

Perspectives

Apériodique – n°23/345 – 19 décembre 2023

MÉTALLURGIE – De l'ampoule à l'obus, le tungstène entretient la flamme

- **Moins ancré dans la culture populaire que l'acier ou l'aluminium, moins bruyant que le nickel ou le lithium, le tungstène – dont le nom est d'origine suédoise (*tung sten*, « pierre lourde ») – ferait presque figure d'intrus dans la liste des matériaux critiques établie par la Commission européenne en 2023¹. Il y trône pourtant au sommet en termes d'importance économique. Tour d'horizon d'un métal stratégique hors du commun.**
- **Ce qu'il faut retenir :**
 - ✓ Le tungstène est un métal presque impossible à fondre et à la dureté exceptionnelle ;
 - ✓ Ce matériau est indispensable à la production de machines industrielles (foreuses, perceuses, excavatrices, etc.) et brille également dans l'aérospatial et le secteur de la défense (munitions, blindages, etc.) ;
 - ✓ C'est un incontournable des stocks stratégiques nationaux connus : États-Unis, Japon, Corée du Sud ;
 - ✓ Son approvisionnement mondial est largement dominé par la Chine, avec des ressources exploitées en Europe et exploitables en France ;
 - ✓ Un marché en croissance tendu par la demande liée à l'armement.
- **Inconnu du grand public, le tungstène est pourtant un véritable moteur de l'industrie à**
 - travers son utilisation dans les machines-outils.
 - La défense, secteur redevenu central dans les politiques occidentales, en est également avide.
 - La dépendance apparente au tungstène chinois ne doit pas masquer une réalité plus pragmatique : l'Europe dispose de ressources appréciables, déjà exploitées en Espagne, Portugal et Autriche.
 - La France n'est pas en reste, à l'image des projets récents de réappropriation des sols ariégeois et tarnais. Malgré les ambitions affichées en la matière par l'exécutif, la faible acceptation sociale de ces initiatives constitue cependant un véritable défi à surmonter.
 - Le développement et la consolidation des activités de recyclage apparaissent dès lors comme des alternatives avantageuses, doublées d'un vecteur d'émancipation indubitable vis-à-vis d'une Chine opulente.

¹ European Commission, Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, Grohol, M., Veeh, C., *Study on the critical raw materials for the EU 2023 – Final report*, Publications Office of the European Union, 2023, <https://data.europa.eu/doi/10.2873/725585>

Un métal aux propriétés inégalées

Le tungstène (symbole *W* pour *wolfram*) est un métal *réfractaire* du fait de son **extraordinaire résistance à la chaleur et à l'usure**. Il possède en effet la température de fusion la plus élevée des métaux purs (3 422 °C) ainsi qu'une résistance à la dilatation thermique hors du commun.

Il intervient de fait dans la composition de matériaux capables de briller dans des conditions extrêmes, là où beaucoup d'autres perdent leur intégrité structurelle ou deviennent fusibles.

Sa très haute densité, comparable à l'or ou à l'uranium, la dureté de ses composés, rivalisant avec le saphir et le rubis, et sa résistance à la corrosion font de lui un métal aux propriétés inégalées.

Le moteur caché de l'outil industriel

Depuis le début du XX^e siècle, le tungstène fait briller les ampoules à incandescence. Est-il meilleur matériau pour s'échauffer en restant rigide et sans fondre ? Il faudra attendre l'avènement des LED dans les années 90 et leur « lumière froide » pour lentement éteindre cette application.

Il est cependant un domaine où le tungstène continue de régner en maître. En effet, bien au fait de ses propriétés exceptionnelles, les métallurgistes ont su le mettre au centre du développement de **matériaux ultra-résistants**, destinés à la confection de **machines-outils** (fraisage, usinage, perçage, sciage...).

Pour ces applications, il est utilisé le plus souvent sous forme de *carbure cémenté* (*hard metal*). Ce composite de cobalt (Co) et de carbure de tungstène (WC) représente **entre 50% et 70% de l'utilisation mondiale du tungstène**². Toujours aux mêmes fins, il peut être également allié à l'acier, sous forme de ferro-tungstène (FeW), donnant naissance aux *aciers rapides*, développés pour la découpe à haute vitesse (10% à 20% de la consommation mondiale de tungstène²).

