



**Revue d'information du Bureau des Mines et de l'Énergie (BME)**

**Mot du Directeur Général**

Dans le contexte particulièrement tendu que connaît le monde d'aujourd'hui, les *matières premières utilisées par l'industrie moderne deviennent plus que jamais un enjeu géopolitique*. La concentration de leur production dans quelques rares pays, conjuguée aux transitions écologique et numérique et à la criticité de certains minéraux stratégiques, font planer une menace bien réelle sur la sécurité des approvisionnements. En effet, le marché des matières premières liées aux besoins des nouvelles technologies subit une demande de plus en plus forte qui, à court terme, apparaît à priori suffisante, mais dessine, pour les 30 à 50 prochaines années, un horizon bien plus incertain.

Dans un article publié en 2023 par le Parlement européen, il est noté que « *La guerre de la Russie contre l'Ukraine et la politique commerciale et industrielle chinoise de plus en plus agressive font que le cobalt, le lithium et d'autres matières premières sont devenus un problème géopolitique* ». Et le service géologique national de la France (BRGM), explique dans un communiqué publié en février 2025 que « *De nombreux éléments considérés aujourd'hui comme critiques et stratégiques (lithium, tantale, césium, gallium, germanium, hafnium...) n'ont pas été recherchés (dans le passé), et les capacités analytiques de l'époque ne permettaient pas une détection très fine des teneurs dans la roche* ». De leur point de vue, un travail d'actualisation des données viserait ainsi à identifier les zones d'intérêt pour une cinquantaine d'éléments et à *favoriser une meilleure connaissance des ressources disponibles*.

Dans un tel contexte, le sous-sol haïtien mérite d'être revisité et le potentiel inventorié à date doit être actualisé en vue d'identifier éventuellement la présence de ces minéraux critiques et de bénéficier de leurs retombées économiques. C'est en ce sens que le BME a consacré le no 15 de la Revue GÉOMINÉRIE aux terres rares qui font aujourd'hui l'actualité dans l'industrie minière mondiale.

**Claude Preptit, Ingénieur Géologue**

**Les terres rares**

**Éléments chimiques dans la nature**

Il existe 92 éléments chimiques dans la nature et plus d'une vingtaine d'éléments artificiels (les transuraniens)<sup>1</sup>. Tous sont présents dans la classification périodique des éléments, où ils sont rangés par numéro atomique suivant un ordre croissant. Cette classification reflète les propriétés chimiques des éléments, qui dépendent du nombre d'électrons de la couche externe de l'atome. Ce nombre est identique pour chaque colonne, ou groupe. De haut en bas, chaque nouvelle ligne, ou période, correspond au remplissage d'une couche supplémentaire d'électrons.

**Définition des terres rares**

Les terres rares sont une dénomination courante pour les lanthanides<sup>2</sup> et les métaux apparentés (scandium, yttrium) et leurs oxydes. Ces 17 métaux appartenant au même groupe chimique ont des propriétés exceptionnelles qui les rendent

<sup>1</sup> Les transuraniens ou éléments transuraniens sont les éléments chimiques dont le numéro atomique est supérieur à celui de l'uranium, c'est-à-dire supérieur à 92.

<sup>2</sup> Les lanthanides : Nom générique des éléments des terres rares, doués de propriétés chimiques très voisines, et dont le premier est le lanthane (La).

indispensables pour la fabrication d'objets technologiques.

Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18														
Period																																
1	1 H																	2 He														
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne														
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar														
4	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														
5	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														
6	55 Cs	56 Ba	57 La	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	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
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac	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	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo
Lanthanides			57 La	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															
Actinides			89 Ac	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															

Figure 1 : Tableau périodique des éléments et classement du groupe des Lanthanides ou terres rares

### Éléments de Terres Rares (ETR)

De numéro atomique 57 à 71, les terres rares incluent les éléments suivants : lanthane (La), cérium (Ce) (*pas le Césium de numéro atomique 55 qui est le plus alcalin des métaux alcalins*), praséodyme (Pr), néodyme (Nd), prométhéum (Pm), samarium (Sm), europium (Eu), gadolinium (Gd), terbium (Tb), dysprosium (Dy), holmium (Ho), erbium (Er), thulium (Tm), ytterbium (Yb), lutétium (Lu). À ce groupe on adjoint fréquemment le scandium (Sc) et l'yttrium (Y), de propriétés très voisines. Ces métaux se trouvent constamment associés dans leurs minerais. Il est très difficile de les obtenir isolément à l'état pur. Leur séparation, en bloc, est cependant aisée.

Les terres rares ne sont pas vraiment rares, ce sont les difficultés à les extraire et à les raffiner qui les rendent rares. En effet,

- Pour extraire 1 kilo de Gallium, il faut casser 50 tonnes de roches (ou 7 camions de 7 tonnes). Cependant, pour 1 kilo de

Lutécium, il faut 1 200 tonnes de roches (ou 171 camions de 7 tonnes) ;

- Leur raffinage passe par l'utilisation d'acides sulfuriques et nitriques, qui contaminent les eaux et les sols avoisinants, générant chez les humains : cancers, malformations et infertilité ;
- Leur contenu en Thorium ou en Uranium radioactif constitue une autre source de pollution. Ce qui a justifié l'arrêt des activités de la raffinerie de terres rares à La Rochelle (Rhône-Poulenc), délocalisées en Chine. Dans les années 1980 l'usine purifiait 50% du



Figure 2 : Six oxydes de terres rares (dans le sens des aiguilles d'une montre à partir d'en haut à gauche) : gadolinium (de couleur blanche), praséodyme, cérium, lanthane, néodyme et samarium.

Source: PEGGY GREB / US DEPARTMENT OF AGRICULTURE / SCIENCE PHOTO LIBRARY

### Gîtologie des terres rares

Les gisements des terres rares peuvent être divisés en deux grandes catégories : i) les gîtes primaires ou endogènes associés aux processus magmatiques et hydrothermaux et ii) les gîtes secondaires ou exogènes liés à des processus sédimentaires et/ou climatiques. *Malgré la grande variété de gisements, seuls 5 types sont exploités à ce jour : les*

carbonatites<sup>3</sup> (48% de la production mondiale), les gîtes du magmatisme alcalin (2%), les gîtes à argiles ioniques (36%), les gîtes latéritiques (12%) et les placers (2%).

Les **fonds océaniques** peuvent recéler des nodules polymétalliques et aussi des terres rares, suscitant un intérêt croissant pour leur potentiel économique. Les nodules marins,<sup>4</sup> **concrétions minérales**, sont riches en métaux comme le nickel, le cuivre et le cobalt. Mais, **les métaux des roches océaniques sont en général pauvres en terres rares comparées aux roches** une profondeur de plus de 5 000 mètres, ont révélé une teneur maximale en terres rares de seulement 0,3%. Ce chiffre est à mettre en perspective avec celui des principaux gisements, qui atteignent 5%, ainsi que des gisements moyens, dont la teneur avoisine 1%.

Par ailleurs, l'exploitation des ressources des fonds marins soulève des préoccupations environnementales majeures en raison des risques pour les écosystèmes marins profonds. La recherche de technologies d'extraction durables et une gouvernance internationale responsable sont cruciales pour minimiser l'impact sur l'environnement et exploiter ces ressources de manière judicieuse.

<sup>3</sup> Carbonatites : roches magmatiques contenant au moins 50% de carbone

<sup>4</sup> Les nodules marins sont des concrétions minérales formées par précipitation des métaux dissous dans l'eau de mer, principalement du manganèse et du fer, autour d'un noyau. Ils sont présents dans tous les océans et mers du monde et peuvent être riches en métaux stratégiques tels que le nickel et le cuivre.

