

C^ud	Fiche info - titre :	<u>Date :</u>
	Auteur : Source : http://www.bastamag.net/Quand-le-monde-manquera-de-metaux	17/06/2016

Quand le monde manquera de métaux

par [Agnès Rousseaux](#)



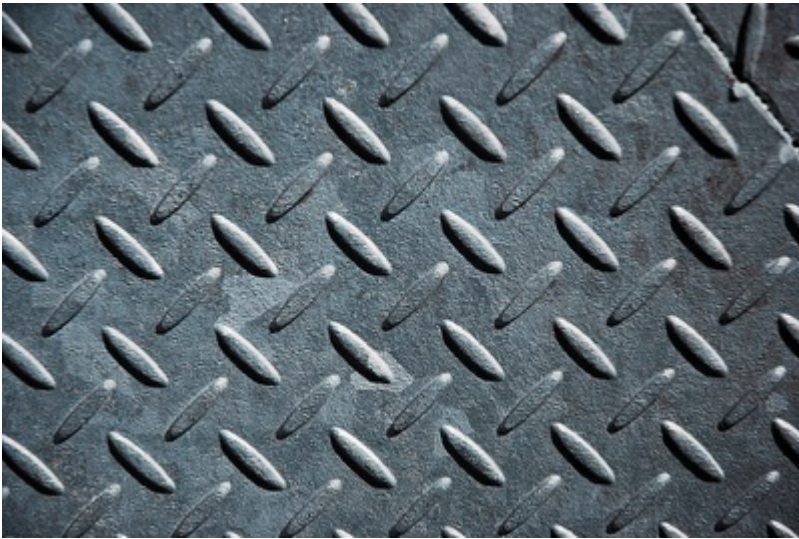
500 Tours Eiffel : c'est ce que nos sociétés modernes consomment en métal chaque 24 heures. De la moindre puce électronique jusqu'aux gigantesques buildings, les métaux sont partout. Or certains sont en voie d'épuisement : les gisements de cuivre, de nickel ou de zinc n'ont plus que quelques décennies devant eux. Et si le recyclage se développe, la consommation s'emballe. Enquête sur une pénurie désormais annoncée.

L'humanité est accro aux métaux. Câbles électriques et circuits électroniques, transports individuels ou collectifs, électroménager ou BTP... Les métaux sont partout. On en oublierait presque qu'ils constituent une ressource non renouvelable. Comme pour les hydrocarbures, il faut plusieurs millions d'années pour en renouveler les stocks. Or, côté consommation, la tendance est à l'emballement. « *En l'espace d'une génération, nous devrions extraire une quantité plus grande de métaux que pendant toute l'histoire de l'humanité* », prévient Philippe Bihouix, ingénieur centralien et co-auteur d'un [livre](#) de référence sur le sujet.

Moins de vingt métaux étaient exploités dans les années 1970. Ce chiffre a depuis été multiplié par trois. Mais les réserves ne sont pas infinies. Une cinquantaine de métaux – sur la soixantaine exploités – seraient menacés de pénurie. Il reste plus d'un siècle de réserve pour le cobalt ou le platine. Celles de l'argent, de l'antimoine (utilisé notamment dans l'électronique), de l'indium (utilisé dans les cellules photovoltaïques ou les écrans LCD) se limiteraient à 20 ans, pointe l'étude de Philippe Bihouix. Et il ne resterait que 30 à 60 ans de réserve pour la plupart des grands métaux industriels : zinc, cuivre, nickel, plomb...

500 Tours Eiffel par jour

Environ 2 milliards de tonnes de métaux sont consommés chaque année, surtout du fer (1,7 milliard de tonnes [1]). L'équivalent de 200 000 Tours Eiffel par an ! Soit plus de 500 par jour. Et chaque Français « consomme » en moyenne l'équivalent de 700 grammes de métaux en 24h !



Pourquoi s'inquiéter, rétorqueront certains, les métaux sont présents partout : dans la roche, dans chaque poignée de terre, dans l'eau de mer. La quantité totale de cuivre dans les terres émergées – jusqu'à une profondeur de 1 km sous terre – serait d'environ 20.000 milliards de tonnes. Soit un million d'années de notre consommation actuelle. Tout irait bien... S'il n'était pas impossible de passer l'ensemble de la croûte terrestre au tamis.

