



Métaux rares : Une bombe à retardement...

15 Janvier 2021



claudio@lemarson.com

Sommaire

Métaux rares, une bombe à retardement

- ❖ Ce que sont les métaux rares
- ❖ A quoi servent-ils dans la fabrication des smartphones et autres équipements
- ❖ Où se trouvent les gisements de production
- ❖ Comment la Chine est-elle parvenue à s'imposer : l'organisation du monopole et la démission des premiers producteurs
- ❖ Vers la prise en otage des pays occidentaux : souvenirs de la crise pétrolière de 1973
- ❖ La complicité « forcée » de l'Afrique
- ❖ Les terribles problèmes de production et les effets sur la santé
- ❖ Echec du recyclage
- ❖ La chine et son double discours
- ❖ Une situation impossible à corriger



Guillaume Pitron : "La guerre des métaux rares", éditions « Les liens qui libèrent » en 2018

Le choc des métaux rares est inéluctable

- ❖ Deux affirmations fausses :
 - ❖ La migration vers les énergies propres se fera sans incidences négatives sur l'environnement
 - ❖ plus jamais, nous ne dépendrons d'un pouvoir économique ou politique d'un unique pays.
- ❖ La Chine ne partagera pas ses sources d'approvisionnements et il faudra se soumettre à ses conditions.
- ❖ Les métaux rares ne concernent pas que l'électronique et l'informatique, mais aussi la transition énergétique vers le tout électrique, dont ils constituent les ingrédients de base
- ❖ La mauvaise gestion des métaux rares à une double conséquence :
 - ❖ Augmentation des prix
 - ❖ Conséquences dramatiques sur la santé
- ❖ Définition des métaux rares
 - ❖ Son appellation peut être liée à la rareté, aux difficultés de production (un métal rare peut être abondant mais difficile à extraire), à son coût, à la localisation géographique des gisements, qui se trouvent dans des zones peu accessibles



Métaux rares, une bombe à retardement

3 / 17

Ce que sont les métaux rares

1 H	Alcalino-terreux																2 He
3 Li	4 Be	Non-métaux										7 N	8 O	9 F	10 Ne		
11 Na	12 Mg	Métaux de transition										13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
Lanthanides (terres rares)		58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu		
90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr				

- ❖ Parmi les 118 éléments que l'on trouve dans la nature, une trentaine sont essentiels à la fabrication des équipements numériques et à la transition écologique. Ils représentent une faible production, de l'ordre de 130 000 tonnes dans le monde, soit 15 000 fois moins que les 2 milliards de tonnes du fer.
- ❖ Ils sont aussi beaucoup plus chers, 1 kg de Gallium coûte 150 \$, soit 9 000 fois plus qu'un kg de fer.

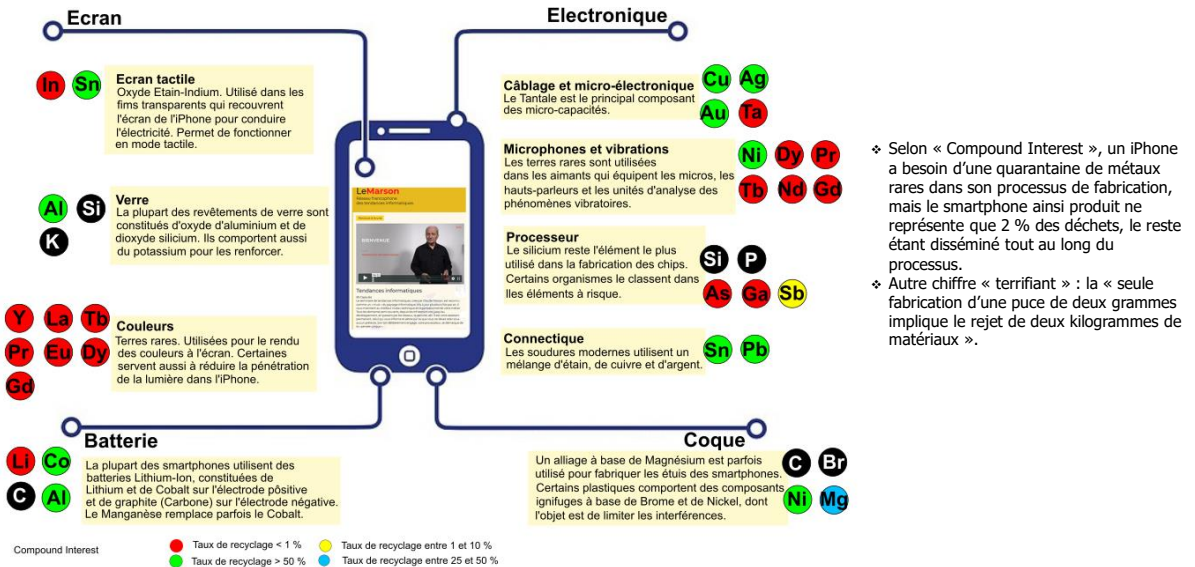
La Commission Européenne a dressé une liste de 27 métaux rares, qui tous ne présentent pas le même intérêt stratégique, mais dont l'absence pourrait être préjudiciable :