Dépôt de nodules sur les fonds marins

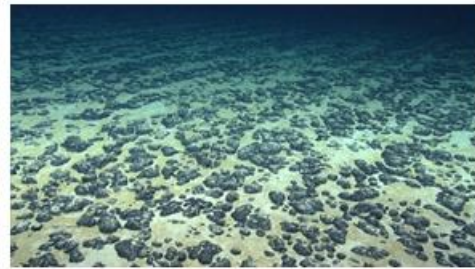


Figure 3 : Dépôt de nodules marins et exemple de concrétions de nodule

Tableau 1. Taux de concentration moyen en terres rares dans les roches sédimentaires en ppm. Sources : multiples

Éléments de terres rares	ppm
Lanthane (La)	800
Cérium (Cs)	12
Praséodyme (Pr)	30
Néodyme (Nd)	18
Prométhium (Pm)	18
Samarium (Sm)	5
Europium (Eu)	1
Gadolinium (Gd)	5
Terbium (Tb)	5
Dysprosium (Dy)	4
Holmium (Ho)	4
Erbium (Er)	2.5
Thulium (Tm)	0.2
Ytterbium (Yb)	2.2
Lutécium (Lu)	2.2
Scandium (Sc)	5-30
Yttrium (Y)	33

## Utilisation des ETR

Les propriétés magnétiques des terres rares, en particulier celles du néodyme, du praséodyme, du dysprosium, du samarium ou encore du gadolinium ont permis de développer des aimants permanents et particulièrement efficaces que l'on retrouve aujourd'hui un peu partout : des moteurs électriques aux générateurs d'éoliennes, des systèmes d'enregistrement magnétique haute densité aux appareils d'imagerie médicale.

La transition énergétique repose ainsi aujourd'hui en grande partie sur le développement de technologies exploitant ces éléments pour des supraconducteurs à haute température, céramiques et alliages en milieux extrêmes, batteries alcalines équipant les véhicules électriques hybrides.

Par ailleurs, on utilise les métaux rares dans l'optique pour les lasers monochromatiques de grande puissance mais également dans l'optoélectronique pour leurs propriétés de photoluminescence. Enfin, les propriétés chimiques de l'oxyde de cérium, un des lanthanides, sont particulièrement utilisées pour la régulation des polluants dans les pots catalytiques, la production d'hydrogène par transformation de la biomasse ou encore le polissage des verres.

Selon les données de 2021, les usages sont diversifiés :

- 31% des ETR pour la production des aimants permanents (utilisés

dans les générateurs, les volants magnétiques, les alternateurs, les moteurs de jouets, d'horlogerie) ;

- 18% pour les catalyseurs (utilisés dans les pots catalytiques des voitures) ;
- 18 % pour les alliages métallurgiques (utilisés dans la construction aéronautique, militaire, médicale, etc.) ;
- 13% pour le polissage (utilisé sur la surface de nombreux produits industriels) ;
- 11% pour les verres et céramiques ;
- 9 % pour les usages divers.

## Exploitation des terres rares

Les minerais de terres rares se présentent sous la forme de mélange de ces différents éléments, or les propriétés chimiques des lanthanides sont très proches, ce qui rend difficile leur séparation.

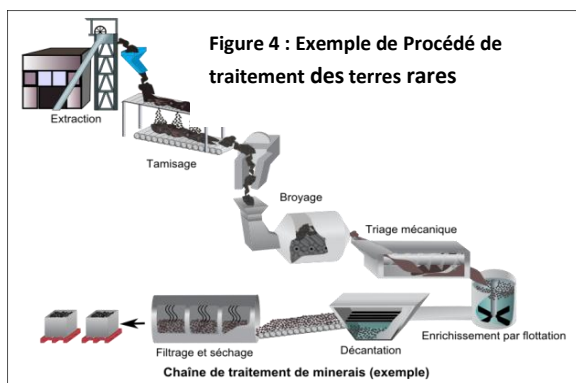
On peut résumer ainsi le processus d'extraction et de traitement des terres rares :

- 1ère étape : extraction du gisement (le plus souvent à ciel ouvert) ;
- 2ème étape : broyage du minerai en une fine poudre ;
- 3ème étape : 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.