Une pénurie de cuivre en 2040 ?

Les véritables « réserves », elles, sont limitées. Les réserves constituent les ressources identifiées que l'on peut techniquement extraire au prix actuel. Les réserves de cuivre sont ainsi 10 000 fois moindres que la quantité totale présente sur la planète [2]. L'humanité consomme actuellement 16 millions de tonnes par an, notamment pour les fils électriques. Ce qui laisse, à production constante, une trentaine d'années avant de manquer de cuivre.

Trouvera-t-on de nouvelles réserves dans les décennies à venir ? Les sols ont déjà été beaucoup explorés. Cas emblématique : l'or. C'est le seul métal à avoir franchi son « pic » de production. Son extraction n'augmente plus, bien que 45 % des dépenses d'exploration lui sont consacrées. Le défi à relever n'est pas tant la diminution des dernières réserves, que l'énergie croissante nécessaire pour exploiter les futurs filons.

Extraire les métaux à la petite cuillère ?

« Une mine d'or, en Afrique du Sud ou en Australie, produit à peine 5 grammes par tonne, contre 20 il y a un siècle. Vu le prix, on peut aller chercher quelques grammes d'or par tonne de terre, mais on ne pourra pas se le permettre pour le cuivre », explique Philippe Bihoux. Les gisements les plus rentables, créés par la tectonique des plaques, le volcanisme ou le cycle de l'eau, sont déjà exploités. L'extraction des réserves moins concentrées a déjà commencé. Alors qu'on produisait 18 kg de cuivre par tonne de roches extraite dans les années 1930, on n'en trouve plus que 8 kg aujourd'hui. *« Il n'est pas possible de dépenser plus d'énergie pour tous les métaux. On ne va pas ramasser à la petite cuillère les dernières ressources naturelles »,* pointe l'ingénieur.

Métaux et ressources énergétiques sont étroitement liés. Il faut toujours plus d'énergie pour extraire des métaux moins concentrés. Et les métaux sont toujours indispensables pour produire de l'énergie... Quand atteindrons-nous la limite énergétique qui rend l'extraction d'un métal non rentable ou impossible ? C'est le même processus que pour l'exploitation du pétrole. La production de 100 barils de pétrole nécessite 2 barils en Arabie Saoudite, contre 10 à 15 barils pour l'extraction offshore dans le Golfe du Mexique. Et 25 à 35 barils pour l'extraction des sables bitumineux de l'Alberta au Canada [3].

Sans métaux, plus d'énergie

Nous dépensons aujourd'hui environ 10 % de l'énergie primaire mondiale pour l'extraction et le raffinage des métaux. Combien en dépenserons-nous demain ? Et plus on consomme d'énergie, plus on émet de CO2... pour la même quantité de métal [4]. Sans compter les conséquences environnementales et sociales, lorsque, les réserves diminuant, il deviendra rentable de lancer l'extraction dans des zones protégées ou inaccessibles, avec des procédés plus polluants et des conditions de travail plus pénibles. Une spirale infernale, alors que les conditions d'extraction minière sont déjà très dures [5].

Toutes nos sources d'énergie actuelles sont dépendantes des métaux. Des raffineries pétrolières aux gazoducs, des cellules photovoltaïques aux turbines d'éoliennes, des moteurs de véhicules aux batteries électriques... Les énergies renouvelables, nucléaires ou fossiles ne peuvent se passer des métaux. Côté nucléaire, « les « crayons » de combustible sont emballés dans des gaines de zirconium : 50 ans de réserves. Les centrales et les conteneurs pour les déchets nécessitent nickel, chrome, titane, cobalt, tungstène et plomb : 50 à 100 ans de réserves pour les plus abondants », détaille Philippe Bihoux. « On ne pourra pas tenir 10 000 ans avec le nucléaire. » Comment sans ces métaux renouveler les parcs nucléaires une ou deux fois par siècle ?

L'impératif du recyclage

Que faire face à cette situation ? Mieux recycler les métaux semble une évidence. Les grands métaux, comme le fer, l'aluminium ou le cuivre sont, en théorie, recyclables à 100%. Et leur recyclage est très rentable énergétiquement : récupérer de l'aluminium consomme 20 fois moins d'énergie que la production de métal neuf ! Reste qu'on ne pourra jamais en recycler 100 %. Difficile de collecter toutes les agrafes utilisées, les opercules de pot de yaourt ou les paires de lunettes ! Le pourcentage de perte diffère selon les métaux. Il est par exemple de 30 % pour le nickel, un métal pourtant bien récupéré dans des filières de recyclage...

