

Terres Rares et matériaux critiques (ou stratégiques)

Les matières critiques (dont les terres rares font pour certaines partie) vont constituer un frein important au déploiement des ENR. Certaines seulement de ces ressources sont en quantité limitées. Mais leur extraction et leur traitement en cours et en fin de vie sont couteux. Leur déploiement prend du temps, jusqu'à 10 ou 15 ans. L'environnement est lourdement pénalisé, dont l'impact sur l'eau et la biodiversité. La raréfaction des ressources fossiles va impacter les équipements et accessoires, dont les équipements de pilotage des nouvelles installations ENR. La réorientation des ressources financières sur les ENR au moment où l'économie dépendante des énergies et ressources fossiles va être progressivement sinistrée risque de compliquer la transition énergétique. Comment imaginer qu'elle puisse se faire sans revoir nos modes et niveaux de vie... en commençant par les plus aisés ?

A en croire Jeremy Rifkin, « *la civilisation fossile va s'effondrer d'ici 2028* » et il propose un « *new deal vert mondial* » pour « *sauver la vie sur terre* »¹ ! Faut-il y croire ? Car étrangement il est difficile de faire un point d'ensemble sur un sujet qui semble pourtant primordial pour les années qui viennent. Celui de la mise en œuvre massive des ENR et donc des ressources qui en dépendent. La plupart du temps, les auteurs semblent limiter le sujet aux « terres rares ». Parler des terres rares sans mention ou inclusion des matériaux critiques ou stratégiques (Pitron², Ravignan³, ADEME, Julienne⁴, Haveaux et d'Hernoncourt⁵...), faire une présentation occultant des aspects essentiels, à l'instar de Julienne silencieux sur la très importante question environnementale par exemple... bref il me semble qu'il manque une présentation d'ensemble indispensable au citoyen hanté par le piège manichéen entre « pro » et « anti ».

Les Terres Rares (sous-entendre par une extension indispensable « et les matériaux critiques ou stratégiques ») sont-elles un obstacle à la transition vers des économies décarbonées ? En fait d'obstacle sans doute faut-il plutôt parler de frein. Peut-être même de « frein puissant » (?). A ce stade je veux simplement m'interroger sur la question de savoir si la quantité des matières listées ci-dessous est suffisante, si leur extraction et leur mise en œuvre industrielle est suffisamment aisée pour envisager la bascule énergétique indispensable. En fait, à l'exception notable du dysprosium, Terre Rare et matériau critique à la fois (outre le Néodyme et le Scandium que je ne prends pas en compte ici), nous devons nous intéresser en partie distinctement à ces deux listes.

Pour les **Terres Rares**, retenons qu'elles sont indispensables dans une multitude d'objets dont nous avons besoin avec la high tech : TV, écrans LCD, informatique, électroménager, domotique demain, automobiles, éclairage, fibre optique, laser, défense, aéronautique, industries, pilotage de nombreux systèmes (dont production d'ENR)... Il s'agit d'une liste, d'une nomenclature limitée de 17 éléments

¹ Jeremy Rifkin « Le new deal vert mondial », LLL septembre 2019

² Guillaume Pitron « La guerre des métaux rares » LLL 2019

³ Antoine de Ravignan, Alternatives Economiques N°397, janvier 2020 : « Les métaux rares mettent le monde sous tension »

⁴ <https://www.latribune.fr/opinions/blogs/commodities-influence/voiture-electrique-les-prix-des-metaux-necessaires-aux-batteries-en-chute-libre-835393.html>

⁵ <https://www.renouvelle.be/fr/debats/lenergie-durable-se-developpera-sans-terres-rares>

me conduit à l'opinion suivante :

Pour le **silicium**, considéré également comme matière critique par l'UE, les réserves sur le globe semblent pratiquement illimitées, crédibilisant la piste photovoltaïque certes dépendante aux deux tiers de la Chine. Mais pour certains spécialistes « *Il y a des producteurs un peu partout dans le monde, il n'y a pas de limite physique ou industrielle en Europe et il n'y a pas de stress sur l'accès de la ressource silicium à ce stade* »⁹. Et il semble que de nouvelles technologies performantes soient en train de voir le jour (Pérovskite ?¹⁰)

