

## Chapitre 81

Autres métaux communs; cermets; ouvrages en ces matières

### Considérations générales

Le présent Chapitre traite:

- A) Du tungstène (wolfram) (n° 8101), du molybdène (n° 8102), du tantale (n° 8103), du magnésium (n° 8104), du cobalt, y compris les mattes de cobalt et les autres produits intermédiaires de la métallurgie du cobalt (n° 8105), du bismuth (n° 8106), du titane (n° 8108), du zirconium (n° 8109), de l'antimoine (n° 8110) et du manganèse (n° 8111).
- B) Béryllium, chrome, hafnium (celtium), rhénium, thallium, cadmium, germanium, vanadium, gallium, indium et niobium (columbium) (n° 8112).

Ce Chapitre couvre également les cermets (n° 8113).

*Les métaux communs non repris dans le présent Chapitre ou dans les Chapitres précédents de la Section XV relèvent du Chapitre 28.*

La plupart des métaux de ce Chapitre sont assez peu employés à l'état pur; ils entrent par contre dans la préparation de nombreux alliages, dont certains sont repris dans le présent Chapitre par application de la Note 5 de la Section XV, et de carbures métalliques qui, par contre, ne sont pas classés dans ce Chapitre.

En ce qui concerne les dispositions relatives au classement des articles composites (ouvrages plus particulièrement), il convient de se reporter aux Considérations générales de la Section XV.

La Note 8 de la Section XV définit les déchets et débris et les poudres.

### **8101. Tungstène (wolfram) et ouvrages en tungstène, y compris les déchets et débris**

Les minerais employés dans la métallurgie du tungstène (wolfram) sont principalement la wolframite (tungstate de fer et de manganèse) et la scheelite (tungstate de calcium), que l'on transforme en acide tungstique. La réduction de celui-ci en tungstène métallique s'opère généralement soit par l'hydrogène au four électrique, soit par l'aluminium ou le charbon dans des creusets portés à haute température. Le métal pur en poudre ainsi obtenu est comprimé à la presse hydraulique en lingots ou en barres prismatiques qui, à leur tour, sont disposés dans un four électrique à atmosphère d'hydrogène. Au cours de cette dernière opération, la chaleur intense développée amène la cohésion des particules de poudre en une masse solide et résistante, sans qu'il y ait désagrégation des barres. Les barres sont ensuite martelées mécaniquement, puis transformées, par laminage, étirage ou tréfilage, en feuilles, en barres de sections plus réduites ou en fils.

Le tungstène est un métal ayant la couleur grise de l'acier, dense, d'un point de fusion élevé, fragile, mais dur et résistant à la corrosion.

Le tungstène sert surtout à la fabrication de filaments pour lampes à incandescence, de résistances chauffantes pour fours électriques, de cibles de tubes à rayons X, de contacts électriques, de ressorts antimagnétiques pour appareils de mesures électriques et pour l'horlogerie, de réticules d'instruments d'optique et d'électrodes pour la soudure électrique à l'hydrogène.

Il est cependant le plus souvent employé sous forme de ferrotungstène du Chapitre 72 dans la préparation d'aciers spéciaux. On l'utilise également pour la préparation de carbures métalliques.

Parmi les alliages de tungstène qui relèvent de la présente position conformément à la Note 5 de la Section XV, on peut citer:

- 1) L'alliage fritté tungstène-cuivre, utilisé, comme le tungstène pur, dans la fabrication de contacts électriques.
- 2) L'alliage fritté tungstène-nickel-cuivre, employé notamment pour la confection d'écrans pour rayons X ou de certaines pièces d'avions.

La présente position couvre le tungstène (wolfram):

- A) Sous forme de poudre;
- B) Sous forme brute, en masses, lingots ou barres obtenues par frittage ainsi qu'à l'état de déchets ou débris (pour ces derniers, se reporter à la Note explicative du n° 7204);
- C) Sous forme de demi-produits, c'est-à-dire en barres obtenues autrement que par frittage, tiges, profilés, tôles, bandes, feuilles ou fils;
- D) Sous forme d'ouvrages qui ne sont repris ni dans la Note 1 de la Section XV, ni dans les Chapitres 82 ou 83 et qui ne sont pas plus spécifiquement classés dans d'autres Chapitres de la Nomenclature. En réalité, de par les utilisations spéciales du tungstène, la plupart des ouvrages de ce métal - exception faite notamment des ressorts - relèvent des Sections XVI et XVII. C'est ainsi qu'un contact électrique complet en tungstène pur ou allié relèverait du Chapitre 85; par contre, la simple plaquette de métal destinée à entrer dans la fabrication des contacts serait rangée ici.