Le tungstène est donc ainsi un métal stratégique tant il constitue **le moteur de nombreuses industries** : automobile, minière, pétrolière, forestière, etc.

Une présence forte dans les industries de pointe

Sa résistance structurelle aux hautes températures en fait également un élément de choix dans certains superalliages et alliages spéciaux pour l'**industrie aérospatiale** (4% de la consommation²) : pièces de moteur, pales de turbines ou encore tuyères de fusée. Sa haute densité justifie son utilisation comme blindage contre les rayonnements ionisants (applications **spatiales** ou **médicales**) ou comme pièce de stabilisation pour satellites et hélicoptères².

Ces propriétés en font aussi un acteur-clé du secteur de la **défense**. Blindages³ et munitions anti-blindage⁴ mettent volontiers à profit la densité et la dureté sans commune mesure du métal, ainsi devenu **critique dans la chaîne de production de l'armement**⁴. D'après l'Institut d'études géologiques des États-Unis (USGS), 12% de la production mondiale de tungstène a alimenté ce secteur en 2022, en **hausse de 11% par rapport à 2021**, avant le début du conflit russo-ukrainien. Ce dernier, combiné à l'émergence de nouveaux conflits au Moyen-Orient, tend à accroître la demande. **Des sources jugent crédible un assèchement des stocks de tungstène disponibles d'ici la fin de l'année**, potentiellement jusqu'au premier trimestre 2024, engendrant des tensions importantes sur les chaînes de production concernées pour la deuxième moitié de 2024⁵.

Le tungstène intervient également comme catalyseur dans de nombreux secteurs (**industrie chimique / pétrolière**), ce qui représente 10% de son usage². Il pourrait aussi rejoindre le cercle prestigieux des métaux participant à la conception de **batteries à usage automobile**. Le producteur de poudre métallique, *H.C. Starck Tungsten Powders*, a ainsi investi 52 millions d'euros en 2022 dans *Nyobolt* (Royaume-Uni), une entreprise de production de batteries lithium-ion à recharge rapide, dont les anodes innovantes combinent tungstène et niobium⁶. Plus anecdotique, Tesla envisage de revêtir ses véhicules *Cybertruck* de carbure de tungstène pour les rendre inrayables.

Il se retrouve enfin dans la composition des tokamaks, cœur des réacteurs permettant la **fusion nucléaire**, enjeu majeur à long terme dans la quête d'une énergie propre et abondante, et dans les **microscopes électroniques**, moteurs de la recherche académique et industrielle. **Il semble donc acquis que la dimension stratégique du**

² [International Tungsten Industry Association](#)

³ D. Axe, [The Tungsten M-1—How Ukraine's Tanks Will Differ From America's](#), Forbes, 2023

⁴ S. Davesne, [Les métaux critiques, maillon faible des armées française](#), l'Usine Nouvelle, 2023

⁵ American Metal Market, [Global conflicts likely to boost demand for tungsten, squeeze supplies](#), 2023

⁶ PR Newswire, [H.C. Starck investit dans Nyobolt, une entreprise de recharge ultra-rapide et de batterie à haute densité](#), juillet 2022

tungstène ne s'estompera pas dans un futur proche.

L'indispensable des stocks stratégiques nationaux

La substitution du tungstène dans l'industrie n'est pas chose aisée : à caractéristiques uniques, dépendance (quasi) totale. En 2022, dans sa fiche de criticité relative au tungstène⁷, le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) notait : « *en règle générale, la substitution du tungstène est possible, mais au détriment des performances, car il possède des caractéristiques uniques* ». L'Institut d'études géologiques des États-Unis (en anglais : *United States Geological Survey*, USGS)⁸ apporte une conclusion similaire en ajoutant qu'un remplacement (si possible) engendrerait une augmentation des coûts de production.

Le BRGM lui attribue ainsi un **indice de vulnérabilité pour l'économie française de moyenne à forte** (3,6/5⁷), tandis que la **Commission européenne** lui attribue le **plus haut indice d'importance économique** des 88 matières premières examinées¹. La production de minerai sur le sol européen et l'absence de quotas d'exportation chinois permet à la Commission d'abaisser le facteur de risque de la chaîne logistique du tungstène à 1,2, niveau similaire à l'aluminium, bien qu'il reste au-dessus du seuil de criticité défini par l'UE à 1¹. Côté français, la **probabilité d'aléa sur les approvisionnements est jugée moyenne** (3,3/5)⁷.

