



FICHE SUBSTANCE

Dysprosium - Dy

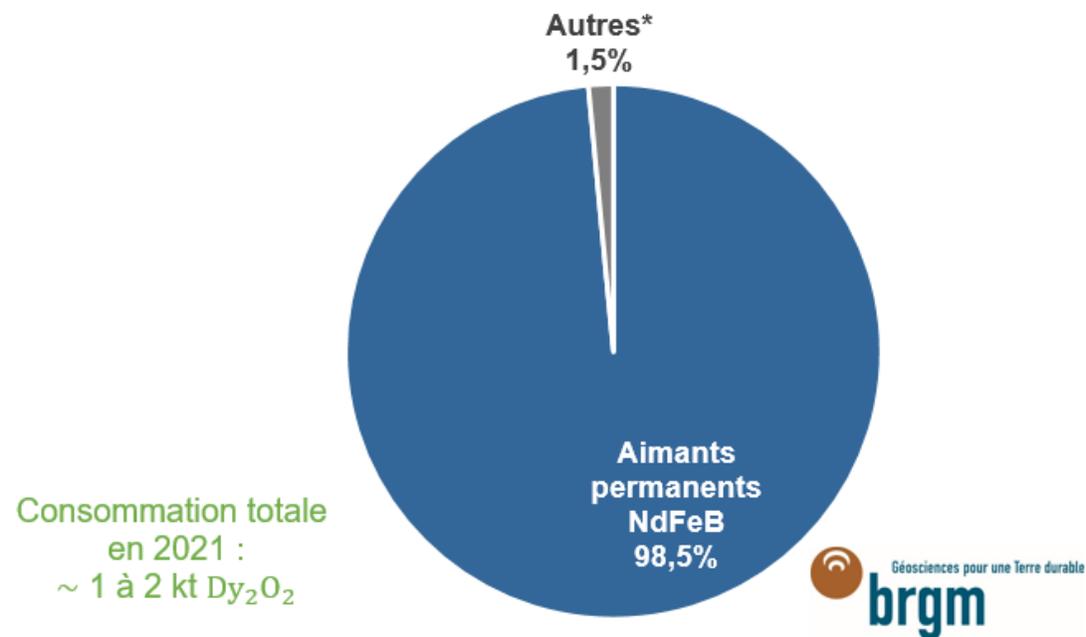
Décembre 2023

66
Dy
162,5

- Principaux usages du dysprosium dans le monde en 2021 : ^{1,2}

Usages mondiaux du dysprosium en 2021

source : Estimation BRGM



- **Aimants permanents (98,5%)** : le dysprosium est primordial dans la fabrication des aimants permanents au néodyme-fer-bore (Nd-Fe-B) afin d'en augmenter la résistance à la chaleur (abaissement du point de Curie).
- **Autres (1,5%)** : le dysprosium sert notamment dans la composition d'alliages métallurgiques, de lampes à vapeur d'halogénures de métaux ainsi que des utilisations ponctuelles dans le contrôle des réactions nucléaires, protection contre les rayons X, comme dopant de cristaux lasers, et comme agent de contraste en imagerie médicale.

¹ Panorama BRGM, 2014

² Roskill, 2019

66

Dy

Dysprosium

Données

- 1 – Usages et consommation
- 2 – Production mondiale et ressources
- 3 – Substituabilité
- 4 – Recyclage
- 5 – Prix
- 6 – Restrictions au commerce international
- 7 – Production française et ressources
- 8 – La filière industrielle en France

Criticité

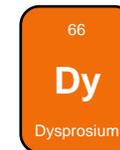
Pour aller plus loin

Avertissement



■ Perspectives d'évolution de la consommation globale : forte ^{3,4}

- La consommation de dysprosium est tirée par la demande en aimants permanents Nd-Fe-B, dont la croissance à l'horizon 2030 est comprise entre 6 % et 10 %/an³. La réduction de la quantité de dysprosium utilisée dans ces aimants ou leur substitution (par des technologies alternatives, en particulier dans le secteur éolien ou automobile) pourrait réduire ces perspectives⁴.



