

Chuquicamata, la plus grande mine de cuivre à ciel ouvert du monde, au Chili, le 2 août 2018. CRISTOBAL OLIVARES/ BLOOMBERG VIA GETTY IMAGES



# Le cuivre sous haute tension

DOSSIER

Le métal rouge, **matière première de la transition énergétique**, est d'autant plus convoité que la capacité de production et l'ouverture de nouvelles mines ne couvrent pas l'explosion de la demande mondiale

Elle s'appelle Khoemacau. Convoitée de tous, cette mine botswanaïse, l'une des plus grandes réserves de cuivre d'Afrique, a fini par tomber, fin 2023, dans l'escarcelle de la Chine. Basé en Australie, mais détenu par China Minmetals, le puissant groupe étatique chinois MMG a raté la mise pour 1,88 milliard de dollars (1,73 milliard d'euros). Quelques mois auparavant, c'était le géant anglo-australien BHP qui avait mis la main sur son concurrent OZ Minerals, bien doté en cuivre, pour 6,38 milliards de dollars. Et l'américain Newmont qui, quant à lui, avait déboursé 19 milliards pour racheter Newcrest.

Au cœur de la compétition pour les minerais, le cuivre suscite une véritable frénésie d'achat. Moins médiatisé que le lithium ou les terres rares, le métal rouge n'en est pas moins aussi essentiel, si ce n'est plus, à la transition énergétique. « Le cuivre est le grand substrat invisible qui soutient le monde moderne tel que nous le connaissons. Sans lui, nous sommes littéralement laissés dans l'obscurité », raconte l'auteur britannique Ed Conway dans son ouvrage *Material World. A Substantial Story of Our Past and Future* (« le monde matériel: une histoire des matériaux de notre passé et de notre futur », W.H. Allen, 2023, non traduit). « Si l'acier fournit le squelette de notre monde et le béton sa chair, alors le cuivre est le système nerveux de la civilisation, les circuits et les câbles que nous ne voyons jamais mais sans lesquels nous ne pourrions pas fonctionner. »

Présent dans la construction, l'or rouge se retrouve dans les réseaux électriques et les biens de consommation dits « bas carbone ». Les véhicules électriques et leurs batteries devraient absorber un tiers des futurs besoins, chaque voiture ne nécessitant pas moins de 80 kilos à 100 kilos de cuivre, contre une vingtaine pour un véhicule traditionnel. Dans le solaire, les besoins vont être multipliés environ par cinq par rapport à une centrale thermique à gaz. Sans oublier les éoliennes offshore, qui, pour être reliées au rivage, sont gourmandes en câbles. « C'est un minéral que l'on suit de près », confirme Christophe Poinsot, directeur général délégué du Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM). « Dès qu'il y a de l'électricité, il y a du cuivre, et comme on en déploie un peu partout pour décarboner la planète, il faut s'attendre à des tensions. »

Dans ce contexte, l'Agence internationale de l'énergie (AIE) anticipe une explosion de 40 % d'ici à 2040 de la demande mondiale.

Serons-nous en mesure d'y répondre? « Dans l'ensemble des matériaux critiques, il est clair que le cuivre devient l'un des plus préoccupants en termes d'offre et de demande, si on se réfère aux courbes qui se croisent à l'horizon de deux ans », met en garde l'ancien patron d'industrie Philippe Varin, auteur, en 2021, d'un rapport sur la sécurisation de l'approvisionnement en matières minérales. A court terme, « il n'y aura pas de pénurie mondiale mais plutôt des déséquilibres temporaires dans le temps et l'espace », comme le rappelle Guillaume Pitron, chercheur associé à l'Institut des relations internationales et stratégiques (IRIS). En revanche, à plus long terme, ce dernier précise que « les inquiétudes subsistent dans la mesure où l'insuffisance des investissements pourrait générer, d'ici à une quinzaine d'années, des pénuries ».

Si l'on regarde les réserves de cuivre dont la planète dispose, elles n'ont jamais été aussi élevées. En l'espace d'un siècle, elles sont passées de 50 millions de tonnes reconnues dans le monde à 870 millions. Mais à l'heure de

l'urgence climatique, ce seul critère est loin d'être suffisant. « La question n'est plus de savoir s'il y a assez de métaux dans notre sous-sol pour réaliser la transition mais si nous pouvons les extraire de la croûte terrestre à une vitesse qui correspond au rythme de développement que nous nous sommes fixé », rappellent l'économiste Emmanuel Hache et le spécialiste des matières premières Benjamin Louvet dans leur ouvrage *Métaux. Le nouvel or noir* (Éditions du Rocher, 2023).