La multiplication des alliages posent aussi problème. Impossible de séparer les éléments imbriqués ou les matériaux composites. Ou de faire du tri dans les 3 000 sortes d'alliage de nickel. Comment recycler complètement un ordinateur portable, qui contient 30 métaux différents ? Ou un « superalliage » de l'aéronautique, composé de 15 métaux ? De quoi compliquer sérieusement une tâche déjà immense. Surtout quand notre système économique basé sur la consommation – et un taux d'équipement toujours plus élevé – provoque l'accélération des cycles de production et des innovations... Concernant les déchets d'équipements électriques et électroniques (D3E), une directive européenne impose leur collecte à hauteur de seulement 20%.

Revenir à l'âge du fer ?



A ces limites s'ajoutent les usages « dispersifs » : l'incorporation de métaux dans des produits chimiques ou des objets de consommation courante. Mercure dans les shampoings, plomb et cobalt dans les teintures capillaires, bismuth dans le rouge à lèvres, ou titane et sulfate de zinc, comme colorant blanc de votre dentifrice ! Encres et pigments du papier, déodorants, pneus, peintures, engrais et pesticides, incorporent des métaux à des degrés divers.

Des usages dispersifs qui peuvent représenter une part importante de la production : 20 % pour le cobalt, 98% pour le titane (qui, sous forme de dioxyde, est le colorant blanc universel). Et les innovations ne manquent pas : les chaussettes « anti-odeur » aux [nanoparticules d'argent](#) qui partent dans les égouts au bout de quelques lavages, ne vont pas arranger la situation. « Ce sont autant de métaux qui ne seront pas disponibles

pour les générations futures. Quand on crame du cuivre, du plomb ou du lithium dans les feux d'artifice, ce n'est pas très sympa pour l'Homo sapiens de 2250 qui en aura besoin, » illustre Philippe Bihouix.

Quels substituts aux métaux ?

Substituer un métal par un autre s'avère aussi compliqué. Des métaux, utilisés comme catalyseur dans le secteur de la chimie, pour fabriquer du nylon ou de la margarine par exemple, pourront peut-être, pour certains, être remplacés par une « catalyse enzymatique ». Pour quelques applications, des solutions seront imaginées. Mais le problème est systémique : comment substituer en même temps plusieurs métaux par d'autres ? Certains sont irremplaçables, comme l'or, le nickel, le cobalt ou l'étain – utilisé pour les soudures en plomberie ou dans les cartes électroniques.

Sans oublier le cuivre, qui sert au transport du courant électrique : 8 millions de kilomètres de câbles de cuivre maillent l'Europe ! Les voitures contiennent en moyenne 2 km de câble de cuivre ! Et les réserves se limitent à quelques décennies, au rythme de production actuel. La croissance des pays émergents devrait augmenter encore les besoins... La croûte terrestre est composée à 99 % de 12 éléments dont 6 minéraux : fer, aluminium, silicium, magnésium, manganèse et titane. Ces métaux ne devraient pas manquer à moyen terme. Mais ils ne suffiront pas à remplacer toute la richesse de ceux qui sont en voie d'épuisement.

Spéculation effrénée et tensions géopolitiques

Cette situation commence à préoccuper les États. En 2010, des tensions entre la Chine et le Japon – et la menace d'un embargo – ont fait prendre conscience de la dépendance mondiale aux « terres rares », ce groupe de 17 métaux utilisés dans les produits de haute technologie (téléphones portables, écrans LCD, éoliennes, scanners médicaux...). Ces métaux sont aujourd'hui exportés à 97 % par la Chine, qui dispose d'environ un tiers des ressources mondiales. L'Europe [importe](#) 48% de son cuivre, 100% du cobalt, du platine et du titane... Quant à la production française, elle est en constante régression [6].

Résultat : les prix des métaux flambent. Entre 2005 et 2009, la demande en minerai de fer a augmenté de 47 % et les prix de 93 % ! Quant au cuivre, sa valeur a [triplé](#) entre 2009 et 2011. Une situation aggravée par la financiarisation des échanges : investissements spéculatifs sur les réserves de métaux, développement du « trading de haute fréquence », concentration des opérateurs.