*La présente position ne comprend pas le carbure de tungstène, utilisé notamment pour la fabrication d'outils très durs (outils de coupe, filières, par exemple). Ce carbure est classé comme suit:*

- a) *A l'état pur et sous forme de poudre: n° 2849.*
- b) *A l'état de mélange préparé en poudre, non fritté (par exemple en mélange avec du carbure de molybdène ou de tantale, avec ou sans liant): n° 3824.*
- c) *A l'état pur ou mélangé, mais sous forme de plaquettes, baguettes, pointes ou objets similaires, frittés, non montés, pour outils: n° 8209 (voir la Note explicative correspondante).*

## **8102. Molybdène et ouvrages en molybdène, y compris les déchets et débris**

Les minerais utilisés dans la métallurgie du molybdène sont principalement la molybdénite (sulfure de molybdène) et la wulfénite (molybdate de plomb), que l'on enrichit tout d'abord par flottage. La préparation du molybdène consiste essentiellement à transformer les minerais en oxyde de molybdène par des traitements successifs. Cet oxyde est ensuite réduit en métal.

Selon la méthode d'obtention utilisée, le molybdène se présente soit à l'état compact - et, dans cet état, il peut être tréfilé ou laminé tel quel -, soit en poudre, qui se travaille par la même méthode que le tungstène (voir la Note explicative du n° 8101).

Le molybdène pur à l'état compact est un métal dont l'aspect rappelle celui du plomb. Il est très dur, très malléable, fond à haute température et demeure inaltéré à l'air à la température ordinaire.

En dehors de la préparation d'aciers alliés (à l'état de métal ou de ferromolybdène du Chapitre 72), le molybdène est utilisé à l'état pur comme support des filaments en tungstène des lampes à incandescence, dans la fabrication de rilles de tubes électroniques, de résistances chauffantes pour fours électriques, de redresseurs de courant et de contacts électriques. A cause de son inaltérabilité, il est également employé dans l'art dentaire ou en bijouterie, à la place du platine.

*Les alliages de molybdène habituellement usités ne sont pas susceptibles, d'après les dispositions de la Note 5 de la Section XV, d'être classés ici, eu égard à la proportion de ce métal qu'ils contiennent.*

La présente position couvre le molybdène sous les mêmes formes que le tungstène et comme, par ailleurs, la métallurgie de ces deux métaux a de nombreux points communs et que leurs usages sont souvent semblables, les dispositions de la dernière partie de la Note explicative du n° 8101, y compris celles relatives aux carbures métalliques, sont ici de tous points applicables.

### **8103. Tantale et ouvrages en tantale, y compris les déchets et débris**

Les minerais utilisés dans la métallurgie du tantale sont principalement la tantalite et la niobite (colombite), tantalo- niobates de fer et de manganèse repris au n° 2615. Le tantale est obtenu par réduction de l'oxyde de tantale ou par électrolyse du fluotantalate de potassium fondu.

Le tantale se présente soit à l'état compact, soit en poudre et, dans ce dernier cas, il se travaille à la façon du tungstène ou du molybdène.

En poudre, le tantale est noir; autrement présenté, il est blanc s'il a été poli et bleu acier dans le cas contraire. Il est très malléable et très ductile à l'état pur. Il est inoxydable à la température ordinaire et il est, de tous les métaux communs, le plus résistant à l'action de la plupart des acides.

Indépendamment de son emploi dans la préparation d'aciers alliés (généralement sous la forme de ferrotantale du Chapitre 72) ou de carbures métalliques, le tantale est utilisé dans la fabrication de grilles ou d'anodes pour les tubes électroniques, de redresseurs de courant, d'appareillages (coupelles, tubes, échangeurs de chaleur, etc.) pour les industries chimiques, de filières pour le filage des fibres artificielles ou synthétiques, d'outils ou instruments dentaires ou chirurgicaux. On l'emploie également en chirurgie, sous forme de pièces métalliques utilisées dans le corps humain ou dans la préparation des compositions absorbantes (getters) pour parfaire le vide dans les tubes électroniques.

Parmi les alliages de tantale repris ici conformément à la Note 5 de la Section XV, on peut citer l'alliage tantale- tungstène, à forte teneur en tantale, utilisés principalement dans la fabrication de tubes électroniques.

