



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Bureau de Recherches Géologiques et Minières

Marché du tungstène en 2018

Facteurs d'évolution et perspectives

Gaétan Lefebvre & Mathieu Leguérinel

Géologues - économistes des ressources minérales

g.lefebvre@brgm.fr – m.leguerinel@brgm.fr

Équipe composée par des géologues de formation, tournés vers l'économie.

Activités de veille économique destinée à :

- acquérir une vision globale d'un marché d'un métal donné
- anticiper de potentielles crises sur certaines matières premières
- apprécier les risques de hausse des cours et de développement des projets
- aider acteurs **publics** ou **privés** à élaborer des stratégies d'approvisionnement

Produits :

- Inventaire des gisements à l'échelle mondiale (géologie, ressources & réserves)
- Cartographie des principaux exploitants et leurs forces et faiblesses
- Éléments de prospective

Exemple de partenaires:



- Propriétés remarquables du tungstène
- Perspectives de la demande mondiale
- Structure du marché du tungstène
- Aperçu de l'offre mondiale
- La place de la Chine
- Le cas français
- Enjeux futurs du marché du tungstène



Obus-fleche OFL 120 F1 Français



Manifestation anti-mine

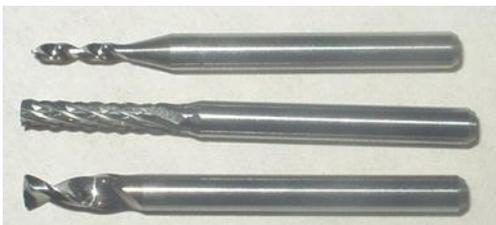


Wolframite et quartz, Leucamp, France

Propriétés remarquables du tungstène

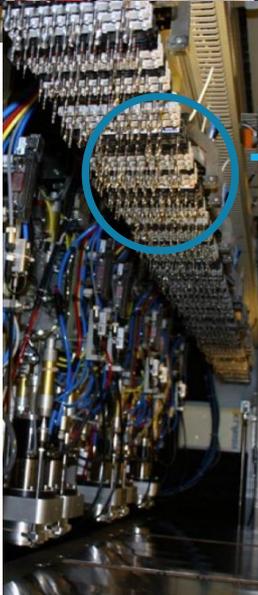
- Métal très réfractaire
 - **Plus haut point de fusion** de tous les métaux (3 422 °C)
- Très forte densité (19,25), comparable à l'or
- Grande dureté (7,5 sur l'échelle de Mohs)
- Stable chimiquement

N° atomique	Masse atomique
74	183.8
W	
Tungstène	
Pt de fusion	Pt d'ébullition
3 422°C	5 555°C
Densité	Clarke
19.25	1.25 ppm



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	Lanthanides	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Actinides															
Lanthanides :	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu			
Actinides :	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr			

- Très grand nombre d'industries clés dépendantes d'outils à base de **carbures de tungstène**
 - Aéronautique, électronique (circuits imprimés), forages etc.



Source/copyright : ITIA Newsletter, juin 2010

■ Par secteurs industriels

- **Machinerie industrielle** : aéronautique, automobile, industries pétrolières et de forages

■ Par pays consommateurs

- Consommation primaire progressivement décentrée en Asie, en particulier en **Chine**

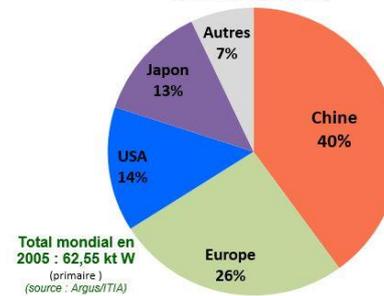
■ Dépendance à la Chine

- Consommation 2005 : **40 %** du total mondial primaire (62,55 kt W)
- Consommation 2015 : **64 %** du total mondial primaire (82,55 kt W)

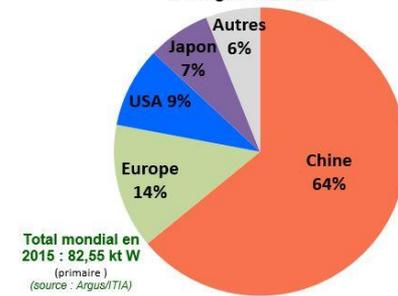
■ Enjeux importants

- Les outils à base de **carbure de tungstène** touchent de nombreuses industries et sont maintenant de plus en plus produits en Chine → **Dépendance aux importations?**
- Garder le contrôle du marché pour la **R&D** → l'utiliser dans de nouvelles applications à **haute valeur ajoutée** (cf. fabrication additive, mais aussi médecine, nucléaire ou militaire) du fait de ses propriétés réfractaires

Consommation mondiale de tungstène en 2005

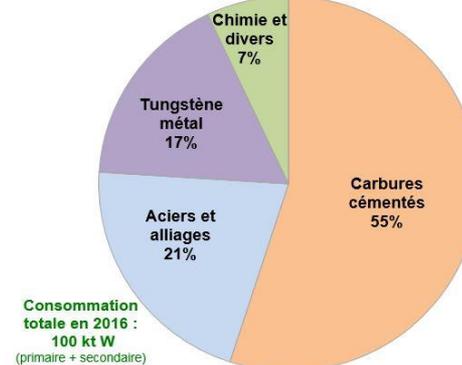


Consommation mondiale de tungstène en 2015



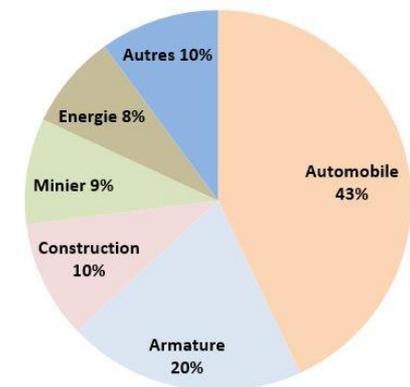
Répartition approximative des filières d'usages du tungstène dans le monde en 2015

(sources : ITIA, Argus Media)



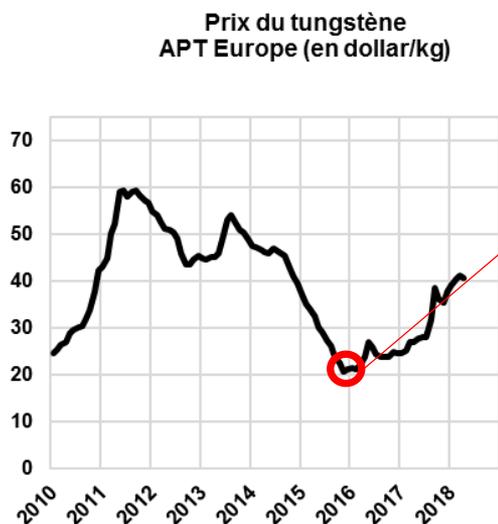
Répartition des usages du carbure de tungstène par filière industrielle en 2015

