

**Zeitschrift:** Minaria Helvetica : Zeitschrift der Schweizerischen Gesellschaft für historische Bergbauforschung = bulletin de la Société suisse des mines = bollettino della Società svizzera di storia delle miniere

**Herausgeber:** Schweizerische Gesellschaft für Historische Bergbauforschung

**Band:** - (2003)

**Heft:** 23b

  

**Artikel:** Quelques généralités sur le cobalt et ses dérivés colorés

**Autor:** Meisser, Nicolas

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1089744>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 02.05.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Quelques généralités sur le cobalt et ses dérivés colorés

### Résumé

Le cobalt est un élément rare. Il est pourtant connu de longue date, non pas sous sa forme métallique isolée seulement au XVIII<sup>ème</sup> siècle, mais sous la forme d'un verre bleu foncé appelé *smalt*. Le cobalt possède de remarquables propriétés colorantes mises à profit dans les céramiques, les verres et les pigments. Ces propriétés sont à l'origine de son intense exploitation uniquement comme pigment. A partir du XIX<sup>ème</sup> siècle, le cobalt métallique a pris une place de plus en plus importante dans la confection des aciers spéciaux.

### Zusammenfassung

Allgemeines zu Kobalt und seine Varietäten

Kobalt ist ein seltenes Element. In seiner metallischen Form konnte es erst im 18. Jahrhundert isoliert werden. Kobalt besitzt herausragende Farbeigenschaften, welche in Keramik, Gläsern und Pigment, dem sogenannten «Smalt», benutzt wurden. Diese Eigenschaften waren der Anstoss zur intensiven Ausbeutung als Pigmentrohstoff. Vom 19. Jahrhundert an, kam dem metallischen Kobalt ein immer wichtigerer Stellenwert im Zusammenhang mit der Erzeugung von Spezialstahl zu.

(RK)

### Riassunto

Qualche generalità sul cobalto e sui suoi derivati colorati

Il cobalto è un elemento raro, conosciuto da lungo tempo, non tanto nella forma metallica isolata solamente nel XVIII secolo, quanto sotto forma di un vetro blu scuro chiamato blu di Sassonia. Il cobalto possiede delle notevoli proprietà coloranti, messe a profitto nelle ceramiche, vetri e pigmenti. Queste proprietà sono all'origine della sua intenso sfruttamento come pigmento. A partire dal XIX secolo, il cobalto metallico a preso un posto sempre più importante nella fabbricazione di acciai speciali.

(PO)

## 1 Le cobalt

### L'élément

Isolé par le Suédois Brandt vers 1733, le cobalt est un élément de numéro atomique  $Z = 27$  et de masse atomique  $M = 58,933$ . Son symbole est Co. C'est un métal de couleur blanc grisâtre, malléable et ductile, dont la densité est 8,9. Il fond à 1495 °C et bout vers 2900 °C. Le cobalt est ferromagnétique jusqu'à 1150 °C. On en connaît dix isotopes radioactifs, dont le fameux  $^{60}\text{Co}$ .

Il appartient au groupe VIII de la classification périodique, qui réunit les éléments de transition comme le fer, le cobalt et le nickel. Ces derniers possèdent des analogies certaines dans leurs propriétés physiques et chimiques.

L'étymologie de « cobalt » dérive du nom attribué aux *Kobolden*, les génies mal-faisants des mines dans les légendes germaniques. Anciennement, la production de métal à partir de minerais de cobalt, dont l'aspect est semblable à certains minerais de cuivre ou d'argent, semblait impossible à réaliser. Les mineurs pensaient que cette impossibilité était due à l'opposition manifestée par les mauvais esprits : les *Kobolden*. Plus tard, le mot s'est altéré en cobalt et a été latinisé en *cobaltum*.

### Géochimie et minéralogie

Dans la nature, sa teneur moyenne dans la croûte terrestre est de 25 g/t (soit 25 ppm = parties par millions). Il est donc trois fois moins abondant que le nickel, et, affinités chimiques obligent, il se concentre comme lui dans les roches basiques comme les péridotites (237 g/t) et les gabbros (79 g/t). A contrario, avec une teneur de l'ordre de 8 g/t, il est très peu concentré dans les granitoïdes. Le cobalt se substitue à l'état de traces au fer ferreux ( $\text{Fe}^{2+}$ ) dans de nombreux silicates et sulfures.