La présente position couvre le tantale sous toutes ses formes: déchets et débris, masses brutes, lingots, poudre, barres, fils, filaments, tôles, feuilles, rubans (ou bandes), plaquettes, tubes et ouvrages (toiles métalliques et ressorts en particulier) non repris ailleurs.

En ce qui concerne le carbure de tantale, pur ou mélangé à d'autres carbures métalliques, se reporter à la Note explicative du n° 8101, relative au carbure de tungstène.

### **8104. Magnésium et ouvrages en magnésium, y compris les déchets et débris**

La métallurgie du magnésium utilise divers composés naturels qui, pour la presque totalité, figurent, non dans le Chapitre 26, mais dans les Chapitres 25 et 31, à savoir la dolomie (n° 2518), la magnésite (ou giobertite) (n° 2519) et la carnallite (n° 3104). On retire également ce métal de l'eau de mer ou de l'eau des lacs salés (n° 2501), ainsi que des lessives contenant du chlorure de magnésium.

Le premier stade de la fabrication du magnésium est l'obtention du chlorure ou de l'oxyde de magnésium. On y parvient selon des méthodes très diverses qui varient avec le composé de départ. Quant à la métallurgie proprement dite du magnésium, elle se rattache habituellement à l'un des deux types de réactions suivants:

- A) Electrolyse du chlorure de magnésium fondu. Le chlorure de magnésium est soumis à l'électrolyse, après addition de fondants (chlorures de métaux alcalins et fluorures, en particulier), dans une cuve fermée en briques réfractaires comportant une ou plusieurs anodes en charbon et des cathodes en fer. Le métal se rassemble à la surface du bain et le chlore est éliminé à l'anode.

- B) Réduction de la magnésie. La réduction thermique de la magnésie se fait habituellement par le charbon, le silicium (sous forme de ferrosilicium ou de carbure de silicium), le carbure de calcium et l'aluminium. Cette réduction s'opérant à haute température, il y a sublimation du métal qui se dépose sur les parois froides de l'appareil de fabrication.

Le métal obtenu par électrolyse est moins pur que celui provenant de la réduction de la magnésie. Ce dernier est le plus souvent utilisé comme tel, après refonte et agglomération. Le premier est généralement affiné avant d'être coulé en lingots.

Le magnésium est un métal d'une couleur blanc argenté rappelant celle de l'aluminium. Il est plus léger encore que celui-ci. Il acquiert par le polissage un éclat très vif, mais qui disparaît assez vite à l'air par suite de la formation d'une couche d'oxyde qui le protège contre l'attaque en profondeur. Sous forme de fils, de rubans, de feuilles minces ou de poudre, il brûle à l'air avec une lumière éclatante; sa manipulation à l'état de poudre est délicate en raison des risques d'inflammation au contact de l'air.

Le magnésium pur est utilisé surtout dans la préparation de nombreux composés chimiques, comme désoxydant et désulfurant dans certaines opérations métallurgiques (fonderie de fer, de cuivre, de nickel ou d'alliages de ces métaux notamment) et en pyrotechnie.

Allié à d'autres éléments lui conférant des propriétés mécaniques spéciales qui lui font défaut à l'état pur, on peut le forger, le laminier, le filer à la presse, le couler et il se prête, en conséquence, en tant que métal léger, à de nombreuses applications industrielles.

Les alliages de magnésium compris ici conformément à la Note 5 de la Section XV sont, notamment:

- 1) Les alliages magnésium-aluminium et les alliages magnésium-aluminium-zinc, avec addition éventuelle de manganèse, tous à forte teneur en magnésium, des types métal électron, ou métal dow.
- 2) Les alliages magnésium-zirconium, souvent avec addition de zinc.
- 3) Les alliages magnésium-manganèse et les alliages magnésium-cérium.

Eu égard à leurs propriétés particulières (légèreté, résistance à l'usure et à la corrosion, etc.), les alliages de magnésium entrent dans la fabrication de carters de moteurs, de roues, de carburateurs, de supports de magnétos, de réservoirs à essence ou à huile, etc., utilisés en aéronautique et aussi dans l'automobile et, en outre, dans la construction de bâtiments métalliques, de pièces, organes ou accessoires de machines et, en particulier, de machines textiles (broches de filature, bobinots, dévidoirs, etc.), de machines-outils, de machines à écrire, de matériel de photogravure (plaques à clichés), de machines à coudre, de tronçonneuses à chaîne, de tondeuses à gazon, d'échelles ou d'outillage de manutention.