(source : Argus; 2016)



Tendances positives de croissance dans ces secteurs à court et moyen terme

- **Contrôle chinois du marché similaire aux Terres Rares sur de nombreux aspects**
 - Situation géologique exceptionnelle dans 2 provinces chinoises en particulier (Hunan et Jiangxi)
 - Prise de contrôle progressive du marché international par **subventions d'Etat** + **restructuration** d'une filière avec seulement des **gros groupes** (Hunan et Jiangxi)
 - Quotas d'exportation puis intégration verticale progressive
- **Evolution récente (depuis 2011)**
 - Chute des prix ont impacté l'industrie (difficulté de faire des profits), y compris pour les chinois : marchés en excédents, constitution de **stocks**
 - Pour stopper prix bas : **interdictions** de produire puis **déstockage** progressif → **contrôle de l'offre** disponible sur le marché
- **Prix hauts profitent aussi à une dynamique de réouverture de projets hors Chine**



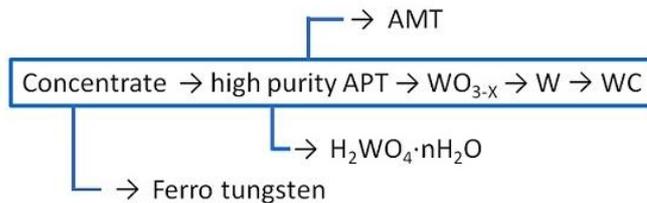
2016 : Reprise généralisée des prix des métaux

■ Géologie

- La plupart des gisements est liée à des intrusions de roches granitoïdes :
 - Filons de quartz à **wolframite** ((Fe,Mn)WO₄), dans des leucogranites
 - Skarns à **scheelite** (CaWO₄) par métamorphisme de contact d'un granite dans des calcaires
 - Plus marginalement porphyres à molybdène avec tungstène en sous-produit
- Le tungstène peut-être extrait comme **produit principal** ou en **sous-produit / co-produit** (Au, Cu, Mo) → influence sur les coûts de production

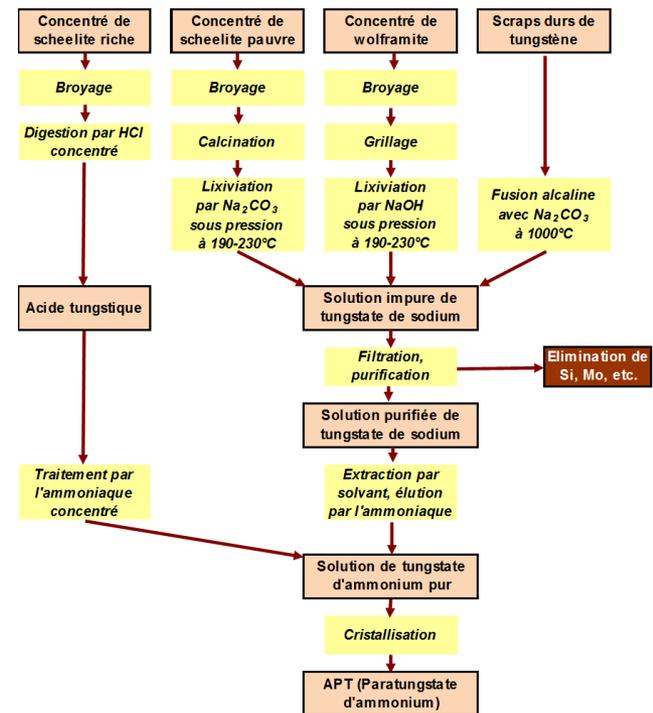
■ Chaîne de valeur simplifiée

- Minerais bruts : <1% WO₃
- Concentrés : 65-75 % WO₃
- Ferro-tungstène : 75-85% WO₃
- **Paratungstate d'ammonium (APT)**
 - Oxydes (bleus ou jaunes)
 - Poudres (pour carbure par exemple)
 - Tungstène métal



Source : ITIA 2018

Schéma simplifié des processus de production de l'APT



- Production 2016 en baisse par rapport à 2015 : - 3,3 %

Quelques chiffres en bref

- Production mondiale 2016 : **85,79 kt W**
 - Dont Chine : **70,6 kt W**
- Réserves mondiales en 2016 : **3,1 Mt W**
 - Dont Chine : **1,9 Mt W**

Taux de Croissance Annuel Moyen (TCAM)

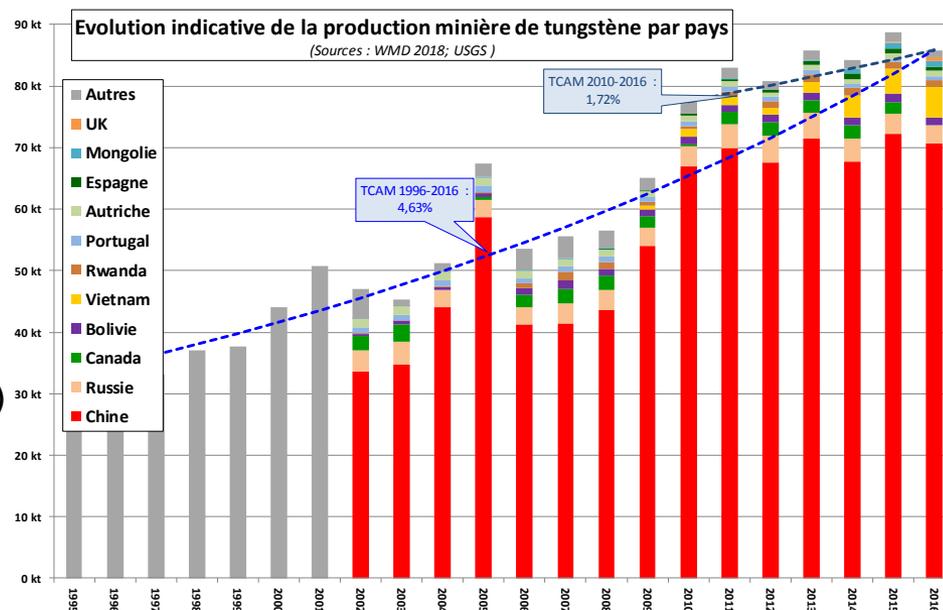
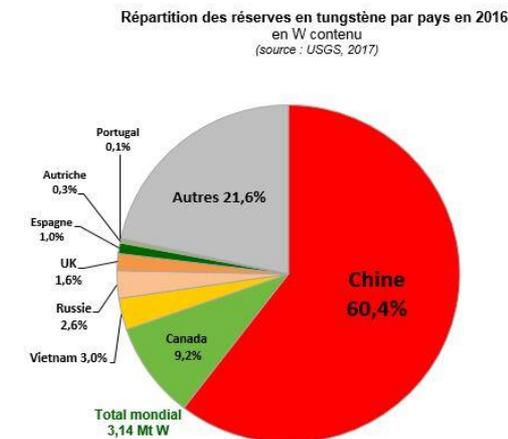
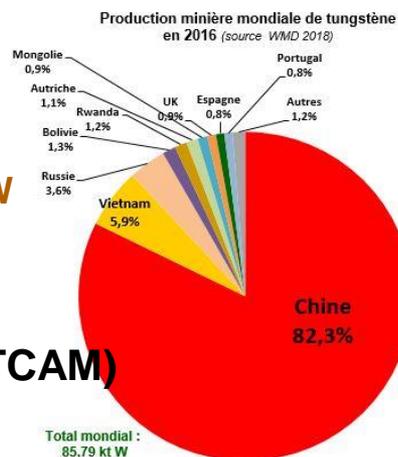
- 1996-2016 : + 4,63 %
- 2010-2016 : + 1,72 %