- ❖ Antimoine, Indium, Béryllium, Magnésium, Cobalt, Niobium, Fluor, Germanium, Tantale, Graphite, Tungstène, Gallium
- ❖ Les Platinoides : Ruthénium, Rhodium, Palladium, Osmium, Iridium, Platine, Rhénium
- ❖ Les terres rares : Scandium, Yttrium et les quatorze lanthanides stables : Lanthane, Cerium, Praseodyme, Neodyme, Samarium, Europium, Gadolinium, Terbium, Dysprosium, Holmium, Erbium, Thulium, Ytterbium, et Lutetium
- ❖ Les métaux lourds sont des éléments qui ont un poids élevé : Mercure, Chrome, Cadmium...

Métaux rares, une bombe à retardement

4 / 17

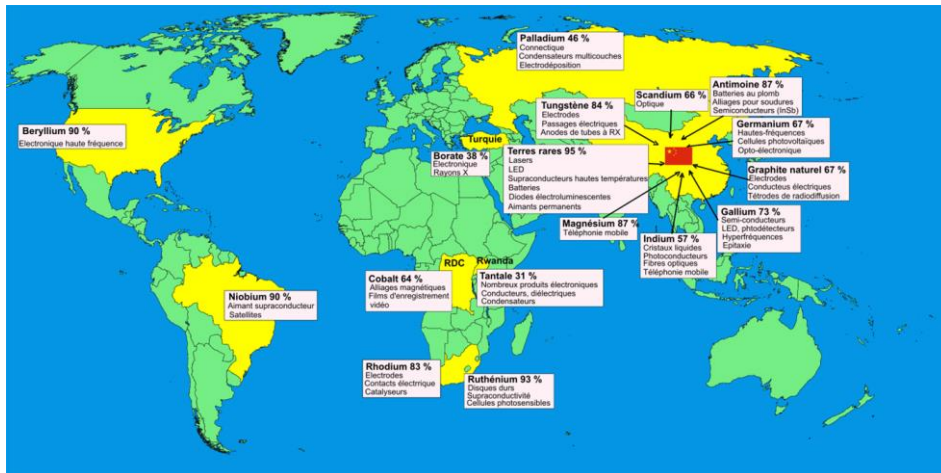
A quoi servent les métaux rares



Métaux rares, une bombe à retardement

5 / 17

Où se trouvent les gisements de

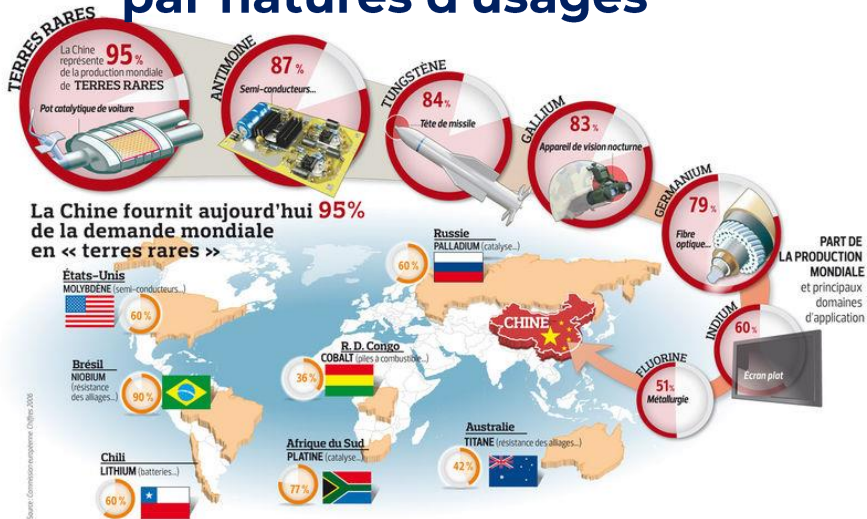


- ❖ Dans le futur, certains de ces métaux et terres rares seront difficiles à trouver
- ❖ La demande va continuer à augmenter : doublée pour le Germanium en 2035, quadruplée pour le Tantale, multipliée par neuf pour le Scandium et multipliée par vingt-quatre pour le Cobalt.