**TENDANCE AU GIGANTISME DES MINES**

Or, le calendrier peut sembler plus que serré, voire irréaliste. Selon l'AIE, respecter l'accord de Paris impliquerait d'avoir pris des décisions d'investissement dans le secteur minier avant 2025. Ainsi, pour le cuivre, il faudrait que pas moins de quatre-vingts mines soient mises en production et que tout cela ait démarré au cours des deux prochaines années.

Une gageure, alors qu'il s'écoule en moyenne dix-sept ans entre la découverte d'un gisement et la première production. Et

**PRÉSENT DANS LA CONSTRUCTION, L'OR ROUGE SE RETROUVE À LA FOIS DANS LES RÉSEAUX ÉLECTRIQUES ET LES BIENS DE CONSOMMATION DITS « BAS CARBONE »**

que les industries extractives rechignent à utiliser leurs budgets de recherche dans de nouvelles exploitations. « Seules quatre découvertes ont pu être réalisées depuis 2015, contenant toutes ensemble à peine deux ans de consommation mondiale », notent les mêmes auteurs. Une aversion justifiée, selon eux, par la hausse du coût de l'énergie et des exigences réglementaires prenant en compte l'environnement et la sécurité des salariés.

De plus, le gigantisme croissant des projets de mines de cuivre suscite souvent une forte opposition. Une tendance due à la baisse de la teneur des gisements exploités. En un siècle, la part de minéral contenue dans la roche s'est réduite de 3 % à 0,7 %, obligeant les compagnies à extraire toujours plus de tonnages pour obtenir les mêmes quantités de métal. « Il existe une contrainte physique (thermodynamique) qui fait que l'on ne peut pas améliorer indéfiniment les technologies », souligne Olivier Vidal, chercheur au CNRS. Concrètement, « la quantité d'énergie qu'il faut pour extraire 1 kilo de cuivre va croître et les coûts de production également », poursuit-il. « Cette contrainte physique se traduit en contrainte économique », ajoute-t-il, précisant qu'elle transparaît dans ses modèles depuis les années 2000. Actuellement, « nous n'avons jamais été aussi proches de cette limite ».

« Les années 1980 ont constitué un tournant, avec un recours croissant à l'exploitation minière à ciel ouvert, qui a induit une tendance au gigantisme et une augmentation considérable des déchets produits », constate William

## Les vols de câbles, entre mafias et petits trafics

**PANNES, GRÈVES** et autres conflits sociaux ne sont pas toujours les seuls motifs pouvant expliquer les perturbations de la SNCF. En 2022, plus de 40 000 trains ont été affectés par des vols de cuivre qui auraient causé plus de 20 millions d'euros de pertes, indique la compagnie de chemins de fer. Un phénomène qui frappe d'autres opérateurs en Europe. En Allemagne, selon Deutsche Bahn, 3 200 trains auraient, pour les mêmes raisons, cumulé un retard de 40 000 minutes, occasionnant un coût à l'entreprise de 7 millions d'euros.

Encouragée par la valeur économique du cuivre, dont le cours a triplé depuis les années 2000 pour atteindre environ 7 850 euros la tonne en février, cette délinquance occasionne pertes financières et dysfonctionnements, notamment dans le domaine

des chemins de fer, des réseaux électriques et des télécommunications.

Chez Orange, par exemple, le nombre de délits de ce type a été multiplié par huit au cours des trois dernières années, avec une trentaine de vols hebdomadaires en moyenne. Ils ont lieu partout en France, les régions des Hauts-de-France, de l'Occitanie et du Centre-Val-de-Loire étant les plus touchées. « Voler des câbles de cuivre peut mettre en péril la vie des personnes », insiste une des porte-parole de l'opérateur, précisant que ces derniers desservent des services d'urgence, mais également les personnes qui cherchent à les joindre.

Faute de pouvoir surveiller des milliers de kilomètres de câbles en temps réel, surtout dans des zones rurales les plus reculées, les entreprises concernées ont développé différentes straté-

gies pour endiguer le phénomène. Orange indique avoir signé des conventions départementales (82 au total, et d'autres sont en cours) sur la surveillance avec les préfets, procureurs et forces de l'ordre. Au niveau national, l'entreprise se coordonne avec les services de l'Etat et une cellule sécurité Orange spécialisée.

