

# Ressources minérales : Le renchérissement de l'extraction face une demande exponentielle

Mots clés associés : nature, milieux, ressources, biodiversité | activités minières et extractives | bien commun | Economie verte

## Résumé

Cet article précise les limites et les enjeux géopolitiques qui caractérisent les ressources minérales et met en lumière les controverses sur leurs modes de gestion aujourd'hui et dans les décennies à venir.

Il est tiré du rapport « *Etat des lieux des controverses sur les ressources naturelles* », Fanny Déléris, Pierre Radanne, Jean-Luc Redaud, Jacques Varet, juin 2012, Association 4D.

La prise de conscience de la finitude de la planète et de ses ressources amène à s'interroger sur les contraintes en termes de rareté des ressources et de capacités d'absorption de l'environnement. Face à une démographie ascendante dans les décennies à venir et un modèle de développement énergivore, consommateur de ressources et polluant, la question des limites est déterminante pour le développement socio-économique d'aujourd'hui et de demain. Ce dossier, composé de 7 articles, s'appuie sur un rapport publié par l'Association 4D en juin 2012 (« *Etat des lieux des controverses sur les ressources naturelles* »). Il approfondit la notion de *limite*, par le biais d'une approche différenciée de la rareté, en fonction de 6 catégories de ressources : biodiversité, ressources minérales, énergétiques, ressources naturelles et alimentaires, et enfin les milieux physiques (ici traitée par le biais de la forêt). Les pressions et limites ne se posent pas de la même façon et sont présentées au travers de 6 articles, en termes de stock disponible, d'accès (avec les enjeux géostratégiques que la localisation de certaines ressources peut poser), de coût d'exploitation et de qualité afin d'anticiper les enjeux économiques liés à l'utilisation de la ressource et enfin par rapport à leur potentiel de recyclage et d'optimisation.

Dans un 7ème article sont posés les enjeux pour la France, dans la perspective de l'optimisation de la gestion des ressources naturelles.

En précisant les limites posées par les milieux physiques et les ressources naturelles, il s'agit de délimiter les marges de manœuvre, ainsi que les contradictions potentielles dans le cadre de l'élaboration des chemins de la transition vers une économie écologique.

# Auteurs

## Chéron Marie

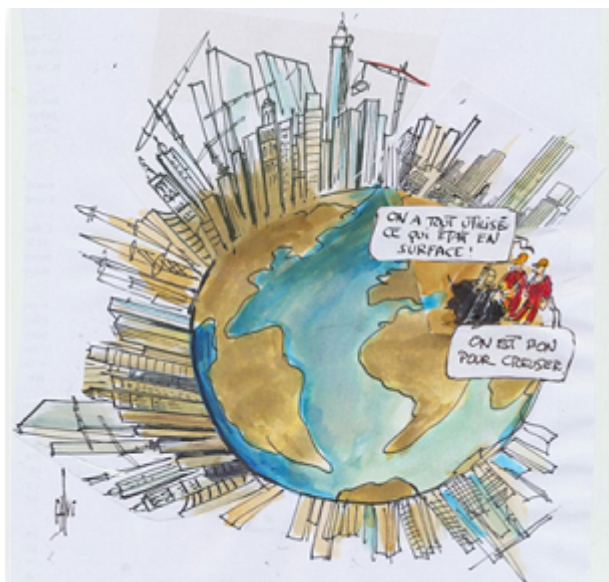
est chargée de mission à l'association 4D et chargée d'étude sur la Transition vers une économie écologique.

## Déléris Fanny

a été chargée de mission Territoire et développement durable à l'association 4D et chargée d'étude sur la Transition vers une économie écologique.