Des réserves contrôlées par quelques multinationales

Le poids financier des métaux représente désormais un quart de celui du marché du pétrole. Et 20% des échanges internationaux de matières premières [7]. De quoi attirer les spéculateurs... Au point que les exigences de rentabilité financière l'emportent sur le souci de répondre à la demande mondiale en métaux. Quelques multinationales ont fait main basse sur une partie des stocks : la multinationale suisse [Glencore](#), leader mondial sur le négoce de métaux, contrôlerait ainsi 60 % du zinc mondial, 50 % du cuivre, 22 % de l'aluminium [8]... A la fois propriétaire de sociétés minières et acteur du négoce mondial, Glencore peut intervenir sur les stocks physiques et donc le prix des matières premières, et en même temps parier sur les marchés... Une situation qui n'augure rien de bon pour la gestion de la raréfaction des métaux !

Face aux enjeux du contrôle des métaux, la Commission européenne a adopté en 2008 la stratégie « [Initiative sur les matières premières](#) », sous la pression des lobbys industriels et miniers. Objectif : exiger des autres pays du monde un abandon ou une très forte limitation des « restriction aux exportations ». L'Europe veut sécuriser ses approvisionnements, à n'importe quel prix.

Des abysses du Pacifique à la planète Mars

En France, le Sénat s'est également emparé de cette question [9] et le gouvernement a créé en 2011 un Comité pour les métaux stratégiques (Comes), piloté notamment par le Bureau de recherches géologiques et

minières (BRGM). Mais ses intérêts semblent avant tout économiques : « *La première préoccupation est que chaque entreprise connaisse sa vulnérabilité* », [explique](#) le secrétaire général du Comes. « *Des politiques restrictives, des grèves, des accidents pourraient mettre des filières industrielles en péril en quelques semaines.* » Et comment la France, complètement dépendante des importations, fera-t-elle face aux pénuries qui s'annoncent ? La question ne semble pas à l'ordre du jour...

La stratégie actuelle des États et entreprises semble être la recherche incessante de nouveaux gisements. Et quand ceux-ci ne suffiront plus, ira-t-on chercher des métaux au fond des océans ou sur d'autres planètes ? En juillet 2011, des chercheurs japonais ont [annoncé](#) la découverte d'immenses gisements de « terres rares » au fond du Pacifique : près de 100 milliards de tonnes. Des réserves 1000 fois supérieures à celle recensées jusqu'à présent, selon l'étude publiée [10]. Mais quelle débauche d'énergie et de technologies seront nécessaires pour exploiter ces gisements, situés entre 4 000 et 6 000 mètres de profondeur ? Quel prix faudra-t-il payer demain pour aller prospecter de nouvelles réserves de métaux à plus de 2000 mètres sous la couche terrestre ? Quant à faire de la Lune ou de nos planètes voisines nos futures réserves géologiques... « *C'est la vie, la tectonique des plaques qui créent les concentrations de métaux. Sur la Lune, vous risquez de ne trouver qu'une soupe indifférenciée* », décrit Philippe Bihouix. Pas de quoi rentabiliser le voyage aller-retour.

Nos arrières-petits enfants, des « ferrailleurs-cueilleurs » ?

Face à l'emballement de nos besoins en métaux et les rendements décroissants pour les extraire, l'ONU appelle à « découpler » le taux de croissance économique du taux de consommation des ressources naturelles. Les [estimations](#) ont de quoi faire peur : le volume de minéraux, minerais, combustibles fossiles et biomasse consommés chaque année par l'humanité pourrait atteindre 140 milliards de tonnes d'ici 2050. Soit trois fois les niveaux actuels. Et 23 fois plus qu'au début du 20ème siècle. Chaque être humain consomme en moyenne 8 tonnes par an de ressources naturelles – produits agricoles, bois, énergies fossiles ou métaux [11]. Soit 22kg par jour ! Les gisements bon marché et de bonne qualité de certaines ressources essentielles comme le pétrole, le cuivre et l'or commencent déjà à s'épuiser, souligne l'ONU, qui invite « *à modifier considérablement les politiques des gouvernements, le comportement des entreprises et les modes de consommation du grand public.* »



