

# Vanadium et Composés



Mibladen, Midelt, Morocco

# Vanadium et Composés

## I] HISTORIQUE ET ORIGINE

Découverte  
Origine

## II] LA CHIMIE DU VANADIUM

### A] Données générales

- A. 1. Classification dans la table périodique
- A. 2. Données élémentaires sur le vanadium
- A. 3. Préparation du vanadium
- A. 4. Propriétés physiques
- A. 5. Propriétés chimiques
  - Réaction avec l'air
  - Réaction avec l'eau
  - Réaction avec les halogénures
  - Réaction avec les acides et les bases
- A. 6. Dérivés des états d'oxydation +2, +3, +4, +5
  - A. 6. 1. Composés binaires
  - A. 6. 2. Multicomposés
  - A. 6. 3. L'oxyde de vanadium  $V_2O_5$
- A. 7. Les cristaux liquides

### B] Comportements dans l'environnement

- B. 1. Milieu aquatique
- B. 2. Atmosphère
- B. 3. Les sols
- B. 4. Dégradation, produits de décomposition, demie vie
- B. 5. Chaînes alimentaires

### C] Applications Industrielles

- C. 1. Détail des utilisations
- C. 2. Généralités sur les composés courants en céramiques
- C. 3. Utilisation de certains composés à base de vanadium

## III] LES MINERAUX CONTENANT DU VANADIUM

- La vanadinite
- La Carnotite
- La Descloizite
- La Mottramite
- La Chervetite
- La Francevillite
- La Cechite
- La Métatyuyamunite
- La Vésignéite
- La Pascoïte
- La Matamunirite
- La Cavansite
- L'Ardennite

## LISTE DE MINERAUX CONTENANT DU VANADIUM

# I ] HISTORIQUE ET ORIGINE

## Découverte

La découverte du vanadium s'est produite "deux fois".

La découverte du vanadium a été réclamée d'abord par Andres Manuel del Rio (un minéralogiste espagnol) à Mexico en 1801.

Il a préparé un certain nombre de sels de vanadium à partir d'un composé contenu en "fil brun" (maintenant appelé la vanadinite, d'une mine près de hidalgo au Mexique nordique). Il a trouvé des couleurs réminiscentes de ceux montrées par le chrome, ainsi il a appelé cet élément le panchromium ("quelque chose qui peut prendre ou a n'importe quelle couleur").

Il l'a plus tard retitré l'erythronium ("rouge") après avoir noté que la plupart de ces sels tournaient au rouge avec le chauffage.

Cette découverte fût contestée par un Français, Collett-Desotils.

En 1831, Nils Gabriel Sefström (un chimiste suédois) travaillait avec quelques minerais de fer et a isolé un nouvel oxyde contenant le vanadium.

Ces travaux ont permis d'obtenir de nombreux composés aux couleurs variées d'où le nom en l'honneur de la déesse des tribus Nordique-Germaniques Vanadis (Vanadis, déesse de la beauté et à la fertilité).

La même année, Friedrich Wöhler est entré à la possession du fil "brun" de del Rio et a confirmé la découverte de del Rio du vanadium.

Néanmoins le nom de vanadium a été retenu plutôt que la suggestion de del Rio, l'erythronium.

Le vanadium métallique n'a pas été réalisé qu'en 1867 où Henry Enfield Roscoe a réduit le chlorure de vanadium ( $VCl_3$ ) avec le gaz hydrogène.

## Origine

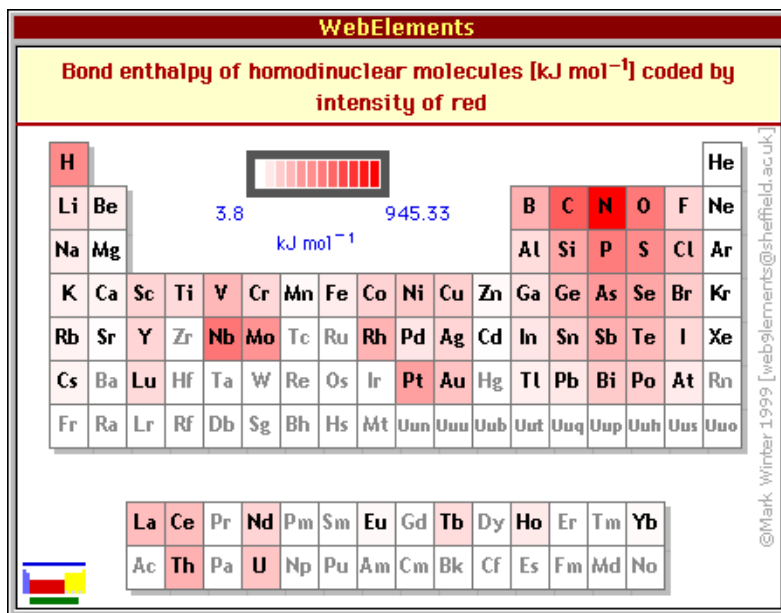
Le vanadium n'est pas trouvé comme métal libre naturellement. On le trouve cependant dans beaucoup de minerais, desquels les plus importants sont la Carnotite [  $K(UO_2)(VO_4)1.5H_2O$  ], la Roscoelite [ un mica : (de  $Mg$   $2K_2O.2Al_2O_3, 4H_2O$   $10SiO_2$  de  $Fe$ ) $O.3V_2O_5$  ], la vanadinite [ $Pb_3(VO_4)_2PbCl_2$ ], la mottramite [  $Pb, Cu$ ] $3(VO_4)_2$ ], et la patronite. Elle est également présente dans quelques pétroles bruts. Le vanadium a été identifié dans les éventails du soleil et d'autres étoiles.

Le vanadium est un métal rencontré dans le monde entier, et qui constitue 0,015% de l'écorce terrestre. Les principaux gisements naturels se trouvent en Afrique du Sud (42,2%), en Russie (39,2%) et en Chine (12,7%). La concentration géogène dans l'eau varie, selon les sites, entre 0,2 et 100  $\mu g/l$  pour l'eau douce et entre 0,2 et 29  $\mu g/l$  pour l'eau de mer. Le fond des océans constitue un milieu d'accumulation à long terme pour le vanadium. Dans le charbon et les huiles brutes, la concentration naturelle de vanadium peut varier entre 1 à 1500 mg/kg (OMS, 1987). Les émissions naturelles de vanadium dans l'atmosphère (volcans, etc.) sont estimées à env. 65.000 t par an, et celles liées à des activités humaines (surtout dans la métallurgie) à 200.000 t par an.