### Impact de l'exploitation des terres rares sur l'environnement

La concentration en terres rares à la fin de la seconde étape est faible (entre 1 et 10%); elle est grandement améliorée à l'issue de la 3ème étape (entre 30 et 70 %) en laissant d'énormes quantités de



résidus : il s'agit d'une mixture composée d'eau, de produits chimiques et de minéraux terreux. Ces déchets sont généralement abandonnés dans des réservoirs naturels ou artificiels entourés de digues, ce qui constitue un risque de pollution à court et long terme. Dans la plupart de cas, ces déchets contiennent des substances radioactives (uranium, thorium et autres déchets), des fluorures, des sulfures, des acides et des métaux lourds. Ce type de stockage peut entraîner des conséquences environnementales désastreuses (pollution des sols et de l'eau) à cause de la toxicité des résidus s'il s'écroule ou fuit. Plusieurs causes peuvent conduire à cette extrémité :

- des pluies torrentielles pouvant faire déborder le stockage ;

- stockage non étanche ;
- écroulement du stockage en raison de fortes pluies torrentielles, de piètre qualité de construction ou de violent tremblement de terre.

Des conséquences similaires peuvent découler des mines à ciel ouvert abandonnées et des résidus de minerai laissés sur le terrain. De plus, l'extraction et le traitement engendrent également une pollution de l'air due aux poussières toxiques (substances radioactives, métaux lourds) qui se dégagent si des mesures adéquates ne sont pas prises.

Les effets de l'activité minière des terres rares sur l'environnement (spécialement les argiles latéritiques d'ion-adsorption) portent principalement sur une destruction sévère de la végétation ainsi qu'une dégradation importante des sols, de la qualité des eaux et de la production de déchets radioactifs.

Par ailleurs, l'exploitation minière des terres rares dans l'océan détériorerait les

Figure 5 : Mines de terres rares à ciel ouvert en fin d'exploitation de Bayan Obo, région autonome de la Mongolie intérieure



fonds marins et mettrait en péril des espèces et des populations humaines qui dépendent de leur bon état. En effet, des panaches de particules sédimentaires se déposent sur la faune alentour, tandis que le passage des machines sur les grands

fonds détruit les habitats de la faune abyssale.

### Réserves connues des terres rares

Les données sur les réserves mondiales de terres rares, connues à date, proviennent principalement de sources publiées en 2024 et début 2025. Les estimations de réserves de terres rares peuvent varier en fonction des nouvelles découvertes, des progrès technologiques et des mises à jour des informations provenant des différents pays. Il est donc important de consulter régulièrement des sources fiables pour obtenir les chiffres les plus récents.

Les chiffres actualisés des réserves mondiales de terres rares, basés sur les données les plus récentes disponibles, présentés dans le tableau 2 ci-contre :

Les données de ce tableau reflètent une réalité partielle. Cette réalité varie à mesure des nouvelles découvertes. On constate que la Chine reste le principal détenteur de réserves de terres rares, suivie par le Brésil et le Viêt Nam. Les autres pays contribuent également de manière significative à l'offre mondiale de ces éléments essentiels.