Données

1 – Usages et consommation

2 – Production mondiale et ressources

3 – Substituabilité

4 – Recyclage

5 – Prix

6 – Restrictions au commerce international

7 – Production française et ressources

8 – La filière industrielle en France

Criticité

Pour aller plus loin

Avertissement



minéralinfo

³ Adamas Intelligence, 2023

⁴ Joint Research Centre, 2016

■ La substance est-elle est un sous-produit ? **Oui, intégralement**

- Le dysprosium fait partie du groupe des lanthanides et à la famille des terres rares lourdes. Il n'est obtenu que lors du processus de raffinage métallurgique des autres terres rares. C'est donc exclusivement un sous-produit ou co-produit des autres terres rares.

■ Production minière mondiale 2021 ⁵ :

- La production minière de Dy (exprimée sous forme d'oxydes) peut être estimée à **900 t**

■ Principaux pays producteurs miniers en 2021 :

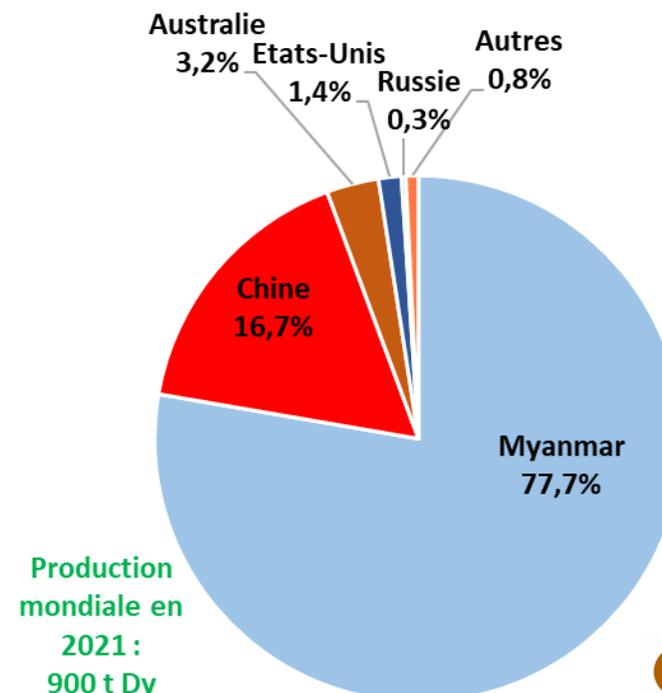
- Myanmar (77,7%), Chine (16,7%), Australie (3,2%), Etats-Unis (1,4%), Russie (0,3%)
- Concentration du marché **très élevée** :

IHH* = 0,60

* Indice Herfindahl-Hirschmann

Répartition de la production minière de dysprosium en 2021

Source: Estimation BRGM, d'après USGS & Roskill



⁵ USGS, 2023



Données

- 1 – Usages et consommation
- 2 – Production mondiale et ressources
- 3 – Substituabilité
- 4 – Recyclage
- 5 – Prix
- 6 – Restrictions au commerce international
- 7 – Production française et ressources
- 8 – La filière industrielle en France

Criticité

Pour aller plus loin

Avertissement



minéralinfo

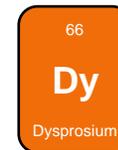
■ Variation sur 10 ans de la concentration de la production minière mondiale :

- En dix ans (2011-2021), la part de la Chine dans la production minière de terres rares a baissé de 94 % à 58 % et l'indice IHH est passé de 0,89 à 0,38.

■ Production métallurgique mondiale : ⁴

- **Production primaire : pas de données sur le dysprosium seul.** La Chine est à ce jour le seul pays disposant de capacités de raffinage des terres rares lourdes séparées. Plusieurs projets pourraient émerger à un horizon de 5 ans, notamment aux USA et en Europe.
- **Production secondaire : Très peu documentée.** Certaines activités de recyclage d'aimants permanents Nd-Fe-B sont connues, notamment au Vietnam, représentant une source de Dy secondaire).