# II ] LA CHIMIE DU VANADIUM

## A] DONNEES GENERALES

### A. 1. Classification dans la table périodique



### A. 2. Données élémentaires sur le vanadium

#### Groupe VB

Nombre atomique : **23**

Masse atomique : **50,942**

Oxydation : 5, 4, 3, 2

Température de vapeur : **3450 °C**

Température de fusion : **1900 °C**

Densité : **6.1 g/ml**



**Configuration d'électron d'état fondamental:**  $[\text{Ar}].3d^3.4s^2$

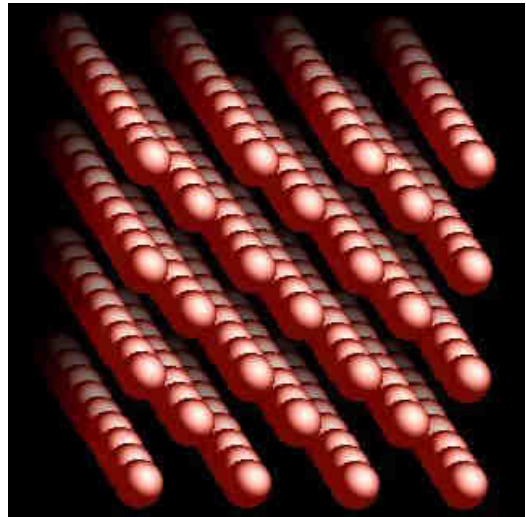
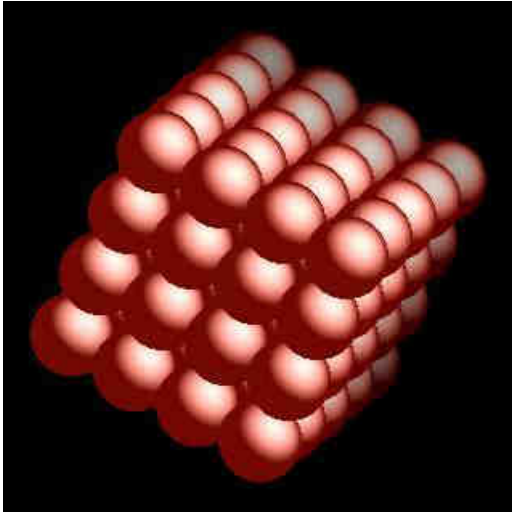
**Structure de coquille:** 2.8.11.2

**Symbole de limite:**  ${}^4F_{3/2}$

L'image ci-dessous est une représentation schématique de la structure de coquille du vanadium.



Structure cristalline : le vanadium cristallise dans le système cubine centré.  
 Structure en cristal : semi conducteur



### A. 3. Préparation du vanadium

Le premier minéral connu contenant la vanadium fût la vanadinite  $[Pb_3(VO_4)_2]_3, PbCl_2$ , isomorphe des apatites.

Le minérai est la patronite, sulfure de vanadium contenant du fer et du nickel ( $VS_4$  ?)

*L'extraction du vanadium :*

1°) enrichissement du minerai par méthode physique

2°) grillage du sulfure

3°) fusion alcaline oxydante dans un four à réverbère : le vanadium passe à l'état de vanadate, le fer à l'état de ferrite alcalin, l'oxyde NiO reste inaltéré, le vanadate se sépare par densité du fer et du nickel.

4°) après broyage, la scorie contenant le vanadium est lavée rationnellement : elle fournit une solution de  $NaVO_3$  qu'on sépare des insolubles (fer, nickel, ...)

5°) la solution de métavanadate est traitée par l'ammoniaque qui précipite  $NH_4VO_3$  peu soluble : les autres métaux qui ont suivi le vanadium restent en solution

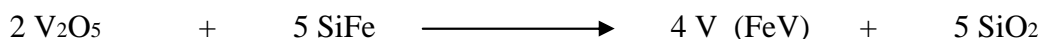
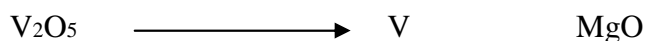
6°) après plusieurs précipitations à l'état de  $NH_4VO_3$  si c'est nécessaire, le vanadate est calciné :



7°) l'oxyde  $V_2O_5$  traité par aluminothermie fournit le vanadium brut à 98 %

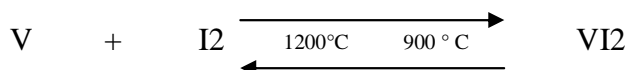
Un vanadium plus pur est obtenu à partir de  $V_2O_5$  par réduction par Ca ou  $CaH_2$ .

Lors du traitement des minerais, l'industrie a le plus souvent en vue la préparation d'un ferro-alliage qui servira d'addition pour la fabrication des aciers au vanadium. Dans ce cas, la scorie obtenue par fusion est pulvérisée, mélangé à de l'oxyde de fer et soumise à l'aluminothermie.



Le vanadium brut peut être raffiné par réduction de  $VCl_3$  pur par l'hydrogène. Le trichlorure obtenu à partir de  $V_2O_5$  ou du vanadium aluminothermique est distillé avant réduction.

La technique Van Arkel peut aussi être appliqué :



## A. 4. Propriétés physiques

Le vanadium pur est un métal argenté grisâtre, et est mou et malléable. Il possède quand il est pur d'excellente caractéristique mécanique et peut se travailler à froid et à chaud. Mais de petites quantités d'impuretés, de l'hydrogène, de l'azote, de l'oxygène le rendent dur et cassant.

État standard: solide à 298 K

Couleur: métallique gris argenté

Classification: Métallique

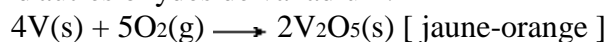
Disponibilité : le vanadium est disponible sous plusieurs formes comprenant le clinquant, les granules, la poudre, la tige, et les turnings.



## A. 5. Propriétés chimiques

### *Réaction du vanadium avec de l'air*

A la température ambiante, le vanadium ne s'oxyde pratiquement pas à l'air. Le métal de vanadium réagit avec l'oxygène excessif, O<sub>2</sub>, lors du chauffage à 660 ° C. Une fois préparé de cette façon, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> est contaminé parfois par d'autres oxydes de vanadium.



### *Réaction du vanadium avec de l'eau*

La surface du métal de vanadium est protégée par une couche d'oxyde et ne réagit pas avec de l'eau dans des conditions normales.

### *Réaction du vanadium avec des halogènes*

Le vanadium réagit avec du fluor, F<sub>2</sub> lors du chauffage.



Par élévation de température, il entre en réaction avec le chlore, en formant VCl<sub>4</sub>, avec l'ammoniac en formant VN et avec les bases fondues.

### *Réaction du vanadium avec des acides / Réaction du vanadium avec des bases*

Il résiste bien aux acides non oxydants, mais est fortement attaqué par l'acide nitrique ou l'eau régale. Il fixe facilement l'hydrogène.

## A. 6. Dérivés des états d'oxydation +2, +3, +4, +5

Hormis l'état +5, degré d'oxydation le plus stable, le vanadium présente des électrons célibataires : ces composés seront colorés paramagnétiques. Des complexes se forment facilement.

### A. 6. 1. Composés Binaires

#### *Hydrures*

VH: hydrure du vanadium (i)

V<sub>2</sub>H: hydrure de vanadium

#### *Fluorures*

VF<sub>2</sub>: fluorure du vanadium (ii)

VF<sub>3</sub>: fluorure du vanadium (iii)

VF<sub>4</sub>: fluorure du vanadium (iv)

VF<sub>5</sub>: fluorure du vanadium (v)

#### *Chlorures*

VCl<sub>2</sub>: chlorure du vanadium (ii)

VCl<sub>3</sub>: chlorure du vanadium (iii)

VCl<sub>4</sub>: chlorure du vanadium (iv)

#### *Bromures*

VBr<sub>2</sub>: bromure du vanadium (ii)

VBr<sub>3</sub>: bromure du vanadium (iii)

VBr<sub>4</sub>: bromure du vanadium (iv)

#### *Iodures*

VI<sub>2</sub>: iodure du vanadium (ii)

VI<sub>3</sub>: iodure du vanadium (iii)

VI<sub>4</sub>: iodure du vanadium (iv)

#### *Oxydes*

VO: oxyde du vanadium (ii)

VO<sub>2</sub>: oxyde du vanadium (iv)

V<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: oxyde du vanadium (iii)

V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: oxyde du vanadium (v)

V<sub>3</sub>O<sub>5</sub>: oxyde de vanadium

#### *Sulfures*

CONTRE2: sulfure du vanadium (iv)

V<sub>2</sub>S<sub>3</sub>: sulfure du vanadium (iii)

#### *Selenides*

VSE<sub>2</sub>: séléniure du vanadium (iv)

#### *Tellurures*

VTe<sub>2</sub>: tellurure du vanadium (iv)

