

HAFNIUM 2019

Matières premières

Le hafnium (Hf), accompagne systématiquement le [zirconium](#) dans les minerais, le principal étant le [zircon](#) qui est un silicate de zirconium, avec un rapport massique Zr/Hf d'environ 50. Ces deux éléments, appartenant à la même colonne de la classification périodique, se comportent chimiquement de façon identique lors des traitements chimiques et métallurgiques et le hafnium se trouve présent dans tous les composés de zirconium car, en général, les deux éléments ne sont pas séparés sauf pour le zirconium utilisé dans l'industrie nucléaire. En effet, dans cette application, le zirconium qui absorbe peu les neutrons est utilisé comme gaine du combustible des réacteurs nucléaires et ne doit pas renfermer du hafnium qui lui absorbe fortement les neutrons.

Élaboration industrielle

La production de hafnium provient actuellement de celle du [zirconium](#) déshafnié, de qualité nucléaire.

Le hafnium est produit par réduction du tétrachlorure de hafnium résultant de la purification du tétrachlorure de zirconium.

Deux voies sont utilisées :

- l'une selon le procédé Kroll, comme pour le [zirconium](#) (voir ce chapitre),
- l'autre par électrolyse en bain d'halogénures fondus.

L'électrolyse, pratiquée par [Framatome](#) à Jarrie, est effectuée dans un mélange fondu de [NaCl](#) et [KCl](#) avec 2,5 % de NaF et de 2 à 10 % de tétrachlorure de hafnium. Le hafnium métallique est récupéré à la cathode.

La société australienne [Alkane Resources](#), a en projet le « Dubbo Project » d'exploitation à ciel ouvert d'un gisement polymétallique en Nouvelle Galle du Sud. Ce gisement possède des réserves prouvées de 18,9 millions de t de minerai renfermant 1,85 % de ZrO₂, 0,04 % de HfO₂, 0,44 % de Nb₂O₅, 0,03 % de Ta₂O₅, 0,14 % de Y₂O₃ et 0,74 % d'oxydes de terres rares. Le traitement envisagé, hydrométallurgique, consisterait en un grillage suivi d'une lixiviation à l'aide d'acide sulfurique puis d'extractions par solvants spécifiques. Les productions prévues sont de 16 374 t/an de ZrO₂, 1 967 t/an de niobium contenu dans un alliage Fe-Nb à 65 % de Nb, 6 664 t/an de concentré de terres rares et 50 t/an de HfO₂ pouvant, en fonction de la demande, être portée à 200 t/an. Les revenus escomptés, par élément, sont de 42 % pour Zr, 17 % pour Nb, 10 % pour Hf, 25 % pour les terres rares destinées à des applications en magnétisme (Pr, Nd, Dy, Tb, Sm) et 5 % pour les autres terres rares et Y.

L'intérêt de ce projet réside dans le fait que la production de hafnium ne résulterait plus seulement de celle du zirconium déshafnié et qu'elle s'émanciperait du quasi monopole chinois.

Production

En 2016, la production mondiale était d'environ 70 t dont 10 t de recyclage.

En 2016, la capacité de production chinoise est de 30 t/an.

Producteurs

Les principaux producteurs sont, en 2016 :

		en tonnes	
Framatome (France)	35	TVEL (Russie)	2
ATI (États Unis)	20	Westinghouse (États Unis)	2

Source : Alkane

Aux États-Unis, la production est principalement réalisée par [Allegheny Technologies Incorporated \(ATI\)](#) à Albany, dans l'Oregon ainsi que pour une moindre part par [Westinghouse](#), à Ogden, dans l'Utah.

La production russe provient du complexe de Chepetsky, près de la ville de Glazov, dans l'Oural.

Situation française

En 2019.

Production

La production de [Framatome](#) est réalisée à Jarrie (38). Framatome, détenu à 75,5 % par [EdF](#), 19,5 % par [Mitsubishi Heavy Industries](#) et 5 % par [Assystem](#) est issu, début 2018, de la restructuration d'Areva devenu [Orano](#).

Commerce extérieur

Exportations : pour le hafnium brut, 34,558 t, avec comme principaux marchés à :

- 43 % l'Allemagne,
- 26 % les États-Unis,
- 20 % le Royaume Uni.

Importations : pour le hafnium brut, 20,913 t en provenance principalement à :

- 90 % d'Allemagne,
- 10 % du Royaume Uni.

Utilisations

Consommations

La consommation mondiale, en 2017, était de 69,5 t.

Secteurs d'utilisation

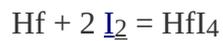
Les principaux secteurs utilisateurs sont, en 2016 :

Superalliages	60 %	Catalyse	7 %
Découpe et soudure plasma	15 %	Semi-conducteurs	3 %
Nucléaire	11 %	Oxyde pour applications optiques	3 %

Source : Alkane

La fabrication de **superalliages** nécessitant l'emploi de métaux très purs, le hafnium utilisé est purifié par la méthode Van Arkel.

Celle-ci consiste à extraire, à 350°C, sous vide, le hafnium du métal impur sous forme d'iodure de hafnium, HfI₄



et de décomposer ce dernier sur un filament de tungstène porté à 1 400°C.



Au cours du temps, le filament grossit par dépôt de hafnium purifié, la principale impureté étant le zirconium.

La teneur en hafnium des superalliages à base nickel est en général de 1,5 %. Le principal superalliage est dénommé MAR M 247. Il est utilisé dans des pales de rotors et des aubes de turbines, principalement dans l'aéronautique.

Un alliage de niobium, C 103, renfermant 89- 90 % de Nb, 9-10 % de Hf, 1 % de Ti est employé dans les tuyères du premier étage de la fusée réutilisable Falcon 9 de la société SpaceX.

La production est de 20 t/an par ATI et 10 t/an par Framatome.

Dans la **découpe et la soudure plasma**, le hafnium est employé comme anode.

Dans l'**industrie nucléaire**, le hafnium est employé pour ses propriétés de capture des neutrons et de résistance à la corrosion dans la fabrication de barres de contrôle des réacteurs nucléaires, en particulier dans les sous-marins nucléaires.