# Texte

## Introduction



Parmi les substances extraites du sous-sol [1], les matériaux de construction (la pierre de taille, la lauze, la brique, le ciment puis le plâtre...), les minéraux utiles pour l'artisanat et l'industrie (de l'obsidienne ou du silex à la chaux ou la silice) et les métaux (du cuivre ou du fer au zinc ou au titane...) ont toujours joué un rôle clé dans le développement de l'humanité, accompagnant les étapes économiques et technologiques, et sont omniprésentes dans notre quotidien. Constitutives de la croûte terrestre, elles sont considérées comme abondantes, même si leur disponibilité varie très fortement d'une ressource à une autre et que les coûts d'extraction iront en augmentant. En outre, elles peuvent être recyclées et réutilisées. Curieusement, à la différence de la biodiversité qui suscite une dynamique de protection et fait l'objet d'une convention internationale spécifique [2], les ressources minérales sont rarement considérées dans leur globalité et comme pouvant être un enjeu pour le développement futur. « *Est-ce parce qu'on ne voit pas le sous-sol, et que partant, il échapperait aux espaces sociaux ou aux préoccupations environnementales ? Ou, encore est-ce parce que c'est la marchandise qui a de la valeur économique, et non le gisement ?* », s'interroge Jacques Varet [3] ? Pourtant, aujourd'hui, la croissance exponentielle de la demande se confirme avec le développement notamment des nouvelles technologies, mais également avec un besoin mondial de conforter les infrastructures... Alors que l'inégale répartition de ces ressources sur la surface de la planète engendre des enjeux géopolitiques forts, quant à leur exploitation et leur

utilisation. Dès lors, devant cette reprise d'une demande exponentielle, en quantité et en diversité, on est en droit de se poser les questions de la faculté qu'aura la planète à répondre à ces sollicitations et de la façon dont ces ressources seront gérées. Les ressources minérales non fossiles nous confrontent à la rareté, non pas en termes physiques comme c'est le cas des ressources fossiles, mais d'abord en termes économiques. C'est le retour d'une géopolitique des matières premières, qui éclaire d'un jour nouveau les contraintes sur ces ressources minérales.

### **Ressources minérales / croissance de la demande et limites : quels sont les termes du débat ?**

D'une manière générale, l'augmentation de la production des substances minérales terrestres a suivi au cours du dernier siècle une croissance quasi-exponentielle, en plusieurs étapes :

- La première correspond à la période du début du 20<sup>e</sup> siècle jusqu'à la seconde guerre mondiale : sur cette période de 40 ans, le total extrait du sous-sol passe de 200 à 800 millions de tonnes.
- Les « 30 glorieuses » marquent un second pallier de croissance - en occident et en URSS - pour atteindre 2.500 millions de tonnes au moment du premier choc pétrolier.
- Après une période de croissance modérée, liée à la chute du modèle soviétique et à la résorption des stocks devenus disponibles, la production repart en forte hausse à partir du milieu des années 2000, essentiellement tirée par les pays émergents (Chine, Inde, Brésil...). Il faut souligner que la croissance est à la fois quantitative et qualitative : on observe une diversification des substances utilisées dans l'industrie, au point de couvrir aujourd'hui la quasi-totalité du tableau de Mendeleïev [4]

Pour approcher la question de la limite des ressources, il convient de considérer plusieurs facteurs :

- **le potentiel** correspond aux substances que l'on est susceptible de trouver au sein de la lithosphère [\*] dans un contexte géologique donné ;
- **Les ressources** correspondent à la fraction géologiquement identifiée de ce potentiel, délimitent la zone dans laquelle elle se situe et précisent les volumes disponibles. On distingue communément les ressources prouvées (ou démontrées), les ressources probables (ou inférées) et les ressources possibles (ou accessibles).
- **La réserve** est de nature économique et correspond à la fraction des ressources exploitables économiquement.

## 1. Cinq types de ressources minérales

*Cinq grands types de ressources minérales peuvent être distingués : les matériaux de construction, les minéraux industriels, les ressources minérales utilisées dans l'agriculture, les métaux et les métaux rares. Les limites se posent de manière spécifique pour chacune.*

### **Les matériaux de construction**

*Pierre de taille, graviers, sables, argile, calcaire et marne pour le ciment et gypse pour le plâtre.*

Les pondéreux sont souvent disponibles en abondance du point de vue de la ressource géologique, même si certains pays ou régions sont dépourvus de couches sédimentaires appropriées et peuvent accuser un déficit en capacité de production de ciment ou de plâtre. Ces substances illustrent néanmoins un paradoxe lié aux tendances de l'urbanisme et aux pratiques de construction : les mégapoles sont des lieux de forte demande, qui repoussent mécaniquement les limites des zones de production à des distances toujours plus grandes.

