays dans le monde ont interdit l'usage de L'AMIANTE CHRYSOTILE car elle est cancérigène.

Photo Christian Autotte



Collection Roger Guay

Amiante Chrysotile

ORPIMENT (As_2S_3) et RÉALGAR (As_4S_4)

Collection Roger Guay



Photo Christian Autotte

Réalgar (rouge As_4S_4)

Orpiment (jaune As_2S_3)

MINÉRAUX ET MÉTAUX TOXIQUES

L'EUROPE a tranché en proposant en 2000 une définition qui vaut pour le droit européen et celui des États-membres, notamment dans le domaine des déchets :

« *Métal lourd* » désigne *tout composé*

- *d'antimoine, d'arsenic, d'étain*
- *de cadmium, de chrome hexavalent,*
- *de cuivre, de plomb, de mercure,*
- *de nickel, de sélénium,*
- *de tellure, de thallium*
- *et ainsi que ces matériaux sous forme métallique, pour autant qu'ils soient classés comme substances dangereuses.*

Le PLOMB et ses COMPOSÉS MINÉRAUX

Le **SATURNISME** est la maladie correspondant à une intoxication aiguë ou chronique par le plomb. Ce nom fait référence à la planète Saturne, symbole du plomb en alchimie.

En particulier de nos jours, les consommateurs de gibier d'eau tués dans certaines régions très chassées et fortement contaminées par la grenaille de plomb de chasse sont exposés à un risque élevé de saturnisme. Par ailleurs, les autorités gouvernementales ont fortement conseillé aux fabricants des munitions de remplacer le plomb par l'acier.

Le PLOMB et ses MINÉRAUX TOXIQUES

- La **Litharge** est l'une des formes minérales naturelles de **L'OXYDE DE PLOMB (II) PbO**. La litharge est un minéral secondaire qui se forme par l'oxydation du minerai de galène. Il se forme à la surface du minerai, ainsi que dans certaines failles. La litharge était parfois dénommée *oxyde de plomb rouge* pour le distinguer de la forme allotropique β de PbO : le **MASSICOT** ou *oxyde de plomb jaune*.
- La **CÉRUSE** ou **CÉRUSSITE**, PbCO_3 , ou blanc de plomb en peinture
- **L'ANGLÉSITE** [Pb(SO)_4], minéral très toxique:



Minéraux de plomb toxiques

Collection Roger Guay

Photos Christian Autotte



Anglesite $Pb(SO)_4$, Montauban, QC



Cérussite ($PbCO_3$)

PLUMBOGUMMITE

La **PLUMBOGUMMITE** est un minéral du phosphate de plomb secondaire qui appartient au super-groupe minéral de l'Alunite. sa formule chimique est $\text{PbAl}_3(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Collection Roger Guay



Photo Christian Autotte

Plumbogummite

La CROCOÏTE ($PbCrO_4$)

La **CROCOÏTE** porte son nom en référence à la couleur du (*krokos*) en grec qui signifie « crocus » ou « safran ».
Synonyme : plomb chromaté. Le **chromate de plomb**, ou **jaune de chrome**, de formule $PbCrO_4$, est une poudre cristalline utilisée comme pigment jaune. Il s'obtient par réaction de l'acétate de plomb sur le bichromate de potassium. **Le rouge de chrome, le jaune orangé de chrome et le jaune citron de chrome** sont quelques-uns des pigments obtenus à partir du chromate de plomb. Réduite en poudre, la **Crocoïte** fournit un pigment orange brillant utilisé en peinture, notamment par **les peintres russes**.



ID: 1383579392

Le MINIMUM

Le **MINIMUM**, ou tétr oxyde de plomb, Pb_3O_4 , est l'un des oxydes de plomb, le plus connu grâce à sa couleur rouge orangé qui l'a fait utiliser comme pigment imitant le **vermillon**. Avec l'élaboration d'autres pigments, le **minium** va perdre progressivement de son importance dans la peinture à partir de la Renaissance. En 1688, Claude Boutet ne cite que le **massicot**, le **jaune de plomb**, dans son *Traité de peinture en miniature*. Le **minium**, appelé aussi **mine orange et rouge de Saturne**, reste cependant utilisé jusque dans les années 1930



ID: 1017183934


Cristaux rouges de Chromate,
Crocoite et Minium de la
Tasmanie en Australie

WULFÉNITE

La **WULFÉNITE** est une espèce minérale composée de molybdate de plomb de formule **PbMoO₄** avec des traces : W; Ca; V; As; Cr; Ti. La **Wulfénite** est jaune orangée. Les oranges de **molybdène** sont des pigments de la gamme de l'orange moyen au rouge-orangé vif, utilisés dans les peintures, les encres, les plastiques et les caoutchoucs.