#### *Nitrures*

Navigation verticale: nitrure du vanadium (iii)

### A. 6. 2. Multi-composés

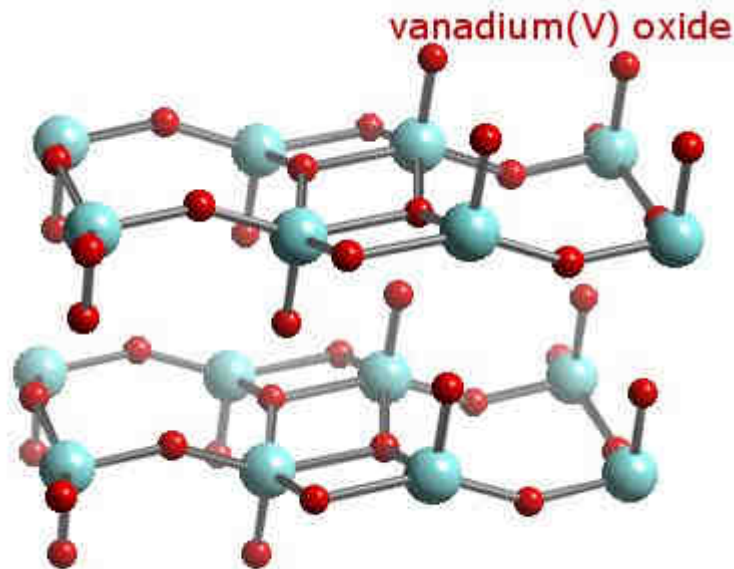
V(CO) <sub>6</sub>	bleu vert	
VOX <sub>3</sub>		
Na <sub>3</sub> VO <sub>4</sub>		
NH <sub>4</sub> VO <sub>3</sub>		
[V(C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> ]Cl <sub>2</sub>	bis cyclopentadienyl vanadium	Métal sandwich organique
C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> V(Co) <sub>4</sub>		

### A. 6. 3. L'Oxyde de vanadium $V_2O_5$

Synonymes : oxyde de vanadium (v) / oxyde de vanadium / pentoxyde de divanadium

Propriétés physiques :

- . Couleur : jaune-orange
- . Aspect : solide cristallin
- . Point de fusion :  $685^{\circ}\text{C}$  ;  $670^{\circ}\text{C}$
- . Point d'ébullition :  $1800^{\circ}\text{C}$
- . Densité : 3350 kilogrammes  $\text{m}^{-3}$



### A. 7. Les cristaux liquides

Si des milliers d'exemples de cristaux liquides organiques peuvent être aujourd'hui recensés, il en va autrement des cristaux liquides d'origine minérale qui sont très peu nombreux. Des physiciens et des chimistes du CNRS et de l'Université Paris 6 ont montré que les suspensions aqueuses (fluides ou gels) de rubans de pentoxyde de vanadium ( $V_2O_5$ ), pourtant découvertes il y a plus de deux siècles, constituaient l'un des très rares exemples de cristaux liquides minéraux. Ce composé courant est déjà employé, sous forme de films minces, comme couche anti-statique dans l'industrie photographique, comme film électrochrome pour les dispositifs d'affichage ou encore comme cathode pour les batteries au lithium. Sa synthèse peut se faire par une technique récente de chimie douce, c'est-à-dire de manière économique : polymérisation dans l'eau et à température ambiante. En exploitant les caractéristiques particulières de ces suspensions cristal-liquides (anisotropie et fluidité), les chercheurs ont pu aligner les rubans de  $V_2O_5$  sous l'effet d'un champ magnétique modéré. La qualité des films solides déposés à partir de ces suspensions devrait donc être améliorée par le maintien du champ magnétique pendant le séchage de ces films, ouvrant ainsi la voie à la fabrication de nouveaux matériaux aux propriétés inédites. On peut ainsi envisager des applications, à coût réduit, dans le domaine de l'électronique moléculaire, des communications optiques, des matériaux composites et de l'affichage.

Les cristaux liquides sont des phases intermédiaires entre l'état cristallin et l'état liquide. Ils sont anisotropes comme les cristaux (leurs propriétés dépendent fortement de la direction considérée) tout en étant fluides comme les liquides. On peut observer ces phases, soit lors de la fusion d'un corps pur sous l'action de la température, soit en mélangeant certaines substances avec un solvant.

## **B] COMPORTEMENT DANS L'ENVIRONNEMENT**

### **B. 1. Milieu aquatique**

Les composés de vanadium sont plus lourds que l'eau et tendent donc à se déposer. Le pentoxyde de vanadium se dissout lentement dans un grand volume d'eau et forme des mélanges toxiques. Le trichlorure de vanadium ainsi que le tétrachlorure et l'oxytrichlorure réagissent avec l'eau sous l'effet de la chaleur et forment des vapeurs toxiques et irritantes d'acide chlorhydrique, qui s'élèvent sous forme de brouillard blanc au-dessus de la surface de l'eau.

### **B. 2. Atmosphère**

L'atmosphère constitue un milieu favorable au transport du vanadium. Le pentoxyde de vanadium est une matière solide très réactive dans l'air, qui favorise la combustion d'autres substances. Le trichlorure de vanadium forme des mélanges toxiques dans l'air, qui se décomposent avec violence en atmosphère humide pour former de l'acide chlorhydrique. A températures élevées, la décomposition donne naissance à du gaz chloré et du gaz chlorhydrique. Le tétrachlorure et l'oxytrichlorure de vanadium sont des liquides caustiques non combustibles qui, sous l'effet de la chaleur, produisent également des vapeurs irritantes composées de pentoxyde de vanadium, de gaz chlorhydrique ou d'acide chlorhydrique (HCl). Ces vapeurs sont plus lourdes que l'air et rampent à la surface du sol. Dans l'eau, le tétrachlorure de vanadium réagit vivement en formant du trichlorure de vanadium, de l'oxytrichlorure de vanadium et de l'acide chlorhydrique.

### **B. 3. Sols**

Les composés de vanadium sont géogènes et se caractérisent par une distribution ubiquitaire. Le vanadium est un oligo-élément essentiel, dont les composés sont absorbés par les plantes, qui les utilisent pour leur croissance. De cette manière, une certaine quantité de vanadium est soustraite au sol et peut migrer dans la chaîne alimentaire.

### **B. 4. Dégradation, produits de décomposition, demi-vie:**

Sous l'effet de la lumière et de la chaleur, la plupart des composés de vanadium se décomposent en vapeurs ou en gaz caustiques. Au contact de l'eau se produit le plus souvent de vives réactions qui donnent également naissance à des vapeurs ou gaz caustiques.

### **B. 5. Chaîne alimentaire**

Dans la mesure où les végétaux et les animaux assimilent cet oligo-élément, des apports quotidiens de vanadium migrent dans l'organisme humain au travers de la chaîne alimentaire. Ces apports sont estimés à 100 µg, le vanadium absorbé par voie orale étant éliminé pour l'essentiel sans résorption préalable.

## C] APPLICATIONS INDUSTRIELLES

### C. 1. Détail des utilisations

La plus grande partie du vanadium produit dans le monde l'est sous forme de pentoxyde ( $V_2O_5$ ) qui sert à la **fabrication d'alliages** :

- ferrovanadium contenant de 30% à 95% de vanadium,
- aciers spéciaux au carbure de vanadium,
- alliages durs avec le chrome, le nickel, le manganèse, le bore, le titane, le tungstène, etc.

Environ 80% du vanadium maintenant produit est employé comme ferrovanadium ou comme additif en acier.

Les composés minéraux sont employés comme **catalyseurs à chaud** :

- dans la pétrochimie,
- pour la production de l'acide sulfurique,
- pour la production de l'anhydride phtalique,
- dans l'oxydation de l'éthanol.

