

Les enjeux pour l'industrie française de son approvisionnement en titane : situation actuelle et analyses prospectives

Par Pierre-François LOUVIGNÉ
Consultant

Le titane est un matériau irremplaçable pour de nombreuses applications industriels de haute technologie, telles que l'aéronautique, l'espace, le nucléaire, l'armement, la pétrochimie, le médical, etc. La France, et plus globalement l'Europe, sont dépendantes pour leurs importations de titane en provenance de grandes puissances comme les États-Unis, la Russie ou la Chine, alors que ces mêmes pays sont des concurrents sur les secteurs d'application précités. Dès lors, bâtir une stratégie d'approvisionnement nécessite une bonne connaissance du marché et une analyse dynamique des facteurs de risque liés à la dépendance, en particulier en situation de crise. Pour ces raisons, le titane fait l'objet d'une veille économique et géostratégique, laquelle est soutenue par les grands groupes industriels français et les services de l'État concernés par les problématiques d'accès aux matières premières.

De la découverte à l'emploi du titane

Découvert en 1791 par Sir William Gregor, pasteur britannique et géologue amateur, le titane est le 9^{ème} élément le plus abondant sur Terre et le 4^{ème} métal après le fer, l'aluminium et le magnésium. Il est extrait de minerais, principalement d'ilménite (FeTiO_3) et de rutil (TiO_2), que l'on trouve en grandes quantités en Chine, en Australie, en Inde et en Afrique du Sud. Seulement 5 % du TiO_2 produit est destiné à la production du titane sous sa forme métallique, le reste est transformé dans l'industrie chimique en particulier pour donner le pigment blanc utilisé dans les peintures, l'alimentaire, etc.

Le titane n'a été isolé sous sa forme métallique pure qu'en 1910 par Mathew H. Hunter aux États-Unis pour le compte de la General Electric Company. Son procédé de réduction du TiCl_4 par le sodium fut supplanté par celui au magnésium développé dans les années 1930 par William J. Kroll. Depuis la première démonstration d'une capacité de production commerciale en 1946, la méthode d'extraction de Kroll s'est rapidement imposée comme le procédé de référence. Le titane ainsi produit se présente sous une forme poreuse appelée « éponge ». Des lingots de titane pur ou d'alliages sont fabriqués à partir de cette matière première avec la possibilité, pour certains procédés de fusion, de recycler les déchets. Les lingots sont ensuite transformés en pièces forgées, laminées, extrudées, frit-

tées, etc. Le titane peut également être mis en forme par impression 3D à partir de poudres ou de fils métalliques.

Employé pur dans de nombreuses applications industrielles, le titane est aussi décliné en alliages et composés intermétalliques à propriétés optimisées. Le plus courant est l'alliage biphasé TA6V (Ti-6Al-4V en anglais) mis au point initialement pour les avions militaires. Au total, une trentaine de familles d'alliages sont disponibles.

Avec des propriétés mécaniques comparables à celles de l'acier et une faible densité, le titane est un métal irremplaçable pour alléger les structures à haute performance dans l'aéronautique, l'espace et la Défense. Il présente également une excellente résistance à la corrosion dans la plupart des milieux agressifs, c'est pourquoi on l'utilise dans de nombreuses applications en chimie, en pétrochimie, et pour la fabrication d'échangeurs thermiques et de systèmes de traitement des eaux : nucléaire, dessalement, circuits d'eau de mer... En raison de sa biocompatibilité, le titane est employé dans le domaine médical pour réaliser des prothèses, des implants et des instruments chirurgicaux. Dans le domaine militaire, sa sensibilité à la vitesse de déformation en fait un excellent matériau pour fabriquer des blindages balistiques, et ses propriétés amagnétiques sont exploitées dans le domaine de la discrétion des bâtiments de guerre. Enfin, le titane bénéficie d'une excellente image de matériau haut de gamme auprès du grand public avec une acceptation prix proche

de celle des métaux précieux. Il trouve ainsi des débouchés à forte valeur ajoutée dans le domaine des biens de consommation, notamment la joaillerie, la lunetterie, l'horlogerie, les articles de sport, le *design*, l'architecture...