Inévitable domination chinoise

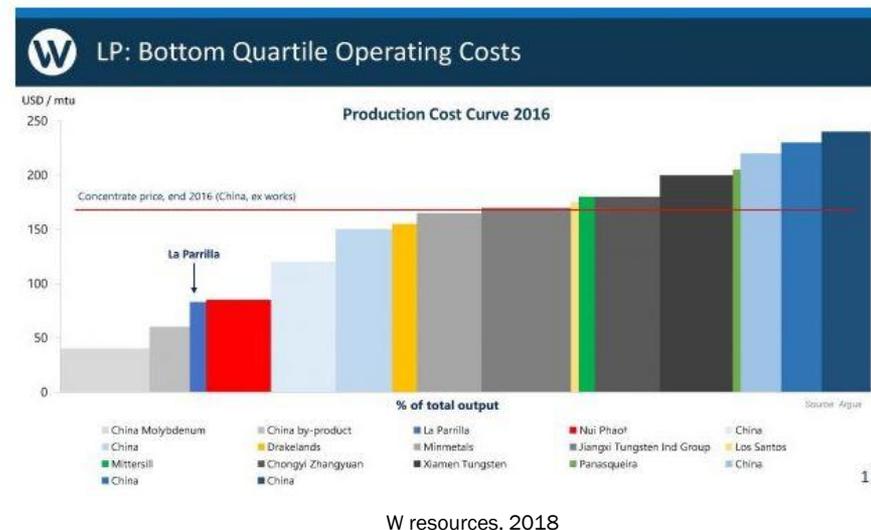
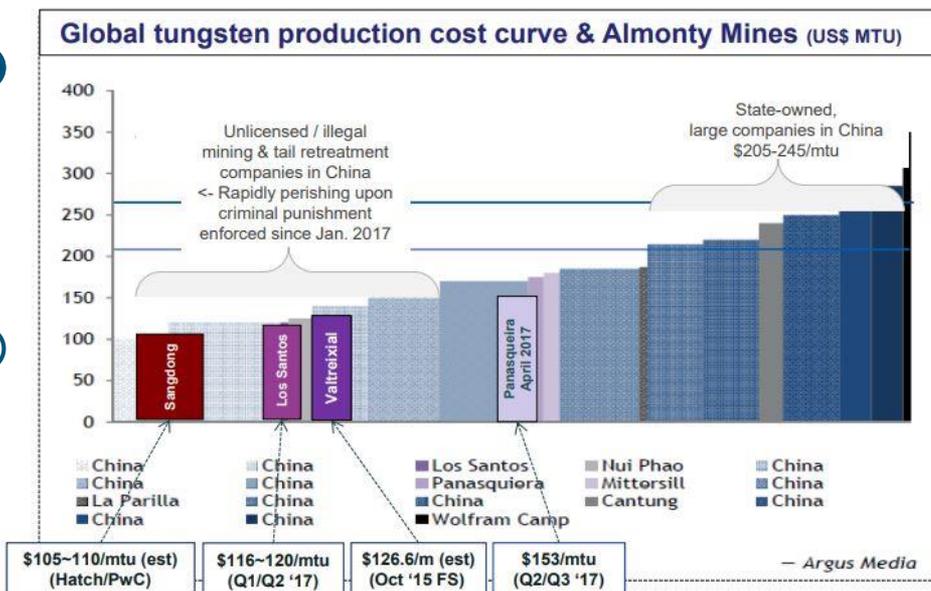
- Production mondiale : 82 %
- Réserves mondiales : 60 %
- 29 sites en exploitation

Nouveaux acteurs à partir de 2010

- Vietnam : Nui Phao (Masan resources)
- Mongolie : Khovd River (SS Mongolia)
- UK : Drakelands (Wolf Minerals)
- Etc.



