



1- le livre : l'auteur, forme documentaire de l'ouvrage

https://fr.wikipedia.org/wiki/Guillaume_Pitron

Le XIXe, le charbon, la machine à vapeur, et la suprématie anglaise

le XXe, le pétrole, le moteur à essence, et la suprématie américaine

le XXIe, les métaux rares, la transition énergétique, les Nouvelles technologies de l'information et de la communication, et la suprématie chinoise.

Dans un contexte où la consommation mondiale de métaux croît à un rythme de 3 à 5 % /an, et où nous allons consommer davantage de minerais d'ici à 2050 que l'humanité n'en a extrait depuis son origine (70000 ans).

3 axes ; 1 seul présenté

2- les métaux rares

a/définition

définition géologique : rareté géologique

« métaux associés aux métaux abondants, mélangés à eux dans l'écorce terrestre, mais présents dans des proportions souvent infimes. » ; faible concentration, comme une pincée de sel dans une boule de pain

rois des métaux rares (pour leur propriétés électromagnétiques) : les terres rares (17)

définition conventionnelle (et scientifique) : rareté géologique ou d'ordre industriel (critiques pour la Commission Européenne) [ex Silicium]

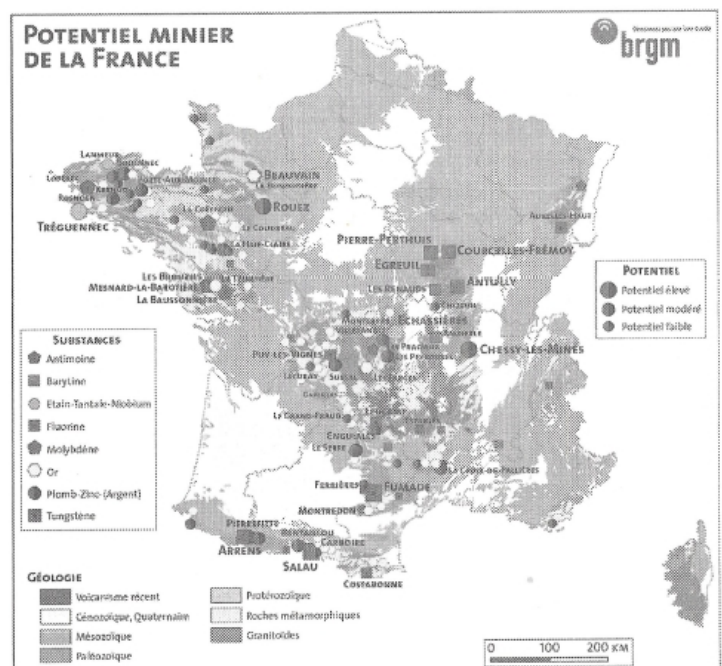
b/localisation

Le United States Geological Survey et l'unité de la Commission européenne en charge des matières premières dressent une carte des zones de production des métaux rares dans le monde. On y apprend que l'Afrique du Sud est un important producteur de platine et de rhodium, la Russie de palladium, les États-Unis de béryllium, le Brésil de niobium, la Turquie de borate, le Rwanda de tantale, la République démocratique du Congo (RDC) de cobalt... Toutefois, c'est des mines chinoises que proviennent la majorité de ces métaux rares. C'est le cas de l'antimoine, du germanium, de l'indium, du gallium, du bismuth, du tungstène, et surtout des rois des métaux verts, ceux qui, à cause de leurs stupéfiantes propriétés électromagnétiques, optiques, catalytiques et chimiques, surpassent tous les autres en performance et

3- la production

1

ANNEXE 8
POTENTIEL MINIER DE LA FRANCE



Source : BRGM.

toute petite : 160000 tonnes/an contre 2 milliards de tonnes pour le fer (46)

600 tonnes de gallium contre 15 millions de tonnes de cuivre

cher :

gallium = 150\$ le kilo, soit 9000 fois le fer ; germanium = 10 x le gallium (46)

remplacement des motrices conventionnelles
par des aimants ultra-puissants

sonne, car on ne leur avait pas trouvé d'applications industrielles. Or, à partir des années 1970, les hommes se sont mis à exploiter les propriétés magnétiques exceptionnelles de certains de ces métaux² et à les manipuler pour fabriquer des aimants ultra-puissants.