Les articles en magnésium sont fréquemment soumis à des ouvrages diverses en vue d'améliorer les propriétés et l'aspect du métal. Ces opérations, qui n'affectent pas le classement de ces articles dans la présente position, sont généralement celles décrites dans les Considérations générales du Chapitre 72.

La présente position couvre:

- 1) Le magnésium sous forme brute en lingots, pains, billettes, plaques ou cubes, destinés à être transformés ultérieurement par laminage, étirage, tréfilage, filage à la presse, forgeage, refonte, etc.
- 2) Les déchets et débris de magnésium. Les dispositions de la Note explicative du n° 7204, relatives aux mêmes produits en métaux ferreux, sont applicables mutatis mutandis aux déchets et débris de magnésium.

Ce groupe couvre les tournures de magnésium, qui ne sont pas calibrées, c'est-à-dire qui ne sont pas triées ou classées par dimensions. Pour les tournures calibrées, se reporter au groupe 3) ci-dessous.

- 3) Les barres, profilés, tôles, feuilles, bandes, fils, tubes, tuyaux, profilés creux, poudres, paillettes et copeaux, tournures et granules calibrés.

Ce groupe se rapporte aux diverses formes marchandes du magnésium:

- a) Les produits du laminage, de l'étirage, du tréfilage, du filage à la presse, du forgeage, etc., correspondant aux articles similaires en autres métaux communs (voir les Notes explicatives correspondantes).

Ces produits (barres, profilés, tôles, tubes, tuyaux, profilés creux, etc.) trouvent de très nombreuses applications là où la légèreté du métal est recherchée, en même temps que sa résistance (voir ci-dessus).

- b) Les copeaux, tournures et granules calibrés ainsi que les poudres et paillettes de toutes sortes. Les formes divisées du magnésium sont employées notamment en pyrotechnie (fabrication d'artifices, de signaux, etc.) ou comme agents réducteurs en métallurgie. A cet effet, on doit, lorsqu'il s'agit de bandelettes ou de minces rubans utiliser des tournures régulières spécialement obtenues par découpage ou autrement.

- 4) Les autres ouvrages.

Le présent groupe englobe tous les ouvrages en magnésium non repris, soit dans les groupes précédents, soit dans la Note 1 de la Section XV, soit dans les Chapitres 82 ou 83, soit enfin dans les autres parties de la Nomenclature.

Du fait que le magnésium est plus particulièrement utilisé pour la fabrication de pièces mécaniques (voir ci-dessus), la plupart des ouvrages sont classés dans d'autres Chapitres et notamment dans les Sections XVI et XVII.

Sont repris ici:

- a) Les constructions, les parties de constructions et les éléments préparés pour la construction.
- b) Les réservoirs, cuves et récipients similaires, sans dispositifs mécaniques ou thermiques, ainsi que les fûts, tambours et bidons.
- c) Les toiles métalliques.
- d) Les vis, boulons, écrous, etc.

*Sont exclus de la présente position les scories, cendres et autres résidus de la fabrication du magnésium (n° 2620).*

- 8104.11, 19** Ces sous-positions couvrent également les lingots et formes brutes similaires, coulés à partir de déchets et débris de magnésium refondus.

**8105. Mattes de cobalt et autres produits intermédiaires de la métallurgie du cobalt; cobalt et ouvrages en cobalt, y compris les déchets et débris**

Parmi les minerais utilisés dans la métallurgie du cobalt, les plus importants sont l'hétérogénite (oxyde de cobalt hydraté), la linnéite (sulfure de cobalt et de nickel) ou la smaltine (arséniure de cobalt). Ces minerais sont d'abord transformés par fusion en mattes ou en autres produits intermédiaires. Un traitement, qui élimine les autres métaux, permet d'obtenir de l'oxyde de cobalt, réduit ensuite par le charbon, l'aluminium, etc. Le cobalt est également obtenu par électrolyse, ou en traitant les résidus de l'affinage du cuivre, du nickel, de l'argent, etc.

Le cobalt est un métal blanc argent, plus dur que le nickel, très peu altérable à l'air; c'est le plus magnétique des métaux non ferreux.

A l'état pur, il est employé comme métal de revêtement (par dépôt électrolytique), comme catalyseur, comme liant dans la préparation des carbures métalliques pour outils, comme composant des aimants de cobalt-samarium ou de certains aciers alliés, etc.