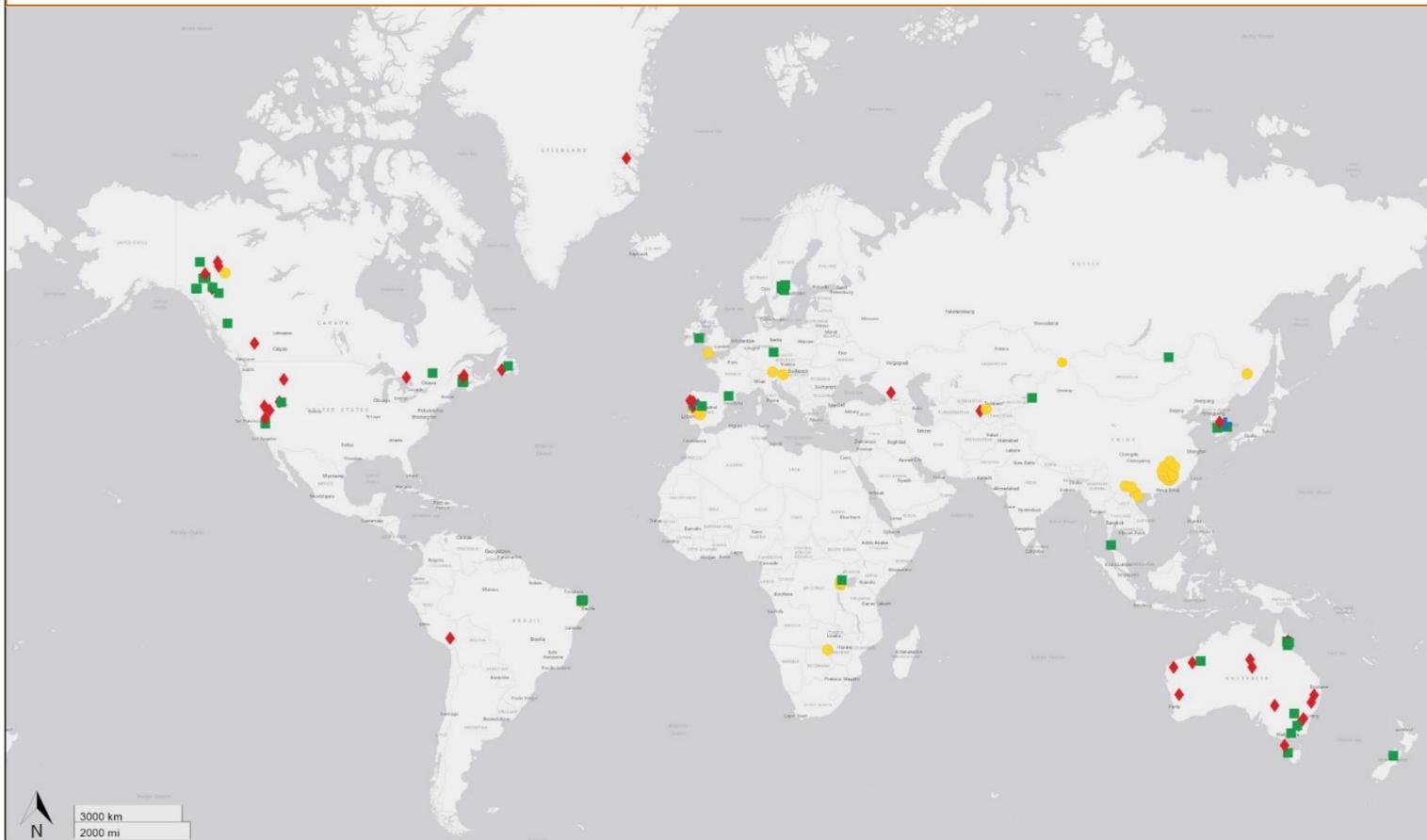
- **Chine : mainmise sur les ressources connues, mais à quel prix ?**
 - Coûts de production élevés pour les compagnie chinoises étatiques ou subventionnées par l'Etat, même si non-rentables
 - Mines chinoises avec un coût de production plus faible (le plus souvent illégales) ont dû fermer pour cause de non-respect environnemental (entre autres)
 - Politique chinoise : « **l'intérêt du pays passe avant la rentabilité** »
- **Tungstène en sous-produit / co-produit**
 - **Réactivité** des producteurs selon les prix
 - **Réductions des coûts** en contexte de prix hauts



- **Abondance et diversité des projets**
 - Am. N / Europe / Asie du SE / Australie

Statut

- Actif (43)
- Construction (2)
- Avancé (41)
- Exploration (46)



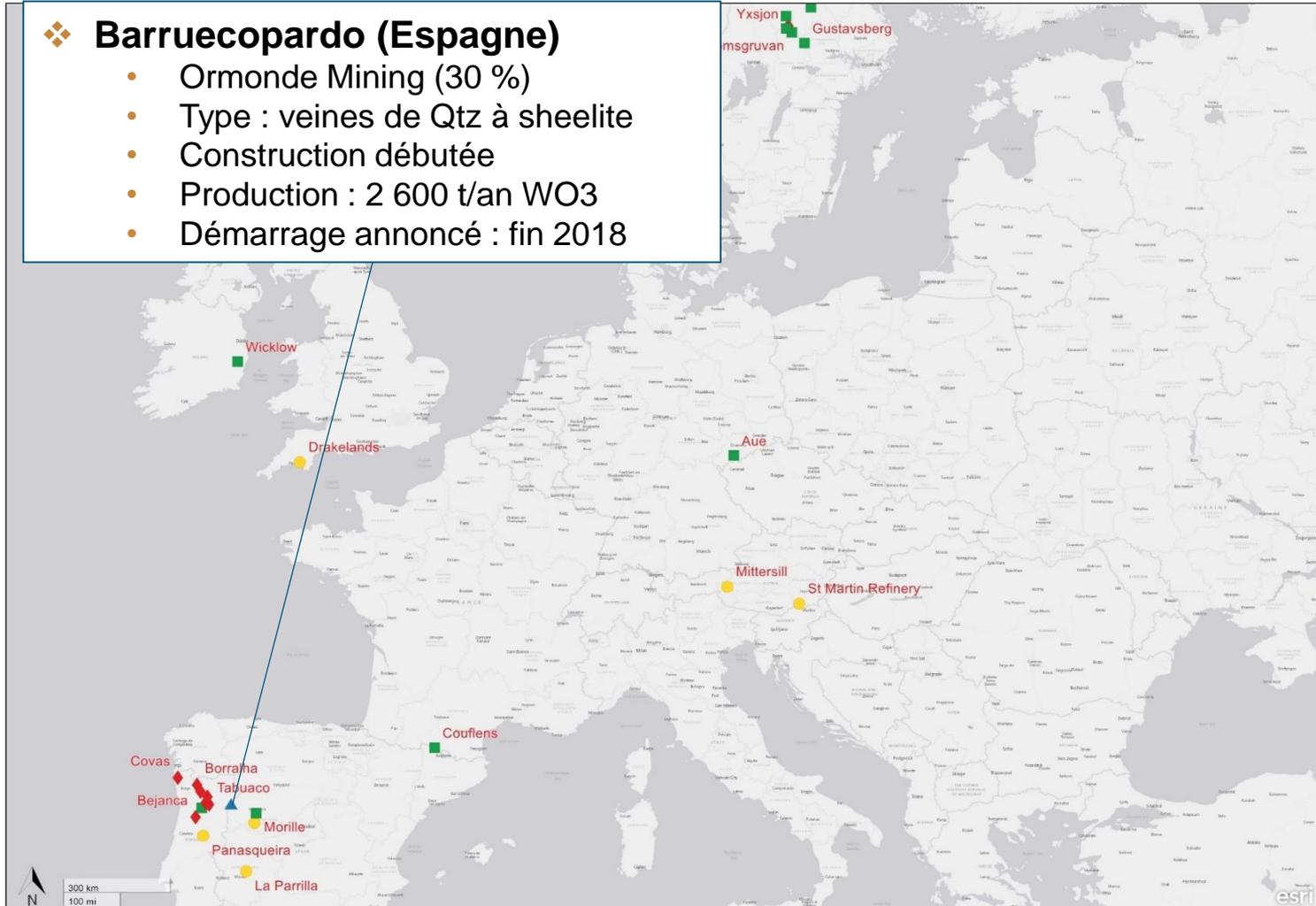
Mining Properties	
Development Stage	
■ Operating	42
■ Advanced Exploration	20
■ Exploration	20
■ Grassroots	20
■ Prefeas/Scoping	11
■ Target Outline	6
■ Feasibility Complete	4
■ Reserves Development	4
■ Feasibility	2
■ Construction Planned	1
■ Construction Started	1
■ Expansion	1
□ NA	3
Development Stage	
□ Exploration	
○ Operating	
□ Grassroots	
◇ Reserves Development	
□ Target Outline	
◇ Advanced Exploration	
◇ Feasibility	
◇ Prefeas/Scoping	
○ Expansion	
△ Construction Started	
◇ Feasibility Complete	
⊕ All Others	
□ NA	