Lorsqu'une charge électrique entre dans le champ magnétique d'un aimant, cela génère une force qui crée du

1. Yuval Noah Harari, *Sapiens – Une brève histoire de l'humanité*, op. cit.
2. Parmi eux, citons le praséodyme et le néodyme.

navires

avion solaire Solar Impulse

sondes spatiales et satellites

automobiles

mais aussi

rotors d'éolienne

les panneaux photovoltaïques

et encore

embraser les lampes à basse consommation LED

piéger les gaz d'échappement dans les pots catalytiques

matériaux industriels plus légers plus robustes

etc.

et surtout

les appareils numériques

sans compter le couplage logiciel/matériel :

Linky ; capteurs...

la convergence numérique/technologie verte = déjà 10 millions d'emplois dans le monde

mouvement. Les plus petits font à peine la taille d'une tête d'épingle; le plus gros électro-aimant jamais conçu mesure 4 mètres de haut, pèse 132 tonnes et se trouve au centre du Commissariat à l'énergie atomique de Saclay, dans l'Essonne¹. Minuscules ou gigantesques, ces aimants sont désormais à une grande majorité de moteurs électriques ce qu'étaient jusqu'ici les pistons aux machines à vapeur et aux moteurs à essence. Ils ont permis de fabriquer des milliards de grandes et petites motrices qui, au quotidien, répètent inlassablement certains mouvements à notre place – qu'il s'agisse de faire rouler une bicyclette à moteur, de propulser une foison de locomotives, de faire vibrer une brosse à dents électrique ou un téléphone mobile, d'actionner la vitre électrique de votre voiture ou de catapulter un ascenseur jusqu'au dernier étage d'un gratte-ciel.

Au fond, nos sociétés sont devenues, à leur insu, totalement magnétisées, et il n'est pas exagéré d'affirmer que le monde serait fortement ralenti sans aimants contenant des métaux rares². Songez-y la prochaine fois que vous jouerez avec les aimants colorés que vous collectionnez sur votre réfrigérateur!

UNE RÉVOLUTION TECHNOLOGIQUE À L'ORIGINE D'UNE MUTATION ÉNERGÉTIQUE

Les moteurs électriques n'ont pas seulement rendu l'humanité infiniment plus prospère; ils ont surtout fait de la

1. « Un aimant géant pour lire dans notre cerveau », *Le Monde*, 17 juin 2017.

2. Ces aimants ultra-puissants sont en particulier produits avec des terres rares appelées néodyme et samarium, alliées à d'autres métaux tels que le fer, le bore et le cobalt. Les aimants contiennent généralement 30% de néodyme et 35% de samarium. Recourant à un abus de langage, la communauté scientifique les appelle plus communément « aimants de terres rares ».

UNE ACCÉLÉRATION DE LA CONSOMMATION DES MÉTAUX RARES

Cette diversification des inventions techniques a entraîné la multiplication des types de métaux exploités. Alors que l'humanité n'en a consommé que sept entre l'Antiquité et la Renaissance², elle s'est mise à en utiliser une dizaine au cours du xx^e siècle, une vingtaine dès les années 1970, et exploite dorénavant la quasi-totalité des 86 métaux du tableau périodique des éléments de Mendeleïev (annexe 1).

Surtout, leur consommation a littéralement explosé – et ce n'est qu'un début. D'un côté, la consommation des trois principales sources d'énergie utilisées dans le monde (charbon, pétrole, gaz) est amenée à se stabiliser ou à décroître – ou, au mieux, à enregistrer une hausse modérée³. De l'autre, les perspectives de croissance de la demande de métaux rares sont fabuleuses. Nous consommons d'ores et déjà plus de deux milliards de tonnes de métaux divers chaque année, soit

1. « Scénario négaWatt 2017-2050 : les 12 points clés », négaWatt, 2017.
2. L'or, le cuivre, le plomb, l'argent, l'étain, le mercure et le fer.
3. La demande de pétrole progressera à un rythme très lent jusqu'en 2035 ; celle de gaz devrait croître d'environ 2,4 % par an, tandis que celle de charbon risque même de décroître. Voir « L'énergie dans le monde en 2035 : à quoi faut-il s'attendre? », *Connaissance des Énergies*, 25 février 2015.

plus de cinq cents tours Eiffel par jour¹ (consulter le schéma synthétisant l'évolution de la production primaire mondiale des métaux, annexe 2). Or les études prédisent que, à l'horizon 2035, la demande de germanium va doubler, celle de dysprosium et de tantale quadrupler, et celle de palladium quintupler. Le marché du scandium pourrait être multiplié par neuf, et celui du cobalt par... vingt-quatre². En clair, ça va être la ruée. Le capitalisme, dont la résilience repose désormais sur l'avènement des technologies vertes et numériques, va devenir de moins en moins inféodé aux carburants des deux précédentes révolutions industrielles, et de plus en plus aux métaux de la transition qui vient.