Hors du vieux continent, il jouit également d'un statut stratégique reconnu. L'Observatoire de la sécurité des flux et des matières énergétiques suggère, dans un rapport de 2023⁹, que les alliages, minerais et poudres de tungstène, font partie des éléments **figurant à l'inventaire des stocks de défense nationaux américain** (en anglais, *National Defense Stockpile*, NDS). Il en va de même pour le **Japon et la Corée du Sud**, où il appartient à la liste des **matières critiques nécessitant la constitution de réserves stratégiques**⁹. Pour ces deux pays, les stocks estimés représenteraient 60 jours de consommation nationale. En juillet 2023¹⁰, c'est l'**Inde** qui faisait paraître son répertoire de 30 métaux critiques, le tungstène en faisait bien sûr partie.

Symptôme de son importance, le tungstène appartient, avec l'étain, le tantale et l'or (les 3TG :

tin – tungsten – tantalum – gold), au groupe des métaux tombant sous le joug, depuis 2021, du **règlement européen sur les minerais de conflits**¹¹. Ainsi, les États membres imposent que **chaque importateur européen s'assure de la provenance du tungstène** et, en particulier, que la production de ce dernier n'ait pas participé au financement de conflits ou de pratiques illégales, notamment en Afrique des Grands Lacs. Une législation similaire, le *Dodd-Frank Act*, est également en vigueur aux États-Unis.

Une mainmise chinoise sur les ressources et leur transformation

Dans son rapport annuel⁸, l'USGS rappelle que près de **la moitié des réserves mondiales** de tungstène, estimées à 3 800 kt, **est chinoise (47%)**. La Russie (10%) et le Vietnam (3%) complètent un podium sans réelle compétition.

Du point de vue de l'exploitation, l'hégémonie chinoise est encore plus frappante : **84% du tungstène miné dans le monde est chinois** (71 kt d'équivalent tungstène en 2022 sur les 84 kt minés mondialement, un chiffre stable depuis 2016). Le **Vietnam** (4,8 kt) et la **Russie** (2,3 kt) lui emboîtent une nouvelle fois le pas. Comme pour d'autres métaux, la Chine jugule cette industrie en imposant des quotas de production et en y limitant les investissements étrangers.

La **suprématie chinoise** se traduit également dans sa **capacité à transformer le minerai**. Elle représente **86% du marché du tungstène raffiné** (carbure de tungstène, tungstène métallique, ferro-tungstène...) très loin devant les États-Unis (4%).

En Europe, un potentiel minier à exploiter

L'Union européenne pèse pour 3% de la production mondiale de minerais. Les ressources sont principalement concentrées en **Autriche, Portugal et Espagne**¹.

En **France**, les sols **ariégeois** (gisement de Salau, exploité de 1971 à 1986) et **tarnais** (gisement de Fumade) concentrent la majeure partie des réserves connues, évaluées à 81 kt d'oxyde de tungstène (WO₃), d'après le BRGM¹². **L'exploitation minière est inexistante sur le sol français depuis 1986**¹². Cependant, consciente de l'importance du métal, la société *Tungstène du narbonnais* a déposé un **projet minier en 2018** par

⁷ BRGM, *Fiche de criticité du tungstène*, 2022

⁸ USGS, *Tungsten annual report*, 2023

⁹ Observatoire de la sécurité des flux et des matières énergétiques, *Les stocks stratégiques de métaux critiques*, 2023

¹⁰ Indian Ministry of Mines, *Thirty Critical Minerals List Released*, 2023

¹¹ Commission européenne, *Conflict Minerals Regulation: The regulation explained*, consulté le 07/12/23

¹² BRGM, *le potentiel du sous-sol français*, consulté le 07/12/23

pour exploiter la ressource tarnaïse. Ce dernier a été débouté par le ministère de l'Économie en 2022¹³. **En Ariège, partisans et opposants continuent d'alimenter le débat** autour d'un possible renouveau de la mine de Salau, porté par Apollo Minerals Limited¹⁴ ; l'acceptabilité des projets miniers étant toujours affaire sensible.