■ Forte activité dans la péninsule ibérique

- Barruecopardo (Espagne)
- La Parilla (Espagne) : contrat « off-take » signé entre W Resources et Wolfram Bergbau pour le marché US portant sur le concentré de tungstène

❖ Barruecopardo (Espagne)

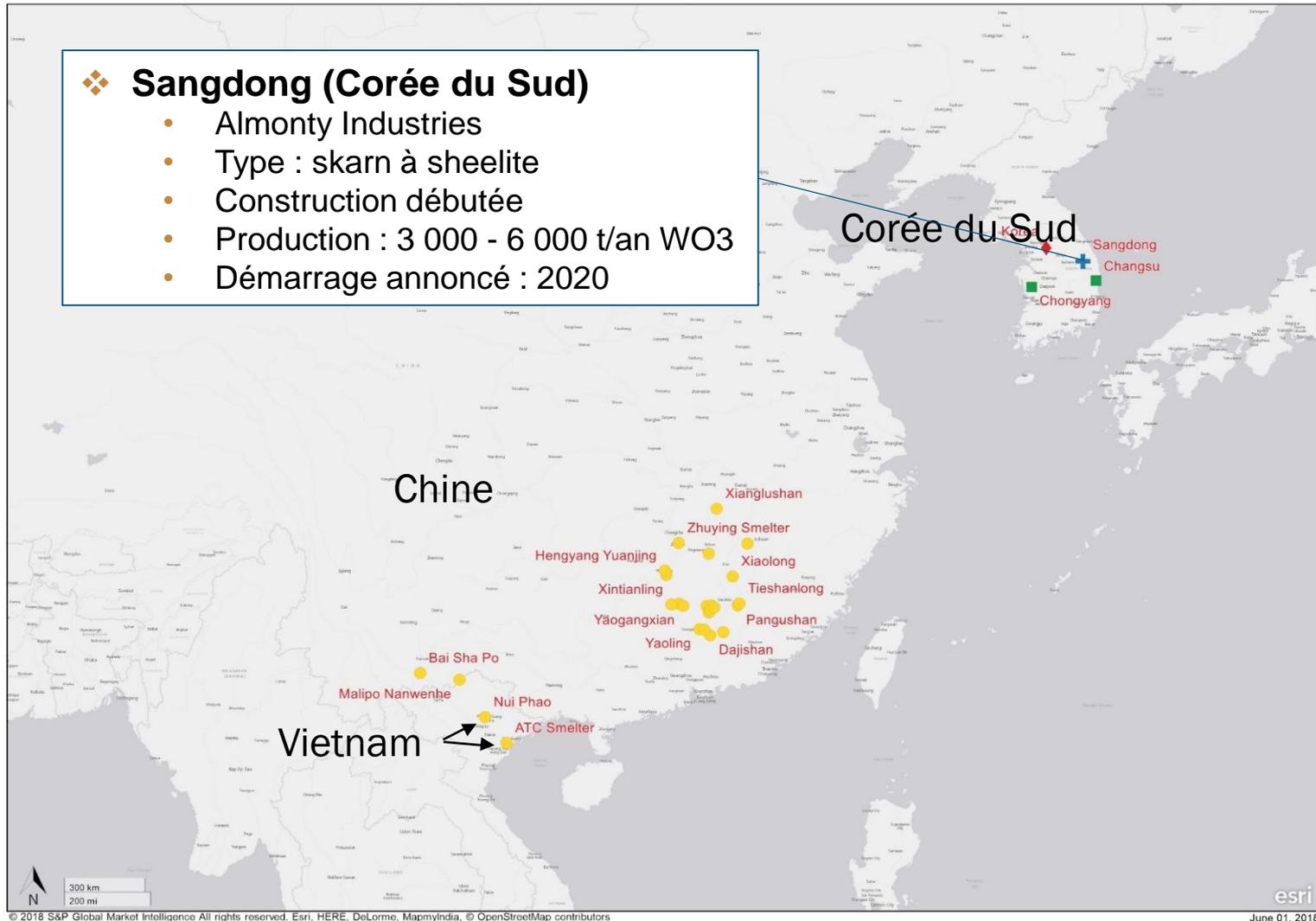
- Ormonde Mining (30 %)
- Type : veines de Qtz à sheelite
- Construction débutée
- Production : 2 600 t/an WO₃
- Démarrage annoncé : fin 2018