Tableau 2. Réserves mondiales connues à date		
No	Pays	10 <sup>6</sup> Tonnes
1	Chine	44
2	Brésil	22
3	Viêt Nam	22
4	Russie	12
5	Inde	6.9
6	Australie	3.4
7	États-Unis d'Amérique	1.9
8	Ukraine	4.5
9	Groenland	1.5
10	Afrique de Sud	0.86
11	Canada	0.83
12	Madagascar	0.8
13	Thaïlande	0.55
14	Myanmar	0.19
15	Malaisie	0.03
	<b>Total</b>	<b>121.46</b>

Source: World Population Review: Investing News Network: Statista

### Nota.

Les potentiels de la République Dominicaine (RD) ne sont pas pris en compte ici parce que ce ne sont pas encore de réserves prouvées. Il ne s'agit que des réserves géologiques potentielles.

Par ailleurs, la littérature indique près de 100 gisements de terres rares répartis dans la moitié des pays d'Afrique. Cinq pays seulement – le Mozambique,

l'Angola, l'Afrique du Sud, la Namibie et le Malawi – détiennent la moitié des gisements de terres rares du continent. Toutefois, les valeurs ne sont pas encore répertoriées systématiquement.

### Production et réserves de métaux rares

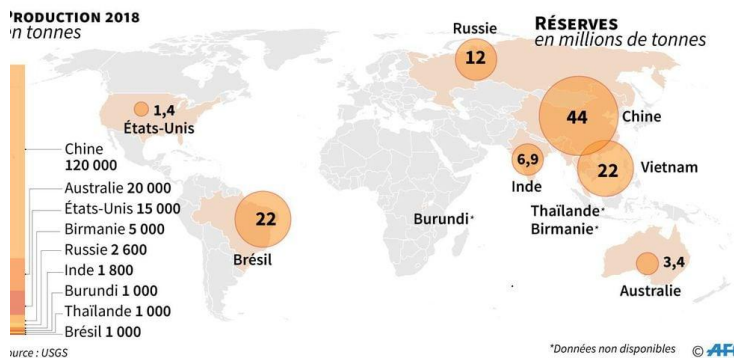


Figure 6 : Production et réserves de métaux rares

#### Pays producteurs<sup>5</sup>

Selon l'[Institut des études géologiques des États-Unis \(USGS\)](#), la production mondiale de terres rares, 280 000 tonnes, se répartit comme suit :

Pays	Tonnage	Marché mondial
Chine	168.000	60%
États-Unis d'Amérique <sup>6</sup>	42.000	15%
Birmanie	25.000	9 %
Australie	22.000	8 %
Thaïlande	8.000	3 %

D'autres petits producteurs complètent le panorama : Brésil, Burundi, Inde, Madagascar et Russie.

<sup>5</sup> [Pays producteur de terres rares - Recherche](#)

<sup>6</sup> Les États-Unis font faire le raffinage de leurs ETR par la chine.

Ainsi, **sur toute la chaîne de valeur des terres rares, le monde est dans un rapport de dépendance marqué par rapport à la Chine.** La situation peut même être qualifiée d'instable et de dangereuse face aux possibilités de restriction de la Chine sur ses exportations à base de terres rares, en raison de la hausse prévue de la consommation chinoise.

#### Métaux critiques

On parle aussi de métaux critiques qui est une notion géopolitique, et donc extrêmement dynamique. Certains métaux sont considérés comme critiques aujourd'hui, alors qu'ils ne l'étaient pas il y a cinq ans, et inversement. C'est quelque chose d'évolutif, parce que ce qui définit la criticité d'un métal, c'est la conjonction de deux choses : l'importance pour l'économie d'une part et le risque d'approvisionnement d'autre part. On estime aujourd'hui à une cinquantaine (50) le nombre de métaux critiques pour l'industrie moderne.

#### Prix des terres rares

Les prix des terres rares varient en fonction de l'usage et de la rareté de chaque élément. En 2021, le kilogramme du Lanthane ou du Cérium valait un peu plus de cinq dollars alors que le Terbium dépassait 1 709 dollars.

Jusqu'aux années 1980, les États-Unis dominaient le marché des terres rares. Une main-d'œuvre moins chère, des gisements plus importants et des lois environnementales souples ont permis à la Chine de faire baisser les prix de vente et, depuis 1995, de devenir le premier

producteur mondial. La Chine est en effet le seul pays à accepter des coûts environnementaux très élevés, dus à des techniques productives médiocres mais peu chères.