En effet, sur le marché européen, les pays de l'UE importaient en 2019 principalement du minerai de tungstène russe (40% des importations), les sources intra-UE (Autriche, Espagne, Portugal) représentant une fraction non-négligeable et la contribution chinoise étant marginale (de l'ordre de 2%)¹⁵. En 2023, la situation géopolitique a évolué : ce sont maintenant les sources intra-UE qui dominent (77%)¹ à la suite de l'offensive russe en Ukraine.

Pour le raffinage, seule l'Autriche (2,3% de la production mondiale) **possède une capacité industrielle** non-négligeable¹ grâce aux infrastructures de *Wolfram Bergbau und Hütten AG* (filiale de Sandvik AB, 309 millions d'euros de chiffre d'affaires en 2022) : mine de Mittersill et complexe métallurgique de St. Martin. Dans ce domaine, les **importations vers les pays de l'UE** sont **alimentées majoritairement** par la **Chine** (31%), l'Autriche (19%) et le Vietnam (14%)¹. **La Russie, quant à elle, continue de peser pour près de 9% du volume importé, chiffre similaire aux États-Unis.**

L'UE semble donc dans une situation paradoxale, entre sa faible dépendance aux importations extérieures de minerais, du fait de ses ressources domestiques mais aussi de sa faible capacité à les transformer, et son avidité de tungstène raffiné propre à l'usage industriel.

Le recyclage : source d'émancipation et de mitigation du bilan environnemental

Les données concernant le tungstène secondaire (issu du recyclage) sont minces, souvent confidentielles. La commission européenne¹ avance le chiffre de **42% de taux de recyclage en fin de vie** au sein de l'UE et estime qu'environ **la moitié du tungstène contenu dans les produits manufacturés en Europe est recyclée**. Ce chiffre est cependant fortement dépendant de l'usage fait du tungstène ; les carbures atteignant des taux de recyclage très élevés tandis que les catalyseurs sont en grande

partie perdus⁷. **Le recyclage semble donc être une stratégie pérenne**, limitant partiellement la dépendance extérieure. Sur le territoire français, quelques entreprises tels qu'ELG (filiale d'Aperam¹⁶), Aérométal (Saône-et-Loire) ou Métaconcept (Rhône) possèdent une capacité de recyclage du tungstène et de ses composés.

Sur le plan environnemental, le caractère réfractaire du tungstène est à double tranchant : excellent pour ses propriétés d'usage, il empêche toute métallurgie conventionnelle, où le métal est généralement affiné en phase liquide. Son élaboration est donc chose complexe, faisant intervenir de nombreux intermédiaires et quantités de composés chimiques. Une étude détaillée des impacts environnementaux liés à ces procédés a été compilée par le BRGM⁷, notant des **impacts environnementaux moyens** (3/5). Les émissions de gaz à effet de serre sont évaluées à 11 kg CO₂ eq/kg_{tungstène} pour le concentré, jusqu'à 23 kg CO₂ eq/kg_{tungstène} pour le carbure à usage industriel. Pour la consommation d'eau, les 11 m³/kg_{tungstène} pour le concentré atteignent 17 m³/kg_{tungstène} pour le carbure. Comme pour la plupart des métaux, le recyclage apparaît donc plus que jamais comme facteur-clé pour limiter son impact environnemental, tout en garantissant une meilleure indépendance stratégique.

Coup d'œil sur le marché

Contrairement aux métaux de grande consommation, le **tungstène n'est pas coté à la Bourse des métaux de Londres (London Metal Exchange)**. Les prix résultent donc directement des contrats passés entre producteurs et utilisateurs. Les prix suivis concernent principalement :

- ✓ le **concentré de tungstène**: il s'établit aux alentours des **16 500 dollar américain USD (\$)/t**¹⁷ au troisième trimestre 2023 ;
- ✓ l'**APT** (intermédiaire dans la chaîne de production) aux alentours de **30 \$/kg** ;
- ✓ le **tungstène métallique pur** (99,9% en barre carré) à **39 \$/kg**.