**Techniques sophistiquées**

De son côté, la SNCF, pour lutter contre le vol de câbles, qui représente plus de 70 % des vols de métaux, met en place des alarmes fixes ou mobiles. Et des trackers GPS contre le vol de batteries. Des experts surveillent et analysent également les modes opératoires en collaboration avec les forces de l'ordre, tandis que des drones survolent les lignes ferroviaires. Malgré toutes ces dispositions, « plus de 10 000 intru-

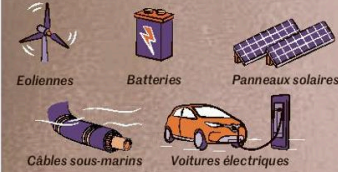
sions sont déplorées chaque année sur le réseau ferré national, dont 60 % pour commettre des actes de malveillance », relève la SNCF.

Dernière ces raids se cachent aussi bien des petits délinquants que des organisations criminelles qui opèrent à grande échelle en utilisant des techniques sophistiquées pour voler et transporter la matière. En octobre 2023, la Guardia Civil espagnole a arrêté six membres d'un clan familial soupçonné d'avoir organisé 75 vols dans le pays pour un montant de 2 millions d'euros. Connu sous le nom de « Mafia del cobre », ce gang, qui narguait les autorités sur les réseaux sociaux, a pillé une quinzaine de stations d'épuration de leur cuivre, mettant à mal les services de la région de Valence et de Castellon. ■

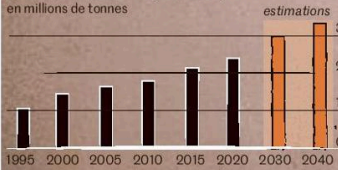
MARJORIE CESSAC

**Ruée sur le cuivre, matière première de la transition énergétique**

**Utilisation dans les énergies décarbonées**

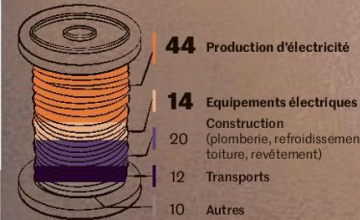


**Un marché mondial en plein essor, en millions de tonnes**



**100%** du cuivre est recyclable  
**32%** du cuivre mondial est recyclé

**Répartition de la consommation mondiale, par usages, en 2021, en %**



**Une production minière limitée**

**Production minière**

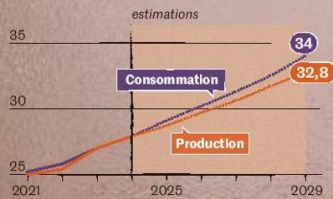
en milliers de tonnes, en 2021



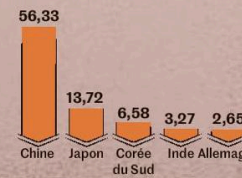
**Top 5 des producteurs de cuivre raffiné, en milliers de tonnes**

Chine	10 445
Chili	2 603
Etats-Unis	2 143
Japon	1 744
RDC	1 358

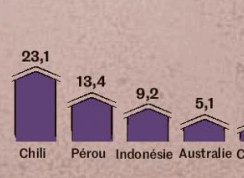
**Un risque de pénurie, en millions de tonnes**



**Principaux importateurs de minerai de cuivre, en milliards de dollars**



**Principaux exportateurs de minerai de cuivre, en milliards de dollars**



Infographie : Le Monde - Iness Debouza, Floriane Picard, Victoria Denys  
 Sources : Copper Alliance ; IFP Energies nouvelles ; BRGM ; Agence internationale de l'énergie ; Statista ; IHS Markit ; Bloomberg

Sacher, professeur à l'université Andina Simon Bolivar à Quito, en Equateur, et chercheur en résidence IRD-Iméra à Marseille. En précisant : « Une exploitation industrielle de taille moyenne va produire à terme des centaines de millions de mètres cubes de boues polluées aux métaux lourds et provoquer l'acidification pérenne du milieu. » La mine est également en concurrence avec des usages du sol et de l'eau. « Une mine de cuivre industrielle à ciel ouvert de taille moyenne a aujourd'hui besoin d'environ 500 litres d'eau par seconde, soit plus qu'une ville de 250 000 habitants. » En Amérique du Sud, ces besoins conduisent déjà certaines exploitations à désaliniser l'eau de l'Océan Pacifique.

**MAINISE CHINOISE**

Ces impacts sur la santé et l'agriculture, mêlés au fait que « ces extractions ne bénéficient que peu aux populations locales », comme le rappelle Laurence Maurice, chercheuse à l'Institut de recherche pour le développement (IRD), attisent conflits sociaux et incompréhension dès lors que cette quête de minerais, justifiée par la transition énergétique, se fait au détriment de la biodiversité.