### **Taille du marché mondial des terres rares**

La taille du marché mondial des terres rares a atteint 12,4 milliards de dollars en 2024, et on prévoit qu'il atteindra 37,1 milliards de dollars d'ici 2033, avec un taux de croissance annuel composé de 12,8 % entre 2025 et 2033, selon le groupe « IMARC<sup>7</sup> ».

### **Possibilités de substitution aux terres rares**

On y pense déjà. Mais, à ce jour, il n'existe aucune alternative offrant une performance équivalente à celle des terres rares.

- En 2021, un groupe allemand a communiqué sur un procédé pour produire des aimants permanents **sans terres rares**, mais rien n'est encore sorti du laboratoire.

Il est généralement admis que **seules des ruptures technologiques vont permettre une substitution des terres rares.**

**En ce qui concerne les véhicules électriques ou hybrides**, la recherche porte en premier sur la disparition de l'utilisation des aimants.

- C'est le cas de Renault et de sa Megane Electric avec des aimants

permanents au rotor bobiné au cuivre.

- En 2018, Toyota a annoncé une innovation permettant de passer du Néodyme au Lanthane et au Cérium, plus abondants et moins chers.
- En mars 2023, Tesla a annoncé un moteur plus efficace, moins cher, et sans **trace de terres rares**. Il s'agit de diviser par deux le coût de production des voitures électriques pour viser le marché de masse. Mais le nouveau procédé reste un mystère.

**Dans le cas des éoliennes en mer**, de nouvelles technologies à partir de supraconducteurs réduisent voire suppriment la dépendance aux terres rares. Les supraconducteurs permettent en effet aux courants de haute intensité de circuler sans perdre d'énergie du fait de la résistance électrique.

- En 2018, la société danoise « **Envision Energy** » a mis à l'essai un générateur supraconducteur sur l'une de ses éoliennes. Cette technologie réduirait le poids de l'éolienne, une aubaine pour les éoliennes offshore, de plus en plus puissantes.
- En 2018, la société française Jeumont Electric, en collaboration avec huit partenaires européens, a expédié en Allemagne la toute première machine intégrant la supraconductivité pour les génératrices de turbines éoliennes.

---

<sup>7</sup> «IMARC» est une société de conseil en gestion mondiale opérant dans plus de 100 pays, avec des bureaux principaux à New York et à Londres.

Cette machine a été testée avant son déploiement prévu sur une éolienne située au Danemark.

- En 2019, les États-Unis, via le département de l'énergie, ont financé quatre projets de développement d'éoliennes de plus de 10 MW, pour réduire ou supprimer le recours aux terres rares par l'utilisation de supraconducteurs.
- En 2022, le programme « **France Relance** » a sélectionné et financé le développement d'un prototype de supraconducteur destiné aux éoliennes en mer de grande puissance. Ce projet est conduit par Steam Power, une filiale de General Electric, dont le rachat par EDF a été officialisé en novembre 2022.

### Cas d'Haïti

Dans l'île d'Haïti, des indices des éléments de terres rares (ETR) ont été identifiés en République Dominicaine à la frontière avec la République d'Haïti. En effet, il existe deux anciens sites d'exploitation de bauxites et donc associées aux latérites bauxitiques dans lesquels les ETR ont été localisés. La géologie ne connaissant pas de frontière, il existe de fortes possibilités qu'on trouve des ETR également à l'Ouest de l'île. Effectivement, on dénombre une demi-douzaine de sites latéritiques ou de bauxite tout le long de la Presqu'île du Sud dans les localités suivantes : Thiotte, Savane zombie, Forêts des Pins, Obléon

(entre Kenscoff et Jacmel), Miragoâne et Beaumont dans la Grand' Anse.