En **Europe**, sur la période 2016-2020, la **demande moyenne annuelle** était estimée à **17 kt de tungstène**¹⁸ (représentant 20% de la production mondiale sur la même période), pour une

¹³ L. Dubois, *Tarn : un projet de mine de tungstène définitivement enterré après des années de résistance locale*, France 3 Occitanie, 2022

¹⁴ M. Delamarche, *Apollo Minerals acquiert la mine de tungstène de Salau*, l'Usine Nouvelle, 2017

¹⁵ Darvas et al., *EU trade and investment following Russia's illegal invasion of Ukraine*, 2023

¹⁶ *Le marché du recyclage des métaux, conjoncture et prévision 2023*, XERFI 23NEG01, août 2023

¹⁷ USGS, *tungsten monthly report*, septembre 2023

¹⁸ *Tungsten Factsheet*, SCREEN Expert Group, 2023

production intérieure de 2 kt, soulignant une très forte dépendance à l'importation.

Pour la **France**, Le BRGM avance une **consommation apparente de tungstène estimée à 2 kt/an en 2021³** dont 0,36 kt recyclé annuellement. En 2020, la production française d'ouvrages en tungstène (hors ferrailles) représentait un marché de 71 millions d'euros¹⁹ pour 18% de la production européenne. Les

perspectives s'accordent sur une **croissance du marché mondial** jusqu'à l'horizon 2030, sur la base de taux annuels entre 2,5% et 5% selon les estimations. ■

¹⁹ L'industrie des Métaux non Ferreux, XERFI 23MET04, mars 2023

Consultez nos dernières parutions en accès libre sur Internet :

Date	Titre	Thème
15/12/2023	Monde – L'actualité de la semaine	Monde
14/12/2023	Allemagne – Un grand trou dans les finances publiques	Allemagne
14/12/2023	Arabie saoudite – Croissance zéro ou récession attendue cette année, l'économie pétrolière reste trop pro-cyclique	Arabie saoudite
14/12/2023	Afrique sub-saharienne : quels effets du changement climatique sur les économies de la région ?	Afrique
14/12/2023	Argentine – Une histoire sans fin	Amérique latine
12/12/2023	France – La Banque de France propose une autre lecture de la baisse de la productivité récente	France
08/12/2023	Monde – L'actualité de la semaine	Monde
08/12/2023	Chimie – Le graphène va-t-il détrôner la fibre de carbone ?	Chimie
07/12/2023	Égypte – Une probable extension du plan de soutien du FMI dans un contexte difficile	Égypte
07/12/2023	Entre la Chine et les États-Unis, la Corée a toujours besoin de la mondialisation heureuse	Asie
06/12/2023	France – La croissance révisée à -0,1% au troisième trimestre, une histoire pas tellement modifiée	France
06/12/2023	Allemagne – L'industrie bénéficiera de subventions sur les prix de l'électricité	Allemagne
05/12/2023	Zone euro – Se réjouir du reflux de l'inflation à 2,4%, mais veiller aux prochaines pressions à la hausse	Zone euro
01/12/2023	Monde – L'actualité de la semaine	Monde

Crédit Agricole S.A. — Études Économiques Groupe

12 place des Etats-Unis – 92127 Montrouge Cedex

Directeur de la Publication : Isabelle Job-Bazille - **Rédacteur en chef :** Romain Liquard

Documentation : Delphine Charleroi – **Statistiques :** DataLab ECO

Secrétariat de rédaction : Sophie Gaubert

Contact: publication.eco@credit-agricole-sa.fr

Consultez et abonnez-vous gratuitement à nos publications sur :

Internet : <http://etudes-economiques.credit-agricole.com>

iPad : application **Études ECO** disponible sur l'App store

Android : application **Études ECO** disponible sur Google Play

Cette publication reflète l'opinion de Crédit Agricole S.A. à la date de sa publication, sauf mention contraire (contributeurs extérieurs). Cette opinion est susceptible d'être modifiée à tout moment sans notification. Elle est réalisée à titre purement informatif. Ni l'information contenue, ni les analyses qui y sont exprimées ne constituent en aucune façon une offre de vente ou une sollicitation commerciale et ne sauraient engager la responsabilité du Crédit Agricole S.A. ou de l'une de ses filiales ou d'une Caisse Régionale. Crédit Agricole S.A. ne garantit ni l'exactitude, ni l'exhaustivité de ces opinions comme des sources d'informations à partir desquelles elles ont été obtenues, bien que ces sources d'informations soient réputées fiables. Ni Crédit Agricole S.A., ni une de ses filiales ou une Caisse Régionale, ne sauraient donc engager sa responsabilité au titre de la divulgation ou de l'utilisation des informations contenues dans cette publication.