(cf. partie 4-Recyclage pour plus de détails)



Données

- 1 – Usages et consommation
- 2 – Production mondiale et ressources
- 3 – Substituabilité
- 4 – Recyclage
- 5 – Prix
- 6 – Restrictions au commerce international
- 7 – Production française et ressources
- 8 – La filière industrielle en France

Criticité

Pour aller plus loin

Avertissement



■ Réserves connues et évolution : ⁵

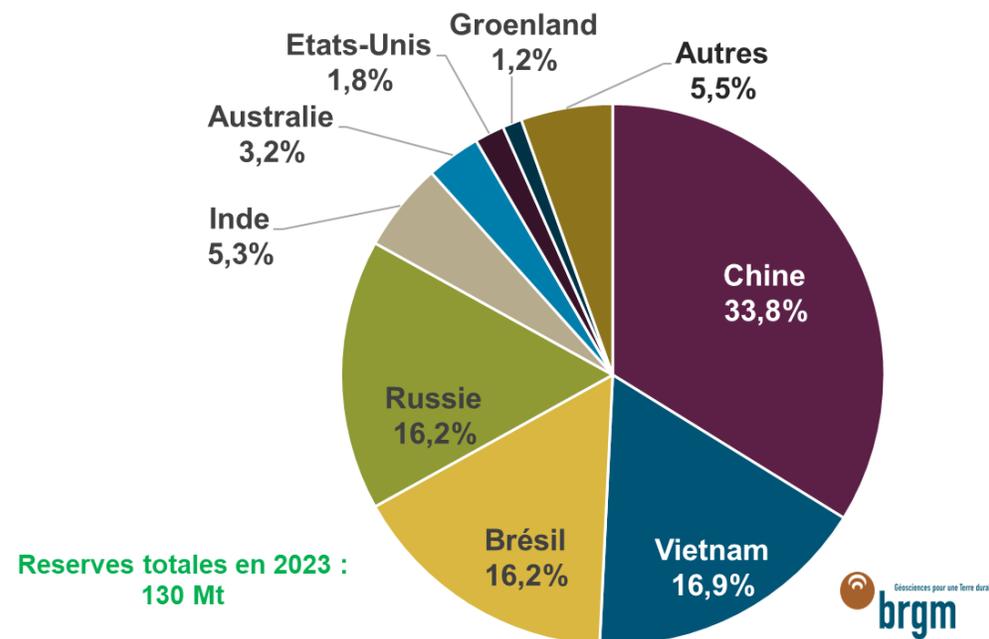
- **Données disponibles uniquement pour l'ensemble des terres rares.** Les réserves en oxydes de terres rares sont estimées en 2023 par l'USGS à 130 Mt. Ce chiffre prend en compte un certain nombre d'estimations dans des pays non-conformes aux normes internationales de déclaration des réserves (dont le Vietnam, la Russie, le Brésil et l'Inde) et pour lesquels les projets miniers n'ont pas fait l'objet d'études de faisabilité.
- Pour comparaison, ces réserves étaient estimées à 88 Mt en 2002

■ Répartition géographique des réserves : ⁵

- Selon l'USGS, la Chine est le principal détenteur des réserves de terres rares (33,8%), suivie du Vietnam (16,9%), du Brésil (16,2%), et de la Russie (16,2%)
- Concentration modérée des réserves : **IHH = 0,20.**

Répartition des réserves de terres rares estimées en 2023

Source : USGS



66

Dy

Dysprosium

Données

1 – Usages et consommation

2 – Production mondiale et ressources

3 – Substituabilité

4 – Recyclage

5 – Prix

6 – Restrictions au commerce international

7 – Production française et ressources

8 – La filière industrielle en France

Criticité

Pour aller plus loin

Avertissement



minéralinfo

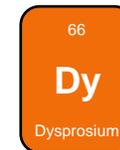
- **Substitutions possibles** en fonction du compromis coût/performance ^{6,7,8}

Substitutions technologie par technologie

- Dans le domaine éolien, les générateurs synchrones à aimants permanents (PMSG) peuvent être remplacés par des turbines traditionnelles à engrenages basées sur un générateur à induction fait à base de cuivre⁶.
- Dans le domaine de la mobilité électrique, les moteurs à aimants permanents peuvent également être substitués par des technologies de moteurs à induction ou à rotors bobinés, avec des pertes de performance relatives, mais un coût moindre⁶.

Innovations

- Dans le domaine des aimants permanents Nd-Fe-B, le principal axe de recherche, en particulier mené au Japon, vise à diminuer les quantités de dysprosium nécessaires sans réduire les performances, par le positionnement précis du dysprosium dans la microstructure de l'alliage¹.
- Plusieurs projets de recherche s'efforcent également de remplacer les aimants du type Nd-Fe-B mais les solutions sont encore loin de l'industrialisation.