Pour le **lithium**, qui n'est pas considéré comme une matière première critique par l'UE (!), nous disposerions de ressources jusqu'aux environs de 2050 approximativement¹¹. Reste cependant à savoir si une bascule « massive » sur les énergies renouvelables conduirait à un raccourcissement de cette durée de disponibilité. C'est peut-être là que se trouve le principal frein ou obstacle à un développement rapide du stockage batterie de l'électricité. C'est d'ailleurs ce que confirme la revue Nature le 6 novembre 2019 quand elle affirme qu'il y a risque de « *manquer d'approvisionnement* »¹². Dans le même sens tout en élargissant la réflexion, je me réfère à l'ADEME citée par Matthieu Combe le 9/12/19 : « *le sujet clé sur les batteries concerne davantage les métaux stratégiques ou critiques, comme le **cobalt**, dans les batteries lithium-ion, que les terres rares* ». ¹³¹⁴ Il est à noter que dans les derniers jours de 2019, IBM annonce avoir mis au point une batterie performante à base d'eau de mer, sans cobalt ni nickel !¹⁵ De même, Bettery, porteuse du projet Nessox soutenu par l'UE, annonce une batterie lithium/oxygène liquide plus performante et moins onéreuse¹⁶... mais toujours grâce au lithium ! A suivre cependant

A ce stade, par souci de simplification, j'ai fait l'impasse sur l'éolien, faiblement dépendant des terres rares à l'exception de l'off-shore consommateur de **dysprosium** (risque de tension sur les approvisionnements) et de **néodyme** (abondant) pour les aimants permanents¹⁷.

Technologiquement possible-techniquement difficile ?

Je suis donc assez enclin à penser qu'une bascule, au moins « partielle par rapport à l'ensemble des besoins actuels et futurs, reste une hypothèse plausible. Je conviens en même temps que si l'on prend en compte l'ensemble des éléments et équipements (informatiques en particulier) nécessaires pour mettre en place une production et un stockage massifs d'ENR, la maîtrise de l'ensemble des ressources pourrait bien devenir assez difficile. Ne serait-ce que de disposer de capacités productives

⁹ <https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/metaux-panneaux-solaires-51384/>

¹⁰ <https://www.clubic.com/energie-renouvelable/actualite-850652-cellules-solaire-simples-couteuses-flexibles-perovskite.html>

¹¹ Pour l'ingénieur Joël Danroc et son collègue Etienne Bouyer « Les ressources issues de salars sont en effet concentrées dans le triangle du Li (Argentine, Bolivie et Chili). D'autres pays miniers, comme l'Australie sont très actifs sur le Li. Des ressources alternatives issues de roches existent sur le territoire européen, même français. Aussi, si le Li devient critique, il est très aisé de l'extraire d'une batterie en fin de vie » (communication du 27/01/2020).

¹² <https://www.nature.com/articles/s41586-019-1682-5>

¹³ <https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/lademe-fait-le-point-sur-les-terres-rares-liees-aux-enr-73464/>

¹⁴ ADEME novembre 2019 : <https://www.ademe.fr/terres-rares-energies-renouvelables-stockage-denergies>

¹⁵ https://www.novethic.fr/actualite/energie/transition-energetique/isr-rse/bonne-nouvelle-ibm-developpe-une-batterie-sans-metaux-lourds-grace-a-l-eau-de-mer-148043.html?utm_source=Abonn%C3%A9s+Novethic&utm_campaign=58fd5c7451-EMAIL_CAMPAIGN_2019_12_30_03_47&utm_medium=email&utm_term=0_2876b612e6-58fd5c7451-171518629

¹⁶ <https://www.rtf.fr/nouvelle-batterie-liquide-qui-double-l-autonomie-voitures-electriques/article>