Ils entrent aussi dans la **composition de pigments** utilisés :

- en teinturie,
- en verrerie,
- en céramique

Ils sont de plus utilisés :

- comme agents de mordantage.
- comme révélateurs photographiques,
- dans la fabrication d'encre et de substances luminescentes.

Un mélange de vanadium-gallium est employé en produisant les **aimants supraconducteurs**.

Ses propriétés de résistance de la structure et de coupe de neutron le rendent utile dans des **applications nucléaires**.

### C. 2. Généralités sur les composés courants en céramique

L'anhydride vanadique,  $V_2O_5$ , aussi appelé pentoxyde ou pentaoxyde de vanadium est un des composés du vanadium le plus utilisé en céramique.

Les minerais de vanadium proviennent du Pérou, de l'Afrique, du Colorado.

Masse molaire : 181,88 g/mol

Fusion à  $690^\circ\text{C}$  (Ceci lui permet aussi de jouer le rôle de fondant et de réactif en favorisant la vitrification précoce des produits céramiques)

Le métavanadate d'ammonium ou monovanadate d'ammonium,  $\text{H}_4\text{NO}_3\text{V}$ .

Cet autre composé fond vers  $200^\circ\text{C}$  se dissocie à basse température ( $210^\circ\text{C}$ ), il est utilisé pour teinter les glaçures en jaune (jaune de trivanadium...) et dans la fabrication des colorants céramiques.

Colorants pour la céramique :

Le vanadium associé avec l'oxyde d'étain forme les jaunes d'étain-vanadium Sn, V ( Ti ), avec le zirconium il permet selon la technique utilisée d'obtenir des jaunes de zirconium-vanadium Zr, V ( Ti In ), des verts de zircon-vanadium Zr, V, Si (Sn) ou des bleus turquoise de zircon-vanadium Zr, V, Si. Généralement ces colorants sont stables jusqu'à  $1300^\circ\text{C}$ . Des tests en atmosphère sont préférables avant utilisation.

Le pentoxyde  $\text{V}_2\text{O}_5$  se dissocie facilement au dessus de son point de fusion, ce qui le rend sensible à la réduction et permet la formation de  $\text{VO}_2$ ,  $\text{V}_2\text{O}_3$  qui donne des bleus turquoise en présence de zircon ( $\text{ZrSiO}_4$ ) et de silice ( $\text{SiO}_2$ ) sous l'action du chlorure de sodium ( $\text{NaCl}$ ).

Les colorants étain-vanadium, parmi les jaunes les plus stables en température, sont obtenus à partir de l'oxyde d'étain additionné de faibles quantités de composés du vanadium ( $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{H}_4\text{NO}_3\text{V}$ ) et calcinés sous atmosphère oxydante. Des ajouts de dioxyde de titane ( $\text{TiO}_2$ ) atténuent la couleur citron de ce colorant en le brunissant.

### C. 3. Utilisation de certains composés à base de vanadium

#### **Procédé STRETTFORD : Sodium métavanadate, poudre**

**Code douanier :** 2841.90.30

**Formule chimique :**  $\text{NaVO}_3$

#### **Applications :**

- Industrie des engrais chimiques
- Industries verrière et céramique
- Industrie pharmaceutique
- Fabrication des pigments pour laques, plastiques, émaux céramiques
- Désulfuration des gaz industriels
- Elimination et absorption de  $\text{H}_2\text{S}$
- Inhibiteur de corrosion

#### **Procédé STRETTFORD : Vanadate de sodium ammonium, poudre**

**Code douanier :** 2841.90.30

**Formule chimique :**  $2(\text{NH}_4)_2\text{O}, \text{Na}_2\text{O}, 5\text{V}_2\text{O}_5, 15\text{H}_2\text{O}$

#### **Applications :**

- Désulfuration des gaz industriels
- Elimination et absorption de  $\text{H}_2\text{S}$

**Procédés BENFIELD & VENTROCOKE : Métavanadate de potassium, solution**

**Code douanier :** 2841.90.30

**Formule chimique :**  $K_2O$ ,  $KVO_3$ ,  $K_3VO_4$

**Applications :**

- Industrie des engrais chimiques
- Inhibiteur de corrosion
- Synthèse de l'ammoniac

**Procédés BENFIELD & VENTROCOKE : Pentoxyde de vanadium, poudre**

**Code douanier :** 2841.90.30

**Formule chimique :**  $V_2O_5$

**Applications :**

- Industrie des engrais chimiques
- Industries verrière et céramique
- Inhibiteur de corrosion

# III ] LES MINÉRAUX CONTENANT DU VANADIUM

## La vanadinite

Classe chimique : VANADATES



Mibladen, Midelt, Morocco

Système: Hexagonal

Densité: d6,8 d7,1

Propriétés: Mi-dure (3 Mohs), très lourde (7), fragile

Clivage: Non

Couleurs: Jaune paille à brun jaune, orangée, brun-rouge

Éclat: Résineux ou adamantin

Transparence: Transparente à translucide

Utilisations: Minerai de vanadium, alliages spéciaux, colorants

Trace : Blanc; jaunâtre; brunâtre; blanc jaunâtre

Cassure : Conchoïdale; irrégulière



La vanadinite est un minéral de plomb découvert à Zimapan au Mexique. Sa dénomination fait référence à sa composition chimique : vers le milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle on a pu y noter la présence de vanadium.

La vanadinite est un minéral secondaire qui est généré dans la zone d'oxydation des gisements de plomb, ce qui signifie qu'il s'est formé dans des milieux superficiels (dits chapeaux), où les minéraux primaires (par exemple la galène PbS) se sont altérés.

Il existe de nombreux gisements aux Etats-Unis, en particulier dans l'Arizona et le Nouveau Mexique. On trouve des cristaux rouge orangé vif dans la mine de Yuma près de Tucson, Arizona.



Vanadinite. Mibladen. Maroc

De très gros cristaux proviennent du Maroc (Oujda) et d'Afrique du Sud (Grootfontein).  
Les plus beaux échantillons, d'une belle couleur rouge, associés parfois à la barytine, proviennent du célèbre gisement de plomb de Mibladen au Maroc.  
En Europe, la vanadinite a été signalée en Carinthie.

Les cristaux rouge vif ont tendance à noircir et à se ternir, par exposition prolongée à la lumière.



Vanadinite. Mibladen. Maroc

Du point de vue chimique, c'est un vanadate de plomb, contenant également du chlore, mais le phosphore et l'arsenic peuvent se substituer partiellement au vanadium.

Quand, As se substitue à V le minéral dont le rapport V sur As égale 1 est connu sous le nom d'endlicheite.

### **Endlicheite (Arsenical Vanadinite)**



Le Vanadium, pierre de stabilisation, aiderait les personnes velléitaires à se recentrer, à poursuivre avec succès un but dans la vie. La variété rouge orangée est soi-disant un bon stimulant sexuel pour les hommes, comme pour les femmes...

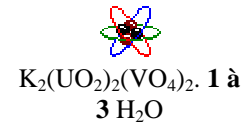
### **La carnotite**

Classe chimique : VANADATES



Les seuls gisements importants se trouvent dans les grès de l'ouest du Colorado et dans l'est de l'Utah ainsi qu'en Arizona et au nouveau Mexique. Elle a été signalée aussi dans le Nord du Mexique, à Radium Hill, en Australie méridionale et en association avec les minerais d'uranium au Shaba (Zaire).