Données

1 – Usages et consommation

2 – Production mondiale et ressources

3 – Substituabilité

4 – Recyclage

5 – Prix

6 – Restrictions au commerce international

7 – Production française et ressources

8 – La filière industrielle en France

Criticité

Pour aller plus loin

Avertissement



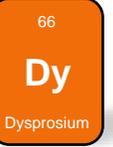
⁶ European Commission, Joint Research Centre, 2016

⁷ Christmann P., Lefebvre G., 2022

⁸ Toyota, 2018

■ Taux de recyclage ^{5,9,10} :

- L'estimation UNEP 2011⁹ d'un taux de recyclage en fin de vie <1% pour l'ensemble des terres rares reste exacte en 2023. Ainsi, l'USGS estime que le recyclage des aimants permanents et des lampes fluorescentes ne permette de récupérer que des quantités limitées de terres rares ⁵ .
- A l'heure actuelle, des filières établies de recyclage des aimants permanents Nd-Fe-B n'existent qu'en Chine et au Japon. En outre, certaines activités spécifiques sont connues au Vietnam ciblant spécifiquement le dysprosium. Plus globalement, des initiatives sont prises, avec le développement de technologies en boucle courte (aimant à aimant) ou en boucle longue (aimants à oxydes), les plus visibles étant européennes et nord-américaines (Canada, Etats-Unis, Royaume-Uni et France)¹⁰.



Données

1 – Usages et consommation

2 – Production mondiale et ressources

3 – Substituabilité

4 – Recyclage

5 – Prix

6 – Restrictions au commerce international

7 – Production française et ressources

8 – La filière industrielle en France

Criticité

Pour aller plus loin

Avertissement



⁹ UNEP 2011

¹⁰ Ecomine, 2022

- **Établissements des prix :**

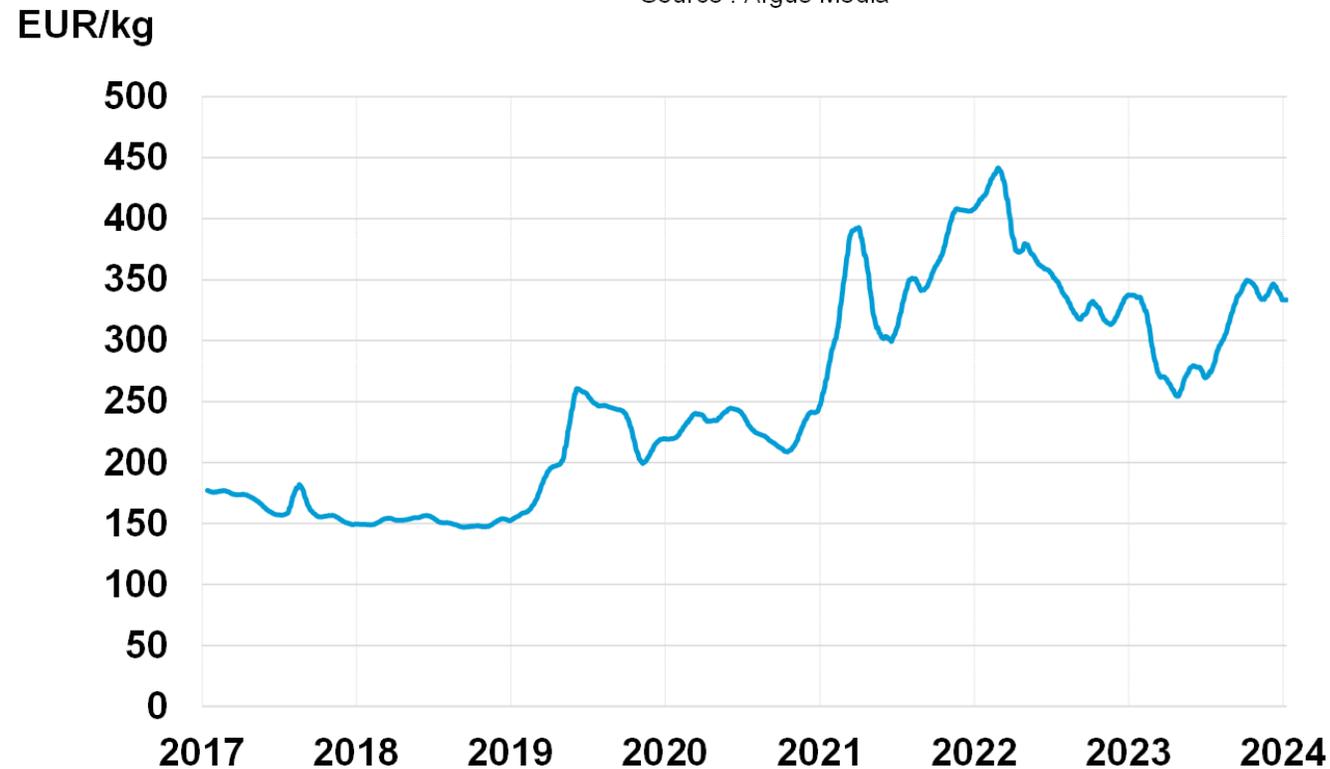
- Pas de cotation publique. Les prix sont établis par négociation directe de contrats entre producteurs primaires et transformateurs ou éventuellement par l'intermédiaire de traders.

