



Le 27 janvier 2022

## La quadrature de l'économie circulaire des matériaux

Eric PIRARD,  
Ingénieur géologue, professeur à l'Université de Liège,  
fondateur d'Ingénieurs sans frontières

Tout est cycle dans la nature. Le Grec Anaxagore est à l'origine de l'expression : « *Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme...* » (C'est Antoine-Laurent de Lavoisier qui l'a ainsi formulé. Pour Anaxagore, « *Rien ne naît ni ne périt, mais des choses déjà existantes se combinent, puis se séparent de nouveau.* »).

### **Mais d'où proviennent les atomes de fer dans notre sang ?**

Il faut remonter bien loin dans le temps et revenir jusqu'à nous.

Le fer est issu de l'explosion d'une supernova voici 13 milliards d'années. La Terre est née de l'agrégation d'éléments. Elle contient du fer en son centre mais aussi, en solution, dans l'eau des océans. Quand les premiers continents émergent, le fer des océans s'agglomère. Dans nos régions, chaudes il y a 4 milliards d'années, le fer s'est agrégé à du sable ce qui a permis, bien plus tard, la naissance de la sidérurgie. Après le cuivre et le bronze, les premiers hommes ont découvert le fer sous forme de météorites, très rares donc : ce « fer du ciel » a, par exemple, permis de façonner la précieuse dague de Tout Ankh Amon. Beaucoup plus tard, pour arriver à produire du fer métallique de manière industrielle, du carbone a été nécessaire pour faire fonctionner les hauts-fourneaux. C'est le charbon qui a rendu possible la production de fonte puis d'acier, plus raffiné. Le charbon de bois nécessitait une large déforestation et le charbon de terre puis le coke, découvert par les Anglais, ont pris le relais.

C'est John Cockerill qui a lancé la métallurgie chez nous, il a rassemblé ce dont nous disposions : du fer, du charbon et du savoir-faire ce qui a facilité le développement du chemin de fer ! (Il faudra toujours du charbon pour produire du fer et actuellement, cela se passe en Chine.) Depuis 1939, nous produisons de plus en plus de fer sur le globe. En Belgique, nous en consommons 450 kg/an/personne. En Chine, c'est 3 fois moins et en Afrique, 10 fois moins ... Cela va augmenter de manière exponentielle !

### **Des métaux et des hommes**

Au XVII<sup>e</sup> siècle, et jusqu'en 1750, les hommes travaillaient le bois, les pierres et 7 métaux seulement :

1. L'or (le soleil, dimanche)
  2. Le mercure (Mercure, mercredi)
  3. Le cuivre (Vénus, vendredi)
  4. L'argent (la lune, lundi)
  5. Le fer (Mars : armes et planète rouge, mardi)
  6. L'étain (Jupiter, jeudi)
  7. Le plomb (Saturne, samedi) :
- 7 métaux, 7 planètes et 7 jours !

Ensuite, c'est l'arrivée du platine et aujourd'hui, le tableau de Mendeleïev présente 91 métaux ! A l'époque des 7 métaux, l'énergie était 100 % renouvelable et nécessitait l'équivalent du travail de 3-4 hommes.

A l'heure actuelle, l'énergie n'est plus renouvelable qu'à 20 % et demande 400 tonnes par jour ! Les nouveaux métaux (comme le rhénium pour les jets, le gallium pour l'éclairage, le germanium pour les fibres optiques...) interviennent souvent dans des alliages difficiles à recycler car impossibles à séparer : ils sont dans une gangue complexe et récalcitrante à tout fractionnement. Dans l'électronique, les alliages sont partout. Or, nous croulons sous les déchets car nous utilisons des biens à usage unique destinés aux poubelles et... aux décharges !

### **Vers une croissance verte ?**

Le Green Deal (ou le Pacte Vert pour l'Europe : ensemble d'initiatives politiques proposées par la Commission européenne dans le but primordial de rendre l'Europe climatiquement neutre en 2050) a une face cachée !

- La croissance du PIB génère plus de richesses. Nous utiliserions moins de matières premières (de chez nous) mais nous importons des produits finis qui ne présentent pas de rapport sur les métaux contenus.
- Eoliennes et panneaux solaires sont très gourmands en métaux (production exponentielle avec des métaux inconnus avant 1940). Ils sont souvent fabriqués en Chine !
- Nous disposons de beaucoup de ressources dans le sous-sol et aussi au fond des océans mais qu'en faisons-nous ? Il faudrait repenser le cycle de la matière : alimenter la boucle pour la conception, la production, la distribution, la consommation, la collecte et le recyclage des produits qui génèrent toujours une part de déchets...