Système: Monoclinique  
Densité: d4,7 d5,0  
Propriétés: Molle (2), lourde (4.7), fragile, fortement radioactive  
Clivage: Parfait  
Couleur: Jaune canari, vert  
Éclat: Mat; terreux; soyeux  
Transparence: Opaque  
Utilisations: Principal minerai d'uranium de vanadium  
Découverte : 1899  
Étymologie : Dédié au chimiste français et ingénieur des mines Marie Adolphe CARNOT (1839-1920 )



## La descloizite

Classe chimique : VANADATES



Descloizite - « Berg Aukas - Grootfontein » - Namibie

Découverte : 1854  
Étymologie : Dédié au minéralogiste et cristallographe français Alfred LEGRAND DESCLOIZEAUX (1817-1897 )  
Système : ORTHORHOMBIQUE  
Morphologie : Fibreux, grenu, subereux, druse, grossier  
Dureté : De 3,00 à 3,50  
Densité : De 6,24 à 6,26



Couleur : Rouge orange; brun rougeâtre; brun noirâtre; vert; jaune;  
jaune rouge; orange; brun rouge; noir  
Eclat : Vitreux; gras; adamantin  
Trace : Brun clair; vert clair  
Cassure : Irrégulière; conchoïdale  
Clivage : NON



Descloizite - « Berg Aukas - Grootfontein » - Namibie

La série descloizite-mottramite est généralement associée à la wulfénite et à la vanadinite, succession habituelle des minéraux secondaires des zones oxydées des gisements métallifères. On les trouve largement distribués dans l'Arizona et le nouveau Mexique où ils forment souvent un revêtement sur la matrice supportant des cristaux de wulfénites et de vanadinite. Les encroûtements veloutés noirs de descloizite proviennent de la région de Sierra, au nouveau Mexique, ainsi que de Bisbee et de Tombstone, dans l'Arizona. Les gisements le plus remarquables se trouvent à Otavi, dans le sud Ouest Aricain, où des cristaux énormes de mottramite (d'environ 2.5 cm) de couleur brun sombre et ressemblant à la sphalérite ont été signalés. Ils constituent de grandes touffes de cristaux. Malheureusement, ils ne sont pas aussi nettement colorés que les plus petites touffes verdâtres de la région de Tsumeb. En Europe, la descloizite a été trouvée en Carinthie et en Sardaigne.

## La mottramite

Classe chimique : VANADATES



Mottramite, a not so common mineral. Touissit mine, Oujda, Morocco

- Découverte : 1876  
Etymologie : Inspiré du nom de sa localité-type MOTTRAM  
Système : ORTHORHOMBIQUE  
Morphologie : Fibreux, grenu, subereux, druse, grossier  
Dureté : De 3,00 à 3,50  
Densité : 5.9  
Couleur : vert; brun; noir; noir verdâtre; vert jaune; noir brun; rouge brunâtre; rouge brun  
Eclat : Vitreux; gras; adamantin  
Trace : Brun clair; vert clair  
Cassure : Irrégulière; conchoïdale  
Clivage : NON



Mottramite and pink Dolomite. Touissit mine, Oujda, Morocco.



Mottramite - Cristaux sur pyromorphite - « Touissit » - Maroc



Mottramite - « Hopeful vein - Leadhills » - Ecosse



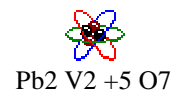
Mottramite - « Wanlockhead - Dumfries & Galloway - Ecosse

## La Chervetite

Classe chimique : VANADATES



Découverte : 1963  
Etymologie : Dédié à J. CHERVET  
Système : MONOCLINIQUE  
Morphologie : Prismatique, lamellaire, tabulaire  
Dureté : De 2,5 à 3  
Densité : 6.49  
Couleur : Incolore; gris; brun  
Eclat : Adamantin; nacré  
Trace : Blanc  
Clivage : Oui



## La Francevillite

Classe chimique : VANADATES



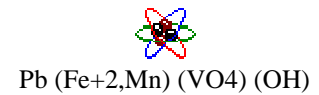
Découverte : 1957  
Étymologie : Localité-type : Mine Mounana, Franceville  
Gabon  
Système : ORTHORHOMBIQUE  
Morphologie : Lamellaire, flabelliforme  
Dureté : 3  
Densité : 4.55  
Couleur : Jaune; jaune orange; vert jaunâtre; jaune  
brunâtre; vert jaune  
Éclat : Adamantin; nacré  
Trace : Jaune clair  
Clivage : Oui



## La Cechite

Classe chimique : VANADATES

Découverte : 1981  
Étymologie : Dédié à F. CECH, directeur du Département  
de minéralogie de l'Université de Prague  
(Tchécoslovaquie)  
Système : ORTHORHOMBIQUE  
Morphologie : Massif, grenu  
Dureté : De 4,50 à 5,00  
Densité : 5.88  
Couleur : Noir  
Éclat : Submétallique; résineux  
Trace : Noir  
Clivage : Non

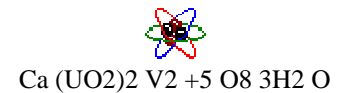


## La Métatyuyamunite

Classe chimique : VANADATES



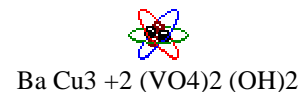
Découverte : 1953  
Etymologie : Correspond à une TYUYAMUNITE  
faiblement hydratée  
Système : ORTHORHOMBIQUE  
Morphologie : Massif, microcristallin, film  
Dureté : 2  
Densité : 3.9  
Couleur : Jaune; jaune verdâtre; vert jaune; vert foncé  
Eclat : Adamantin; cireux  
Trace : Jaune pâle  
Clivage : Oui



## La Vésignéite

Classe chimique : VANADATES

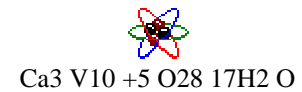
Découverte : 1955  
Etymologie : Colonel et collectionneur Louis Vésigné  
Système : Monoclinique  
Morphologie : Tabulaire, croute pulvérulent  
Dureté : De 3,00 à 4  
Densité : 4  
Couleur : Vert jaune, vert olive  
Eclat : Vitreux  
Trace : Vert clair, jaune verdâtre  
Clivage : Oui



## La Pascoïte

Classe chimique : HYDROXYDES

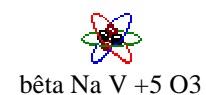
Découverte : 1914  
Système : Monoclinique  
Morphologie : Fibreux, grenu, subereux, druse, grossier  
Dureté : 2.5  
Densité : 1.87  
Couleur : Jaune  
Eclat : Vitreux; mat  
Trace : Jaune  
Cassure : Conchoïdale  
Clivage : Oui



## La Métamunirite

Classe chimique : OXYDES

Découverte : 1991  
Système : Orthorhombique  
Morphologie : Acidulaire, laminaire, agrégat  
Dureté : 1  
Densité : 2.93  
Couleur : Incolore  
Trace : blanc  
Clivage : Oui



## La Cavansite

Classe chimique : PHYLLOSILICATES

Découverte : 1967  
Système : ORTHORHOMBIQUE  
Morphologie : Prismatique, rosette, sphérolitique  
Dureté : De 3,00 à 4  
Densité : 2.25  
Couleur : Bleu verdâtre, bleu vert, bleu ciel  
Eclat : Vitreux  
Trace : Blanc bleuâtre  
Clivage : Oui



Ca (V+4 O) Si<sub>4</sub> O<sub>10</sub> 4H<sub>2</sub>O

## L'Ardennite

Classe chimique : SOROSILICATES

Découverte : 1872 par Lasaulx et Bettendorf  
Étymologie : Localité type : Salmchâteau Ardennes  
Système : Orthorhombique  
Morphologie : Prismatique, agrégat, rosette, fibreux  
Dureté : De 6 à 7  
Densité : 3.75  
Couleur : Brun; jaune; brun jaunâtre; noir; jaune orange; jaune brun  
Eclat : Subadamantin  
Trace : Jaune clair  
Clivage : Oui