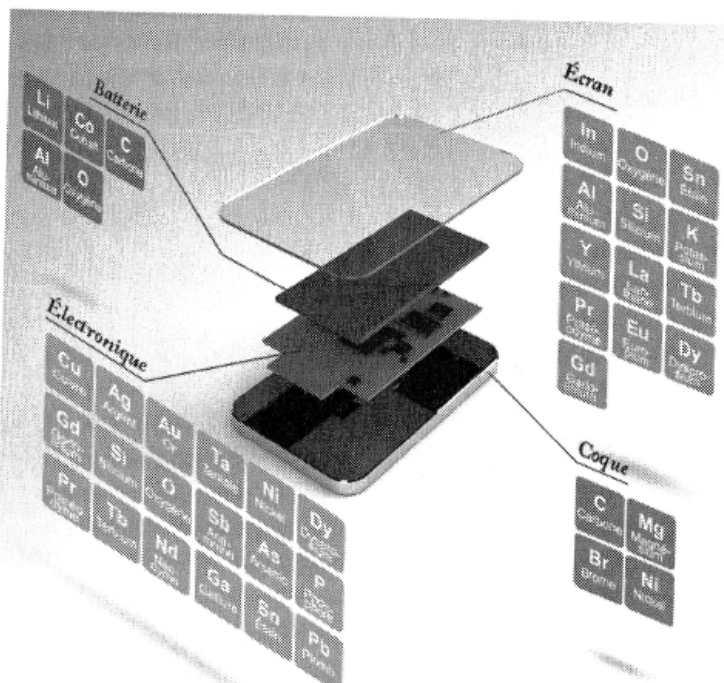
Le United States Geological Survey et l'unité de la

« le produit dont

Or le digital nécessite l'exploitation de quantités considérables de métaux : chaque année, l'industrie de l'électronique consomme 320 tonnes d'or et 7 500 tonnes d'argent, accapare 22 % de la consommation mondiale de mercure (soit 514 tonnes) et jusqu'à 2,5 % de la consommation de plomb. La fabrication des seuls ordinateurs et téléphones portables engloutit 19 % de la production globale de métaux rares tels que le palladium et 23 % du cobalt. Sans compter la quarantaine d'autres métaux en moyenne contenus dans les téléphones mobiles (consulter l'annexe 6 sur la composition en métaux rares d'un iPhone). Et encore, « le produit dont

ANNEXE 6

COMPOSITION EN MÉTAUX RARES D'UN IPHONE



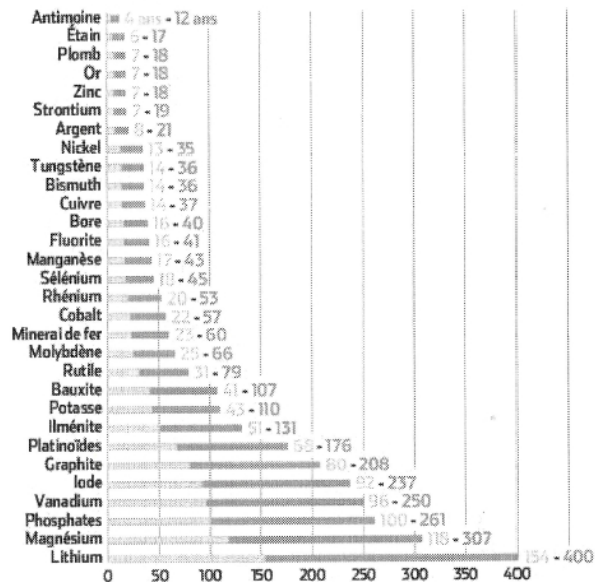
Source : Damien Hypolite pour Sciences et Avenir.

ANNEXE 14

DURÉE DE VIE DES RÉSERVES RENTABLES DES PRINCIPAUX MÉTAUX NÉCESSAIRES À LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Durée de vie des réserves rentables (en années d'exploitation)

- En cas de boom (demande accrue de 10% pendant dix ans)
- Au rythme actuel de production



Réalisation : L. Penne/L'Usine Nouvelle/2017.