Les minéraux riches en cobalt sont rares. Parmi les espèces primaires (hypogènes) citons les arséniures comme la skuttérodite,  $(\text{Co}, \text{Ni})\text{As}_{2-3}$  et la safflorite  $\text{CoAs}_2$ , des sulfoarséniures comme la cobaltite,  $\text{CoAsS}$  et le glaucodot,  $(\text{Co}, \text{Fe})\text{AsS}$  et des sulfures comme la linnéite,  $\text{Co}_2\text{S}_4$  et la carollite  $\text{CuCo}_2\text{S}_4$ . Les espèces secondaires (supergènes) se caractérisent généralement par leur éclatante couleur rose. L'espèce la plus spectaculaire étant l'érythrite,  $(\text{Co}, \text{Ni}, \text{Mg})_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , qui résulte de l'oxydation des arséniures et des sulfoarséniures. L'altération des minéraux primaires de cobalt mais également des roches basiques conduit à la formation d'asbolane ou wad. De teinte noir de suie à l'aspect terreux, c'est un mélange complexe constitué d'oxy-hydroxydes de métaux de transition principalement le manganèse, le fer et le cobalt. La teneur en cobalt peut atteindre exceptionnellement 35 %. Depuis quelques années, ce minerai de type résiduel prend une importance croissante avec la mise en exploitation d'importants gisements en Australie et à Cuba.

## Métallurgie et production

Mis à part le cas du district minier de Bou-Azzer au Maroc, le cobalt est avant tout un sous-produit de l'extraction du cuivre (République démocratique du Congo, Zambie) et du nickel (Canada, Russie). Le minerai est enrichi par flottation, puis grillé en présence d'air pour éliminer le soufre et l'arsenic. A partir de cette étape, la matte obtenue est soit réduite par du coke dans un four électrique en présence de chaux (qui transforme la silice en scorie) ou soit dissoute dans de l'acide chlorhydrique. Dans le premier procédé, la réduction de la matte produit un alliage fer-cuivre-nickel-cobalt (qui peut contenir jusqu'à 30 % de cobalt) que l'on dissout alors dans un acide, et dont on extrait le cobalt métallique par électrolyse. Dans le second procédé, plus ancien, les métaux sont précipités sélectivement de la solution chlorhydrique. Dans un premier temps, on fait barboter du sulfure d'hydrogène qui précipite la cuivre, le plomb, le bismuth et l'antimoine sous la forme de sulfures. Dans une seconde étape, l'ajout progressif d'hypochlorite de calcium (« chlorure de chaux ») à la solution chlorhydrique libère du chlore et augmente le pH : d'abord le fer précipite sous la forme d'hydroxyde, puis le cobalt. Le nickel reste en solution.

Le cobalt métallique est obtenu par réduction de l'oxyde  $\text{Co}_3\text{O}_4$  par aluminothermie. La production mondiale en 2001 a été de 37 000 tonnes. Les principaux producteurs étant la Zambie, la République démocratique du Congo, l'Australie et le Canada.

## Principales applications

Le cobalt est surtout employé dans la composition de nombreux alliages spéciaux (ferrocobalt, stellites, etc.). Ils sont destinés à la fabrication d'outils de coupe ultrarapide, de résistances électriques, d'aciers devant résister à la corrosion à haute température (industrie aéronautique et spatiale), de pièces polaires d'aimants permanents ou d'électroaimants.

Activé par des neutrons dans un réacteur nucléaire, le cobalt devient radioactif par formation de l'isotope 60. Ce dernier est un émetteur de rayons gamma très utilisé dans l'industrie et en médecine. Enfin, le cobalt est un oligo-élément : il entre dans la composition de la vitamine B 12 ou cobalamine.

Les sels de cobalt sont essentiellement utilisés comme pigments, siccatifs, indicateurs d'humidité, catalyseurs et en trace comme oligo-élément.

## 2 Les colorants à base de cobalt

### Les propriétés colorantes du cobalt

Les sels de cobalt sont utilisés depuis l'Antiquité dans la coloration du verre et des céramiques. Ce n'est qu'à partir de la seconde moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle que l'utilisation du métal dans les alliages spéciaux a peu à peu supplanté celle de colorant. Toutefois,

les sels de cobalt restent toujours des colorants absolument indispensables pour l'industrie du verre et de la céramique.

L'état d'oxydation le plus important est bivalent :  $\text{Co}^{2+}$  (cobaltesux). Les sels cobaltesux peuvent être roses ou bleus selon l'état de coordination du métal :

- entouré de *six* molécules d'eau par exemple, le cobalt forme un complexe *octaédrique* de couleur *rose* ;
- entouré de *quatre* atomes d'oxygène par exemple, le cobalt forme un complexe *tétraédrique* de couleur *bleue*.

Les principaux composés colorés par ces mécanismes sont présentés dans le tableau 1.

### Les colorants

Les composés octaédriques roses sont riches en eau. Ils sont donc sensibles aux variations de température et de ce fait n'ont pas d'application comme pigments. Par contre on utilise le chlorure de cobalt comme thermo-hygromètre : en fonction de la température ou de l'humidité, ce composé vire du rose au bleu et vice versa. On l'utilise aussi comme indicateur dans le silicagel<sup>®</sup>, un dessiccateur très utilisé.

