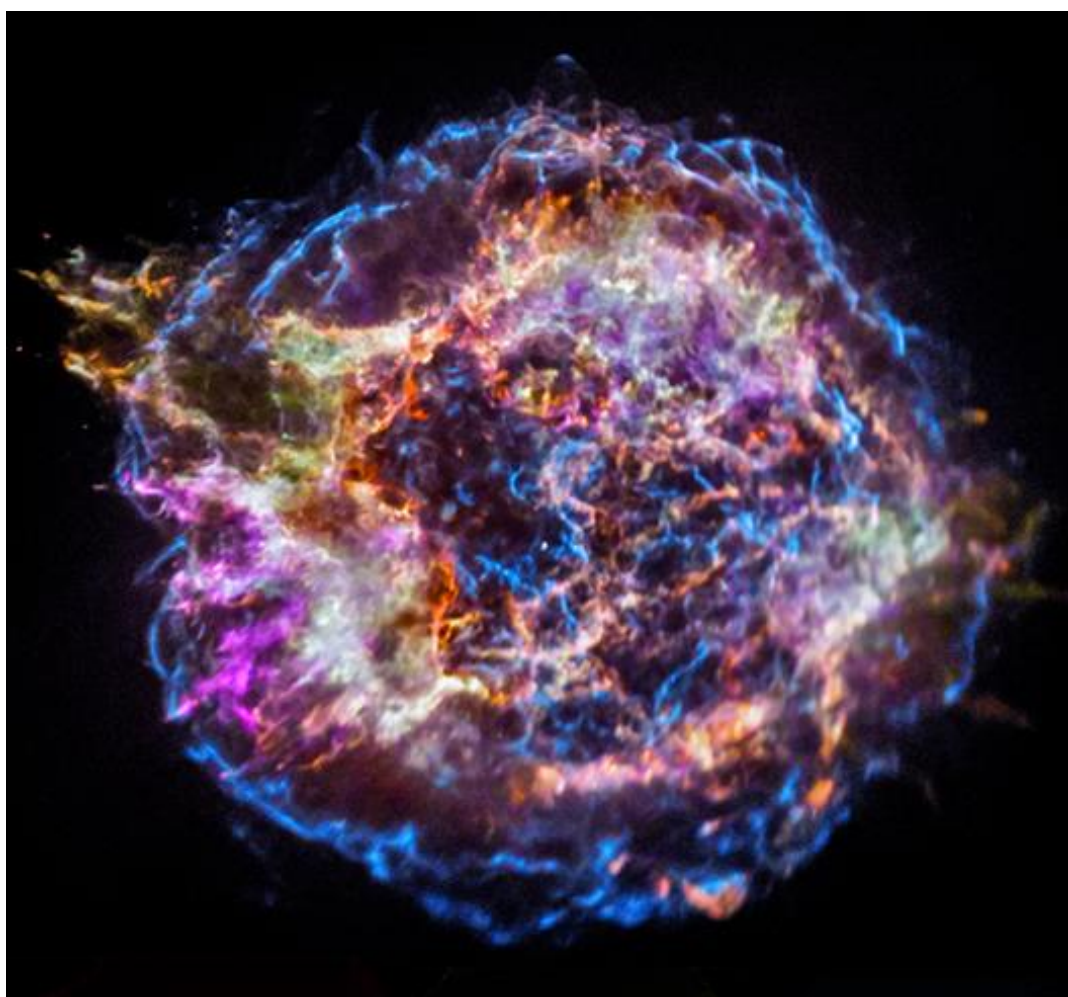


Centre de Géologie

# TERRAE GENESIS

---

**Penser le cycle de vie des métaux**



*Restes de l'explosion de la supernova Cassiopée  
(téléscope à Rayons X Chandra)*



terra genesis.org

Centre de Géologie TERRAE GENESIS  
28 rue de la Gare - Peccavillers  
88120 Le Syndicat  
03 29 26 58 10 - lemusee@terra genesis.org

**TerraCom n° 66**



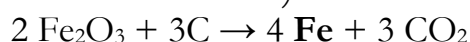
Décembre 2024

« **Penser le cycle de vie des métaux : la quadrature de l'économie circulaire** ». Éric Pirard est professeur à l'Ecole Polytechnique de l'Université de Liège. Voici quelques éléments de réflexion qu'il nous a présentés à l'occasion de son passage à Terrae Genesis.

Pour les métaux comme les autres éléments « ... rien ne naît ni ne périt, mais des choses déjà existantes se combinent, puis se séparent à nouveau » disait Anaxagore (500 – 428 AEC). Au sein des étoiles et des nébuleuses se fabriquent les éléments par les processus de la nucléosynthèse stellaire, du lithium au fer, puis jusqu'à l'uranium grâce aux supernovas. Ainsi, l'Homme ne sera qu'un perturbateur dans les cycles des métaux, même pour la dague retrouvée dans le tombeau de Toutankhamon (1330 AEC), forgée dans une météorite de type sidérite, donc avec du fer et du nickel, soit un acier inoxydable.