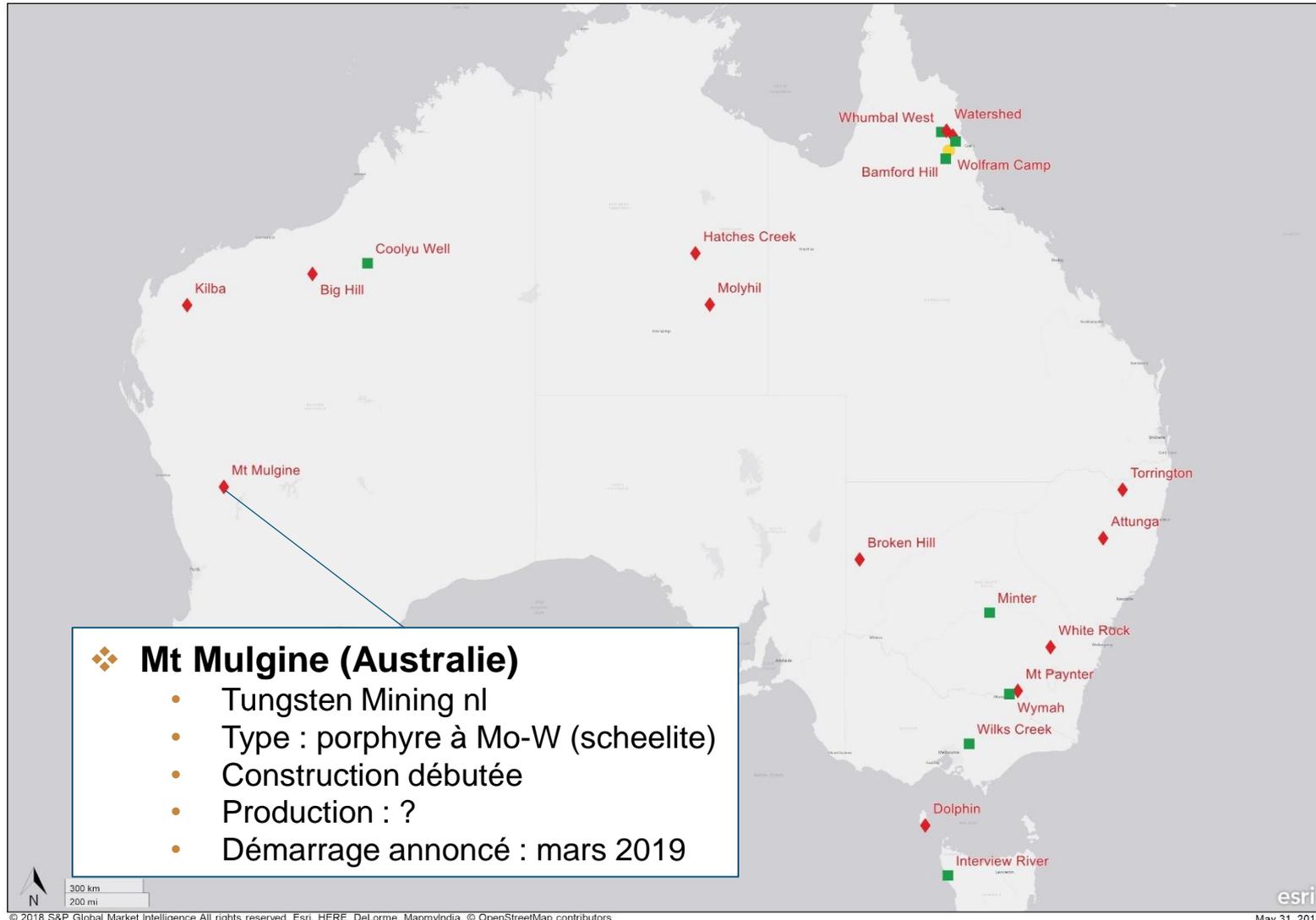
© 2018 S&P Global Market Intelligence All rights reserved. Esri, HERE, DeLorme, MapmyIndia, © OpenStreetMap contributors

May 31, 2018

- Diversification des acteurs en Asie
- Concentration des mines chinoises dans les provinces Hunan et Jiangxi



- **Nombreux projets avancés en Australie : à suivre**
- **Projets bien répartis sur le territoire, infrastructures portuaires à proximité**



- **Plusieurs facteurs sont à l'origine de la domination chinoise dont :**
 - Situation géologique exceptionnelle avec des champs filoniens d'énormes dimensions (veines/stockwercks de wolframite plurimétriques), en particulier dans 2 provinces chinoises (Hunan et Jiangxi)



Province de Hunan

Province de Jiangxi

- **L'une des plus grosses mines de scheelite est la mine de Xianglushan (Jiangxi)**
- **Ressources en Chine évaluées à plus de 4 Mt W métal**

■ Stratégie en 4 étapes :

- Abaissement des **coûts de productions** (subventions d'Etat + restructuration des producteurs)
- **Prise de contrôle** progressive du marché international (subventions d'Etat + restructuration des producteurs)
- Mise en place de **quotas d'exportation**
- **Intégration verticale** progressive

Date	Mesures prises par le gouvernement chinois pour structurer l'industrie du W
1991	W sur la liste nationale des ressources protégées
2000	Quotas de production instaurés, suspension de l'attribution de nouveaux permis d'exploitation
2001	Mise en place de quotas d'exportation pour les divers produits tungstifères
2007	Interdiction des investissements étrangers dans l'exploration et l'exploitation du W. Imposition d'une taxe à l'exportation de 5 %, passée temporairement à 10 % en 2008 puis revenue à 5 %
2012	Réduction des quotas officiels d'exportation (15,4 kt). Seules 15 entreprises chinoises disposaient de licences d'exportation.
2015	Pour éviter les sanctions de l'OMC, fin des quotas d'exportation remplacés par des quotas de production par provinces et nouvelles taxes à l'exportation de 6,5%

China's first batch of tungsten ore mining quotas for 2018 by province (region)

No.	Province (region)	Tungsten concentrate (65% WO ₃ , ton)	
		Main mining quota	Comprehensive utilization quota
1	Inner Mongolia	700	350
2	Heilongjiang		770
3	Zhejiang	350	100
4	Anhui	840	
5	Fujian	1,750	280
6	Jiangxi	24,530	2,380
7	Henan		4,200
8	Hubei		210
9	Hunan	13,850	2,870
10	Guangdong	2,450	40
11	Guangxi	1,400	700
12	Hainan		130
13	Yunnan	4,100	520
14	Shaanxi	70	
15	Gansu	1,200	
16	Qinghai	100	
17	Xinjiang	210	
	Sub-total	51,350	12,550
	Total		63,900

75% de la prod. chinoise

■ Restructuration des producteurs

- Marché contrôlé par un nombre toujours **plus limité d'acteurs**, en particulier l'immense groupe d'Etat **China Minmetals**, intégrant diverses filiales dont :
 - Jiangxi Tungsten Industry Group
 - Jiangxi Xianglushan Tungsten Co
 - Hunan Nonferrous Metals Holding Group
 - Xiamen Tungsten.