Recycler davantage, ralentir les cycles de consommation, en luttant par exemple contre l'obsolescence programmée, réparer plutôt que jeter, diminuer les usages dispersifs. Les moyens sont nombreux pour réduire l'actuel gaspillage des pays économiquement développés. Mais cela ne suffira sans doute pas, sans changer profondément nos modes de vie, de production et de consommation. « *Quel avenir veut-on laisser aux générations futures ? Un retour à l'âge de fer, un monde où quelques dizaines de millions de « ferrailleurs-cueilleurs », survivants de la grande panne ou de l'effondrement, retrouveront l'abondance en exploitant le*

stock de métaux en place dans les bâtiments délabrés, les décharges, les usines à l'arrêt ? » questionne Philippe Bihouix. Reste à faire prendre conscience des enjeux, pour freiner la course infinie à l'extraction, avec toujours plus de conséquences sociales et environnementales. « *Expliquer le pic du pétrole est déjà compliqué ! Avec les métaux, on a 60 histoires différentes...* ». Nous n'aurons pourtant bientôt sans doute plus le choix.

Agnès Rousseaux

Photos :

- ▶ Métal / [KittyBitty](#) via Flickr
- ▶ Mineur : © Steve Mc Curry
- ▶ Mine d'or au Congo / [The Velvet Rocket](#)

P.-S.

- ▶ Philippe Bihouix et Benoît de Guillebon, *Quel futur pour les métaux ?*, [EDP Sciences](#), 2010, 300 pages.
- ▶ [Annuaire statistique mondial des minerais et métaux](#) (France)
- ▶ [Base de données](#) - United States Geological Survey (États-Unis)
- ▶ [Liste des éléments à risque](#) recensés par la Grande-Bretagne

Notes

[1] et quelques dizaines de millions de tonnes d'aluminium, chrome, cuivre, manganèse, zinc, les principaux métaux extraits aujourd'hui

[2] Seulement 500 millions de tonnes, voire 3 milliards de tonnes de « ressources ultimes », selon l'United States Geophysical Survey (USGS), c'est-à-dire des ressources identifiées mais pas encore exploitables avec les techniques et au prix actuel

[3] Cette limite physique s'appelle *Energy Return On Energy Invested* (EROEI)

[4] Le rejet de CO₂ augmente avec la consommation d'énergie, elle-même inversement proportionnelle à la teneur des gisements. « *Cela apparait de manière patente quand on compare les émissions de CO₂ de la production de différents métaux entre le cuivre (5 à 10 t CO₂/t de cuivre produite présent à 0.8% en moyenne dans les gisements), l'argent (de l'ordre de 200 t CO₂/t pour des gisements exploités à quelques centaines de g/t), le platine (10000 t CO₂/t pour des gisements de quelques g/t).* » Jacques Villeneuve, Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), Service Environnement et Procédés. [Source](#)

[5] A lire, sur l'extraction du cuivre en Zambie : [Glencore : comment une multinationale pille l'Afrique avec la complicité de l'Europe](#). La production d'une tonne de cuivre nécessite aujourd'hui 80 à 150 kg d'explosifs pour les mines à ciel ouvert, une demi-tonne d'acide sulfurique et provoque des émissions de 20 à 2500 kg de dioxyde de soufre... Avec des conséquences sanitaires souvent dramatiques pour les populations locales. Au [Pérou](#), 75% de la forêt amazonienne est cédée en concession à des entreprises pour l'extraction de ressources naturelles !

[6] La France produit surtout [du nickel et du cobalt](#) en Nouvelle-Calédonie, et de l'or en Guyane.

[7] 50% des échanges internationaux de matières premières concernent l'énergie et 30 % les produits agricoles

[8] [Lire ici](#).

[9] Le [rapport](#) du Sénat pointe notamment l'insuffisance de la recherche sur les métaux stratégiques : « Il est significatif que plus aucune école d'ingénieur ne comporte le terme métallurgie dans son intitulé ! (...) Cette situation apparaît d'autant plus insatisfaisante que la formation et la recherche en métallurgie perdurent aux États-Unis et se développent en Chine comme au Japon. »

[10] "Nous estimons qu'une zone de un kilomètre carré entourant l'un des sites de prélèvement pourrait satisfaire à elle seule un cinquième de la consommation annuelle mondiale de ces éléments", écrivent les chercheurs. [Source](#)

[11] Selon un [rapport](#) des Amis de la Terre (en anglais)