A partir de 3,5 et jusqu'à 2,2 milliards d'années les organismes vivants photosynthétiques produisent du dioxygène qui vient oxyder massivement le fer de la surface terrestre. Il en résulte les célèbres « *Banded Iron Formation* » ou « fers rubanés » encore utilisés aujourd'hui comme minerai en Mauritanie, Ukraine, Australie ou au Canada. Mais en BIF ou en « minette » de Lorraine, ce fer maintenant oxydé (hématite, magnétite, ...) demande à être réduit en utilisant du charbon de bois (d'où la déforestation massive de l'ère préindustrielle) puis du charbon de terre (pour la métallurgie de l'ère industrielle).



Si nous produisons aujourd'hui 1,9 milliard de tonnes d'acier brut dans le monde, cela représente aussi 6 % des émissions de dioxyde de carbone, ce gaz à effet de serre que nous connaissons trop bien. En Europe cela représente une consommation de 450 kilogrammes d'acier par personne et par an, 150 pour la Chine, 50 pour l'Afrique. Le recyclage est indispensable et utile, mais il n'est pas magique. Dans l'exemple du nickel, son temps de vie est d'environ 40 ans. Or, dans les années 1980 nous produisions moins de 1 million de tonnes par an ; aujourd'hui avec un recyclage idéalisé nous ne pouvons satisfaire que 30 % de nos besoins, le reste doit encore être extrait. Sans compter les objets du quotidien qui, à force de nouvelles technologies, assemblent de plus en plus de métaux dans d'infimes quantités. Un smartphone contient entre 1 et 2 EUR seulement de silicium, étain, argent, molybdène, or, tungstène, cuivre, nickel, plomb, mais il est impossible de les séparer les uns des autres pour un coût inférieur à 2 EUR ! Il y a 100 grammes d'or par tonne de téléphones portables, ce qui représente le recyclage d'un milliard de téléphone par

an pour être équivalent à une mine d'or moyenne. Les déchets s'accumulent, c'est la totalité du cycle de la matière qu'il faut repenser.

Défi numéro 1. **Utiliser le mieux possible les matériaux issus de la planète.** Doit-on aller exploiter les nodules polymétalliques des grands fonds océaniques, les latérites nickélifères résiduelles des zones tropicales, ou les sulfures massifs des komatiïtes (ci-dessous une projection de Lake Lefroy en Australie) ?



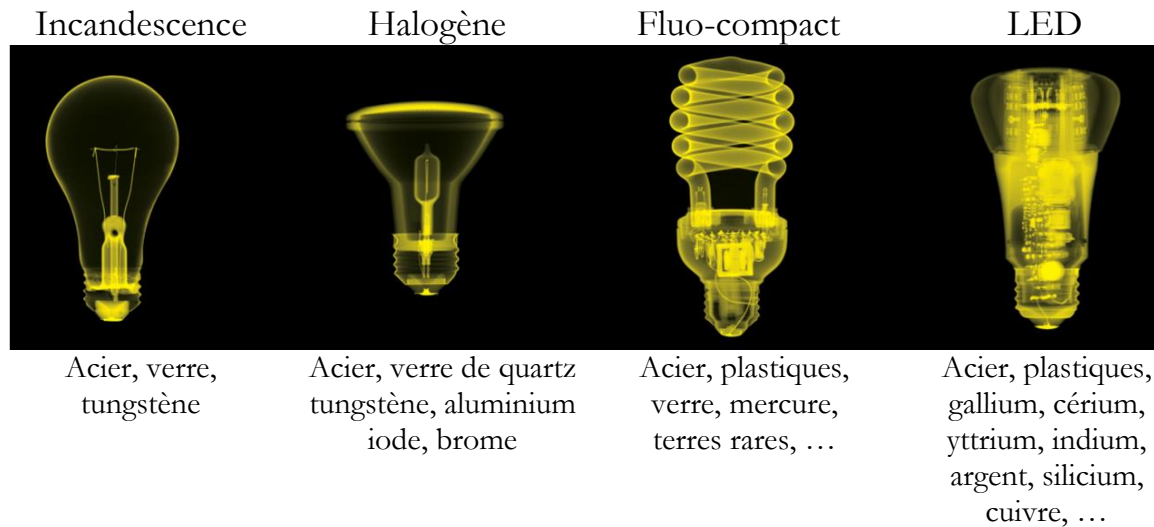
Défi numéro 2. **(Re)penser l'ingénierie des objets.** Que dire de la possibilité de recyclage d'une cafetière Bialetti Moka et d'un percolateur à commande digitale (voire vocale) ? Il faut simplifier le désassemblage, limiter l'utilisation de colles, anticiper le recyclage, éviter les matériaux composites non indispensables.