3-Pollution

Il faut 8,5 tonnes de roche pour 1kg de cérium, 50 tonnes pour 1 kg de gallium, 1200 tonnes pour 1 kg de lutécium...

Extraction de tonnes de roches puis « raffinage » pour retirer le métal rare (« tout sauf raffiné ») : broyer la caillasse et employer une kyrielle de réactifs chimiques, tels que les acides sulfuriques et nitriques ; dizaines d'opérations nécessaires. La purification nécessite 200 mètres cubes d'eau pour 1 tonne de terre rare. Le tout sans stations d'épuration/raffinage.

Production de gravats en masse, pollution des eaux, des sols, ou de l'air, conditions de travail infernales ; cultures et nature polluées.

a/ *Baoutou, Mongolie Intérieure* (59 et suivantes)

100000 tonnes de terres rares extraites par an ; 75 % de la production mondiale ; sous haute surveillance réservoir artificiel de 10 km² d'effluents toxiques, dont le trop-plein déborde dans le fleuve Jaune ; à proximité le « village du cancer », jeunes hommes aux cheveux blancs et enfants sans dents (elles ne poussent pas)

b/ *mine clandestine en Chine - Jiangsi* (54 et suivantes)

marché noir ; peut-être 10000 mines dans ce cas

c/ *ailleurs* (65 et suivantes)

République démocratique du Congo 1/2 des besoins de la planète en cobalt (utile pour les batteries)

Kazakhstan, 14 % du chrome mondiale

Amérique latine : lithium (Argentine envisage 45 % de la prod mondiale d'ici 2025)

d/ *radioactivité* (96)

l'exploitation de certains matériaux (terres rares et tantale) génère de la radioactivité... du fait qu'ils sont présents dans la croûte terrestre aux côtés de minerais radioactifs (thorium ou uranium) ; certes faible radioactivité mais déchets nécessitant tout de même de les isoler plusieurs centaines d'années...

e/ *les TIC (technologies de l'information et la communication)*

p.80-81

en métaux rares d'un iPhone). Et encore, « le produit dont dispose le consommateur ne représente que 2 % de la masse totale des déchets générés tout au long du cycle de vie », expliquent les auteurs d'un ouvrage consacré à la face cachée du numérique². Un exemple suffit : « La seule fabrication d'une puce de deux grammes implique le rejet de deux kilogrammes de matériaux environ », soit un ratio de 1 à 1000 entre la matière produite et les rejets générés³.

Et l'on ne parle ici que de la production des outils digitaux... En effet, le fonctionnement des réseaux électriques va logiquement générer une activité numérique additionnelle

Tout cela a un coût environnemental. « L'ADEME a calculé le coût électrique de nos actions digitales : un mail avec une pièce jointe utilise l'électricité d'une ampoule à basse consommation (...) pendant une heure », précise le documentaire. Or, chaque heure, ce sont dix milliards d'e-mails qui sont envoyés à travers le monde, « donc 50 gigawatts/heure, l'équivalent de la production électrique de quinze centrales nucléaires pendant une heure ». Et, pour gérer les données qui transitent et faire fonctionner les systèmes de refroidissement, un seul *data center* consomme chaque jour autant d'énergie qu'une ville de 30 000 habitants²...

1. Nous abattons 2400 arbres par minute dans le monde, soit l'équivalent du tiers de la superficie du territoire français chaque année. Voir « Déforestation : 18 millions d'hectares de forêts perdus en 2014 », *Le Monde*, 3 septembre 2015.

2. Fabrice Flipo, Michelle Dobré et Marion Michot, *La Face cachée du numérique. L'impact environnemental des nouvelles technologies*, L'Échappée, 2013.

3. *Ibid.*

les TIC consomment 10 % de l'électricité mondiale et produisent 50 % de + de gaz à effet de serre que le transport aérien.

f/ la voiture électrique (73-76)

Le second trouble-fête est John Petersen, un avocat texan qui a longtemps travaillé dans le secteur des batteries électriques. Après avoir retourné les chiffres dans tous les sens, consulté de nombreuses études universitaires et conduit ses propres recherches, il est parvenu à une conclusion singulière. Remontons à 2012: des chercheurs de l'université de Californie à Los Angeles (UCLA)² entreprennent de comparer l'impact carbone d'une voiture classique roulant au pétrole et celui d'un véhicule électrique. Première découverte: la fabrication d'une voiture électrique, censée consommer moins d'énergie, requiert beaucoup plus d'énergie que l'usinage d'une voiture classique. Cela s'explique notamment par leur batterie, généralement une batterie lithium-ion, qui est lourde, très lourde... Songez que celle utilisée pour un véhicule électrique modèle S de la célèbre marque américaine Tesla pèse, à elle seule, 25 % du poids total de la voiture: 544 kilos – la moitié du poids d'une Renault

Clio¹ (consulter l'aperçu des métaux rares contenus dans une voiture électrique, annexe 5).