Wulfénite

Groupe
Molybdates

Dureté
- +


Densité
6.5-7.0

Composition
PbMoO₄








Photo : Gracieuseté de Crystal Rocks and Gems

Importance de ce minéral :
Un minéral secondaire plomb, un minéral de collection assez rare

Robert et Patti Schafer

VANADINITE

La **VANADINITE** est une espèce minérale composée de chlorovanadate de plomb de formule $Pb_5(VO_4)_3Cl$ avec des traces de phosphore, d'arsenic et de calcium. Sa couleur va du jaune au rouge. Les cristaux peuvent atteindre jusqu'à 14 cm.

Vanadinite (Vanadium)

Groupe
Phosphates &
Vanadates

Dureté



Densité
6.6-7.2

Composition
 $Pb_5(VO_4)_3Cl$

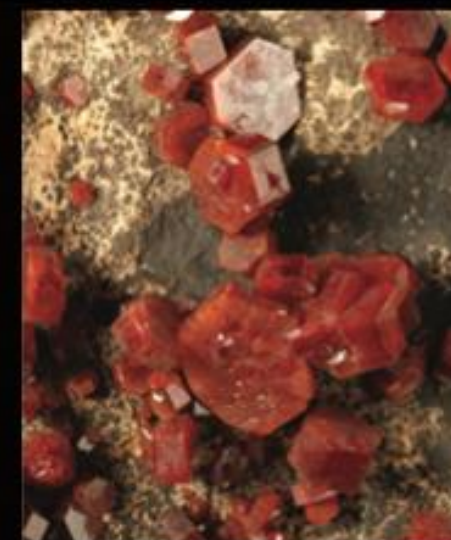


Photo: Christian Autocat

Collection: Club de minéralogie de Montréal

Importance de ce minéral :
minéral de vanadium, catalyseur dans
la fabrication de l'acide sulfurique et
phosphorique



La MIMÉTITE

La *MIMÉTITE*, dont le nom vient du grec μιμητής *mimetes* (imitateur) pour sa ressemblance avec la pyromorphite est un chlorure d'arséniate de plomb de formule chimique $Pb_5(AsO_4)_3Cl$, il est formé par l'oxydation de la galène et de l'arsénopyrite.



Collection Roger Guay

Photo Christian Autotte

Miméteite (Pologne)

Le MERCURE et la maladie de MINAMATA

On appelle **HYDRARGYRISME** toutes les formes d'intoxication par le **MERCURE**, mais en référence à une maladie qui a touché durant des décennies des milliers d'habitants des pourtours de la baie de Minamata au Japon, on parle de **maladie de Minamata** pour désigner les symptômes et syndromes subis par ces malades (en particulier les symptômes physiques et neurologiques graves et permanents induits par l'intoxication *in utero* aux composés de mercure (**MONOMÉTHYLMERCURE** principalement). C'est un des exemples les plus souvent cités pour évoquer les « *maladies industrielles* ».

Avant d'être converti en méthylmercure, le mercure doit provenir de différentes sources (naturelles ou humaines). Il est présent dans la croûte terrestre sous forme de **CINABRE**. Avec l'érosion naturelle, du mercure (seul métal volatil à température ambiante) est lentement relâché dans l'air par le phénomène de **SUBLIMATION**.

CINABRE minéral (Sulfure de mercure)

La découverte de la synthèse du sulfure de mercure fut une innovation majeure du Moyen Âge dans le domaine de l'art. En rendant le vermillon abondant, la palette des peintres s'accroît et d'autres couleurs vives sont requises pour l'harmoniser. L'art de cette période, principalement religieux est riche en vermillon, en feuilles d'or et en bleu outremer, qui sont les trois couleurs principales de la palette médiévale.