Figure : 6 montrant l'alignement des sites de terres rouges latéritiques sur le prolongement des sites dominicains

Les deux sites Dominicains Mercedes et Aceitillar y el Turco (à environ 15 km de la frontière au Nord d'Est d'Anse à Pitre) ont été exploités autrefois par la **société Alcoa** pour leurs réserves de bauxite. Les sites de bauxite seraient donc un marqueur important sur l'île pour les ETR. Mais, jusqu'à présent, aucune étude n'a encore été menée du côté haïtien.



Figure 7. Position des sites de bauxites en RD par rapport aux dépôts de terres rouges en Haïti entre Thiotte et Forêt des Pins

Par ailleurs, il faut bien préciser que nulle littérature scientifique n'a encore rapporté des gisements de 100 millions de tonnes d'ETR en République Dominicaine alors que la Chine, qui détient la plus grande réserve, n'a rapporté que 40 millions. Les 100 millions de tonnes

dominicains avancés sont probablement des réserves géologiques basées sur la superficie des dépôts de bauxite disponibles.

### **Classification des réserves minières**

Toute exploitation minière est basée sur les principaux critères suivants : la valeur économique de la ressource sur le marché international, le taux de concentration du métal dans la roche, la qualité ou les propriétés de la ressource, la quantité des réserves prouvées, la rentabilité économique de l'exploitation. Les réserves mises en évidence lors des phases de recherches constituent un critère très important pour la décision d'investir ou non dans une exploitation. En termes de recherches minières, on distingue :

- **Les réserves géologiques** qui sont estimées à partir d'une exploration stratégique ou les indices sont relevés en surface et corrélés entre eux en prenant en compte, entre autres, la stratigraphie de la zone d'étude pour finalement apprécier le potentiel de l'aire considérée.
- **Les réserves probables** obtenues après des études géologiques en profondeur.
- **Les réserves prouvées** après des études de faisabilité économiques, financières, sociales et environnementales.

Dans le cas de la république voisine, on est aujourd'hui à la première phase des

études où des réserves géologiques sont approximativement calculées.

### **Conclusion**

Bien que les terres rares jouent un rôle crucial dans le progrès technologique et la transition énergétique, leur gestion pose des défis complexes. La recherche, qui est au cœur de la quête de solutions, n'est cependant pas toujours synonyme de succès. Les avancées scientifiques et technologiques naissent souvent d'échecs successifs qui permettent de tirer des enseignements précieux et d'ouvrir de nouvelles perspectives. Investir dans l'exploration, même incertaine, reste indispensable pour identifier des alternatives durables, améliorer les procédés d'extraction et encourager le recyclage. Prenant en compte l'incertitude inhérente à la recherche, on peut espérer continuer de repousser les limites du possible pour un avenir équilibré entre progrès technologique et respect de la planète. Il y a bien lieu de rappeler la vieille boutade qui veut qu'il *faille rechercher pour trouver. Si on ne recherche pas, on ne trouvera pas. Il faut aussi dépenser pour rechercher. Les chercheurs sont payés uniquement pour rechercher et pas nécessairement pour trouver. Si l'on trouve, alors tout le monde est content.*

### **Bibliographie**

1. Vidéo sur les terres rares glanée sur le net  
<https://youtu.be/3NR3RDedd5w?si=1mnsR9IEMsxhbaAH>
2. Le géologue Osiris de Leon sur les terres rares en RD  
<https://youtu.be/9hgYhPEtGIA?si=IQRvi9XP8ptJvKSC>

3. «IMARC» société de conseil en gestion mondiale opérant dans plus de 100 pays.
4. [Pays producteur de terres rares - Search](#)
5. [Terres rares : quels enjeux pour la France et l'Europe ? | vie-publique.fr](#)
6. PEGGY GREB / US DEPARTMENT OF AGRICULTURE / SCIENCE PHOTO LIBRARY