### **Les minéraux industriels**

*Quartz (pour la silice), graphite (pour le carbone), baryte (comme adjuvant pondéreux), kaolin et argiles (pour la céramique et les terres cuites), calcite (pour le blanc ou la chaux), le sel gemme et la potasse, feldspath (pour la verrerie), talc, fluorine, zéolites, amiante, et d'autres minéraux moins répandus, comme des roches par exemple (ponce, obsidienne, perlite, craie, certains trachytes...etc.).*

Les minéraux industriels sont également issus de formations géologiques qui ne se caractérisent pas par leur rareté, mais par des propriétés plus ou moins favorables à leur exploitation : accessibilité, géométrie du gisement, pureté notamment. C'est un domaine des ressources minérales très ouvert aux innovations, qu'elles soient technologiques et industrielles ou qu'elles portent sur la dimension géologique de la ressource. Comme dans le cas précédent, on ne se heurte pas généralement ici à des problèmes de finitude des ressources géologiques, mais plutôt à des questions d'accessibilité ou de coût de transport ou de traitement. Plus il faudra creuser profondément pour les obtenir, plus évidemment les coûts augmenteront. L'augmentation des coûts d'accès à ces ressources sera une préoccupation qui sera prégnante bien avant leur rareté.

### **Les ressources minérales pour l'agriculture**

*Azote, potasse et phosphore (N, K, P) essentiellement.*

L'intensification des cultures passe majoritairement par l'usage d'intrants, pour contribuer à la croissance des végétaux et à de nouvelles pratiques d'agro-écologie et d'agroforesterie. Ces minéraux très demandés sont relativement fréquents dans la croûte et les enveloppes externes de la terre. Néanmoins, c'est un ensemble de substances minérales auquel il est prêté une attention insuffisante et sur lequel les tensions, en termes de prix et même de durabilité physique, pourraient s'avérer plus fortes que sur les métaux. Pour le phosphore naturel par exemple, les préoccupations émergent quant à l'inefficacité de la gestion de cette ressource, immobile et liée aux particules du sol alors que sa répartition territoriale est inégale (plus de 85% des réserves de phosphore se trouvent dans seulement 5 pays, Chine Maroc et Etats-Unis étant les plus importants) : prise de conscience insuffisante des enjeux, faiblesse des alternatives... la rareté est économique (non accès aux engrais pour tous), institutionnelle (défaut de gouvernance) et géopolitique.

### **Les métaux rares**

Présents à toute profondeur dans la lithosphère, les métaux sont tous **recyclables, voire réutilisables**. Ils soulèvent des **difficultés géopolitiques d'accès aux gisements les plus rentables et de surcoût pour les gisements de qualité plus médiocre** (teneur, profondeur, risques dans l'extraction, distance d'approvisionnement...). En outre, Là encore, la problématique est davantage celle d'une **augmentation des coûts d'exploitation** plus que celle de la rareté physique. Il n'existe donc **pas à proprement parler de controverses explicites en termes de limites sur les ressources minières hormis pour certains matériaux stratégiques**, notamment dans le domaine de l'énergie (plus particulièrement du stockage de l'électricité ou des énergies renouvelables : le lithium pour les batteries, les terres rares pour les aimants permanents,

le groupe du platine, la silice pure...). Les terres rares, nécessaires pour les hautes technologies et utilisés notamment dans les TIC et l'aérospatiale, permettent de nouvelles applications dans le bâtiment, les transports et l'électronique, mais aussi pour la plupart des technologies vertes [5]. Elles constituent un enjeu stratégique majeur pour le développement futur. Une distinction des catégories de métaux considérés comme stratégiques et en particulier des terres rares ou des métaux du groupe du platine, est donc indispensable dès lors que l'on se situe dans une analyse des limites et contraintes.