Il est de plus en plus utilisé à l'état d'alliages et parmi ceux d'entre eux qui sont compris ici, conformément à la Note 5 de la Section XV, on peut citer:

- 1) Les alliages cobalt-chrome-tungstène, souvent additionnés de faibles quantités d'autres éléments et connus sous le nom générique de stellites. Ces alliages possèdent la propriété de résister au frottement, à la corrosion et à l'oxydation à chaud et sont, de ce fait, utilisés dans la fabrication de soupapes, clapets, vannes ou outils.
- 2) Les alliages cobalt-fer-chrome, utilisés soit pour leur faible coefficient de dilatation, soit pour leurs propriétés magnétiques.
- 3) Les alliages cobalt-chrome-molybdène, utilisés surtout pour la fabrication des pièces pour avions à réaction.

La présente position couvre les mattes de cobalt et les autres produits intermédiaires de la métallurgie du cobalt ainsi que le cobalt sous toutes ses formes: lingots, cathodes, granulés, poudres, déchets et débris, par exemple, et ouvrages non repris ailleurs.

#### **8106. Bismuth et ouvrages en bismuth, y compris les déchets et débris**

Le bismuth se rencontre à l'état natif. Mais on l'obtient principalement soit comme sous-produit de l'affinage d'autres métaux (cuivre, plomb, etc.), soit à partir de ses minerais: sulfure (bismuthine) ou carbonate hydraté (bismuthite).

Le bismuth est un métal blanc rougeâtre, extrêmement cassant et difficile à travailler, très mauvais conducteur de la chaleur et de l'électricité.

A l'état pur, il est employé dans la préparation de produits à usages pharmaceutiques ou dans certains appareils scientifiques.

Parmi les alliages de bismuth, à bas point de fusion (parfois moins de 100 °C), classés ici conformément à la Note 5 de la Section XV, on peut citer:

- 1) Les alliages bismuth-plomb-étain, parfois avec addition de cadmium, etc. (alliages de Darcet, de Lipowitz, de Newton, de Wood, etc.), utilisés comme soudures, pour les soupapes de sûreté dans les chaudières ou dans les appareils de protection contre l'incendie ou comme alliages de moulage.
- 2) L'alliage bismuth-indium-plomb-étain-cadmium, utilisé pour les moulages chirurgicaux.

#### **8108. Titane et ouvrages en titane, y compris les déchets et débris**

Le titane est extrait par réduction de ses minerais oxydés (rutil, brookite, etc.) et de l'ilménite (titanate de fer). Certaines méthodes aboutissent à la production de ferrotitane (Chapitre 72) ou de carbure de titane (voir ci-après). On peut également obtenir le métal soit à l'état compact (il est alors brillant et de couleur blanche), soit en poudre (de couleur gris sombre) pouvant être agglomérée comme le tungstène.

Le titane est un métal dur et, lorsqu'il est impur, cassant à chaud. Il résiste à la corrosion de nombreux agents chimiques.

Il sert dans la préparation des ferro-alliages du Chapitre 72 (ferrotitane et ferro-silico-titane), employés comme désoxydants et désazotants dans la métallurgie de l'acier, ainsi que dans la préparation d'aciers alliés et comme élément d'addition, en faibles quantités, dans la fabrication de certains alliages de nickel, d'aluminium ou de cuivre.

Le titane est principalement utilisé dans l'industrie aéronautique, la construction navale, la construction de cuves, agitateurs, échangeurs de température, valves et pompes, par

exemple, pour l'industrie chimique, pour la désalinisation de l'eau de mer et la construction de centrales nucléaires.

La présente position couvre le titane sous toutes ses formes: notamment en éponges, lingots, poudres, anodes, barres, tôles, déchets et débris et en ouvrages, à l'exclusion toutefois des articles repris dans d'autres Chapitres de la Nomenclature (Sections XVI ou XVII, généralement), tels que rotors d'hélicoptères, pales d'hélices, pompes ou valves.

*Le carbure de titane est exclu de la présente position et suit le même régime que le carbure de tungstène (voir la Note explicative du n° 8101).*

#### **8109. Zirconium et ouvrages en zirconium, y compris les déchets et débris**

Le principal minerai de zirconium est le zircon (silicate de zirconium). On obtient le métal généralement par réduction de l'oxyde ou du chlorure, ou par électrolyse.

Le zirconium est un métal gris-argent, malléable et ductile.