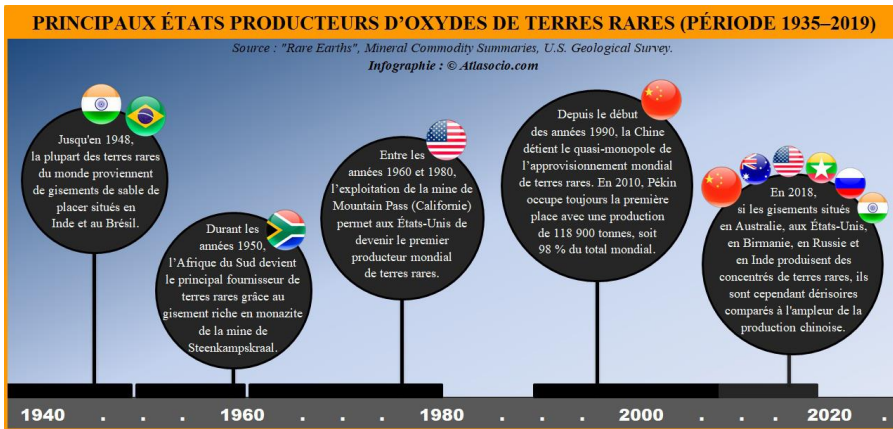
Métaux rares, une bombe à retardement

6 / 17

La production de terres rares par natures d'usages



La chronologie



Comment la Chine est parvenue à s'imposer

- ❖ Toutes les mines ne sont pas en Chine, bien qu'il y en ait 11 000
- ❖ Il en existe en Argentine, en Russie, en Europe, aux Etats-Unis, en France... mais ces mines sont peu ou mal exploitées, pour des questions de protection environnementale.
- ❖ Dans les années 80, les chinois avaient de nombreuses mines de métaux rares, mais ne maîtrisaient pas les processus de fabrication
- ❖ Tout a changé avec l'émergence des besoins numériques et ceux de la transition écologique
- ❖ La Chine se rend compte, sous l'impulsion de Deng Xiaoping, qu'une fantastique opportunité s'ouvrait à elle.
- ❖ A partir de là, les chinois ont multiplié les ouvertures de mines et les acquisition d'entreprises.
- ❖ Vis-à-vis de l'Afrique, la Chine a joué un rôle du "grand frère".
- ❖ Pour s'imposer la Chine a pratiqué le "dumping" à grande échelle.
- ❖ Elle a réussi : elle est devenue le premier pourvoyeur de la planète... et une poubelle écologique.



Si Deng Xiaoping n'avait pas bénéficié d'une formation de sidérurgiste en Europe, le visage de la planète numérique aurait été différent