■ Intégration verticale

- Jusqu'en 1980, la Chine exportait surtout des **concentrés de wolframite et de scheelite bruts**. Le Gouvernement a alors encouragé la valorisation sur place des minerais et la transformation en **produits intermédiaires et en produits finis**
- A partir des années 2000, **75% des exportations** chinoises de tungstène était sous forme d'APT, oxydes, poudres de tungstène, ferrotungstène ou carbures de tungstène
- Aujourd'hui, les complexes métallurgiques et industriels sont intégrés au plus près des mines de sorte de ne pas s'arrêter à l'étape des intermédiaires... mais à celui des **carbures de tungstènes** voire des **produits finis** à destination des différentes industries

May 2018, Argus Media

“China's state-owned Xiamen Tungsten has signed an agreement to partner with China Tungsten and Hightech Materials (CTHM) to develop their tungsten business. [...]

They are interested in communicating and learning research achievements and advanced technology for cemented carbide”

■ Cotation des prix du tungstène

- Les prix du tungstène ne sont pas établis sur les marchés boursiers.
- Etablis après négociations entre producteurs et utilisateurs en fonction du produit et de sa qualité. Cette situation explique le jeu joué par les producteurs chinois sur le marché « spot ».

■ Chute des prix après 2011

- Baisse de la demande globale
- Marchés en excédents
- Exploitants chinois en difficulté
- Constitution de stocks

■ (Re)prise de contrôle sur les prix

- Destockage progressif à partir de 2016
- Fermetures de nombreuses mines et fonderies en 2017
- Peu de W mis sur le marché
- Impacts sur les livraisons de mai et juin
- Hausse des prix « spot »

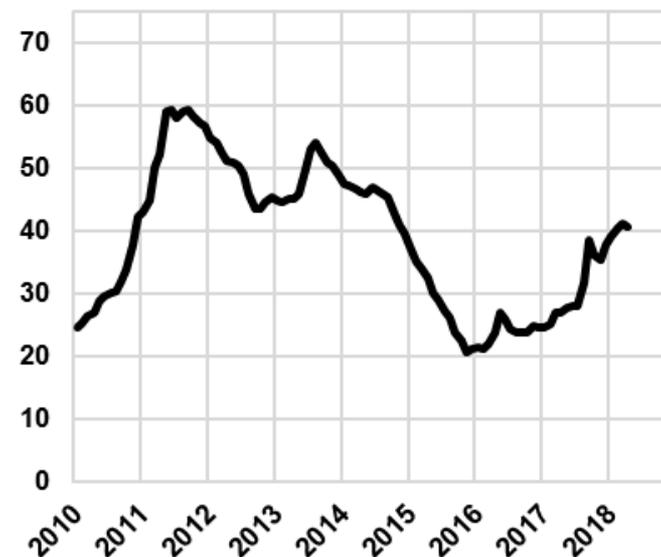
■ Continuité en 2018

May 2018, Metal Bulletin's European trader's interviews:

“Chinese suppliers are reluctant to offer at the moment due to inspections”. “You can't get offers for June anymore. Earliest offers available right now are for second half of June, if you're lucky.”

“It's still very tight. Most of the smelters are closed in Jiangxi and Vietnam is sold out till August. The earliest shipment available from Vietnam is in September.”

Prix du tungstène
APT Europe (en dollar/kg)



Statistiques françaises d'import-export de produits bruts et intermédiaires de tungstène

Données brutes de collecte, CAF-FAB hors matériel militaire. Source : <http://lekiosque.finances.gouv.fr>

	2016			2017			Evolution 2016-2017		Principaux partenaires en 2017 (% des tonnages)
	Valeur	Masse	val.unit.	Valeur	Masse	val.unit.	En valeur	En masse	
Minerais de tungstène et leurs concentrés (26110000)									
Exportations	30 k€	20 t		22 k€	1 t	22 €/kg	-26,7%	-95,0%	Suisse 100%
Importations	7 k€	3 t		59 k€	6 t	9,83 €/kg	742,9%	100,0%	Etats-Unis 83%, Suisse 17%
Solde	23 k€	17 t		-37 k€	-5 t				
Composés de tungstène (oxydes et hydroxydes, tungstates) (28259040, 28418000)									
Exportations	10 k€	0 t		4 k€	0 t		60,0%		Belgique 50%, Italie 25%, Espagne 25% (en valeur)
Importations	15 869 k€	1 064 t	14,9 €/kg	25 734 k€	1 329 t	19,4 €/kg	62,2%	24,9%	Chine 93%, Taïwan 3%
Solde	-15 859 k€	-1 064 t		-25 730 k€	-1 329 t				
Carbures de tungstène, de constitution chimique définie ou non (28499030)									
Exportations	6 657 k€	217 t	30,7 €/kg	10 585 k€	303 t	34,9 €/kg	59,0%	39,6%	Allemagne 66%, Italie 17%, Roy.-Uni 6%
Importations	17 392 k€	598 t	29,1 €/kg	25 454 k€	793 t	32,1 €/kg	46,4%	32,6%	Autriche 74%, Allemagne 11%, Chine 10%
Solde	-10 735 k€	-381 t		-14 869 k€	-490 t				
Ferrotungstène et ferrosilicotungstène (72028000)									
Exportations	485 k€	32 t	15,2 €/kg	496 k€	21 t	23,6 €/kg	2,3%	-34,4%	Italie 24%, Belgique 24%, Slovénie 10%, Allemagne 10%
Importations	5 682 k€	363 t	15,7 €/kg	5 712 k€	308 t	18,5 €/kg	0,5%	-15,2%	Allemagne 54%, Chine 15% Vietnam 11%
Solde	-5 197 k€	-331 t		-5 216 k€	-287 t				
Tungstène métal : brut, poudres, barres, fils, profilés, tôles, ouvrages (81011000, 81019400, 81019600, 81019910, 81019990)									
Exportations	25 666 k€	341 t	75,3 €/kg	21 388 k€	268 t	79,8 €/kg	-16,7%	-21,4%	Allemagne 22%, Suisse 17%, Italie 13%, Roy.-Uni 10%
Importations	23 892 k€	441 t	54,2 €/kg	21 161 k€	324 t	65,3 €/kg	-11,4%	-26,5%	Tchéquie 31%, Allemagne 24%, Autriche 20%
Solde	1 774 k€	-100 t		227 k€	-56 t				
Déchets et débris de tungstène (sauf cendres et résidus contenant du W) (81019700)									
Exportations	1 982 k€	184 t	10,8 €/kg	1 916 k€	146 t	13,1 €/kg	-3,3%	-20,7%	Roy.-Uni 51%, Allemagne 34%
Importations	5 454 k€	861 t	6,3 €/kg	4 126 k€	600 t	6,9 €/kg	-24,3%	-30,3%	Allemagne 71%, Roy.-Uni 24%
Solde	-3 472 k€	-677 t		-2 210 k€	-454 t				
Cumul tungstène métal (produits bruts et intermédiaires et déchets et débris de tungstène)									
Exportations	27 648 k€	525 t	52,7 €/kg	23 304 k€	414 t	56,3 €/kg	-15,7%	-21,1%	
Importations	29 346 k€	1 302 t	22,5 €/kg	25 287 k€	924 t	27,4 €/kg	-13,8%	-29,0%	
Solde	-1 698 k€	-777 t		-1 983 k€	-510 t				
Cumul tous produits à base de tungstène (métal, ferroalliages, minerais, composés, déchets)									
Exportations	34 830 k€	794 t	43,9 €/kg	34 411 k€	739 t	46,6 €/kg	-1,2%	-6,9%	
Importations	68 296 k€	3 330 t	20,5 €/kg	82 246 k€	3 360 t	24,5 €/kg	20,4%	0,9%	
Solde	-33 466 k€	-2 536 t		-47 835 k€	-2 621 t				
A titre informatif :									
Lampes et tubes halogènes au tungstène (85392120, 85392192, 85392198)									
Exportations	168 944 k€	7 913 t	21,4 €/kg	129 934 k€	5 687 t	22,8 €/kg	-23,1%	-28,1%	Allemagne 22%, Italie 13%
Importations	191 797 k€	9 239 t	20,8 €/kg	153 342 k€	6 139 t	25,0 €/kg	-20,0%	-33,6%	Chine 25%, Allemagne 23%, Tchéquie 19%, Pologne 13%
Solde	-22 853 k€	-1 326 t		-23 408 k€	-452 t				