Or les batteries lithium-ion sont composées à 80 % de nickel, à 15 % de cobalt, à 5 % d'aluminium, mais aussi de lithium, de cuivre, de manganèse, d'acier ou encore de graphite². Nous savons déjà dans quelles conditions ces minerais sont extraits en Chine, au Kazakhstan et en RDC, à quoi il faut ajouter leur raffinage et toute la logistique nécessaire à leur transport et à leur assemblage. Conclusion des chercheurs de l'UCLA: la seule industrialisation d'une voiture électrique consomme trois à quatre fois plus d'énergie que celle d'un véhicule conventionnel.

Au niveau du cycle de vie complet, en revanche, les avantages d'un véhicule électrique sont réels. Puisqu'il ne nécessite pas de pétrole, les rejets de carbone dans l'atmosphère sont bien moindres: 32 tonnes de carbone depuis l'usine jusqu'à la décharge, contre près du double pour une voiture conventionnelle. Attention, cependant: l'étude universitaire portait sur la batterie électrique d'un véhicule de taille moyenne doté d'une autonomie de 120 kilomètres. Or le marché des véhicules électriques progresse à un rythme tel qu'aujourd'hui aucune voiture commercialisée n'a une autonomie inférieure à 300 kilomètres. Une batterie suffisamment puissante pour faire rouler une voiture durant 300 kilomètres correspond dès lors, selon John Petersen, à un doublement des émissions de carbone générées au cours de la phase d'usinage du véhicule. Et, dans le cas d'une

batterie affichant une autonomie de 500 kilomètres, il faudrait même les tripler!

Résultat: une voiture électrique peut générer, durant l'ensemble de son cycle de vie, jusqu'aux trois quarts des émissions carbone d'une voiture carburant au pétrole. Et plus les capacités des voitures électriques vont augmenter, plus l'énergie nécessaire à leur fabrication et les gaz à effet de serre générés lors du processus vont croître. Or le groupe Tesla vient d'annoncer que ses modèles S seraient dorénavant dotés de batteries dépassant 600 kilomètres d'autonomie¹. Et Elon Musk, son patron, promet pour bientôt des batteries dotées d'une autonomie de 800 kilomètres².

Conclusion de John Petersen: «Les véhicules électriques peuvent être techniquement possibles, mais leur production ne sera jamais soutenable d'un point de vue environnemental³.» De nombreuses études qui se sont attelées au même exercice aboutissent d'ailleurs à des conclusions assez proches: ainsi un rapport de l'ADEME publié en 2016 conclut-il que «sur l'ensemble de son cycle de vie, la consommation énergétique d'un VE [véhicule électrique] est globalement proche de celle d'un véhicule diesel»⁴. Quant à son impact sur

1. «Tesla lance une super-batterie pour son Model S», *Le Figaro*, 25 août 2016.

2. «Musk: Millions of Teslas, 500-mile range coming», CNBC, 6 novembre 2015. Dès lors, il a beau jeu de quitter le groupe des grands patrons qui conseillaient le président Trump après que celui-ci a annoncé le retrait des États-Unis de l'accord de Paris. En réalité, le coût du rêve écologique de M. Musk est bien plus élevé que lui et d'autres ne veulent bien l'admettre. Voir «Cost of Elon Musk's Dream Much Higher Than He and Others Imagine», *RealClearEnergy*, 8 juin 2017.

3. John Petersen, «How Large Lithium-ion Batteries Slash EV Benefits», 2016. Pour l'ensemble des articles de John Petersen, voir le site: http://seekinalpha.com/author/john-petersen/articles#regular_articles&ticker=tsla.

