

Quel futur pour les métaux ?

Benoit de Guillebon.

Ce texte est un résumé du livre « Quel futur pour les métaux ? », écrit par Benoit de Guillebon et Philippe Bihouix (EDP Sciences, 2010), suite aux travaux d'un *Think Tank* de l'Association des Centraliens.

Consommer les ressources non renouvelables

Il faut être bien conscient que, comme les ressources énergétiques fossiles, les ressources métalliques sont non renouvelables. Or le développement économique des pays émergents a amené une croissance sans précédent de la demande. Les vingt dernières années ont vu un doublement de la production des principaux métaux. Un alignement de la Chine et de l'Inde sur les modes de vie européens conduirait à un nouveau doublement. Si nous restons au rythme actuel, nous allons donc produire dans les vingt ou trente prochaines années une quantité de métaux plus grande que pendant toute l'histoire de l'humanité.

Depuis 40 ans, les métaux utilisés ont beaucoup changé : le nombre de métaux différents que nous utilisons est passé de vingt dans les années 70 (les métaux les plus abondants) à plus de soixante aujourd'hui (dont certains très rares). En effet la consommation des métaux est directement liée au stade de développement des économies. Le développement tire d'abord la demande des métaux ferreux et cuivreux, puis celle des métaux non ferreux comme l'aluminium ou le zinc et enfin, celle des métaux *High Tech* comme le lithium, l'indium ou les terres rares.

Extraire les métaux

Face à l'augmentation de la consommation d'une ressource non renouvelable, se pose légitimement la question des réserves. La notion de réserve est complexe et recouvre des notions géologiques, techniques et économiques. On distingue les *réserves*, qui sont identifiées et explorées, des *réserves base*, qui sont présentement non exploitables économiquement et des *ressources potentielles* simplement identifiées et de quantité estimée.

À côté de cette mesure quantitative, il faut aussi évaluer la qualité de ces réserves, en particulier leur concentration en métal. L'homme a exploité d'abord les minerais les plus concentrés, laissant les moins concentrés pour le futur. C'est ainsi que la concentration moyenne des minerais de cuivre exploités est passée de 1,8% dans les années 1930 à 0,8% aujourd'hui.

Cette concentration décroissante entraîne des coûts d'extraction accrus. La dépense énergétique augmente de manière inversement proportionnelle à la concentration du minerai. D'un autre côté, la production d'énergie demande aussi de plus en plus de métal par kWh produit, y compris pour les énergies renouvelables. On se trouve donc engagé dans une forme de cercle vicieux, où l'extraction de métaux est de plus en plus énergivore et la production d'énergie de plus en plus consommatrice de métaux.

La problématique des réserves est encore complexifiée par l'interdépendance entre les métaux. Certains métaux ne sont que des coproduits de l'exploitation d'autres métaux. Il en va ainsi du cobalt, de l'indium, du cadmium, du germanium... Plus de la moitié des soixante métaux que nous utilisons aujourd'hui sont ainsi liés au destin d'autres métaux.

Enfin, certaines applications plus pointues exigent des degrés de pureté supérieurs ce qui rend parfois les métaux issus du recyclage incompatibles avec l'usage initial et réduit les réserves utilisables du fait de traces d'autres métaux indésirables dans les minerais.

Si les réserves et la production des grands métaux sont relativement bien réparties, il n'en est pas de même pour les petits métaux qui sont souvent présents dans seulement quelques pays. L'effet de concentration géographique est exacerbé par l'effet « Chine » lié aux bas coûts de production. À titre d'exemple, la Chine produit aujourd'hui 86% du tungstène et 97% des terres rares alors qu'elle ne possède qu'environ 60% des réserves mondiales de ces métaux. Ces inégalités fortes dans les ressources et dans la production de métaux sont susceptibles de créer des tensions géopolitiques et des instabilités économiques (cf. les récentes tensions sur les terres rares).

Quand on rassemble toutes les informations disponibles, tant en termes de réserves que d'origine géographique des métaux, on aboutit au panorama de la figure 1. On peut y constater que les réserves se situent entre 30 et 60 ans pour la grande majorité des métaux et qu'il existe des métaux (antimoine, zinc...) dont les réserves sont de moins de 20 ans de consommation. Et que de nombreux métaux se trouvent entre les mains d'un nombre très limités de pays.

Certes il existe des leviers pour augmenter les réserves (trouver de nouvelles ressources par l'exploration, améliorer les techniques d'extraction, faire varier les

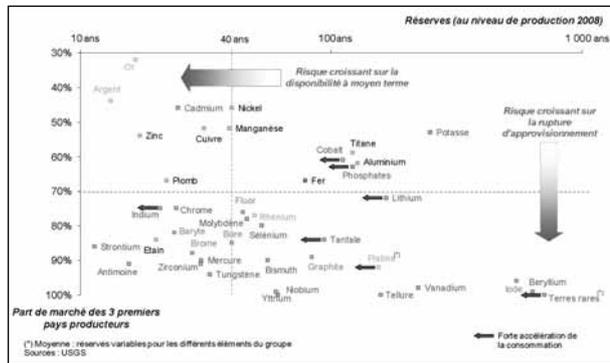


Figure 1. Criticité potentielle des ressources minérales (visibilité sur les réserves et concentration de la production).

conditions économiques comme le prix de marché), mais il est clair que la solution se trouve principalement dans la préservation de la ressource.