A l'état pur, il est employé, sous forme finement divisée, dans la production de la lumière-éclair, en poudre ou en filaments très fins comme compositions absorbantes (getters) dans la fabrication de tubes électroniques. Il entre également dans la préparation d'aciers alliés, du Chapitre 72 (à l'état de ferrozirconium) ou d'autres alliages (de nickel, etc.).

Le zirconium, seul ou en alliage avec l'étain (zircalloy), est également utilisé dans la fabrication des gaines pour cartouches de combustibles nucléaires ou des structures métalliques pour les installations nucléaires. Ses alliages avec le plutonium et l'uranium sont utilisés comme combustible nucléaire. Pour les usages nucléaires, le zirconium doit être préalablement purifié jusqu'à ne contenir que de très faibles traces d'hafnium.

#### **8110. Antimoine et ouvrages en antimoine, y compris les déchets et débris**

Le principal minerai d'antimoine est la stibine ou antimonite (sulfure d'antimoine), d'où il est extrait ordinairement par la méthode suivante:

- 1) Enrichissement du minerai, aboutissant à l'obtention de l'antimoine cru (sulfure), qui relève du n° 2617.
- 2) Traitement de ce dernier par divers procédés donnant l'antimoine impur, dit régule d'antimoine.
- 3) Affinage du régule par fusions successives.

L'antimoine est un métal blanc argent, légèrement bleuâtre, très cassant et se réduisant facilement en poudre.

Il n'est presque jamais utilisé seul en mécanique. Mais, allié à d'autres métaux - et notamment au plomb et à l'étain auxquels il donne de la dureté -, il trouve des emplois intéressants dans la préparation d'alliages pour caractères d'imprimerie, pour antifrictions ou pour vaiselle de table (métal Britannia) (voir les Considérations générales des Chapitres 78 et 80, desquels ces alliages relèvent, généralement, en raison de la prédominance en poids du plomb et de l'étain).

#### **8111. Manganèse et ouvrages en manganèse, y compris les déchets et débris**

La métallurgie du manganèse utilise surtout comme minerais la pyrolusite (bioxyde de manganèse), la braunite ou la manganite (sesquioxydes de manganèse), qui sont réduits en métal. On l'obtient aussi par électrolyse. On peut se borner à obtenir le manganèse à l'état de ferro-alliages.

Le manganèse est un métal gris rosé, très cassant et très dur. Il n'est presque pas employé à l'état pur.

Il entre par contre dans la composition de la fonte spiegel, des ferromanganèses, des ferro-silico-manganèses, de fontes spéciales ou d'aciers alliés (aciers au manganèse), produits qui rentrent dans le Chapitre 72 (sauf, en ce qui concerne les ferro-alliages, le cas où le fer ou la proportion de fer est inférieure à celle indiquée à la Note 1 c) du Chapitre 72). Le manganèse entre également dans la constitution d'alliages à base de cuivre, de nickel, d'aluminium, etc.

**8112. Béryllium, chrome, hafnium (celtium), rhénium, thallium, cadmium, germanium, vanadium, gallium, indium et niobium (columbium), ainsi que les ouvrages en ces métaux, y compris les déchets et débris**

**A. Béryllium**

La métallurgie du béryllium utilise à peu près exclusivement le béryl, silicate double de béryllium et d'aluminium, qui, sauf le cas où il présente les caractères d'une pierre gemme (émeraude commune) (Chapitre 71), relève du n° 2617.

L'industrie emploie actuellement les deux méthodes suivantes pour l'obtention de ce métal:

- 1) Préparation par électrolyse. On électrolyse à haute température un bain formé d'oxyfluorure de béryllium (fabriqué à partir du minerai) et d'autres fluorures (de baryum, de sodium, etc.). Un creuset en graphite sert d'anode; le métal est recueilli sur une cathode centrale en fer refroidie par l'eau.
- 2) Préparation par réduction. La réaction essentielle est la réduction du fluorure de béryllium par le magnésium.

Le béryllium est un métal gris acier, très léger, très dur, très cassant, qui ne se lamine et ne s'étire que sous certaines conditions très spéciales.

A l'état pur, le béryllium trouve peu d'applications. Toutefois, on l'emploie en raison de sa grande perméabilité aux rayons X pour la fabrication de fenêtres de tubes protecteurs de radiologie. On l'utilise aussi comme élément constitutif des réacteurs nucléaires, dans l'industrie aéronautique, spatiale et d'armement, pour la confection de dispositifs servant dans les cyclotrons, d'électrodes de tubes au néon, ainsi que comme désoxydant dans certaines opérations métallurgiques.