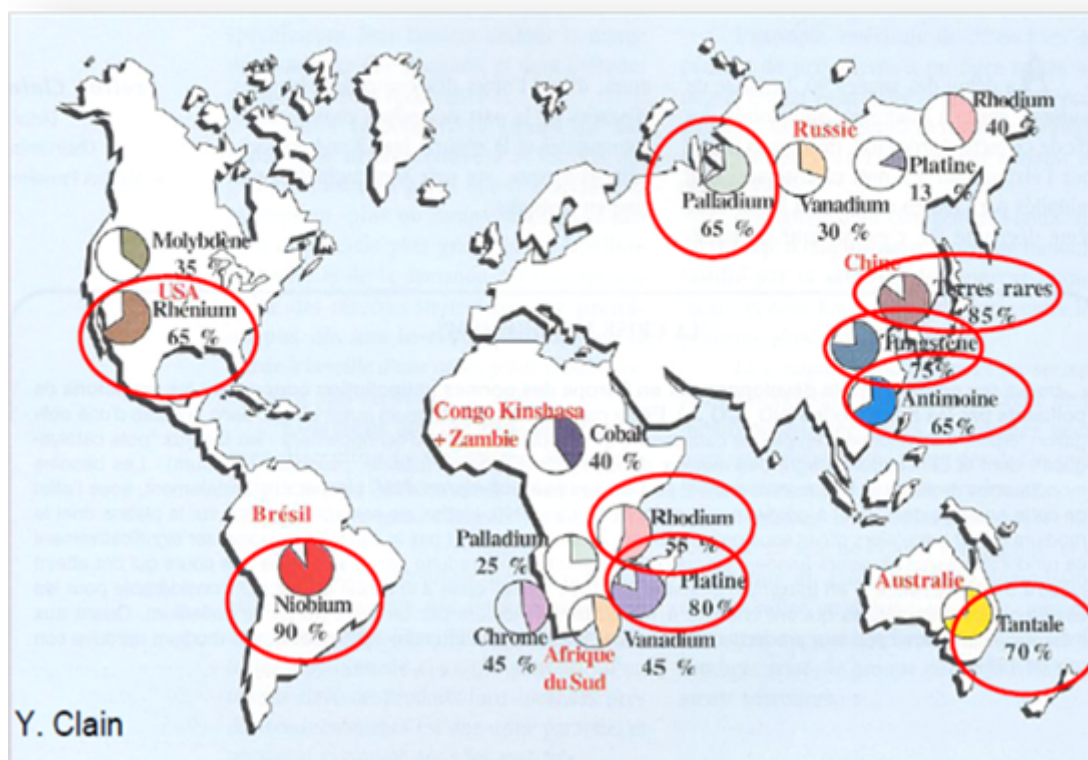
Quatre problématiques distinctes peuvent être évoquées concernant les métaux rares :

- la disponibilité des ressources elles-mêmes ;
- l'accès à ces ressources en fonction de leur localisation et de leur concentration (avec leur dimension géopolitique) ;
- les coûts (en fonction des conditions d'extraction, de la structure des marchés, de la relation offre-demande) ;
- enfin les processus spéculatifs qui peuvent s'y ajouter.

La position quasi-monopolistique de la Chine en termes de production de terres rares (plus de 90% en 2010), mais aussi de consommation (plus de 60%) et le contrôle qu'elle a introduit sur ses exportations en 2010, avec la forte croissance des cours qui s'en est suivie, ont conduit à une reprise des travaux d'exploration et de développements miniers dans le monde. Les projets les plus avancés se situent aux Etats-Unis, en Australie, au Canada et en fédération de Russie. La répartition estimée des réserves qui en découlent montre que celles-ci seront suffisantes pour couvrir les besoins du XXIème siècle, avec un faible risque de pénurie d'origine géopolitique, la Chine ne disposant pas de plus de 37% des ressources mondiales. Il existe même des ressources en France.

### Les risques d'approvisionnement sur les petits métaux stratégiques contraints par la géologie

Production de + de 50% du total mondial: Nb (90%), REE (85%), Pt (80%), Tu (75%), Ta (70%), Pd (65%), Sb (65%), Re (65%), Rh (55%)





## 2. Les enjeux géopolitiques et de développement liés aux activités extractives

La rareté des ressources minérales est fonction de **l'évolution des conditions économiques et technologiques** (prix de la matière première et des coûts d'extraction et de traitement, eux-mêmes dépendant des coûts de l'énergie et des évolutions technologiques) et d'accessibilité, qui influent sur le niveau en matière première (tonnage et teneur du gisement notamment) jugée acceptable pour envisager une exploitation.