- **Evolution des prix :**¹¹

Evolution du prix de l'oxyde de dysprosium

min. 99,5% FOB* Chine spot

Source : Argus Media



*FOB ou Free On Board : prix payé à la frontière du pays exportateur, c'est-à-dire sans les frais de transport, taxes et assurances

¹¹ Argus Media, 2023

Données

1 – Usages et consommation

2 – Production mondiale et ressources

3 – Substituabilité

4 – Recyclage

5 – Prix

6 – Restrictions au commerce international

7 – Production française et ressources

8 – La filière industrielle en France

Criticité

Pour aller plus loin

Avertissement

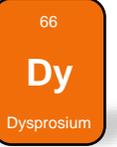
■ Restrictions au commerce international : ^{1,12,13}

- Les quotas et taxes à l'exportation chinois sur les terres rares ont été supprimés à partir de mai 2015, puis remplacés par des quotas de production par région et producteur chinois¹.
- En décembre 2020, la Chine prévoyait la mise en application d'une loi visant à interdire d'exporter des terres rares si cela était jugé contraire à ses intérêts stratégiques, sans mise en application effective toutefois.
- Le 7 novembre 2023, une nouvelle mesure a été annoncée par le gouvernement chinois ; l'obligation pour les exportateurs à déclarer les types de terres rares et leurs destinations d'exportation¹².
- Le 22 décembre 2023, mesure supplémentaire de la Chine à ajouter à la liste : des restrictions d'exportation concernant les technologies de fabrication des aimants permanents à terres rares, touchant potentiellement les projets occidentaux de recyclage, ces derniers pouvant dépendre de matériel chinois ¹².

■ Réglementation REACH : ¹³

- Non concerné.

12- Nikkei Asia
13- ECHA, 2023



Données

1 – Usages et consommation

2 – Production mondiale et ressources

3 – Substituabilité

4 – Recyclage

5 – Prix

6 – Restrictions au commerce international

7 – Production française et ressources

8 – La filière industrielle en France

Criticité

Pour aller plus loin

Avertissement



minéralinfo

■ Production minière :

- Pas de production historique ou récente concernant le dysprosium.

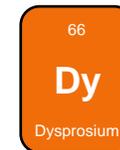
■ Production métallurgique : ¹⁴

- L'entreprise Solvay est opérateur de l'usine de la Rochelle ayant repris les activités de Rhône-Poulenc depuis 2011.

■ Ressources :

- Recensement de monazite contenus dans des graviers argileux dans le secteur du Grand Fougeray en Bretagne. Les schistes ordoviciens des environs peuvent contenir 50 à 200 g/t de nodules de monazites, représentant ainsi des niveaux très modestes.
- Occurrences connues en Mayenne, dans le sud du Massif Central, dans les Ardennes, dans les Pyrénées et en Provence¹⁵ (bauxite), sans représenter d'intérêt économique.

¹⁴ Solvay, 2023



Données

- 1 – Usages et consommation
- 2 – Production mondiale et ressources
- 3 – Substituabilité
- 4 – Recyclage
- 5 – Prix
- 6 – Restrictions au commerce international
- 7 – Production française et ressources
- 8 – La filière industrielle en France

Criticité

Pour aller plus loin

Avertissement



■ Entreprises minières françaises :

- Aucune

■ Recyclage en France : ¹⁰

A l'heure actuelle, aucune entreprise française ne procède au recyclage du Dy.