Par contre, il entre dans la préparation de nombreux alliages, notamment avec l'acier (acier à ressorts, etc.), avec le cuivre (alliage appelé improprement bronze au béryllium, utilisé pour la fabrication de ressorts, de pièces d'horlogerie, d'outils, etc.) et avec le nickel. Mais, par suite du faible pourcentage de béryllium contenu dans ces alliages, ceux-ci trouvent leur place dans les Chapitres 72, 74 ou 75.

La présente position couvre le béryllium sous toutes ses formes: métal sous forme brute (masses, grenailles, cubes, etc.), demi-produits (barres, fils, feuilles, etc.) et ouvrages. Ces derniers ne sont toutefois compris ici que s'ils ne sont pas transformés en pièces ou organes de machines ou d'appareils, sinon ils relèvent d'autres Chapitres et notamment des Chapitres 85 et 90.

**B. Chrome**

Le minerai de chrome que l'on traite à peu près exclusivement est la chromite (ou fer chromé), oxyde de chrome et de fer. On le convertit d'abord en sesquioxyde, qui est réduit ensuite en chrome-métal.

Non poli, le chrome est un métal gris acier, mais le polissage le rend blanc et brillant. Il est très dur, peu malléable, peu ductile et ne s'oxyde pas à l'air.

A l'état pur, le chrome constitue, dans de nombreuses fabrications, le revêtement (chromage électrolytique) de pièces en autres métaux. Sa principale application (généralement à l'état de ferro-alliages du Chapitre 72) réside dans la préparation d'aciers alliés. Il entre aussi dans

la fabrication d'alliages inoxydables avec le nickel (nichromes) ou le cobalt, par exemple; mais, dans ces alliages, la proportion de chrome est telle que la plupart d'entre eux sont classés dans d'autres Chapitres, conformément aux dispositions de la Note 5 de la Section XV.

Certains autres alliages à base de chrome sont utilisés dans les moteurs à réaction ou dans certains tubes pour éléments thermiques.

### **C. Germanium**

Le germanium est extrait industriellement de la germanite (germano-sulfure de cuivre), de certains résidus de la métallurgie du zinc ou des poussières de fumées d'usines à gaz.

C'est un métal gris blanc possédant certaines propriétés physiques et chimiques qui le font utiliser dans la fabrication de composants électroniques (diodes, transistors, valves, par exemple). On l'emploie également comme élément d'alliage avec l'étain, l'aluminium ou l'or.

### **D. Vanadium**

Le vanadium est généralement extrait de ses minerais, la patronite et la carnotite, le plus souvent par réduction de l'oxyde. On l'obtient également comme sous-produit du traitement de minerais radifères, uranifères ou ferreux. Le vanadium peut être obtenu soit à l'état de ferrovanadium (Chapitre 72) ou de l'alliage mère de cuivre au vanadium (Chapitre 74), soit à l'état de métal. On ne l'emploie pratiquement pas à l'état pur. Il est par contre utilisé sous forme de ferro-alliage du Chapitre 72 dans la préparation d'aciers alliés; il entre également comme élément d'addition dans certains alliages de cuivre ou d'aluminium.

### **E. Gallium**

Le gallium est obtenu par des procédés assez complexes comme sous-produit de la métallurgie de l'aluminium, du zinc, du cuivre ou du germanium, ainsi qu'à partir des poussières de fumées d'usines à gaz.

C'est un métal gris blanc, tendre, dont le point de fusion est de 30 °C environ et le point d'ébullition très élevé, ce qui permet de l'utiliser en remplacement du mercure dans certaines applications et notamment dans la préparation d'amalgames dentaires, dans la fabrication de miroirs spéciaux, de lampes à vapeurs gazeuses et de thermomètres pour hautes températures.

### **F. Hafnium (celtium)**

L'hafnium est extrait des mêmes minerais que le zirconium, (zircon, etc.) et les propriétés de ces deux métaux sont très voisines.

En raison de son pouvoir très élevé d'absorption de neutrons lents, il est en particulier utilisé pour la fabrication de barres mobiles de régulation et de contrôle pour réacteurs nucléaires.

### **G. Indium**

L'indium s'obtient industriellement en traitant certains résidus de la métallurgie du zinc.

L'indium est un métal mou, couleur argent, inaltérable à l'air et à l'eau.