L'offre en titane

Le titane a été répertorié dans la liste des métaux identifiés comme stratégiques pour l'industrie française ⁽¹⁾. Il est perçu avec raison comme un matériau de haute technologie, cher et dont l'approvisionnement est difficile. La métallurgie du titane nécessite un savoir-faire particulier à chaque étape de sa transformation chimique et thermomécanique, depuis la sélection du minerai jusqu'aux dernières étapes de parachèvement de la pièce. La performance du produit final est à ce prix. Il en résulte une catégorisation de l'offre mondiale en fonction du niveau de maîtrise des procédés de fabrication.

La production de titane à l'échelle industrielle a démarré aux États-Unis. En 1950, le ministère de la Défense américain découvre l'intérêt de ce métal pour l'aéronautique militaire et soutient l'émergence d'une capacité de production pour répondre aux besoins du programme Blackbird, un avion espion dont le fuselage contient 93 % de titane. Deux ans plus tard, le Japon suit l'exemple de l'Amérique et cible l'emploi du titane dans le secteur de la chimie, de l'architecture et des biens de consommation. En 1956, c'est le démarrage des grands programmes de sous-marins nucléaires qui incite le conseil des ministres soviétique à lancer la production du titane à grande échelle.

De cet historique sont issues toutes les capacités industrielles de production d'éponges de titane de haute pureté : le Japon (deux acteurs industriels, 65 200 t/an), la Russie (un acteur, 46 500 t/an), le Kazakhstan (un acteur, 26 000 t/an) et les États-Unis (un acteur, 12 600 t/an). On parle d'éponges de « qualité aéronautique ».

Le reste des capacités de production ne répond pas à ce niveau d'exigence : on parle d'une éponge de « qualité métallurgique ». Les pays producteurs sont : la Chine (11 acteurs, 107 000 t/an), l'Ukraine (un acteur, 12 000 t/an) et, depuis 2019, l'Arabie Saoudite (un acteur, 15 600 t/an).

Alors que la Chine est devenue le plus grand producteur mondial d'éponges de titane à partir de 2007, ce pays n'est pas encore parvenu à maîtriser une production de qualité aéronautique. À défaut de pouvoir servir les ambitions nationales dans le militaire, le nucléaire et l'aérospatiale, la rapide montée en puissance des capacités chinoises a néanmoins permis de satisfaire la forte demande émanant du secteur de la chimie. Cinquante ans après, la Chine s'est ainsi inscrite dans la même démarche capacitaire souveraine que les grandes puissances américaine, russe et japonaise sans toutefois parvenir à faire jeu égal pour les applications de haute technologie.

En Arabie Saoudite, cette industrie, même si elle est émergente, possède en revanche tous les atouts pour enrichir à moyen terme l'offre mondiale en qualité aéronautique, car elle a su mettre en place un partenariat avec l'industrie nipponne qui maîtrise parfaitement ce savoir-faire.

Outre le nombre limité des producteurs d'éponges, en particulier de celles de qualité aéronautique, la plupart d'entre eux destinent leur production à la satisfaction de leurs besoins propres dans une logique d'intégration verticale. Dans les faits, seuls les producteurs japonais et kazakhs vendent des éponges de qualité aéronautique aux transformateurs de titane non intégrés.

Aux États-Unis, les trois producteurs historiques ont été absorbés par de grands groupes industriels, ce qui a eu pour effet de capter une partie de leurs capacités pour répondre aux besoins internes de leurs maisons mères. Ils profitent par ailleurs d'une politique protectionniste qui leur garanti une préférence nationale pour l'approvisionnement en titane destiné aux programmes gouvernementaux ⁽²⁾. Grâce à cette forte demande sur le marché intérieur, l'offre américaine joue le rôle de référence au plan international en termes de qualité, de technicité et de prix. Seule ombre au tableau, la capacité américaine de production d'éponges ne couvre qu'un tiers des besoins nationaux. Le reste est importé massivement du Japon et du Kazakhstan.