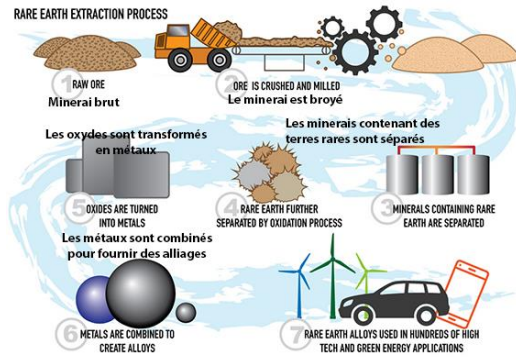
Les terribles problèmes de production

- ❖ En général, les métaux rares n'apparaissent pas librement et séparément dans la nature
- ❖ Ils sont associés à d'autres métaux, qui constituent une sorte de gangue et dont il faut les séparer.
 - ❖ Exemples du Gallium, un sous-produit de l'Aluminium ou de l'Indium et du Germanium, associés au Cuivre.
- ❖ Il faut les séparer par des processus industriels
- ❖ Le processus de purification d'une tonne de terres rares requiert au moins 200 m³ d'eau, qui se chargent d'acides et de métaux lourds, nécessaires au cycle de séparation.
- ❖ Les eaux doivent normalement transiter par des stations de raffinage avant d'être déversées dans les fleuves, les sols et les nappes phréatiques.
- ❖ Conséquences :
 - ❖ Destruction de la végétation naturelle et des terres agricoles
 - ❖ Dégradation des sols : 1 T d'oxyde de terre rare produit de 1 300 à 1 600 m³ de déchets d'excavation
 - ❖ Dégradation de la qualité de l'eau : l'extraction nécessite de grandes quantités de produits dangereux : pour 1 T d'oxydes de terres rares, il faut entre 6 et 7 T de sulfate d'ammonium et entre 1,2 et 1,5 T d'acide oxalique, ce qui provoque une grave pollution des eaux environnantes
 - ❖ Déchets radioactifs : ex du site de Bukit Merah en Malaisie entre 1982 et 1992 a provoqué de nombreux cas de leucémies et de naissances avec malformations



Les étapes de fabrication des terres rares

- ❖ Phase 1 : extraction (le plus souvent à ciel ouvert)
- ❖ Phase 2 : broyage du minerai en une fine poudre
- ❖ Phase 3 : séparation des métaux rares du reste du minerai. La méthode la plus courante est la flottation qui utilise beaucoup d'eau et de produits chimiques ainsi qu'une importante quantité d'énergie
- ❖ La concentration en terres rares à la fin de la seconde étape est faible (entre 1 et 10%)
- ❖ Elle est fortement améliorée à l'issue de la 3ème phase (entre 30 et 70 %) en laissant d'énormes quantités de résidus : une mixture composée d'eau, de produits chimiques et de minéraux terreux.
- ❖ Les déchets sont généralement abandonnés dans des réservoirs naturels ou artificiels entourés de digues
- ❖ Les déchets contiennent souvent des substances radioactives (Uranium, Thorium et autres déchets), des fluorures, des sulfures, des acides et d'autres métaux lourds.



L'échec du recyclage

- ❖ Ce sont les japonais qui les premiers se sont intéressés au recyclage des métaux. Ils récupèrent chaque année 650 000 tonnes de petite électronique, qui après recyclage retournent dans les circuits de production.
- ❖ Pour les métaux rares l'opération est plus délicate et dépend des éléments à traiter. Pour certains métaux, le pourcentage de récupération peut être élevé, comme pour le Cobalt (jusqu'à 50 %), mais pour d'autres, il peut être très faible, inférieur à 1 % pour l'Indium, le Gadolinium, le Lantane, le Lithium ou le Terbium.
- ❖ Conséquence : la grande majorité des métaux présents dans les décharges électroniques ne sont pas récupérés.
- ❖ Explication : difficulté pour séparer des métaux rares des autres éléments, car ils apparaissent souvent sous forme d'alliages dans les produits finis, ceux que l'on retrouve ensuite sous forme de déchets.
- ❖ Normalement, depuis la convention de Bâle de 1989, les pays producteurs d'équipements dans lesquels sont intégrés des métaux rares, se doivent de traiter les déchets dans les pays où ils sont générés.
- ❖ Après les mines, c'est un pan entier de l'industrie des métaux rares qui est tombé dans le périmètre des chinois, ceux-ci ayant, entre temps, effectué des progrès significatifs, bien qu'encore insuffisants, dans le processus de recyclage.



Les problèmes de santé



- ❖ Les processus d'extraction et de raffinage rejettent des métaux lourds, de l'acide sulfurique et des produits radioactifs tels que l'uranium.
- ❖ Dans les villages proches de la mine de Baotou, en Mongolie intérieure, la radioactivité serait 32 fois supérieure à la normale – contre 14 fois à Tchernobyl.