Importations

- - 25,7 M€
- Chine : 93%

Balance tous produits

(sauf lampes et tubes halogènes)

- - 47,8 M€
- - 2 621 t

Exportations

- + 129,9 M€
- Allemagne : 22%

Importations

- - 153,3 M€
- Chine : 25%

Balance

- - 23,4 M€
- - 452 t

Acteurs miniers en France

- **Apollo Minerals**

- Permis d'exploration de Couflens (Ariège)

Entreprises métallurgiques en France

- **Eurotungstène**

- Produit des poudres métalliques liantes, des poudres de tungstène et de carbures de tungstène
- Racheté par Umicore au groupe Eramet en avril 2017

- **Plansee Tungsten alloys**

- Produit des alliages et des composants au tungstène à partir de poudres pour les marchés de la Défense, Aérospatiale, Nucléaire etc.

Entreprises de produits intermédiaires en France

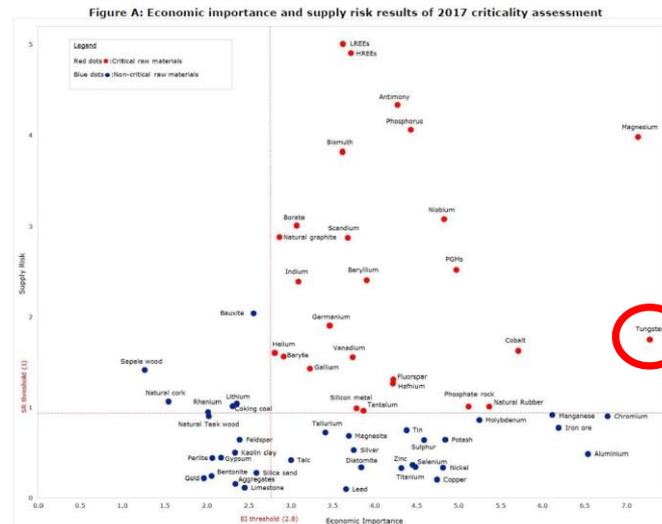
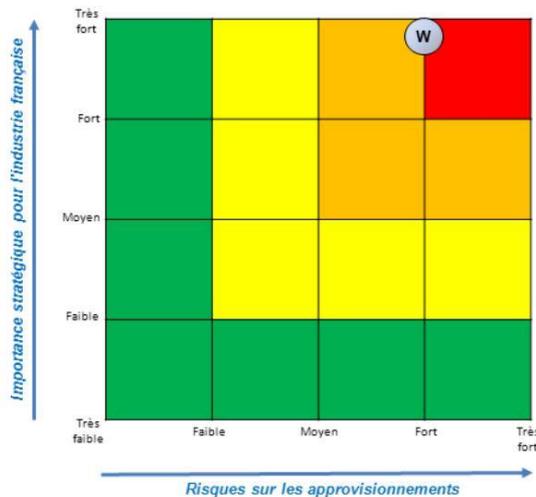
- **Erasteel SAS**

- Produit des aciers rapides au tungstène

- **Aerometal**

- Récupère des scraps d'alliages et superalliages, dont certains au tungstène

Criticité



“

Critical Minerals List



■ Du côté de la demande

- Les **secteurs industriels traditionnels** tels que l'automobile, la construction et l'exploration gazière et pétrolière **tireront la demande en ferro-tungstène et carbures de tungstène**
- Pour les **marchés de spécialités** à haute valeur ajoutée (médical, nucléaire, défense, aéronautique), le développement de la **métallurgie des poudres** et des **technologies de fabrication additive** joueront un grand rôle sur l'évolution de la demande, en plus de la concurrence de substituts (Ta, Mo, aluminure de Ti...)

■ Du côté de l'offre

- Les gisements **hors Chine** sont très **réactifs** aux mouvements des prix (soumis aux logiques de rentabilité) et restent vulnérables dans le contexte actuel
- Un **petit nombre** ont le potentiel de se développer à l'horizon **5 -10 ans**, mais la réflexion sur les débouchés (accords de long terme) est fondamentale (cf La Parilla)
- **L'intégration verticale** des filières est la clé, bien compris par la Chine

■ Exemple : enjeux liés à la métallurgie des poudres

- L'entreprise **Tekna**, implantée à Mâcon, produit des carbures et poudres
 - Fabrication additive (celle à base de composants en tungstène pur est envisagée, notamment pour réaliser des collimateurs d'appareils de radiothérapie)
 - Moulage par injection de métal (adapté aux poudres métalliques pour créer des formes complexes avec un bon état de surface)
 - Projection thermique (traitement de surface par voie sèche)



Secteurs d'avenir pour l'utilisation des métaux réfractaires tels que le tungstène

www.tekna.com



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Bureau de Recherches Géologiques et Minières

Merci de votre attention

g.lefebvre@brgm.fr – m.leguerinel@brgm.fr