*Ce pigment est extrêmement toxique.
Tout contact avec la peau et les
muqueuses doit être évité.*

Collection Roger Guay

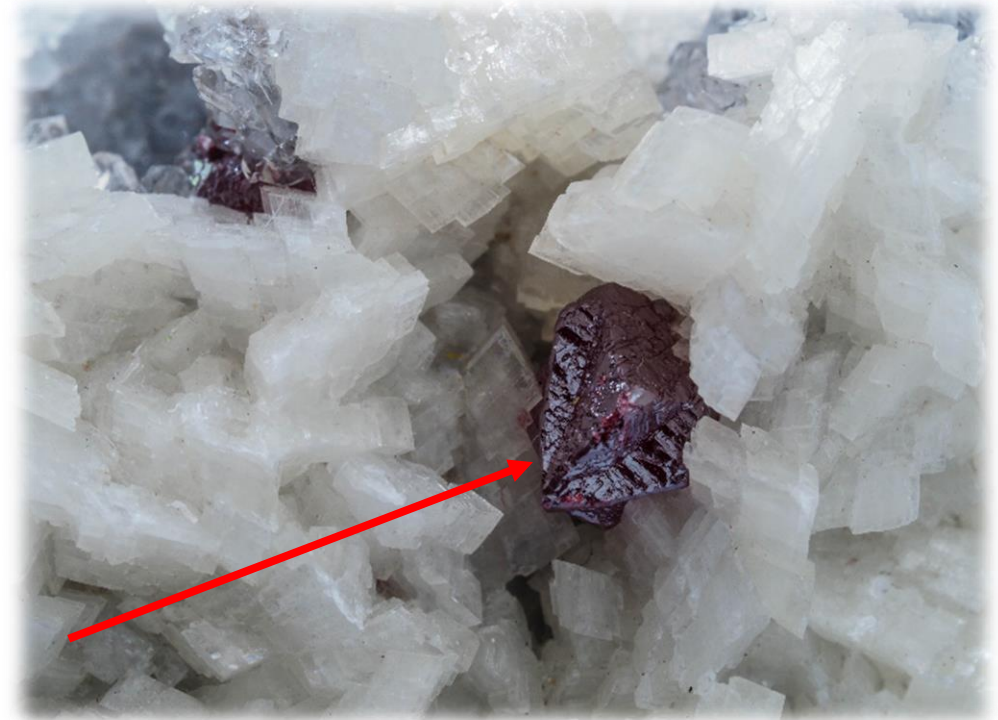
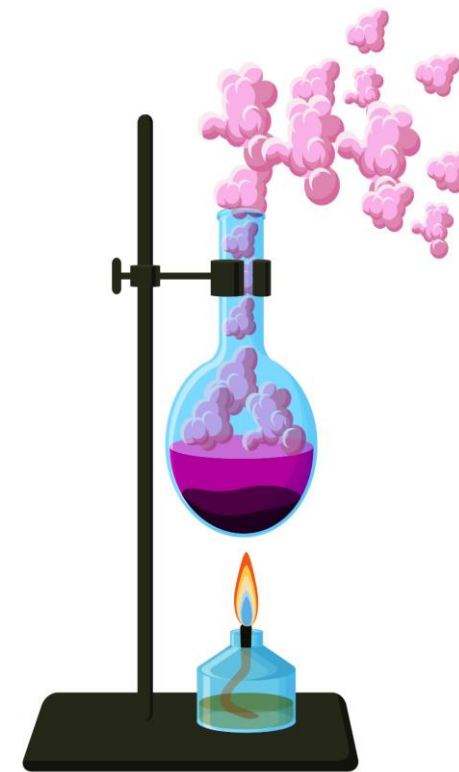


Photo Christian Autotte

Cinabre (HgS)

Un *EXEMPLE* du PHÉNOMÈNE de *SUBLIMATION*

- En physique, la **SUBLIMATION** est le passage d'un corps de l'état solide à l'état gazeux, sans passer par l'état liquide. Cette transformation se fait donc sans passer par une étape de fusion (de solide en liquide), ni une étape de vaporisation (de liquide en gaz).
- L'**IODE** est un membre de la famille des halogènes. Son nom vient du grec *ιώδης* signifiant « couleur de la violette ». Sa faible toxicité et la facilité avec laquelle il se lie aux composés organiques alliées à sa masse atomique élevée en ont fait un agent de contraste très utilisé en radiographie.
- Le **DIIODE** est, aux conditions normales de température et de pression, un solide gris-noir aux éclats métalliques violets composé de molécules homomoléculaires I_2 . Il se sublime lentement dès la température ambiante, fond à $113,7\text{ °C}$ et bout à $184,3\text{ °C}$ en formant un **gaz violet très irritant**.