4. Voir le rapport de l'ADEME, «Les potentiels du véhicule électrique», avril 2016, et Troy R. Hawkins, Bhawna Singh, Guillaume Majeau-Bettez et

1. Elle coûterait aussi, selon certains experts, au moins un tiers du prix total du véhicule.

2. Voir «Extraordinary Raw Materials in a Tesla Model S», *Visual Capitalist*, 7 mars 2016.

l'environnement, l'étude poursuit qu'il est « du même ordre de grandeur pour un VE que pour un véhicule thermique ». Une voiture électrique pourrait même émettre davantage de CO₂ si l'électricité qu'elle consomme provient majoritairement de centrales à charbon, tel que cela est le cas dans des États comme la Chine, l'Australie, l'Inde, Taïwan ou encore l'Afrique du Sud. Enfin, de multiples questions restent en suspens : le remplacement de la batterie du véhicule, qui souvent s'use vite, a-t-il été pris en compte ? Connaît-on précisément les coûts écologiques de toute l'électronique et autres objets connectés dont ces véhicules sont truffés ? Et que dire de l'impact environnemental du recyclage futur de ces voitures, encore neuves pour la plupart ? Quelle énergie, enfin, faudra-t-il consommer pour construire les réseaux et centrales électriques nécessaires à ces nouveaux besoins ?¹ En définitive, comme l'admet un expert américain des métaux rares interrogé à Toronto, « il n'est dans l'intérêt d'aucun professionnel des énergies vertes de communiquer là-dessus... Tout le monde veut croire que nous améliorons les choses, pas que nous régressons, n'est-ce pas ? ».

p.98

tions. Nous réécouterons les avertissements de Carlos Tavares, le patron de PSA, prononcés lors du Mondial de l'automobile de Francfort, en septembre 2017, à propos des effets néfastes de l'électromobilité sur l'environnement : « Si on nous donne instruction de faire des véhicules électriques, il faut aussi que les administrations et les autorités assument la responsabilité scientifique. Parce que je ne voudrais pas que dans trente ans on ait découvert les uns ou les autres quelque chose qui n'est pas aussi beau que ça en a l'air sur le recyclage des batteries, l'utilisation des matières rares de la planète ou sur les émissions électromagnétiques de la batterie en situation de recharge¹. »

p.95

éolienne ou un panneau solaire. N'y a-t-il pas une ironie tragique à ce que la pollution qui n'est plus émise dans les agglomérations grâce aux voitures électriques soit simplement déplacée dans les zones minières où l'on extrait les ressources indispensables à la fabrication de ces dernières ? En ce sens, la transition énergétique et numérique est une transition pour les classes les plus aisées : elle dépollue les centres-villes, plus huppés, pour mieux lester de ses impacts réels les zones plus miséreuses et éloignées des regards. Or comment agir quand on ne sait pas qu'il y a un problème ? Notre nouveau modèle énergétique est donc terriblement pernicieux : autant les acteurs de l'économie du carbone ne pouvaient nier qu'ils polluaient, autant la nouvelle économie verte, tout en salissant, se cache derrière le discours vertueux de la responsabilité envers les générations futures.

4/ La pollution délocalisée

USA ; à 2 heures de route de Las Vegas : Mountain Pass, la plus grande mine de production de terres rares de la planète, exploitées jusque dans les années 90. A l'époque, ce sont les États-Unis qui ont le leadership mondial. Là encore : bassin de décantation en plein désert, pipe-line fuyard entre la mine et le bassin... sol, eau, tempêtes de sable pollués. Actions judiciaires, amendes... et même interdiction d'approcher les tortues du désert à moins de 30 mètres (elles et leur habitat sont protégés).

Parallèlement la Chine se lance dans l'aventure avec dumping économique et environnemental, la mine ferme en 2002

France années 80 : Rhône Poulenc était l'un des deux plus grands chimistes mondiaux des métaux rares ; son usine de La Rochelle purifiait 8 à 10000 tonnes de terres rares, 50 % du marché mondial. Mais des soupçons de radioactivité ont conduit à réduire fortement la voilure et exclure tout traitement pouvant se révéler radioactif.

⇒ Externalisation de la pollution

5- Les promesses déçues du recyclage (84 et suivantes)

Le recyclage, ça existe : 50 % de l'or, l'argent, l'aluminium ou le cuivre retraités
Économie circulaire : transformer les poubelles en mines...