(Mn,Ca,Mg)<sub>4</sub>  
(Al,Mn<sup>+3</sup>,Fe<sup>+3</sup>,Mg)<sub>6</sub> (As,V,P,Si)  
(O,OH)<sub>4</sub> (SiO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> (Si<sub>3</sub> O<sub>10</sub>)

# LISTE DE MINERAUX CONTENANT DU VANADIUM

## VANADATES

Sous-classe chimique : Phosphates, arseniates et vanadates anhydres sans anion étranger

Dénomination	Formule chimique
BLOSSITE	$\alpha$ Cu <sub>2</sub> +2 V <sub>2</sub> +5 O <sub>7</sub>
BRACKEBUSCHITE	Pb <sub>2</sub> (Mn <sup>+2</sup> ,Fe <sup>+2</sup> )(VO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O
CECHITE	Pb (Fe <sup>+2</sup> ,Mn) (VO <sub>4</sub> ) (OH)
CHERVETITE	Pb <sub>2</sub> V <sub>2</sub> +5 O <sub>7</sub>
CLINOBISSVANITE	Bi VO <sub>4</sub>
DESCLOIZITE	Pb Zn (VO <sub>4</sub> )(OH)
DREYERITE	Bi VO <sub>4</sub>
DUHAMELITE	Pb <sub>2</sub> Cu <sub>4</sub> +2 Bi (VO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> (OH) <sub>3</sub> 8H <sub>2</sub> O
FINGERITE	Cu <sub>11</sub> +2 (VO <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> O <sub>2</sub>
FERVANITE	Fe <sub>4</sub> +3 (VO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> 5H <sub>2</sub> O
GAMAGARITE	Ba <sub>2</sub> (Fe <sup>+3</sup> ,Mn <sup>+3</sup> ) (VO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH)
HEYITE	Pb <sub>5</sub> Fe <sub>2</sub> +2 (VO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> O <sub>4</sub>
HOWARDEVANSITE	Na Cu <sup>+2</sup> Fe <sub>2</sub> +3 (VO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> / Impuretés, traces : Al; Mn;Ti
KOLOVRATITE	[Zn,Ni,VO <sub>4</sub> ] (?)
KOMBATITE	Pb <sub>14</sub> (VO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> O <sub>9</sub> Cl <sub>4</sub>
LENINGRADITE	Pb Cu <sub>3</sub> +2 (VO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>
LYONSITE	Cu <sub>3</sub> +2 Fe <sub>4</sub> +3 (VO <sub>4</sub> ) <sub>6</sub>
MCBIRNEYITE	Cu <sub>3</sub> +2 (VO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>
METASCHODERITE	Al <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> ) (VO <sub>4</sub> ) 6H <sub>2</sub> O
MOTTRAMITE	Pb Cu <sup>+2</sup> (VO <sub>4</sub> ) (OH)
MOUNANAITE	Pb Fe <sub>2</sub> +3 (VO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>
NAMIBITE	Cu <sup>+2</sup> (BiO <sub>2</sub> ) (VO <sub>4</sub> ) (OH)
PALENZONAITE	(Ca <sub>2</sub> Na) Mn <sub>2</sub> +2 (VO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>
PINTADOITE	Ca <sub>2</sub> V <sub>2</sub> +5 O <sub>7</sub> 9H <sub>2</sub> O
POTTSITE	Pb Bi H (VO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O
PUCHERITE	Bi VO <sub>4</sub>
PYROBELONITE	Pb Mn <sup>+2</sup> (VO <sub>4</sub> ) (OH)
RANKACHITE	Ca Fe <sup>+2</sup> V <sub>4</sub> +5 W <sub>8</sub> +6 O <sub>36</sub> 12H <sub>2</sub> O
REPIAITE	Mn <sup>+5</sup> +2 (OH) <sub>4</sub> (VO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> / Impuretés, traces : As
RUSAKOVITE	(Fe <sup>+3</sup> ,Al) <sub>5</sub> (VO <sub>4</sub> ,PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>9</sub> 3H <sub>2</sub> O
SANTAFEITE	(Na,Ca,Sr) <sub>3</sub> (Mn <sup>+2</sup> ,Fe <sup>+3</sup> ) <sub>2</sub> Mn <sup>+2</sup> +4 (VO <sub>4</sub> ) <sub>4</sub> (OH,O) <sub>5</sub> 2H <sub>2</sub> O
SATPAEVITE	Al <sub>12</sub> V <sub>2</sub> +4 V <sub>6</sub> +5 O <sub>37</sub> 30H <sub>2</sub> O
SCHODERITE	Al <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> ) (VO <sub>4</sub> ) 8H <sub>2</sub> O
SCHUBNELITE	Fe <sub>2-x</sub> +3 (V <sup>+5</sup> ,V <sup>+4</sup> ) <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (OH) <sub>4</sub>
SCHUMACHERITE	Bi <sub>3</sub> [(V <sup>+5</sup> ,As,P)O <sub>4</sub> ] <sub>2</sub> O (OH)
STEIGERITE	Al V <sup>+5</sup> O <sub>4</sub> 3H <sub>2</sub> O
STOIBERITE	Cu <sub>5</sub> V <sub>2</sub> +5 O <sub>10</sub>
TANGEITE	Ca Cu (VO <sub>4</sub> ) (OH)
TURANITE	Cu <sub>5</sub> +2 (VO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>4</sub> (?)
VANADINITE	Pb <sub>5</sub> (VO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> Cl
VESIGNEITE	Ba Cu <sub>3</sub> +2 (VO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>
VOLBORTHITE	Cu <sub>3</sub> +2 V <sub>2</sub> +5 O <sub>7</sub> (OH) <sub>2</sub> 2H <sub>2</sub> O
WAKEFIELDITE-(Ce)	(Ce <sup>+3</sup> ,Pb <sup>+2</sup> ,Pb <sup>+4</sup> ) VO <sub>4</sub>
WAKEFIELDITE-(Y)	Y VO <sub>4</sub>
ZIESITE	beta-Cu <sub>2</sub> +2 V <sub>2</sub> +5 O <sub>7</sub>

## VANADATES

### Sous-classe chimique : Phosphates, arseniates et vanadates d'uranyle

Dénomination	Formule chimique
CARNOTITE	$K_2 (UO_2)_2 V_2 O_8 \cdot 3H_2O$
CURIENITE	$Pb (UO_2)_2 V_2 O_8 \cdot 5H_2O$
FRANCEVILLITE	$(Ba,Pb) (UO_2)_2 V_2 O_8 \cdot 5H_2O$
FRITZSCHEITE	$Mn^{+2} (UO_2)_2 [(P,V)O_4]_2 \cdot 10H_2O (?)$
METATYUYAMUNITE	$Ca (UO_2)_2 V_2 O_8 \cdot 3H_2O$
METAVANURALITE	$Al (UO_2)_2 V_2 O_8 (OH) \cdot 8H_2O$
SENGIERITE	$Cu (UO_2)_2 V_2 O_8 \cdot 6H_2O$
SIMPLITITE	$Ca V_4 O_9 \cdot 5H_2O$
STRELKINITE	$Na_2 (UO_2)_2 V_2 O_8 \cdot 6H_2O$
TYUYAMUNITE	$Ca (UO_2)_2 V_2 O_8 \cdot 5-8H_2O$
VANURALITE	$Al (UO_2)_2 V_2 O_8 (OH) \cdot 11H_2O$
VANURANYLITE	$(H_3O, Ba, Ca, K)_{1,6} (UO_2)_2 V_2 O_8 \cdot 4H_2O (?)$