66

Dy

Dysprosium

Données

1 – Usages et consommation

2 – Production mondiale et ressources

3 – Substituabilité

4 – Recyclage

5 – Prix

6 – Restrictions au commerce international

7 – Production française et ressources

8 – La filière industrielle en France

Criticité

Pour aller plus loin

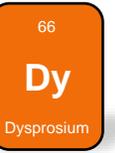
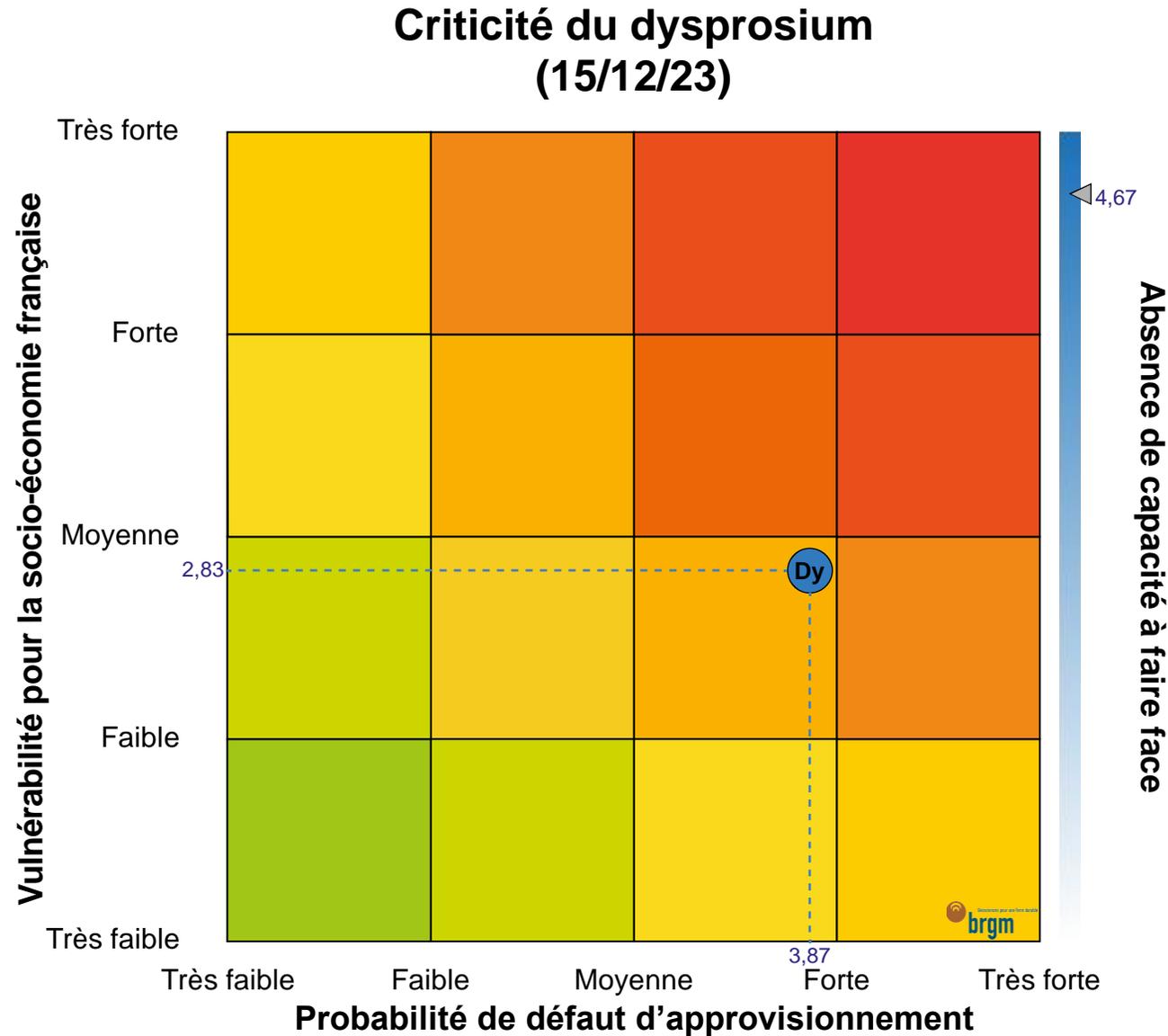
Avertissement



minéralinfo

¹⁰ Ecomine, 2022

■ Évaluation de la criticité du dysprosium



Données

- 1 – Usages et consommation
- 2 – Production mondiale et ressources
- 3 – Substituabilité
- 4 – Recyclage
- 5 – Prix
- 6 – Restrictions au commerce international
- 7 – Production française et ressources
- 8 – La filière industrielle en France