Mais surtout, c'est le **degré de connaissance géologique** d'un territoire qui est déterminant dans la mesure des limites, puisqu'il permet d'établir, pour chaque catégorie de ressource minérale, des données quantitatives concernant les tonnages disponibles au niveau d'un pays, d'une région, et éventuellement de la planète et exprimer les réserves en nombre d'années de production. Ce chiffre (et avec lui la notion d'« années de réserve ») variera en fonction du taux de croissance de la demande. Au cours de ces dernières années de forte croissance de la demande, le nombre d'années de réserves semble avoir baissé pour la plupart des ressources minérales. Mais ce phénomène peut être expliqué par la relative faiblesse des investissements d'exploration sur la même période ; celle-ci découle de la faiblesse des cours des matières premières sur 20 ans (1986-2006) ; la reprise des travaux d'exploration est relativement récente - moins de 5 ans - qui découle de la récente hausse des cours et n'a pas encore fait ressentir ses effets. On est loin de disposer d'une vision assez fine de la géologie pour avoir une image quantitative d'ensemble. On ne dispose d'études quelque peu exhaustives que pour quelques métaux ou éléments, et la connaissance des ressources est très inégale selon les régions du monde. A ce titre, certains spécialistes proposent la mise en place d'un GIER, groupe d'experts intergouvernemental sur les ressources minérales, sur le modèle du GIEC [6].

Si les ressources minérales non énergétiques posent d'abord des contraintes d'accès et de coût, avant de poser des problèmes de rareté, la répartition géographique de ces ressources et les conditions de leur exploitation soulèvent des enjeux géopolitiques et de développement.

### **Ressources minérales et mal développement : la « malédiction des matières premières »**



Certaines ressources minérales ont la particularité d'être inégalement réparties sur la planète.... La disponibilité de ces richesses ne permet pourtant pas le développement. L'exploitation de ces ressources, effectuées notamment par certains acteurs internationaux (entreprises, états, banques d'investissements etc.), dans certains pays, du Sud en particulier, traduit l'inéquité des rapports internationaux (sous le sceau de l'exploitation et de la domination), tout autant que le manque de régulation de ces marchés de matières premières, désormais soumis aux règles de la finance internationale et des lois de la spéculation. Les critiques s'intensifient face à cette « *malédiction des*

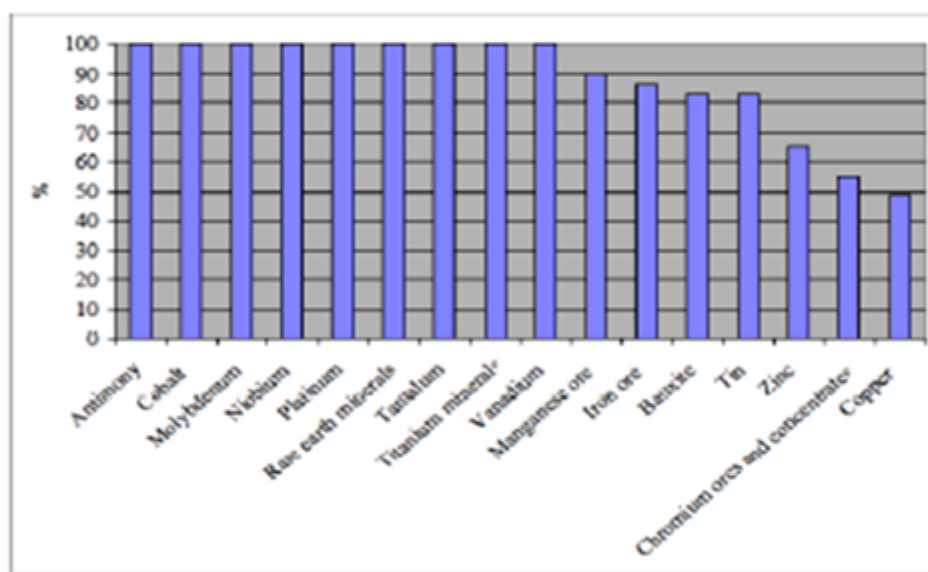
*matières premières* » [7], qui associe en un solide cercle vicieux à la richesse en matières première, pauvreté des populations, traitements sociaux inacceptables, pollution des territoires, dégradations multiformes de l'environnement dépendance et vulnérabilité économique et politique... A cela s'ajoute les cas de détournement de la richesse des pays détenteurs de ressources mais en manque de capacité publique de maîtrise des activités extractives.