## OXYDES

### Sous-classe chimique : Oxydes de vanadium

Dénomination	Formule chimique
ALVANITE	$(Zn,Ni) Al_4 (VO_3)_2 (OH)_{12} \cdot 2H_2O$
ANKANGITE	$Ba (Ti, V^{+3}, Cr^{+3})_8 O_{16}$
BANNERMANITE	$(Na,K)_x V_{x+4} V_{6-x+5} O_{15} (x=0.7)$
DOLORESITE	$H_8 V_6 O_{16}$
DUTTONITE	$V_4 O (OH)_2$
METAMUNIRITE	bêta $Na V O_3$
SHCHERBINAITE	$V_2 O_5$
VANALITE	$Na Al_8 V_{10} O_{38} \cdot 30H_2O$

### Sous-classe chimique : Oxydes avec rapport métal/oxygène = 2/3

Dénomination	Formule chimique
BERDESINSKIITE	$V_2 O_3$
KARELIANITE	$Ti_3 O_5$
KYZYLKUMITE	$V_2 O_3$ / Impuretés, traces : Fe;Cr;
NOLANITE	$(V^{+3}, Fe^{+2}, Fe^{+3}, Ti)_{10} O_{14} (OH)_2$
OLKHONSKITE	$(Cr, V^{+3})_3 Ti_3 O_9$
SCHREYERITE	$V_2 O_3$
STIBIVANITE-2M	$Sb_2 O_3$
STIBIVANITE-2O	$Sb_2 O_3$

### Sous-classe chimique : Oxydes avec rapport métal/oxygène = 3/4

Dénomination	Formule chimique
COULSONITE	$Fe^{+2} V_2 O_3$
MANGANOCHROMITE	$(Mn^{+2}, Fe^{+2}) (Cr^{+3}, V^{+3})_2 O_4$
VUORELAINENITE	$(Mn^{+2}, Fe^{+2}) (V^{+3}, Cr^{+3})_2 O_4$

### Sous-classe chimique : Sulfites, sélénites, tellurites

#### Dénomination

#### Formule chimique

CHEREMNYKHITE  
KUKSITE

Pb<sub>3</sub> Zn<sub>3</sub> Te<sup>+6</sup> O<sub>6</sub> (VO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> / Impuretés, traces : As  
Pb<sub>3</sub> Zn<sub>3</sub> [PO<sub>4</sub>, VO<sub>4</sub>]<sub>2</sub>/ TeO<sub>6</sub>

### Sous-classe chimique : Hydroxydes et hydrates

#### Dénomination

#### Formule chimique

PARAMONTROSEITE

VO<sub>2</sub>

## HYDROXYDES

### Sous-classe chimique : Oxydes de vanadium

#### Dénomination

#### Formule chimique

ALAITE (?) V<sub>2</sub> O<sub>5</sub> H<sub>2</sub>O  
BARIANDITE Al<sub>3</sub> (V<sup>+5</sup>,V<sup>+4</sup>)<sub>40</sub> O<sub>100</sub> 90H<sub>2</sub>O  
BARNESITE (Na,Ca)<sub>2</sub> V<sub>6</sub> <sup>+5</sup> O<sub>16</sub> 3H<sub>2</sub>O  
BOKITE (Al,Fe<sup>+3</sup>)<sub>7</sub> (V<sup>+5</sup>,V<sup>+4</sup>,Fe<sup>+3</sup>)<sub>40</sub> O<sub>100</sub> 37H<sub>2</sub>O  
CORVUSITE (?) (Na,Ca,K)<sub>x</sub> (V,Fe)<sub>8</sub> O<sub>20</sub> 4H<sub>2</sub>O  
FERNANDINITE (Ca,Na,K)<sub>x</sub> (V,Fe,Ti)<sub>8</sub> O<sub>20</sub> 4H<sub>2</sub>O  
GRANTSITE Na<sub>4</sub> Ca (V<sup>+5</sup>,V<sup>+4</sup>)<sub>6</sub> O<sub>16</sub> 4H<sub>2</sub>O  
HAGGITE V<sub>2</sub> O<sub>2</sub> (OH)<sub>3</sub>  
HENDERSONITE Ca<sub>2</sub> (V<sup>+5</sup>,V<sup>+4</sup>)<sub>12</sub> O<sub>32</sub> 12H<sub>2</sub>O  
HEWETTITE Ca V<sub>6</sub> <sup>+5</sup> O<sub>16</sub> 9H<sub>2</sub>O  
HUEMULITE Na<sub>4</sub> Mg V<sub>10</sub> <sup>+5</sup> O<sub>28</sub> 24H<sub>2</sub>O  
HUMMERITE K Mg V<sub>5</sub> <sup>+5</sup> O<sub>14</sub> 8H<sub>2</sub>O  
KAZAKHSTANITE Fe<sub>5</sub> <sup>+3</sup> V<sub>3</sub> <sup>+4</sup> V<sub>12</sub> <sup>+5</sup> O<sub>39</sub> (OH)<sub>9</sub> 9H<sub>2</sub>O  
LENOBLITE V<sub>2</sub> <sup>+4</sup> O<sub>4</sub> 2H<sub>2</sub>O  
MELANOVANADITE Ca<sub>2</sub> (V<sub>2</sub> <sup>+5</sup> V<sub>2</sub> <sup>+4</sup>) O<sub>10</sub> 5H<sub>2</sub>O  
METADELRIOITE Ca Sr V<sub>2</sub> <sup>+5</sup> O<sub>6</sub> (OH)<sub>2</sub>  
METAHEWETTITE Ca V<sub>6</sub> <sup>+5</sup> O<sub>16</sub> 3H<sub>2</sub>O  
METAROSSITE Ca V<sub>2</sub> <sup>+5</sup> O<sub>6</sub> 2H<sub>2</sub>O  
MUNIRITE Na V<sup>+5</sup> O<sub>3</sub> (2-x)H<sub>2</sub>O  
NAVAJOITE (V<sup>+5</sup>,Fe<sup>+3</sup>)<sub>10</sub> O<sub>24</sub> 12H<sub>2</sub>O  
PASCOITE Ca<sub>3</sub> V<sub>10</sub> <sup>+5</sup> O<sub>28</sub> 17H<sub>2</sub>O  
RAUVITE Ca (UO<sub>2</sub>)<sub>2</sub> V<sub>10</sub> <sup>+5</sup> O<sub>28</sub> 16H<sub>2</sub>O  
ROSSITE Ca V<sub>2</sub> <sup>+5</sup> O<sub>6</sub> 4H<sub>2</sub>O  
SHERWOODITE Ca<sub>9</sub> Al<sub>2</sub> V<sub>4</sub> <sup>+4</sup> V<sub>24</sub> <sup>+5</sup> O<sub>80</sub> 56H<sub>2</sub>O  
UVANITE U<sub>2</sub> <sup>+6</sup> V<sub>6</sub> <sup>+5</sup> O<sub>21</sub> 15H<sub>2</sub>O (?)  
VANOXITE V<sub>4</sub> <sup>+4</sup> V<sub>2</sub> <sup>+5</sup> O<sub>13</sub> 8H<sub>2</sub>O (?)