### Le smalt

De nombreux composés tétraédriques bleus servent de pigment. Le plus célèbre est certainement le smalt. C'est un verre obtenu par fusion d'un mélange de matte de minerai de cobalt ou d'asbolane avec du quartz et du carbonate de potassium (potasse). Les impuretés de fer, nickel et manganèse forment un composé cristallin de type fayalite, insoluble dans le verre fondu et qui se dépose au fond du four. Le verre est séparé par décantation : selon sa teneur en cobalt sa teinte varie du bleu clair au noir. Les verres très foncés réduits en poudre fine ont une couleur bleu clair, ils sont de ce fait utilisables directement comme pigment pictural.

Le smalt semble avoir fait une timide apparition sur la palette des peintres au XV<sup>ème</sup> siècle. Il a gagné en importance dans le courant du XVI<sup>ème</sup> siècle. Son utilisation a été relevée chez Jan Van Scorel (1495-1562) et Pieter Bruegel l'Ancien (1525/30-1565). L'usage croissant du smalt est peut-être également lié à une pénurie en azurite. Ce minéral était récolté principalement à Rudabánya en Hongrie. Il semble que l'approvisionnement en azurite hongroise ait été compromis par l'occupation ottomane, favorisant ainsi le développement du smalt comme pigment pictural. L'emploi du smalt en peinture devient en tout cas assez courant dans la seconde moitié du XVI<sup>ème</sup> siècle.

L'utilisation du cobalt en céramique et en verrerie est très ancienne. Les analyses retrouvent cet élément dans les porcelaines chinoises Tang (618-960) et Ming (1368-1640) de même que dans les poteries des anciennes civilisations d'Égypte et surtout de Mésopotamie (bleu de Nippour). Un collier perse garni de perles en verre bleu au cobalt a été daté à 2250 ans avant J.-C. D'innombrables manufactures de porcelaine,

dont celles de Delft et de Sèvres, utilisaient des mélanges secrets, basés sur le smalt, pour conférer différentes nuances de bleu aux motifs apposés sur les céramiques. Le smalt a été confectionné essentiellement à partir de minerais arséniés et nickélicifères. De ce fait, les microanalyses caractérisent le smalt ancien grâce à la présence de ces deux éléments marqueurs. Préparé avec de l'oxyde de cobalt pur, le smalt de fabrication récente en est par contre dépourvu.

Avant que le cobalt ne soit un sous-produit de l'extraction d'autres métaux, comme le cuivre et le nickel, les minerais de cet élément étaient traités dans de nombreuses fabriques de smalt situées principalement en Allemagne, Norvège et en Grande-Bretagne. Les usines saxonnes (Oberschlema) étant les plus anciennes, leurs activités ayant débuté au XV<sup>ème</sup> siècle.

### L'oxyde de cobalt

Actuellement l'oxyde de cobalt,  $\text{Co}_3\text{O}_4$ , a supplanté le smalt comme colorant. C'est le plus puissant des oxydes colorants en céramique et en verrerie. Contrairement au smalt de composition variable, l'oxyde de cobalt est stœchiométrique (73.43 % de Co), facilitant grandement son dosage. Son utilisation remonte au XIX<sup>ème</sup> siècle avec la séparation en phase aqueuse du cobalt et des autres métaux (cf. métallurgie et production).

	Formule chimique
Co <sup>2+</sup> octaédrique (rose)	
Naturels	
Erythrite	$(\text{Co, Ni, Mg})_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
Sphaerocobaltite	$\text{CoCO}_3$
Adamite cobaltifère	$(\text{Zn, Co})_2(\text{AsO}_4)(\text{OH})$
Rosélite	$\text{Ca}_2\text{Co}(\text{AsO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Bieberite	$\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Synthétiques	
Chlorure de cobalt hexahydraté	$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Co <sup>2+</sup> tétraédrique (bleu)	
Naturels	
Spinnelle bleu	$(\text{Mg, Co})\text{Al}_2\text{O}_4$
Staurolite cobaltifère (Iusakite)	$(\text{Fe, Mg, Co})_2\text{Al}_9(\text{Si, Al})_4\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
Synthétiques	
Chlorures de cobalt anhydre et dihydraté	$\text{CoCl}_2 \cdot 0-2\text{H}_2\text{O}$
Smalt	Co-K-Si-O
Aluminate de cobalt (bleu de cobalt, bleu céleste ou bleu de Thénard)	$\text{CoAl}_2\text{O}_4$
Stannate de cobalt (bleu céruléum)	$\text{Co}_2\text{SnO}_4$

Tableau 1. Principaux composés cobaltifères colorés naturels et synthétiques.

## **Bibliographie**

voir bibliographie générale (page 84)

Adresse de l'auteur: Nicolas Meisser

Musée cantonal de géologie et laboratoire des rayons-X  
de l'Institut de minéralogie et géochimie  
Université BFSH-2, 1015 Lausanne  
Nicolas.Meisser@sst.unil.ch