¹⁷ **Panorama 2014** du marché des **Terres Rares BRGM**/RP-65330-FR

à la hauteur quand on sait qu'il faut 10 à 15 ans pour mettre en route une mine. Et sous réserve que l'ensemble des composants soient disponibles en quantité suffisante alors même que, pour certaines ressources (Antimoine, argent, cuivre, nickel, tungstène), nous ne disposons que d'une bonne dizaine d'années de réserves. Tesla tire même la sonnette d'alarme : il faut multiplier la production de cuivre par quatre !¹⁸ A l'évidence, cela implique de mettre des moyens financiers importants au moment où l'économie qui repose sur les énergies fossiles risque d'être sinistrée. La question financière risque donc d'être l'un des freins au déploiement des ENR.

Et si l'on veut se projeter ne serait-ce qu'à la fin du siècle, soit 80 ans, et à défaut de nouvelles solutions technologiques incertaines, il est indispensable d'être très économes sur les ressources dont les réserves sont de courte durée. Le riche et sérieux rapport « *Métaux de la transition énergétique-Note de position* » du mai 2017 du COMES (Comité des métaux stratégiques¹⁹) laisse clairement entendre que nous rencontrerons probablement des goulots d'étranglement. Ainsi, selon ce rapport, les facteurs 3, 7, 20... d'accroissement des consommations sont des hypothèses à retenir. A l'inverse pour l'ingénieur du CEA Etienne Bouyer « *Il faut avoir à l'esprit que les technologies sont extrêmement évolutives (une technologie chasse l'autre, de plus en plus vite) et que l'on n'est pas à l'abri de bonnes surprises dans les décennies à venir : comme l'émergence de technologies clé peu/pas gourmandes en métaux critiques* »²⁰.

Propos bien compréhensible d'un scientifique qui connaît le sujet. Mais dont l'optimisme ne fait pas l'unanimité. Ainsi pour le professeur Franck Aggeri « *Il n'y a pas de solution technologique à la transition énergétique* »²¹

Pour ma part j'opte pour des hypothèses « prudentes » où la technologie ne résout que partiellement le problème.

Un train peut en cacher deux autres

Au risque de fournir des arguments (!) aux partisans des énergies fossiles, s'ajoutent également deux menaces ou contraintes qui risquent de peser sur ce déploiement : implications environnementales et risques liés au démontage-recyclage.

En « amont », comme le décrit de façon édifiante le journaliste du « Monde Diplomatique » Guillaume Pitron²², l'extraction des ressources minières (métaux rares et matériaux critiques) est **une catastrophe pour l'environnement et sur le plan humanitaire**, comme le sont pratiquement l'ensembles des activités extractives et minières. Pour le COMES par exemple « *la forte interdépendance des ressources minérales avec l'eau et l'énergie...[risque d'avoir] un cout économique et environnemental croissant du fait de gisements plus difficiles à mobiliser ou de plus faible teneur...* »²³. La biodiversité déjà bien mise à mal devrait en pâtir plus encore. Même son de cloche à la Banque Mondiale ou à l'Alliance nationale de coordination de la recherche scientifique selon Pitron. Certes avec un peu de cynisme il est possible d'externaliser la question sur les pays producteurs. Mais on peut pronostiquer que ces pays vont finir légitimement par s'emparer du sujet, tant pour des motifs environnementaux qu'humanitaire, au point de constituer un frein significatif supplémentaire.

En « aval » ce n'est pas mieux. Ainsi, dans un article collectif du 6 novembre 2019, la revue Nature parle de « *grave problème de gestion des déchets aux recycleurs en fin de vie* » et « *d'impact*

¹⁸ <https://www.reuters.com/article/usa-lithium-electric-tesla-exclusive-int/exclusive-tesla-expects-global-shortage-of-electric-vehicle-battery-minerals-sources-idUSKCN1S81QI>

¹⁹ <http://www.mineralinfo.fr/actualites/note-position-comes-relative-aux-metaux-transition-energetique>

²⁰ Communication du 27/01/2020 déjà citée.