### Sous-classe chimique : Oxydes avec rapport métal/oxygène = 2/3

#### Dénomination

#### Formule chimique

HEMLOITE  
TOMICHITE

(As<sup>+3</sup>,Sb<sup>+3</sup>)<sub>2</sub> (Ti,V<sup>+3</sup>,Fe<sup>+2</sup>,Fe<sup>+3</sup>)<sub>12</sub> O<sub>23</sub> (OH) / Impuretés, traces : Al  
(V<sup>+3</sup>,Fe<sup>+3</sup>)<sub>4</sub> Ti<sub>3</sub> As<sup>+3</sup> O<sub>13</sub> (OH)

### Sous-classe chimique : Oxydes avec rapport métal/oxygène = 1/2

MANNARDITE

Ba (Ti<sub>6</sub> V<sub>2</sub> <sup>+3</sup>) O<sub>16</sub>

### Sous-classe chimique : Hydroxydes et hydrates

MONTROSEITE  
TIVANITE

(V<sup>+3</sup>,Fe<sup>+3</sup>) O (OH) / Impuretés, traces : Al  
V<sup>+3</sup> TiO<sub>3</sub> (OH)

## SULFOSELS

**Sous-classe chimique : Sulfures, séléniures, tellures avec rapport métal/S,Se,Te = 1**

Dénomination	Formule chimique
COLUSITE	Cu <sub>12-13</sub> V (As,Sb,Sn,Ge) <sub>3</sub> S <sub>16</sub> / Impuretés, traces : Zn;Fe;Te
GERMANOCOLUSITE	Cu <sub>26</sub> V <sub>2</sub> (Ge,As) <sub>6</sub> S <sub>32</sub> / Impuretés, traces : Ag;Fe;Zn;Ga;Sb;Sn;Mo;W;Bi
STIBIOLUSITE	Cu <sub>26</sub> V <sub>2</sub> (Sb,Sn,As) <sub>6</sub> S <sub>32</sub> / Impuretés, traces : Fe;Mn;Co;Ag;Ge;Mo
SULVANITE	Cu <sub>3</sub> V S <sub>4</sub> / Impuretés, traces : As;Cu;Zn

## SULFURES

**Sous-classe chimique : Sulfures, séléniures, tellures avec rapport métal/S,Se,Te = 1**

Dénomination	Formule chimique
ARSENOSULVANITE = COLUSITE (?)	Cu <sub>3</sub> (As,V) S <sub>4</sub> / Impuretés, traces : Fe
NEKRASOVITE	Cu <sub>26</sub> V <sub>2</sub> (Sn,As,Sb) <sub>6</sub> S <sub>32</sub> / Impuretés, traces : Fe;Zn;Se
YUSHKINITE	V <sub>1-x</sub> S n(Mg,Al) (OH) <sub>2</sub>

**Sous-classe chimique : Sulfures non métalliques**

Dénomination	Formule chimique
PATRONITE	V S <sub>4</sub> ?

## SULFATES

**Sous-classe chimique : Sulfates hydratés sans anion étranger**

Dénomination	Formule chimique
MINASRAGRITE	V <sup>+4</sup> O (SO <sub>4</sub> ) <sub>5</sub> H <sub>2</sub> O
STANLEYITE	V <sup>+4</sup> O (SO <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> H <sub>2</sub> O

## PHOSPHATES

Dénomination	Formule chimique
SINCOSITE	Ca V <sub>2</sub> <sup>+4</sup> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>4</sub> 3H <sub>2</sub> O

## CARBURES

Dénomination	Formule chimique
KHAMRABAEVITE	(Ti,V,Fe)C

## CHROMATES

Dénomination	Formule chimique
CASSEDANNEITE	Pb <sub>5</sub> (VO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (CrO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O / Impuretés, traces : Cu;Zn;P

# SILICATES

## Non classé

### Dénomination

KURUMSAKITE

### Formule chimique

(Zn, Ni, Cu+2)<sub>8</sub> Al<sub>8</sub> V<sub>2</sub> +5 Si<sub>5</sub> O<sub>35</sub> 27H<sub>2</sub> O (?) / Impuretés, traces : Fe;Mg;Ca;S;

## Classe chimique : INOSILICATES / Sous-classe chimique : Inosilicates

### Dénomination

HARADAITE  
NATALYITE  
SUZUKIITE

### Formule chimique

Sr (VO<sub>2</sub>) (Si<sub>4</sub> O<sub>12</sub>) / Impuretés, traces : Ti; Al; Fe; Mn; Cu; Pb; Ca; Ba; Na; K;  
Na (V+3,Cr+3) Si<sub>2</sub> O<sub>6</sub> / Impuretés, traces : Ti;Al;Mg;Ca  
Ba<sub>2</sub> (VO<sub>2</sub>) (Si<sub>4</sub> O<sub>12</sub>) / Impuretés, traces : Ti;Sr

## Classe chimique : SOROSILICATES / Sous-classe chimique : Sorosilicates

### Dénomination

ARDENNITE  
MEDAITE  
MUKHINITE  
SANEROITE

### Formule chimique

(Mn,Ca,Mg)<sub>4</sub> (Al,Mn+3,Fe+3,Mg)<sub>6</sub> (As,V,P,Si) (O,OH)<sub>4</sub> (SiO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> (Si<sub>3</sub> O<sub>10</sub>) / Traces : Ti;Cu  
(Mn+2,Ca)<sub>6</sub> (V+5,As+5) Si<sub>5</sub> O<sub>18</sub> (OH) / Impuretés, traces : Fe;H<sub>2</sub>O  
Ca<sub>2</sub> Al<sub>2</sub> V+3 (SiO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> (OH) / Impuretés, traces : Fe;Cr;Mg;H<sub>2</sub>O;S;  
Na<sub>2</sub> (Mn+2,Mn+3)<sub>10</sub> Si<sub>11</sub> VO<sub>34</sub> (OH)<sub>4</sub> / Impuretés, traces : Fe;As;Ca;H<sub>2</sub>O

## Classe chimique : PHYLLOSILICATES / Sous-classe chimique : Phyllosilicates

### Dénomination

ERLIANITE  
CAVANSITE  
CHERNYKHITE  
PENTAGONITE  
ROSCOELITE

### Formule chimique

(Fe+2,Mg)<sub>4</sub> (Fe+3,V+3)<sub>2</sub> Si<sub>6</sub> O<sub>15</sub> (OH,O)<sub>8</sub> / Impuretés, traces : Ti;Al;Mn;Ca;K;Na;P;  
Ca (V+4 O) Si<sub>4</sub> O<sub>10</sub> 4H<sub>2</sub> O  
(Ba,Na) (V+3,Al)<sub>2</sub> (Si,Al)<sub>4</sub> O<sub>10</sub> (OH)<sub>2</sub> / Impuretés, traces : Mg;Fe;K;  
Ca (V+4 O) Si<sub>4</sub> O<sub>10</sub> 4H<sub>2</sub> O  
K (V+3,Al,Mg)<sub>2</sub> (Al Si<sub>3</sub>) O<sub>10</sub> (OH)<sub>2</sub> / Impuretés, traces : Fe;Ca;Na;H<sub>2</sub>O

## Classe chimique : NESOSUBSILICATES / Sous-classe chimique : Neosubsilicates

### Dénomination

VANADOMALAYITE  
FRANCISCANITE  
GOLDMANITE

### Formule chimique

Ca (V+4,Ti+4) O (SiO<sub>4</sub>) / Impuretés, traces : Fe;Al  
Mn<sub>3</sub> +2 V+5 (SiO<sub>4</sub>) (O,OH)<sub>7</sub>  
Ca<sub>3</sub> (V,Al,Fe+3)<sub>2</sub> (SiO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> / Impuretés, traces : Cr;Mn;Mg

## Classe chimique : CYCLOSILICATES / Sous-classe chimique : Cyclosilicates

### Dénomination

NAGASHIMALITE

### Formule chimique

Ba<sub>4</sub> (V+3,Ti)<sub>4</sub> Si<sub>8</sub> B<sub>2</sub> O<sub>27</sub> Cl (O,OH)<sub>2</sub> / Impuretés, traces : Mn;H<sub>2</sub>O