L'exploitation de ces ressources minérales est ainsi liée à certaines formes de mal développement particulièrement marquées. La relation aux pays détenteurs de ressources du tiers monde doit donc évoluer. Les activités extractives peuvent constituer un facteur de développement pour ces pays, à condition que ces ressources soient payées à leur juste prix (incorporant le développement social et environnemental), que les marchés soient régulés et que les normes de conditions de travail soient mieux encadrées.

## Politiques des matières premières minérales et enjeux géopolitiques

Dans le domaine des matières premières minérales, l'absence de politique industrielle de la France ces dernières années est réelle. Cela concerne le territoire national mais également les stratégies géopolitiques internationales. La controverse porte ici sur le bien-fondé des politiques européennes et plus particulièrement françaises [8] - depuis une vingtaine d'années - de désinvestissement dans l'ensemble du secteur minier, qui rend l'économie industrielle dépendante de filières de productions dans les mains de géants miniers étrangers (groupes australo-américains, chinois, brésiliens, indiens...) ou de multinationales.

La dépendance de l'Europe pour quelques substances minérales



Source : DG entreprises

### Zambie : à qui profite le cuivre ?

En mai 2012, le prix Albert Londres récompensait le documentaire des journalistes Alice Audiot et Audrey Galley : « *Zambie : à qui profite le cuivre ?* ». Ce film s'appuie sur le travail des Amis de la Terre dans le cadre de leur campagne sur la Banque européenne d'investissement et le secteur minier en Afrique. L'ONG a cherché à examiner les impacts réels sur le développement et l'environnement d'un projet financé par la BEI : la mine de cuivre de Mopani en Zambie. Sur la base de l'enquête, l'étude permet de conclure que le projet Mopani ne permet pas de soutenir le développement du pays ; le projet ne bénéficie pas à l'Etat zambien ni aux communautés locales ; le projet a des impacts environnementaux dramatiques.

- Le film sur vimeo : <http://vimeo.com/25000940>
- Le rapport : « *Projet Mopani (Zambie) : l'Europe au coeur d'un scandale minier* », Rapport de mission, Décembre 2010, Anne-Sophie Simpère, Les Amis de la Terre France, Counter Balance. <http://www.amisdelaterre.org/IMG/pd...>

La dissociation partielle entre pôles producteurs et consommateurs de ressources engendre un enjeu central pour les relations internationales. Depuis la fin des années 1990, la croissance économique mondiale soutenue, tirée par les pays émergents depuis la crise financière de 2008, stimule le cours des matières premières, notamment extractives. La fin des ressources aisément accessibles a des implications géopolitiques fortes : elle déclenche la course à des ressources nouvelles jusque là protégées par l'hostilité de leurs environnements écologiques (pôles, offshore ultra-profond, forêts denses) ou géopolitiques.

L'aventurisme extractif moderne, en abordant ces nouvelles frontières, dans des espaces parfois sous surveillance de l'opinion publique mondiale pour leur haute valeur écologique, soulève donc de nouveaux risques, environnementaux et politiques, et donc de nouveaux dispositifs de gestion du risque et de protection de ces activités. De plus, chaque boom déclenche un regain de nationalisme extractif, aussi fragile que les rentes qui l'ont rendu possible.

L'interrogation porte enfin aujourd'hui sur les capacités, non pas tant concernant les ressources du sous-sol que l'organisation des filières industrielles (notamment pour le recyclage) et le renouvellement de ressources humaines compétentes.