Criticité

Pour aller plus loin

Avertissement



■ **Sources :**

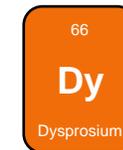
- 1- BRGM, Panorama 2014 du marché des Terres Rares. http://www.mineralinfo.fr/sites/default/files/upload/documents/Panoramas_Metaux_Strateg/rp-65330-fr-terresrarespublic.pdf
- 2- European Commission, 2020, Study on the critical raw materials for the EU 2023: final report., Factsheets on Critical Raw Materials, https://screen.eu/wp-content/uploads/2023/03/SCREEN2_factsheets_REE-EUROSTAT.pdf
- 3-Roskill, 2019. Rare Earths: Outlook to 2029. Nineteenth Edition. Roskill Information Services Ltd. ISBN 978 1910922 80 4.
- 4- Adamas intelligence, Rare Earth Magnet Market Outlook to 2040, May 2023. <https://www.adamasintel.com/>
- 5- USGS, 2023. Mineral Commodity Summaries. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023/mcs2023.pdf>
- 6- European Commission, Joint Research Centre, 2016. Substitution of critical raw materials in low-carbon technologies: lighting, wind turbines and electric vehicles. http://publications.europa.eu/resource/ellar/7f3762be-aafe-11e6-aab7-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_2
- 7- Christmann P., Lefebvre G., 2022. Trends in global mineral and metal criticality: the need for technological foresight. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13563-022-00323-5>
- 8- Toyota, 2018. <https://media.toyota.fr/toyota-met-au-point-un-nouvel-aimant-pour-moteurs-electriques-qui-reduit-jusqua-50-la-teneur-dun-metal-terre-rare-critique/>
- 9- UNEP Recycling Rates of Metals , 2011. A Status Report, A Report of the Working Group on the Global Metal Flows to the International Resource Panel. Graedel, T.E.; Allwood, J.; Birat, J.-P.; Reck, B.K.; Sibley, S.F.; Sonnemann, G.; Buchert, M.; Hagelüken, C.
- 10- Ecomine. Le marché des terres rares en 2022: filières d'approvisionnement en aimants permanents, Gaétan Lefebvre, 2022. <https://www.mineralinfo.fr/fr/ecomine/marche-des-terres-rares-2022-filieres-dapprovisionnement-aimants-permanents>
- 11- Argus Media. <https://www.argusmedia.com/en/metals>
- 12- Nikkei Asia. *China tightens rare-earth export curbs amid tension with U.S (7/11/23).* *China bans exports of rare-earth magnet technologies (22/12/23).* <https://asia.nikkei.com/>
- 13- ECHA, 2022, <https://echa.europa.eu/fr/substances-restricted-under-reach>
- 14- Le kiosque de Bercy, 2023. <https://lekiosque.finances.gouv.fr/>

■ **Fiche réalisée par :**

Emma Saulnier, Gaétan Lefebvre, Frédéric Lai, Antoine Boubault, BRGM

■ **Pour toutes questions, remarques ou suggestions :**

Contactez le BRGM, service géologique national : <https://assistance.brgm.fr/formulaire/posez-votre-question?tools=MineralInfo>



Données

- 1 – Usages et consommation
- 2 – Production mondiale et ressources
- 3 – Substituabilité
- 4 – Recyclage
- 5 – Prix
- 6 – Restrictions au commerce international
- 7 – Production française et ressources
- 8 – La filière industrielle en France

Criticité

Pour aller plus loin

Avertissement



Les informations, chiffres et graphiques figurant dans la présente "fiche de criticité" sont extraites de bases de données construites à partir des meilleures sources ouvertes consultables et internationalement reconnues. Certaines bases sont gratuites, d'autres ne sont accessibles que sur abonnement. Les sources utilisées sont précisées sur chaque fiche. Toutefois, il est à considérer que de nombreux problèmes affectent la qualité des données disponibles sur l'industrie minière mondiale. Cela peut parfois se répercuter sur les nombreux maillons des chaînes de valeur qui en découlent. Certains pays, parmi lesquels la Chine aujourd'hui principal producteur mondial d'un certain nombre de matières premières minérales, ne publient guère de données statistiques relatives à leur industrie minière. Les données publiées ne sont ainsi pas toujours vérifiables.