Il existe un potentiel :

France 2016 : 23 kg de déchets électroniques /an /habitant

Japon : estimation : 300000 tonnes de terres rares dormirait à travers les produits usagés

USA : proposition de munir les soldats d'un manuel leur expliquant comment extraire les produits contenant des terres rares des équipements qu'ils abandonnent (comme par ex en Afghanistan)

Mais

Si cette ambition tient la route sur le papier, elle se révèle fort complexe à mettre en œuvre. En effet, les métaux rares présentent une différence majeure avec les grands métaux traditionnels tels que le fer, l'argent ou aluminium : ils n'entrent pas à l'état pur dans la composition des technologies vertes. Les industriels de la transition énergétique et numérique sont de plus en plus friands d'alliages pour concevoir leurs produits. En fusionnant plusieurs métaux, ils parviennent à créer des matériaux dits « composites », aux propriétés démultipliées par rapport aux métaux « simples ». Tout le monde sait par exemple que l'assemblage du fer et du carbone produit l'acier, sans lequel quantités de gratte-ciels ne tiendraient pas debout. De même, une partie du fuselage d'un Airbus A380 est composée de GLARE (Glass Laminate Aluminium Reinforced Epoxy), un matériau robuste à base d'aluminium et de fibres de verre qui allège l'aéronef. Quant aux aimants contenus dans les moteurs des éoliennes et des véhicules électriques, ils sont un panaché de fer, de bore et de terres rares qui permet d'optimiser leur puissance.

Bétons translucides, briques en papier, gels isolants, bois renforcés... Nous sommes dorénavant envahis de nouveaux matériaux qui transforment les propriétés de la matière. Ces alliages sont si prometteurs que les technologies vertes vont s'en trouver de plus en plus tributaires. Or comme leur nom

« pour dissocier les terres rares des autres métaux, les industriels doivent recourir à des techniques longues et coûteuses, employant force produits chimiques et énergie. » ⇒ à ce jour, pas rentable...

à l'assaut des poubelles électroniques. Ainsi, 18 des 60 métaux les plus utilisés dans l'industrie sont recyclés à plus de 50 %². Trois de plus le sont à plus de 25 %³, et trois autres au-delà de 10 %⁴. Pour les 36 métaux restants, le taux de recyclage est inférieur à 10 %⁵. Et, pour des métaux rares tels que l'indium, le germanium, le tantale, le gallium et certaines terres rares, il varie de zéro à 3 % seulement⁶ (consulter le tableau récapitulatif des taux de recyclage des métaux rares, annexe 7). Pour les industriels, atteindre un jour le seuil de 10 % de terres rares recyclées, comme l'espère le groupe électronique japonais Hitachi⁷, constituerait donc une sacrée prouesse. Cela

1. Ce n'est pas le cas seulement des cours des métaux rares, mais de tous les cours : depuis qu'un « super-cycle » caractérisé par des cours élevés a pris fin en 2014, les marchés des matières premières sont dans le creux de la vague.

2. L'aluminium, le cobalt, le chrome, le cuivre, l'or, le fer, le plomb, le manganèse, le niobium, le nickel, le palladium, le platine, le rhénium, le rhodium, l'argent, l'étain, le titane et le zinc.

3. Le magnésium, le molybdène et l'iridium.

4. Le ruthénium, le cadmium et le tungstène.

5. Pour tous ces chiffres, voir « Recycling Rates of Metals: A Status Report », United Nations Environment Programme (UNEP), 2011. Les taux de recyclage de certains métaux rares ont encore baissé depuis 2011, date de l'étude. En effet, la baisse des prix des métaux a rendu le recyclage financièrement moins intéressant. Ainsi du rhénium, dont le taux de recyclage est aujourd'hui presque nul après que le dernier recycleur a cessé ses activités début 2018. Entretien avec Vincent Donnien, co-fondateur de la Compagnie des métaux rares, 2019.

« sans compter que même le recyclage à 100 % du plomb n'a pas eu raison de son extraction minière, puisque les besoins vont toujours croissant. »

6- Sur les 2 autres axes

Équilibre géostratégique Chine Occident

Main-mise de la Chine sur des filières liées aux terres rares,

comme le photovoltaïque : d'extractrice, elle est devenue productrice des produits finis (filière intégrée)

Ou la Silicon Valley des terres rares

Équilibre militaire dans la mesure où les métaux rares entrent de plus en plus dans la fabrication de l'armement (les industriels du F-35 continuent à acheter des terres rares en Chine).

7- En guise de conclusion

La transition énergétique et les TIC : un danger et en danger.