**Globalement, si les ressources minérales ne sont pas exposées à la rareté, il existe une réelle vulnérabilité stratégique du fait de l'inégale répartition des ressources sur Terre. Les coûts d'extraction d'un grand nombre de ressources minérales iront en augmentant, il est donc essentiel d'économiser et de recycler ces ressources indépendamment de la question de leur raréfaction. Une transition vers une économie écologique nécessite une réflexion approfondie sur nos politiques industrielles et minières, afin de prendre en compte les questions d'approvisionnement en matières premières indispensables aux « filières vertes », qu'il s'agisse des métaux nouvellement stratégiques (lithium, terres rares, groupe du platine...) ou de matériaux minéraux (silice, carbone...).**

## Notes

[1] Dans cet article, les ressources minérales constitutives de la composition même de la planète solide se distinguent des combustibles fossiles d'origine organique, qui découlent du vivant et qui ne sont présents que dans la partie superficielle de la croûte terrestre. Ceux-ci sont traités dans l'article n°3 de ce dossier.

[2] Cf. article de l'Encyclopédie : « *Les compromis de la Convention sur la diversité biologique* », 1er mai 2006, par Aubertin, Catherine, <http://encyclopedie-dd.org/encyclop...>

[3] Jacques Varet est géologue et vice-président de 4D.  
Cf. « *Ressources minérales et développement durable* », article de l'Encyclopédie, <http://encyclopedie-dd.org/encyclop...>

[4] Le tableau périodique des éléments, appelé Tableau de Mendeleïev regroupe les 118 éléments chimiques en les classant selon leurs propriétés et leurs caractéristiques.

[\*] **La lithosphère** est l'enveloppe terrestre rigide de la surface de la Terre (croûte terrestre et une partie du manteau supérieur).



[5] Cf. l'article de l'Encyclopédie, « Les TIC, moteurs pour une économie verte ? », 19 mai 2011, par Michot, Marion,<http://encyclopedie-dd.org/encyclop...>

[6] **Varet J.** (2011) - Il faut créer un groupe intergouvernemental d'étude des ressources minérales *.La Revue Durable*, N° 41, p. 22-26

[7] Cf. le cas de l'exploitation du nickel en Nouvelle calédonie, fiche Archipel N°9 : La cohésion sociale passeport pour l'identité calédonienne, 3 octobre 2012.  
<http://encyclopedie-dd.org/encyclopedie/territoires/la-cohesion-sociale-passeport-pour.html>

[8] A l'heure où nous mettons sous presse cet article, Arnaud Montebourg, Ministre du redressement productif, annonce (le 16 octobre 2012) la reprise d'une politique minière sur le sol national : identification des ressources disponibles, valorisation des sources d'approvisionnement, mise en place de filières de recyclage, mobilisation des acteurs de la recherche et de l'innovation.

## Bibliographie

Voir aussi :

Varet J. (2012) - *Ressources minérales : un état des lieux*. Futuribles N°381, p.1-26.

Le numéro 15 de la revue « Géosciences » consacré à ce sujet :

<http://www.brgm.fr/brgm/Fichiers/pu...>

## Lire également dans l'encyclopédie

dans l'Encyclopédie \* Catherine Aubertin : « { Les compromis de la Convention sur la diversité biologique } », 1er mai 2006,

{[-><http://encyclopedie-dd.org/encyclopedie/gouvernance/2-4-les-changements-globaux-effet/les-compromis-de-la-convention-sur.html>]} \* Jacques Varet « { Ressources minérales et développement durable } », {[->

<http://encyclopedie-dd.org/encyclopedie/territoires/3-2-les-ressources-minerales/ressources-minerales-et.html>]} \*\* Michot, Marion : l'article de l'Encyclopédie, « Les TIC, moteurs pour une économie verte ? », 19 mai 2011,,

{[-><http://encyclopedie-dd.org/encyclopedie/sciences-et-techniques/les-tic-moteurs-pour-une-economie.html>]} \* le cas de l'exploitation du nickel en Nouvelle calédonie, fiche Archipel N°9 : {La cohésion sociale passeport pour l'identité calédonienne}, 3 octobre 2012.

{[-><http://encyclopedie-dd.org/encyclopedie/territoires/la-cohesion-sociale-passeport-pour.html>]} }