En Europe de l'Est, l'éclatement de l'URSS a fait émerger un conglomérat industriel totalement intégré verticalement, dont l'activité s'est rapidement développée à l'export vers l'Europe et les États-Unis, avec un niveau d'exigence équivalent à celui de la filière américaine. Ce producteur assure également l'approvisionnement en titane de la filière militaro-industrielle russe et alimente les marchés intérieurs de la Communauté des États indépendants.

L'approvisionnement en titane, un enjeu pour l'industrie française et européenne

La consommation européenne de titane représente environ 20 % de la consommation mondiale. L'industrie française est particulièrement concernée par la problématique que représente son approvisionnement en titane en raison de son économie fortement orientée vers les marchés captifs de ce matériau : l'aéronautique, la Défense, le nucléaire, la pétrochimie, le médical...

En ce qui concerne les plus grands acteurs industriels, leur stratégie d'approvisionnement est basée en général sur une approche de *multi-sourcing* répondant à un faisceau de besoins et de contraintes : mise en concurrence, sécurisation des volumes, risque géopolitique, diversification du panel fournisseurs, récurrence des besoins, op-

(1) Voir le classement du Bureau de Recherches géologiques et minières (BRGM) : http://www.mineralinfo.fr/sites/default/files/upload/documents/Fiches_criticite/fichecriticitetitane171017.pdf

(2) L'Amendement Berry oblige le ministère de la Défense américain à donner la préférence à l'industrie nationale pour l'approvisionnement en titane, et le « Buy American Act » est une loi fédérale américaine qui impose l'achat de biens produits sur le territoire américain pour les achats directs effectués par le gouvernement américain.

timisation des coûts et des délais, réduction de l'impact environnemental... Des accords-cadres pluriannuels sont en général négociés entre clients et fournisseurs pour fixer des volumes minimaux annuels, avec une révision périodique des prix. Lorsque c'est possible, une clause prévoit le rachat des déchets de titane dans le but de leur recyclage dans la filière de transformation.

Les acteurs industriels plus modestes en termes de besoin annuel en titane peuvent s'approvisionner auprès d'un réseau de distributeurs, de stockistes et de « services centers » pour leurs achats spot.

Le secteur de la Défense est un marché captif pour le titane, car il est indispensable aux systèmes d'armes les plus performants : avions, hélicoptères, missiles, véhicules blindés, bateaux, sous-marins... Les volumes de consommation représentent une faible portion de la demande mondiale (environ 7 %), mais l'approvisionnement revêt un caractère stratégique pour les pays dotés d'une industrie militaire. En raison de ces enjeux liés à la souveraineté nationale, la question de l'accès à la matière première a motivé et motive encore l'investissement dans une capacité de production sur le territoire national. Toute situation de dépendance fait l'objet d'une politique spécifique visant à sécuriser l'accès à la matière première.

En France, et plus généralement en Europe, l'industrie de la Défense ne peut se satisfaire des sources d'approvisionnement locales, car elles ne couvrent pas l'ensemble de ses besoins (Pavel, 2016 ; Bolton, 2016). Il en résulte une approche de *sourcing* qui s'apparente à celle de l'industrie civile (qualification de plusieurs sources, mise en concurrence...), s'accompagnant en outre de restrictions liées à la finalité militaire de l'acte d'achat. Ainsi, des politiques de contrôle limitent ou interdisent l'exportation de titane en fonction de la destination finale du produit. Ces politiques s'appuient sur un ensemble de règles, comme la réglementation américaine sur le trafic d'armes au niveau international (ITAR), ou font l'objet d'interdictions temporaires en lien avec la situation géopolitique de l'instant.

Développer les capacités de production en Europe

L'industrie européenne de production de titane n'est pas intégrée verticalement. Outre l'absence de producteur d'éponges, elle affiche en France, au Royaume-Uni et en Italie des capacités limitées de fusion répondant au standard aéronautique.

Au niveau de la transformation, les moyens les plus significatifs sont regroupés autour de la forge du titane dans le cadre d'un partenariat industriel entre le leader français du domaine et le producteur kazakh d'éponges et de lingots. Ces mêmes acteurs ont été à l'origine de la création, en 2017, de la filière française de recyclage qui possède, sur le territoire national, ses propres moyens de fusion.