Certes, il est toujours loisible de croire que la pénurie génère l'innovation qui fournit les solutions, mais... Les 4 pistes avancées par l'auteur (avant-propos à la version poche)

Le déni. Le problème n'existe pas. Pour un peu, nous n'aurions même pas besoin de nous soucier de l'existence de ces ressources. Cela semble être l'approche du député européen écologiste Yannick Jadot, qui dit préférer « dépendre du vent, du soleil, de l'eau » plutôt que « de Poutine et des pétromonarchies du Golfe »². C'est oublier que ces sources d'énergie ne peuvent être exploitées qu'au moyen de technologies qui

elles-mêmes contiennent des métaux rares... Le simplisme de la formule prêterait à sourire s'il n'émanait d'un responsable politique qui estime que les écologistes n'ont « jamais été aussi crédibles pour gouverner »...¹ Un tel déni nous paraît intenable tant les perspectives de production de métaux confirment, rapport après rapport, nos colossaux besoins. L'enjeu de l'accès à ces ressources pourrait même devenir incontournable à mesure que l'antagonisme entre la Chine et l'Occident se durcira, que les inquiétudes américaines sur le degré d'autonomie de leur production d'armement se renforceront et que les Occidentaux verront les millions d'« emplois verts » migrer vers l'Asie.

L'exploitation tous azimuts. Les annonces récemment faites à la faveur d'une relance minière confirment la plausibilité de ce scénario, qu'accompagneront des crises écologiques accrues. Ainsi, le président brésilien Jair Bolsonaro souhaite accélérer la production de niobium, un métal que son pays produit déjà à 90 %². En Afrique, le groupe chinois Hainan Wensheng s'est engagé à acheter la totalité de la production de zirconium et de monazite de la mine de Fungoni en Tanzanie³. En Australie, le groupe minier Lynas entend doubler sa capacité d'extraction de terres rares de la mine de Mount Weld⁴. Pourquoi ne pas aller racler le fond des océans ? L'actualité s'est en effet fait l'écho de la découverte,

par le Japon, de fabuleuses quantités de terres rares au large de l'archipel d'Ogasawara, à 2 000 kilomètres au sud-est de Tokyo¹. Quant à la lune, elle « n'appartient à personne, mais il est normal d'exploiter certaines ressources lorsqu'on les découvre et qu'on y a accès », a même déclaré Jim Bridenstine, le patron de la NASA, au salon du Bourget en juin 2019².

La science des matériaux. Un enjeu crucial est – et sera encore davantage – celui du découplage entre l'accroissement de nos richesses et notre consommation de ressources. Nous allons chercher à améliorer l'intensité matérielle et énergétique des nouvelles technologies afin de faire coïncider croissance économique et moindre impact environnemental. Pour atteindre cet objectif, Etats et entreprises injectent déjà des sommes colossales pour améliorer les procédés de recyclage³ et de substitution des métaux rares, ainsi que pour mettre au point des nouveaux matériaux qui augmenteront les propriétés de la matière. Les briques de papier, les aérogels de silice ultra-isolants et les plâtres purificateurs d'air sont autant de ressources synthétiques qui pourraient révolutionner nos façons de vivre et de consommer. Ainsi la mobilité de demain (pour ne citer qu'elle) fera la part belle à des matériaux plus légers⁴ et biosourcés⁵.

1. « The tremendous potential of deep-sea mud as a source of rare-earth elements », Scientific Reports, 10 avril 2018.

2. « Far West – la fusée vers l'or », Libération, 16 août 2019.

3. Nous vous recommandons l'édifiant documentaire « Déchets électroniques, le grand détournement » de Caroline Salvoch et Alain Pirot (France, 2019, 70 minutes).

4. « Voiture du futur : les matériaux légers », Futura Sciences, 13 octobre 2014.

5. « Bourgogne : des voitures allégées à base de chanvre », Europe 1, 29 août 2016.

Sobriété et décroissance. S'engager en faveur de modes de consommation plus sobres découle du constat que le « capitalisme vert » n'existe pas et que toute nouvelle technologie génère autant de défis que les solutions qu'elle offre¹. Il va nous falloir transformer nos modèles économiques et organisationnels, nos modes de production, nos monnaies et même nos systèmes de valeurs... Faut-il faire le choix de la décroissance ? Nos sociétés, dont les équilibres reposent sur la hausse constante du PIB, ne sont pas préparées à des options aussi radicales. Si, au plus fort de la crise des gilets jaunes, le président Macron avait annoncé, non pas une hausse, mais une baisse de 100 euros du SMIC, où serions-nous à l'heure actuelle ? Convenons néanmoins qu'il faut « de » la décroissance : la diminution de notre consommation de ressources sera en effet notamment permise par le développement des recycleurs, des réparateurs de téléphones mobiles et des sites d'autopartage.