

TERRES RARES

Février 2024

Sous le terme de **Terres rares**, on désignait au début du 19^{ème} siècle des **minerais** difficiles à isoler et qui n'avaient pas d'usage. Cette appellation leur est restée même si, vers 1865, on a commencé à les utiliser et si, aujourd'hui, certains d'entre eux jouent un rôle primordial. On a commencé à réellement les utiliser à partir de 1940.

Il ne faut pas confondre les **terres rares** avec les **métaux rares**, qui sont des métaux peu employés même si leurs noms sont bien connus, comme le cadmium, le platine ou le mercure.

Si les **Terres rares** sont actuellement un sujet préoccupant, c'est à cause de la position dominatrice de la Chine. Son leader Deng Xiao Ping, mort en 1997, l'avait déjà laissé deviner.

Les **Terres rares**, appelées parfois lanthanides, comprennent 17 métaux, que vous voyez ici sur le tableau de Mendéléiev, que vous connaissiez tous par cœur quand vous étiez au Lycée.

Découvertes au début du 19^{ème} siècle (d'abord en Suède), elles sont répandues inégalement avec des taux de présence faibles. Ce sont généralement des sous-produits d'autres minerais. Leurs réserves seraient de l'ordre de 110 millions de tonnes. Un organisme japonais prétend que les gisements marins seraient très importants et atteindraient 4 à 5 milliards de tonnes.

Les deux minerais principaux : la **monazite** et la **bastnaésite**, une fois concentrés, contiennent chacun environ 60% **d'oxydes de terres rares**.

La monazite est un sous-produit du minerai de titane. On la trouve en Chine, Australie et en Afrique.

La bastnaésite est un sous-produit du minerai de fer. On la trouve en Chine et aux USA.

Ce sont deux pierres qui servent aussi à faire des bijoux ou des objets d'art.

J'ai utilisé les mots de sous-produits. Cela vous laisse imaginer que pour arriver aux métaux terres rares, il faudra toute une cascade d'opérations. J'en reparlerai.

Je vous présente ici la liste des **Terres rares**. Plus la production annuelle est importante et plus le prix sera faible : c'est le cas du cérium. Et inversement : cas du scandium.

Pour tous ces métaux, vous pouvez déjà remarquer l'importance de la production chinoise.

Vous remarquez aussi l'absence de certaines données. Les pays producteurs de terres rares restent souvent très discrets sur leurs résultats.

Si on les compare avec un minerai comme le cuivre, cela n'a aucun sens. Par contre, au niveau production et prix, il y a certaines analogies avec des métaux précieux comme l'argent et l'or.

La **production mondiale** est en croissance forte depuis 1990, passant de 50 000 tonnes à 150 000 tonnes en 2010. Elle est totalement dominée aujourd'hui par la Chine.

Revenons sur le **processus d'obtention des terres rares**.

Le minerai primaire est enrichi par différents procédés, c'est-à-dire qu'on élimine toutes les impuretés (terre, boue,...). Il est ensuite pulvérisé pour être traité par des agents chimiques. On arrive ainsi au **mischmétal**, qui est un amalgame de terres rares. Cette séparation est coûteuse en énergie. Conservez à l'esprit que **l'industrie des terres rares est extrêmement polluante**. Et comme certains éléments sont radioactifs, les déchets sont dangereux. Ainsi la radioactivité, dans la région de Baotou en Mongolie intérieure en Chine, serait égale à 32 fois la normale. A comparer avec Tchernobyl où elle ne serait que 14 fois. Certains articles soulignent le nombre élevé de cancers dans la région de Baotou.

En France, la société Rhodia, issue de Rhône Poulenc, est un leader mondial de la séparation des terres rares. Elle traite par exemple la monazite en l'attaquant d'abord à la soude, puis à l'acide nitrique, et ensuite un système de batteries d'extraction permet, grâce à l'emploi de nombreux solvants, d'isoler peu à peu les terres rares. L'usine Rhodia de La Rochelle compte jusqu'à 1 500

étages de mélangeurs-décanteurs. Comme je vous le signale, obtenir de l'ytterbium nécessite 1 000 cycles de séparation.

Rhodia fait partie, depuis 2011, du groupe Solvay.

Les terres rares ayant des propriétés chimiques voisines, on utilise souvent le mischmétal pour certaines applications, sans aller jusqu'aux métaux purs.

Si on aborde maintenant la question de l'utilisation industrielle des terres rares, vous constatez qu'en 2010 la Chine a utilisé **54%** de la production mondiale, loin devant le Japon et très loin devant l'Europe et les USA.

A quoi servent donc les Terres rares ?

Ce tableau vous présente certains de leurs usages. Parmi ceux-ci vous voyez des produits qui vous sont bien connus comme les lampes à basse consommation, les écrans plats ou les batteries pour les voitures hybrides. D'autres sont moins connus publiquement comme les super aimants ou les poudres pour nanotechnologies, mais ils seront indispensables demain.