Compte tenu du contexte particulier de l'offre et des enjeux industriels que revêt l'emploi du titane, la France œuvre à la consolidation d'une filière européenne capable

d'offrir une source alternative locale, compétitive et apte à rivaliser avec les États-Unis, la Russie et la Chine.

Les coûts d'investissement et d'exploitation d'un site de production d'éponges de titane sont trop élevés pour envisager qu'une capacité industrielle européenne puisse émerger, et ce d'autant plus que l'offre mondiale d'éponges est déjà surcapacitaire. La consolidation de partenariats avec des producteurs d'éponges non intégrés, tel que celui conclu autour de la forge et du recyclage, est certainement la voie à suivre pour sécuriser l'accès à la matière première.

Après des investissements majeurs réalisés ces dernières années dans l'industrie du titane, la France est en situation de fédérer les ambitions européennes autour de ce matériau stratégique. Les industries consommatrices plébiscitent l'émergence de capacités de transformation de proximité dans les domaines suivants :

- tôles, plaques ;
- barres et bobines ;
- pièces moulées de grande dimension ;
- impression 3D de pièces de grande dimension.

Ces nouvelles capacités devront impérativement être qualifiées « aéronautiques » afin d'accéder à des volumes de production suffisants pour assurer leur pérennité et répondre au même niveau d'exigence en termes de prix, de qualité et de délai que celui des sources existantes. La proximité entre les sites de production et les industries clientes est un atout supplémentaire pour répondre aux objectifs de réduction de l'impact carbone.

En France, un accompagnement des pouvoirs publics

Conscient des enjeux économiques et géostratégiques de l'approvisionnement en titane, le ministère français en charge de la politique des matières premières a mis en place, depuis 2001, une veille portant sur le marché de ce métal. Les buts de cette veille sont :

- d'assurer un suivi régulier des faits saillants de l'offre et de la demande,
- de capitaliser les informations et les analyses relatives à ce marché dans un rapport mis à jour tous les trois ans⁽³⁾,
- et de proposer aux industriels utilisateurs du titane l'accès à un forum d'échanges utile pour l'approfondissement de leur réflexion sur leur stratégie d'approvisionnement, un forum également accessible aux organismes publics chargés de coordonner la politique gouvernementale.

En janvier 2011, une structure de concertation entre les pouvoirs publics et les acteurs économiques a été créée dans le but d'élaborer et de mettre en œuvre la politique nationale de gestion des métaux stratégiques, en vue de renforcer la sécurité d'approvisionnement nécessaire à la compétitivité durable de l'économie française.

(3) http://www.mineralinfo.fr/sites/default/files/upload/documents/louvigne_titane_rapport_2015-2017_edition_publicque.pdf

Cette structure appelée Comité pour les métaux stratégiques⁽⁴⁾ (COMES), décline son action autour de trois axes principaux :

- la sensibilisation sur les risques (géopolitiques, environnementaux et économiques) associés aux matières premières et le partage des connaissances acquises sur les marchés des matières premières avec les acteurs industriels ;
- la valorisation des ressources primaires et secondaires du territoire national ;
- la diplomatie des matières premières.

La communauté française s'est ainsi particulièrement bien organisée au sein de l'Europe pour prendre le *leadership* du développement d'une filière d'approvisionnement en titane à la fois compétitive et durable.

Bibliographie

HOUSLEY K. L. (2007), *Black sand, the history of Titanium*, Metal Management Inc., ISBN 0-935297-43-X.

PAVEL C. C. & TZIMAS E. (2016), *Raw materials in the European defence industry*, JRC science for policy report, EUR 27542 EN, doi:10.2790/0444.

BOLTON J. & BOYLAN-KOLCHIN D. (2016), *U.S. Strategic Material Supply Chain Assessment: Titanium*, U. S. Department of Commerce – Bureau of Industry and Security Office of Technology Evaluation.

(4) <http://www.mineralinfo.fr/page/comite-metaux-strategiques>