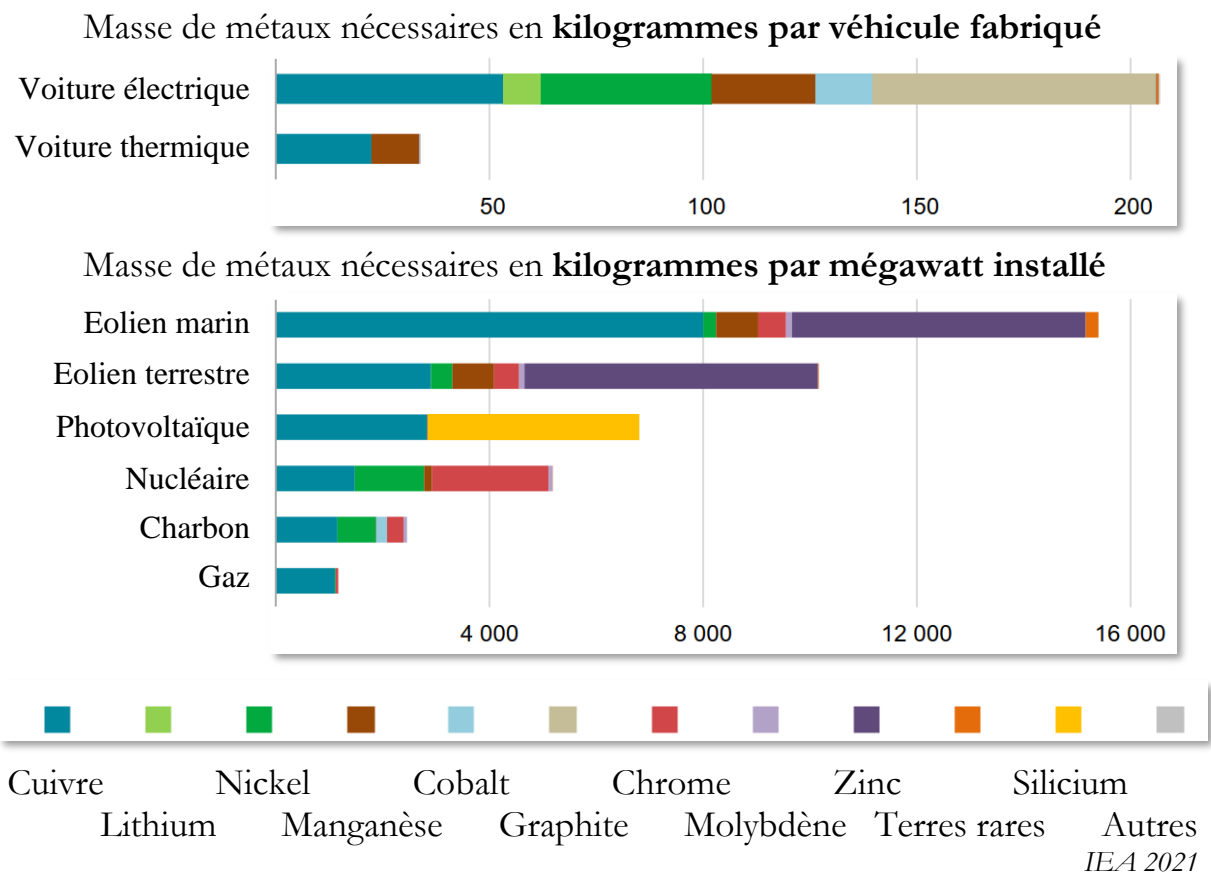
Défi numéro 3. **Ralentir le cycle des objets.** Prévoir la réparabilité (pièces de rechange, manuels de réparation), maîtriser notre fringale technologique (éduquer le consommateur ?), bannir l'usage unique et favoriser la réutilisation, étendre la durée de vie des produits, encourager les garanties longue durée.

Défi numéro 4. **Recycler davantage.** Réaliser un démantèlement le plus complet possible des produits en fin de vie et trier systématiquement (d'où l'utilité

de robots de tri « intelligents »). Les difficultés : la complexité de la collecte des produits dispersés et la faible valeur résiduelle des matériaux.



Tous, du géologue à l'ingénieur minier, au métallurgiste, mais aussi aux industriels, politiques et consommateurs, doivent construire une nouvelle vision du devenir des métaux. Une croissance est-elle envisageable avec moins de métaux ? Alors que les nouvelles technologies utilisent de plus en plus de métaux nécessitant conjointement des quantités d'énergie encore plus gigantesques. Ce qui est critique ce n'est pas tant la matière première que l'utilisation que nous en faisons, alors arriverons-nous à résoudre cette quadrature du cercle ?



Cyrille Delangle, ALS, SGF.