Dans certains pays, des règles interdisent la publication de données de production ou de réserves. Ces informations peuvent divulguer des données ou méthodologies considérées comme confidentielles par des entreprises productrices. Cela est notamment le cas aux États-Unis et en France. Toutes les entreprises n'ont pas les mêmes obligations de communication de leurs activités. Ces obligations restent très faibles ou nulles pour les entreprises non cotées en bourse ou financées par des capitaux privés ("private equity"). Tous les États n'imposent pas non plus les mêmes obligations de transparence aux entreprises établies sur leurs territoires.

Certaines données de production, de consommation ou d'échanges proviennent des statistiques du commerce mondial. Elles sont basées sur la nomenclature statistique internationale des produits, définie par l'Organisation Mondiale des Douanes, ainsi que sur les déclarations d'importations et d'exportations fournies par les douanes de chaque pays. Ces dernières sont centralisées dans la base de données "Comtrade" des Nations Unies. Ces données sont délicates à utiliser ou à interpréter : certains chiffres relatifs aux exportations et aux importations mondiales ne se correspondent pas. Certains pays ne fournissent pas leurs informations. Les données relatives ne permettent pas de ressortir d'indications sur la consommation intérieure de minéraux et métaux produits à l'intérieur d'un même pays. Cette situation complique les analyses pour certaines matières premières, notamment pour les métaux utilisés aux applications de haute technologie. La fiabilité de certaines données sont difficilement vérifiables lorsque celles-ci proviennent de simples déclarations par les autorités de pays producteurs. Les acteurs sont interrogés pour calculer le montant des réserves de telle ou telle matière première minière.

L'existence d'un marché noir de certaines matières premières est également à prendre en compte. C'est probablement le cas d'une petite partie de la production chinoise, mais aussi des pays limitrophes, comme en Birmanie par exemple. Il est néanmoins possible que ces limitations soient contournées, en recoupant plusieurs sources d'information.

De même, les prix des métaux rares et des minéraux industriels ont des degrés de précision et de fiabilité divers. Seuls les métaux de base (Al, Cu, Ni, Pb, Sn, Zn, Co) et les métaux précieux (Au, Ag, Pt, Pd, Rh) font l'objet de cotations quotidiennes sur les marchés boursiers. Les autres métaux font l'objet de nombreuses commercialisations dans le cadre de contrats de gré à gré entre producteurs et acheteurs, qui peuvent être des maisons de négoce.

Les prix de transaction ne sont pas rendus publics. Des sources d'informations spécialisées, accessibles uniquement sur abonnement, comme Argus Media, Fastmarkets ou Platts, fournissent des fourchettes de prix de transactions pour une vaste gamme de matières premières minérales. L'évolution de ces prix, qui peuvent ne représenter qu'une faible partie du marché réel, est la principale source d'information sur l'évolution de l'offre et de la demande.

Ainsi malgré tout le soin que le BRGM peut apporter à l'utilisation et traitement des données auxquelles il a accès, les chiffres doivent être le plus souvent considérés comme des ordres de grandeur. Il s'agit d'évolutions temporelles, de dynamiques qui traduisent au mieux les marchés et leurs évolutions. En cas d'enjeux économiques importants pour une entreprise, il est fortement recommandé de faire appel à une ou plusieurs expertises externes complémentaires.

En tout état de cause, le BRGM et l'OFREMI déclinent toute responsabilité relative aux dommages directs ou indirects, quelle qu'en soit la nature, que pourrait subir un utilisateur des fiches du fait de décisions prises au vu de leur contenu. L'utilisation des informations fournies est de l'entière responsabilité des utilisateurs.

Données

- 1 – Usages et consommation
- 2 – Production mondiale et ressources
- 3 – Substituabilité
- 4 – Recyclage
- 5 – Prix
- 6 – Restrictions au commerce international
- 7 – Production française et ressources
- 8 – La filière industrielle en France

Criticité

Pour aller plus loin

Avertissement



Géosciences pour une Terre durable

brgm



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

minéralinfo

Service géologique national

Siège social • Centre scientifique et technique

3 avenue Claude-Guillemin - BP 36009

45060 Orléans Cedex 02 – France

Tél. : +33 (0)2 38 64 34 34 - Fax : +33 (0)2 38 64 35 18

www.brgm.fr