Regardez ces exemples :

1/ les lampes à basse consommation, dont la production avait nécessité 1 846 tonnes de terres rares en 2005, en ont utilisé 3 779 en 2010

2/ les écrans plats et LCD sont de même passés de 366 tonnes en 2005 à 2 013 tonnes en 2010

Globalement la consommation de terres rares pour certains équipements lumineux a doublé en 5 ans.

Le même phénomène s'est produit du côté des aimants permanents qui utilisent du **néodyme**. On est passé de 5 500 tonnes en 2003 à 10 400 tonnes en 2008. Avec une forte augmentation dans l'automobile : de 700 à 2 500 tonnes ; un doublement pour les moteurs électriques : de 1 200 à 2 600 tonnes ;

Le secteur des éoliennes est particulièrement instructif : le poids de la nacelle avec un moteur utilisant des aimants traditionnels est de l'ordre de 75 tonnes ; avec les super aimants au néodyme il descend d'environ 50% (aimants plus petits et plus de boîte de vitesse).

Regardez maintenant le schéma de cette voiture. On a utilisé :

- du **cérium** pour polir les vitres et les teinter
- du **néodyme** pour les aimants des équipements
- du **cérium** et du **lanthane** comme additifs dans le carburant et dans le pot catalytique
- du **lanthane** dans la batterie

Si on passe aux véhicules hybrides et électriques, vous voyez par exemple que chaque Toyota hybride Prius contient 1 kilo de néodyme. Une projection en 2030 montre que d'ici là il faudra augmenter de 25 000 tonnes / an la production de néodyme, tant est devenue importante la motorisation électrique des équipements des voitures (pompe à essence, relève-vitres, sièges...).

Pour commencer à bien souligner le rôle essentiel de la Chine mais aussi attirer votre attention sur le conflit qui, à mon avis, se prépare, il n'est pas inutile de rappeler ce qui s'est passé en septembre 2010.

La Chine et le Japon revendiquent la propriété de plusieurs îlots inhabités appelés Diaoyu. Le 7 septembre 2010, deux vedettes militaires japonaises arraisonnent un chalutier chinois qui se trouvait dans les eaux territoriales de ces îles et l'équipage est arrêté. L'Ambassadeur japonais à Pékin est convoqué 5 fois en quelques jours. Les autorités chinoises exigent la libération immédiate de l'équipage. Les Japonais font trainer les choses. Alors la Chine décide un embargo sur toutes les terres rares destinées au Japon et en particulier à Toyota. L'équipage chinois est libéré presque aussitôt.

Ce que l'on constate pour les voitures l'est aussi pour d'autres moyens de transport comme les TGV d'Alstom.

Vous constatez donc, à travers tous ces exemples, que nous dépendons de plus en plus de la Chine pour tous les équipements incorporant des terres rares.

Ce qui est vrai pour nous, civils, l'est aussi pour les militaires. Témoin le contenu de ce rapport US qui a attiré en 2010 l'attention des autorités sur le fait que les performances de nombreux équipements militaires reposaient sur l'emploi de terres rares d'origine chinoise : lasers, radars, munitions auto-guidées, etc...

Les experts pensent que la demande mondiale doublera en 10 ans, passant de 90 000 tonnes en 2004 à 190 000 tonnes en 2014.

C'est là où il est important de s'interroger sur le rôle présent et futur de la Chine.

En 2010 la Chine était le 1^{er} producteur de Terres rares, le 1^{er} consommateur et le 1^{er} exportateur.

Quelle est la politique actuelle de la Chine ?

- 1/ Deux sociétés concentrent la production nationale : CIC (China Investment Corporation) et Minmetals
- 2/ Une extension des capacités de production à l'étranger est recherchée
- 3/ Mise en place d'une politique de quota avec, à partir de 2015, l'interdiction d'exporter certains minerais
- 4/ Interdiction aux firmes étrangères d'investir dans la production minière ou le traitement des minerais
- 5/ Autorisation pour les firmes étrangères d'investir dans des sociétés productrices de biens utilisant des terres rares (avec apport des brevets ?).

Vous vous rendez compte que le marché des terres rares est entièrement, ou presque, entre les mains des Chinois.

Quel avenir pour les industriels occidentaux qui en ont besoin ?

- 1/ C'est un petit marché d'environ 2 milliards de dollars par an
- 2/ Financer aujourd'hui une nouvelle mine par emprunt bancaire classique est impossible.
- 3/ Une coopération Etats / industriels est indispensable pour développer de nouvelles mines et échapper ainsi au monopole chinois. Les techniques de recyclage peuvent conduire à une certaine production, mais réduite par rapport à une exploitation minière.