Préserver les ressources par le recyclage, la substitution et l'éco-économie

Contrairement aux ressources énergétiques fossiles, les métaux ont l'avantage d'être recyclables. Si le recyclage des grands métaux est assez élevé notamment dans les pays développés, il n'en est pas de même pour les petits métaux pour lesquels les filières se mettent tout juste en place. Ce recyclage se heurte à la complexité des

produits qui empêche souvent de récupérer facilement les métaux. Quand on les récupère, il n'est souvent pas possible de les réutiliser pour les mêmes applications : il y a alors dégradation de l'usage du métal qui passe d'une application noble, à une utilisation « bas de gamme ». Enfin les lois de la thermodynamique nous apprennent qu'un recyclage à 100% est impossible : il y a toujours un taux de perte.

Le cycle de vie des métaux doit donc être fortement repensé en fonction du recyclage avec des conséquences sur la conception des produits, la recherche d'augmentation des durées de vie des équipements et la gestion des fins de vie.

Le recyclage permet clairement d'augmenter la durée d'utilisation des ressources, parfois dans des proportions importantes. Mais il ne faut pas oublier que tant que nous assisterons à une croissance de plus de 3% l'an de la consommation de métaux (moyenne des 50 dernières années pour le fer), le recyclage n'est malheureusement qu'un moyen de repousser de quelques années une échéance inéluctable.

L'enjeu est donc de rentrer de plain pied dans l'Éco-Économie et à la fois de stabiliser, voire réduire pour certains pays, la consommation de métaux, et de passer d'une consommation de produits non durables à des produits durables (cf. encadré).

Les enjeux de la production et de la consommation durable

Quatre leviers permettent de tendre vers une économie durable (Fig. 2) :

- Travailler sur les durées de vie en favorisant le réparable et le recyclable, en sortant de la logique de l'obsolescence programmée, en faisant évoluer les problématiques de propriété industrielle et en poussant l'établissement de standards professionnels ou corporatifs.
- Passer à l'économie de fonctionnalité par une facturation des services rendus par un produit plus que par la facturation de l'acquisition du produit lui-même.
- Réduire l'impact environnemental et en faire payer le coût.
- Supprimer ou substituer les produits non durables restants.

Il est clair que des arbitrages sociétaux et leur prolongement réglementaire seront au cœur des réflexions sur l'économie durable. Il est probable que les ruptures nécessaires seront facilitées par l'augmentation des prix des matières premières mais ne pourront s'enclencher réellement que par une réglementation forte et accompagnée d'un véritable programme sociétal car il s'agit d'évoluer vers une économie de fonctionnalité et de sobriété.

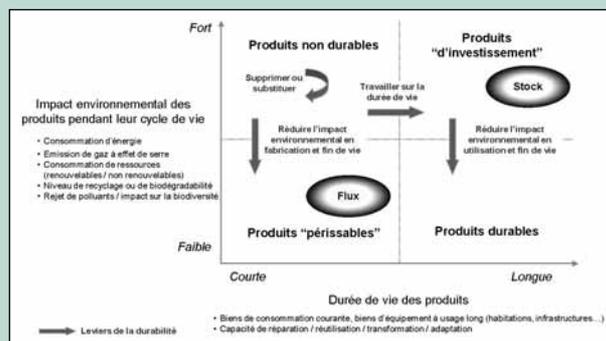


Figure 2. Les enjeux de la production et de la consommation durables.

Conclure et agir

En conclusion, le stock de métaux que nous exploitons est un stock fini et il y a de nombreux indices du passage prochain d'un pic de production, analogue au « *Peak Oil* » sur plusieurs métaux devenus stratégiques. Le développement technologique à tout-va, qui se traduit par un accroissement de la consommation de métaux, souvent des métaux rares, n'est donc clairement pas la solution à cette future pénurie.

Le recyclage permet de faire des progrès substantiels mais ne peut réduire les pertes dues aux alliages et en particulier ceux des petits métaux. L'exploitation actuelle des ressources minières par les pays les plus avancés ne

pourra s'universaliser ou se mondialiser avec la même ampleur.

Les pistes d'économie de matières premières, qui sont en forte opposition avec notre vision actuelle de croissance, sont l'allongement des durées de vie des équipements, la réparation, la réutilisation, la remise en cause des besoins... Face à ces enjeux, les acteurs politiques et économiques doivent prendre conscience de la nécessité d'une gestion durable des métaux. Il leur faudra communiquer sur cette problématique et préparer la société à une évolution vers une économie de ressources à moyen terme différente de notre économie de consommation et de profit court terme.