²¹ <https://www.alternatives-economiques.fr/franck-aggeri/ny-a-de-solution-technologique-a-transition-energetique/00088946>

²² Guillaume Pitron « la guerre des métaux rares » LLL 2019

²³ Op. Cit.

considérable sur l'environnement »²⁴, un « fardeau considérable »... tout en offrant des opportunités car « les piles lithium-ion recyclées provenant des véhicules électriques pourraient constituer une source secondaire précieuse de matériaux »²⁵. A n'en pas douter, pour toutes les raisons évoquées, il faudra recycler, « une nécessité pour capter la valeur des matières récupérées d'objet en fin de vie. La législation a sur ce poste toute son importance pour encadrer ces activités, et probablement les amener à un seuil de rentabilité »²⁶

Mais les problèmes ne s'arrêtent pas là. Viennent ensuite les **questions de sécurité et de compétence des opérateurs**. Car les risques associés au démontage de la batterie sont également nombreux. Le démontage nécessite une formation à la haute tension, des outils isolés pour éviter électrocution et court-circuit, échauffement et emballement thermique générant des sous-produits particulièrement toxiques qui, mélangés à certains gaz, peuvent provoquer explosions, risques chimiques et incendies, avec des effets cancérigènes ! Et de poursuivre qu' « *il est à craindre que des mécaniciens non entraînés risquent leur vie en réparant des véhicules électriques... ou qui les manipulent en fin de vie* »²⁷... pour pratiquement conclure qu'il n'y a « *guère d'espoir que des procédés rentables soient trouvés pour tous les types de BIB (batteries) de véhicules actuels et futurs sans recherche et développement fructueux* ». Le frein risque par conséquent d'être à la fois économique et humain, étant observé que l'appréciation de ces risques ne fait pas l'unanimité

Ça va chercher combien ?

Dans les lignes qui précèdent je me suis concentré sur la question de l'énergie. En réalité il faudrait « élargir », ajouter la question suivante « *quelles incidences, quelles contraintes, quelles alternatives liées à la fin des ressources fossiles, matière première pour la fabrication de très nombreux objets (véhicules, informatique, équipement ménager, outillage...) outre l'agrochimie ? , Quelles incidences pour renouveler l'outil industriel et les compétences ?* ». J'imagine que les interférences seront très nombreuses dont des questions de technologie, d'organisation, de compétences avec des incidences financières significatives. Le projet « surfer » (plus difficile que prévu selon l'ADEME) financé par l'ADEME apportera-t-il des réponses assez complètes ? D'après l'ADEME il faut attendre 2021 pour en connaître les conclusions ! Attendons !

Au global, il faut sans doute retenir que si la technologie apporte des réponses à la question de la transition énergétique, l'ampleur des besoins apparaît démesurée au regard des capacités dont nous disposons durablement. Telle est par exemple la conclusion de Philippe Bihoux cité par Antoine de Ravignan ; « *le premier moyen de limiter l'extraction, c'est de fabriquer moins d'équipements et d'en changer moins souvent* »²⁸. Or « *la transition énergétique nécessitera un changement en profondeur des modes de vie et de consommation (mobilité, urbanisme, alimentation, économie circulaire)* »²⁹. Telle est bien la question de fond qui implique une réponse « nuancée ».

²⁴ <https://www.nature.com/articles/s41586-019-1682-5>

²⁵ Idem

²⁶ Etienne Bouyer, communication du 27/01/2020 déjà citée.

²⁷ <https://www.nature.com/articles/s41586-019-1682-5>

²⁸ Alternatives Economiques N°397 janvier 2020

²⁹ <https://www.alternatives-economiques.fr/franck-aggeri/ny-a-de-solution-technologique-a-transition-energetique/00088946>

En bref, principaux freins :

Panneaux photo-voltaïques	Batteries	Equipements électroniques	Moteurs électriques
Dysprosium Silicium	Cobalt	Argent	Cuivre
	Lithium		Néodyme
	Nickel		