Déjà des hausses significatives

- ❖ Etude BMO : un groupe de 17 métaux, dont la Chine représente près de 62 % de la production mondiale a vu son cours flamber sur les marchés mondiaux. L'envolée concerne surtout les terres rares utilisées dans la production d'aimants, celles que l'on retrouve dans les micromoteurs, dans les éoliennes et même dans certains appareils électroménagers. Parmi elles, le *néodyme* avec une augmentation de 27% mais aussi le *terbium* (+17%), le *dysprosium* (+17%) ou encore le *gadolinium* (+9%).
- ❖ Entrée en vigueur d'une nouvelle loi en Chine, pour contrôler les exportations stratégiques, dont les terres rares. En particulier vers des partenaires clés comme les Etats-Unis...
- ❖ Après s'être rendue maître des mines, du recyclage lorsqu'il se justifiait et du process de fabrication, il ne reste plus à la Chine que d'investir les phases aval d'usage des métaux rares, pour dominer totalement le domaine.
- ❖ Elle l'a fait en deux étapes :
 - ❖ En améliorant les processus tels que mis en œuvre chez les chimistes concurrents et en créant des « ventures » avec les plus pertinents, mais surtout en transformant totalement la filière, grâce à plus d'un million de brevets déposés dans le monde.
- ❖ Résultat, la Chine est aujourd'hui le premier fabricant mondial d'équipements photovoltaïques, la première puissance hydroélectrique, le premier investisseur dans l'éolien et le premier marché pour les véhicules électriques : mission accomplie.



Il ne reste plus qu'à organiser l'embargo

- ❖ La tentation est forte pour les chinois de prendre leur revanche et d'organiser la pénurie de ces matières rares.
- ❖ C'est ce qu'ils ont fait en réduisant fortement leur production, passée de 65 000 tonnes sous l'ère Deng Xiaoping à 30 000 tonnes en 2010, puis en décrétant ouvertement l'embargo.
- ❖ Les puissances occidentales se sont plaint à l'OMC (Organisation Mondiale du Commerce)
- ❖ Les chinois ont adouci leur attitude, uniquement parce qu'elle les pénalisait
- ❖ Leur d'espoir : Heureusement la "Round Top Mountain" au Texas, produit désormais 16 des 17 terres rares les plus importantes, dont 13 des 35 minéraux critiques.

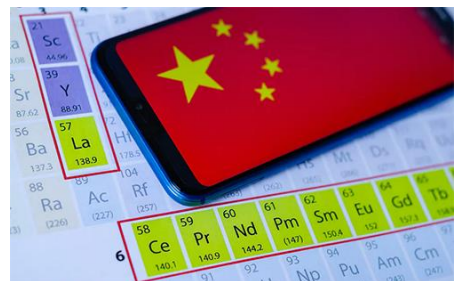


Métaux rares, une bombe à retardement

15 / 17

Revenir en arrière ?

- ❖ Difficile, les enjeux financiers sont considérables.
- ❖ Les grands intégrateurs n'ont plus la capacité de trouver rapidement des solutions de remplacement.
- ❖ Le déséquilibre mondial favorise la complicité de certains pays avec la Chine.
- ❖ Les usagers ne sont pas prêts à renoncer aux facilités de leurs smartphones et équipements numériques.
- ❖ La prise de conscience des pays devant la pollution numérique est très inégale, elle reste théorique.
- ❖ Le mouvement écologique n'a pas fait le bilan entre la pollution provoquée par la fabrication des équipements "verts" : éoliennes... et les gains concrets obtenus.
- ❖ Les métaux lourds et terres rares jouent un rôle majeur, le TI est très minoritaire quant à leur usage : santé, usines...



Un smartphone génère 2 % d'effets polluants pendant son utilisation, mais 98 % pendant sa fabrication : il ne faut se tromper de combat

La Chine s'est engagée à réduire de 60 % sa contribution au réchauffement de la planète et multiplie les initiatives dans ce sens, mais dans le même temps devient incontournable pour l'élaboration des terres rares et métaux lourds...

16 / 17

Métaux rares : Une bombe à retardement...

15 Janvier 2021

Nos prochains rendez-vous

- Vendredi 5 février 2021 : **Python, LE langage de la décennie**
- Vendredi 12 février 2021 : **Devenir hackers nous-mêmes**
- Vendredi 19 février 2021 : **La bataille des fibres sous-marines**
- Vendredi 5 mars 2021 : **Faut-il sauver le soldat DSI ?**
- Vendredi 12 mars 2021 : **L'extraordinaire retour de la gestion de fichiers**
- Vendredi 16 avril 2021 : **Les hologrammes dans la communication**
- Vendredi 7 mai 2021 : **La 5^{ème} génération des bases de données**
- Vendredi 4 juin 2021 : **Le "low code", comment peut-on y croire ?**
- Vendredi 18 juin 2021 : **Les vrais coûts du Cloud**
- Vendredi 25 juin 2021 : **L'échec de la modélisation**

Métaux rares, une bombe à retardement

17 / 17