Envisager cette approche holistique fait apparaître au moins 4 défis majeurs :

1. *Défi n°1 : Alimenter la boucle* (Ex : trouver du nickel pour les casseroles) : Il faut ouvrir des mines qui polluent mais où ? Pas en Europe (personne n'en veut dans son voisinage : NIMBY = Not in my back yard = Pas près de chez moi.) Alors, en Chine, en Afrique, en Nouvelle Calédonie ou, dans une moindre mesure, en Europe du Nord ? Dans l'océan, peut-être ? Un aspirateur à nodules de métal a été créé pour atteindre 4500 m de fond dans une zone perdue du Pacifique... mais quel en est l'impact environnemental et social ?
2. *Défi n°2 : La conception du produit* :
  - repenser le cycle de la matière
  - simplifier le désassemblage
  - limiter l'utilisation des colles
  - anticiper le recyclage
  - éviter les matériaux composites non indispensables (ex : tubes en cuivre ou en plastiques composites plus économiques).
3. *Défi n°3 : Ralentir le cycle d'utilisation* :
  - bannir l'usage unique
  - encourager le durable
  - garder ses objets plus longtemps en les réparant au besoin (repair cafés).
4. *Défi n°4 : Fermer le cycle et donc recycler* (jamais plus de 95 % cependant) :
  - Comment récupérer la matière ? Les innovations en Wallonie sont à la hauteur du défi.
  - C'est très difficile en Afrique car les produits sont éparpillés très loin parfois.
  - Chez nous, tout est plus proche mais le challenge est de récupérer les métaux dans 40 ou 50 catégories différentes. Pour les séparer, il faut les fondre ou les dissoudre, ce qui demande de l'énergie ! Il faut des compétences (coûteuses) aussi et qui voudra acheter le résultat obtenu ? Les Chinois ? Et quid du transport ? La solution consisterait à recycler ici et maintenant, à recommencer à

produire chez nous et à trier par la robotique notamment. Appel à l'intelligence et aux ingénieurs trop peu nombreux.

**En conclusion**, regardons l'histoire éclairante de l'éclairage, d'abord et pendant 100 ans, ce furent les filaments à incandescence, puis apparurent les lampes halogènes, fluo compact et enfin les LED (Light-Emitting Diodes = diodes électroluminescentes capables d'émettre de la lumière quand elles sont parcourues par un courant). Il y a donc 10 fois plus de lumen mais aussi de matières premières quasi impossibles à recycler complètement.

Ce qui est critique, ce n'est pas tant la matière première que l'utilisation que nous en faisons...

NB : Les sites industriels fermés en Belgique devraient servir aux entreprises de recyclage et non à du logement ! (Problème de surpopulation à gérer également.)

\* \* \* \* \*

### Questions - Réponses

- *Que penser des véhicules électriques ?* Les Chinois vont inonder le marché de voitures électriques car ils fabriquent les batteries. Ils vont chercher les matières premières en Afrique parce qu'ils n'en ont guère plus que nous et ils ont un plan d'industrialisation. En Europe, tout reste à faire mais la population s'y oppose sauf en Finlande et en Suède.
- *Quelle alternative alors ?* La voiture électrique est idéale et très durable (sans électronique) mais pas sa batterie ! Les voitures autonomes, par contre, demandent beaucoup trop d'électronique et induisent trop de gaspillage. Pourra-t-on prévoir des postes d'échange de batteries dans l'avenir ?
- *L'obsolescence des produits est-elle programmée ?* Pas vraiment, non, mais le moins cher n'est pas fiable. Pour réduire les coûts, le métal est remplacé par du plastique qui ne dure pas... Il faudrait des plans d'assemblage avec la possibilité de dévisser les pièces facilement dans les repair cafés par exemple. Nous pourrions exiger des garanties 10 fois plus longues aussi.
- *Que dire aux jeunes qui s'angoissent face à l'avenir ?* Les médias dressent des tableaux beaucoup moins optimistes que dans notre jeunesse. Les perspectives sont présentées comme moins roses mais ce n'est pas justifié. Les défis sont nombreux et il faudrait davantage d'ingénieurs. La grande pollution date des années 50-60-70... souvenons-nous !