Autres pigments

- La **WULFÉNITE** est une espèce minérale composée de molybdate de plomb de formule PbMoO_4 avec des traces : W; Ca; V; As; Cr; Ti. La **Wulfénite** est jaune-orangée.
- La **VANADINITE** est une espèce minérale composée de chlorovanadate de plomb de formule $\text{Pb}_5(\text{VO}_4)_3\text{Cl}$, avec des traces de phosphore, d'arsenic et de calcium. Sa couleur va du **jaune** au **rouge**.
- La **VESZELYITE** est un pigment minéral $(\text{Cu,Zn})_3\text{PO}_4(\text{OH})_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ qui est un phosphate hydraté de cuivre-zinc retrouvé principalement comme incrustation bleu-verte utilisée par les Mayas.

Le CUIVRE et ses COMPOSÉS

1. La **LAZULITE** ($(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})\text{Al}_2(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$) est un minéral communément bleu azur, contenant du magnésium, du fer, et du phosphate d'aluminium.
2. **L'AZURITE** est connue depuis le XXVII^e siècle av. J.-C. il existe des traces d'azurite en poudre dans les pots d'onguent égyptiens de la IV^e dynastie. Les Grecs la désignait sous le terme de kuanos (*kuanos* qui a donné le mot cyan) et les Romains sous celui de *caeruleum* (Pline l'Ancien dans le livre XXXV de son Histoire naturelle l'appelle *armenium*). L'azurite est une espèce minérale composée de carbonate de cuivre de formule $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$.
3. La **LAZURITE** (de 25% à 40%), un silicate feldspathoïde minéral dont la formule chimique est : $(\text{Na}, \text{Ca})_8(\text{AlSiO}_4)_6(\text{S}, \text{SO}_4, \text{Cl})_{1-2}$ On le connaît aussi sous l'appellation **Indigo de Perse, le Bleu de Perse profond** ou encore la couleur **Régimentale**.
4. La **CHALCANTITE** s'appelle aussi le **Vitriol Bleu** et a comme formule $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Le CUIVRE et ses COMPOSÉS

5. Le **CHRYSOCOLLE** est un ancien terme désignant divers matériaux servant à la préparation de l'or mais qui s'affina jusqu'à ne plus désigner aujourd'hui qu'un seul minéral, un silicate d'hydroxyde de cuivre. Le chrysocolle est un silicate d'hydroxyde de cuivre ($\text{CuSiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$).

Il s'agit d'un minéral qui se trouve ordinairement dans des mines secondaires de cuivre.

Chrysocolle

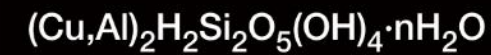
Groupe
Silicates

Dureté



Densité
1.9-2.4

Composition



Collection : Université du Québec à Montréal (UQAM)



Photo : Jeffrey Vaillancourt

Importance de ce minéral :

Est un minerai utilisé dans la joaillerie et apprécié pour ces bénéfiques thérapeutiques



Le CUIVRE et ses COMPOSÉS

6. La **MALACHITE** est une espèce minérale du groupe des carbonates minéraux de formule $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$. elle a été utilisée comme pigment minéral depuis l'Antiquité pour rendre certains tons bleu-vert clair et lumineux, notamment dans la réalisation des enluminures et des fresques au Moyen Âge ainsi que dans la peinture des icônes.6.

Collection Roger Guay



Photo Christian Autotte

La Malachite

*Chalcantite (Vitriol bleu,
 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)*

Vraie ou fausse pierre ???

Très difficile à dire, cela ressemble fort à une solution saturée de sulfate de cuivre qu'on a laissée cristalliser sur un échantillon minéralogique provenant du même endroit !

Collection Roger Guay



Photo Christian Autotte

Création de laboratoire