En Equateur, l'activiste Carlos Zorrilla se bat depuis trente ans contre le projet de mine de cuivre de Lurimaga, au nord de Quito, dans une forêt humide sur le versant Pacifique de la cordillère des Andes. A son désarroi, en 2014, le gouvernement a autorisé l'entreprise nationale et son partenaire chilien Codelco à entamer l'exploration avant que celle-ci ne soit suspendue en 2023 par une décision de justice. Mais il craint qu'elle ne reprenne. « Ce projet menace pas moins de 43 sources d'eau, des forêts primaires, 81 espèces en danger d'extinction, notamment trois types de singes qui figurent sur la liste rouge de l'Equateur et une sur celle de l'Union internationale pour la conservation de la nature », s'inquiète-t-il.

La géopolitique ajoute aussi des éléments de tension au panorama. De fait, la production de cuivre repose sur quelques pays principaux, Chili en tête, une concentration qui fragilise plus encore l'offre mondiale. Au Pérou, des grèves ont ajouté aux incertitudes. Au Panama, la fermeture d'une mine et le retrait du canadien First Quantum Minerals, à la suite d'une décision de justice, ont perturbé et réduit la production. Quant à la Chine, elle absorbe à elle seule pas moins de 40 % du cuivre dans le monde. Des besoins colossaux qui la poussent à acquérir le maximum d'actifs en vue d'alimenter son industrie de raffinage (40 % des capacités mondiales). « Pékin a pris le contrôle de 60 % des chaî-

nes de valeur des métaux dans les batteries (lithium, nickel, cobalt) et dans les moteurs (terres rares pour les aimants) », détaille l'industriel Philippe Varin. Pour le cuivre, elle contrôle de 42 % à 45 % de ce métal, avec une stratégie d'implantation en Afrique et en Amérique du Sud. « La sécurisation a été planifiée au travers de l'initiative des "nouvelles routes de la soie" et de la stratégie de vassalisation de certains Etats par l'endettement. »

Face à ces risques croissants, l'Union européenne (UE) a élaboré pour la première fois, en mars 2023, un règlement sur les métaux critiques. Il établit qu'à l'horizon 2030 le secteur extractif intra-européen devra répondre à 10 % de la demande du marché intérieur. Il veille aussi à la diversification des sources d'approvisionnement pour chaque métal en obligeant l'UE à ne pas dépendre à plus de 65 % d'un même pays tiers pour ses importations. Des avancées néanmoins difficiles à transposer, selon les industriels, qui interpellent les parlementaires à quelques mois des élections européennes, en juin. « Le cadre est en place. Il nous faut à présent un plan d'action et accélérer la délivrance des permis », insiste Bernard Respaud, directeur de l'Institut du cuivre européen à Bruxelles. « Aujourd'hui, nous payons l'électricité trois fois plus cher en Europe qu'aux Etats-Unis, même si les prix du gaz naturel sont revenus à leur niveau d'avant-crise. » Il ajoute : « Attirer les investisseurs dans un tel contexte est moins facile. »

**« RÉDUIRE LA CONSOMMATION DE MATÉRIAUX EST LE MEILLEUR REMPART POUR ASSURER L'AUTONOMIE STRATÉGIQUE DE L'UNION EUROPÉENNE »**

EMMANUEL HACHE  
 économiste

En Europe, ces enjeux de souveraineté passent aussi par la relance de l'activité minière. Pour le cuivre, quelques gisements existent en Pologne ou en Espagne. Dans l'Hexagone, le BRGM entamera, au second semestre 2024, un inventaire des ressources minérales du sous-sol : « A priori, il s'agit de petites mines et on ne sait pas ce qu'il y a en profondeur », estime M. Poinsot. Ce retour de l'extraction des métaux risque cependant d'engendrer de fortes crispations sur le plan écologique. Un débat de société sera nécessaire. « Souhaité-on maintenir le même train de vie ? C'est la question qu'il faut se poser, insiste M. Poinsot. Si oui, ne nous faudrait-il pas assumer le fait que ce mode est aussi basé sur la spoliation des populations locales à l'étranger ? »

**FACILE À RECYCLER**

D'autres voies sont aussi envisageables. A commencer par le remplacement du cuivre par de l'aluminium. Du moins lorsque c'est possible. « Si le prix [du cuivre] augmente, il pourrait être remplacé dans certaines de ses applications électriques et dans les voitures, mais cela se fera au cas par cas », note Philippe Varin. Le cuivre reste également facile à recycler, sans pour autant perdre en qualité. Ainsi, au niveau mondial, environ la moitié de ce métal contenu dans les produits en fin de vie a été revalorisé en trois décennies. « Si on recycle 50 % de cuivre tous les trente ans, on perd le reste, qu'il faut remplacer par de la

matière première », ajoute le chercheur Olivier Vidal, laissant entendre que la marge de manœuvre est encore limitée.