Il trouve certaines utilisations intéressantes, pur ou allié à d'autres métaux et notamment avec le zinc (revêtements protecteurs contre la corrosion), avec le bismuth, le plomb et l'étain (moulages chirurgicaux), avec le cuivre et le plomb (coussinets de moteurs à combustion interne), avec l'or (alliages dentaires, joaillerie), etc.

## H. Niobium (colombium)

Le niobium est extrait, par électrolyse ou par d'autres procédés complexes, de la niobite (colombite) et de la tantalite, ces minerais étant préalablement transformés en fluorure double de colombium et de potassium.

C'est un métal gris argent, qui possède la propriété d'absorber facilement les gaz, ce qui lui vaut d'être employé dans les compositions absorbantes (getters) pour tubes électroniques.

On l'utilise également dans la préparation d'aciers alliés (à l'état de ferroniobium) du Chapitre 72 ou d'autres alliages.

## I. Rhénium

Le rhénium est obtenu notamment comme sous-produit de la métallurgie du molybdène et du cuivre.

Le rhénium est un métal peu employé, mais dont on entrevoit des possibilités assez importantes, notamment pour le revêtement du cuivre et de ses alliages ou comme catalyseur.

## K. Thallium

Le thallium est obtenu industriellement à partir des résidus (poussières, etc.) provenant du grillage des pyrites et autres minerais.

Le thallium est un métal blanc grisâtre, mou, rappelant le plomb. Il entre comme élément d'addition dans de nombreux alliages de plomb, auxquels il confère, selon le cas, un point de fusion plus élevé, une résistance à la corrosion ou à la déformation plus grande. Allié à l'argent, il prévient le noircissement à l'air de celui-ci.

## L. Cadmium

Le cadmium s'obtient dans la pratique à peu près exclusivement comme sous-produit de la métallurgie du zinc, du cuivre ou du plomb, le plus souvent par distillation ou par électrolyse.

Le cadmium est un métal ayant l'apparence du zinc, mais plus mou que celui-ci.

A l'état pur, il est employé comme métal de revêtement d'autres métaux (par dépôt électrolytique ou par pulvérisation), ainsi que comme désoxydant du cuivre, de l'argent ou du nickel.

Il est également utilisé, en raison de son pouvoir d'absorption très élevé de neutrons lents, pour la fabrication de barres mobiles de régulation et de contrôle pour réacteurs nucléaires.

Les principaux alliages de cadmium classés ici conformément à la Note 5 de la Section XV sont les alliages cadmium-zinc, pour le cadmiage par immersion et pour la soudure ou le brasage.

*Il est à remarquer toutefois que de nombreux alliages des mêmes constituants, mais dans lesquels le cadmium n'est pas prépondérant en poids, tels que certains alliages antifrictions, sont classés ailleurs.*

## 8113. Cermets et ouvrages en cermets, y compris les déchets et débris

Ces produits, constitués par un composant du type céramique (c'est-à-dire réfractaire à la chaleur et ayant un point de fusion très élevé) et un composant métallique, se rattachent, soit par leurs procédés d'obtention, soit par leurs propriétés physiques ou chimiques, à la fois, à la céramique et à la métallurgie, d'où le nom de cermet.

Le composant céramique est en général constitué par des oxydes, carbures, borures, etc.

Le composant métallique est constitué par un métal tel que le fer, le nickel, l'aluminium, le chrome ou le cobalt.

On obtient les cermets soit par frittage, soit par dispersion intime, soit par d'autres méthodes.

Les plus connus de ces produits sont obtenus à partir:

- 1) D'un métal et d'un oxyde: fer-magnésie, nickel-magnésie, chrome-alumine, aluminium-alumine.
- 2) De borures de zirconium et de chrome: produits dits borolites.
- 3) De carbures de zirconium, de chrome, de tungstène, etc., mélangés avec du cobalt, du nickel ou du niobium.
- 4) D'aluminium et de carbure de bore: produits plaqués d'aluminium, dits boral.

Les cermets de la présente position peuvent être soit bruts soit ouvrés.

Ils sont utilisés dans l'industrie aéronautique, dans l'industrie nucléaire et dans la fabrication des fusées. Ils sont également utilisés dans les fonderies de métaux et les fours (par exemple, comme pots, creusets, becs ou tubes), ou pour la fabrication de roulements, de garnitures de freins, etc.

*Sont exclus de la présente position:*

- a) *Les cermets contenant des matières fissiles ou radioactives (n° 2844).*
- b) *Les plaquettes, baguettes, pointes et objets similaires pour outils, constitués par des cermets à base de carbures métalliques agglomérés par frittage (n° 8209).*