Dans ce contexte, la sobriété si nécessaire reste la grande absente de la politique européenne sur les métaux. « Réduire la consommation de matériaux dans l'UE constitue pourtant le meilleur rempart pour assurer l'autonomie stratégique du continent, et le contexte ukrainien le confirme », ajoute l'économiste Emmanuel Hache. La solution ? « Interroger davantage nos modes de consommation », insiste ce directeur de recherche à l'IRIS, qui encourage la création d'un « Yuka des matériaux », en référence à cette application capable de donner un bilan nutritionnel à partir du scan de produits alimentaires et cosmétiques.

Le chercheur Guillaume Pitron, lui, s'attelle, à informer plus particulièrement les industriels. Pendant six mois, cet expert en a rencontré plusieurs dizaines. « En gros, de 40 % à 50 % des entreprises françaises ne sont pas encore conscientes du sujet. Les acteurs de l'automobile et de l'aéronautique sont bien au fait, eux, du problème et ont commencé à agir », constate l'auteur de La Guerre des métaux rares (Les liens qui libèrent, 2019), qui a récemment cofondé Psyché 16, une société d'intelligence minière : « Beaucoup savent mais n'ont encore rien fait. » ■

MARJORIE CESSAC

**« Voilà déjà dix ans que la demande de cuivre est supérieure à l'offre »**

GRAEME TRAIN est responsable de l'analyse des métaux et des minéraux chez Trafigura, le deuxième trader mondial de cuivre.

**Comment voyez-vous évoluer la demande de cuivre au cours des prochaines années ?**

Avec la transition énergétique, il faut s'attendre à ce que nos usages soient tous électrifiés de manière croissante. La consommation de cuivre, qui tourne aujourd'hui autour de 30 millions de tonnes par an, devrait croître de 10 millions de tonnes au cours de la prochaine décennie. Sur ces 10 millions, un tiers viendra alimenter la demande des véhicules électriques, un autre tiers servira aux infrastructures énergétiques et aux réseaux, tandis que le solde se retrouvera dans la construction, notamment au sein des pays

émergents, dans les data centers et pour répondre aux besoins liés à l'automatisation.

**Quel est l'état des stocks à ce jour ?**

Nous constatons déjà que la demande de cuivre est supérieure à l'offre depuis dix ans. A titre de comparaison, alors que les stocks dans tous les entrepôts atteignaient 1,5 million de tonnes en 2013, ils n'étaient plus que de 300 000 tonnes fin 2023.

**L'Afrique, où la Chine est particulièrement bien implantée, semble intéresser de plus en plus les grands groupes miniers occidentaux. Pourquoi ?**

Jusqu'à présent, les grandes majors minières avaient tendance à éviter l'Afrique, considérée comme trop à haut risque. Mais le fait que nous en-

trions dans une nouvelle phase de la demande et que des projets stables et de qualité aient pu y être développés avec succès les incite à y regarder de plus près. Le continent offre aussi des coûts plus attractifs qu'en Amérique du Sud. Mais si l'Afrique est l'une des solutions à la diversification géographique de l'offre, elle ne pourra fournir les 10 millions de tonnes supplémentaires d'ici à 2034. Elle n'en fournira tout au plus que 3 à 4 millions.

**En février 2023, Trafigura a obtenu la concession pour le corridor de Lobito, en Angola. La rénovation de cette voie de chemin de fer pourrait permettre d'écouler 10 000 tonnes de cuivre dès 2024, puis de 120 000 à 240 000 par an ensuite. Quel est l'enjeu principal de ce contrat ?**

Le consortium que nous menons avec le groupe de construction portugais Mota-Engil a gagné la concession de ce chemin de fer pour les trente prochaines années. Nous allons investir ensemble dans la réfection des voies, la signalisation et le matériel roulant. Les Etats-Unis, par l'intermédiaire d'une agence d'Etat américaine et d'une banque en Afrique du Sud, vont financer la partie dette de ce projet. Cette infrastructure va aider à désenclaver l'ensemble des projets miniers qui se trouvent dans la « ceinture du cuivre » africaine. Jusqu'ici, l'essentiel du trafic se faisait par camions et pouvait prendre plus d'un mois avant de rejoindre la côte, un temps de trajet qui va être ramené à cinq jours environ avec le corridor atlantique de Lobito. ■

PROPOS RECUEILLIS PAR M. CE.