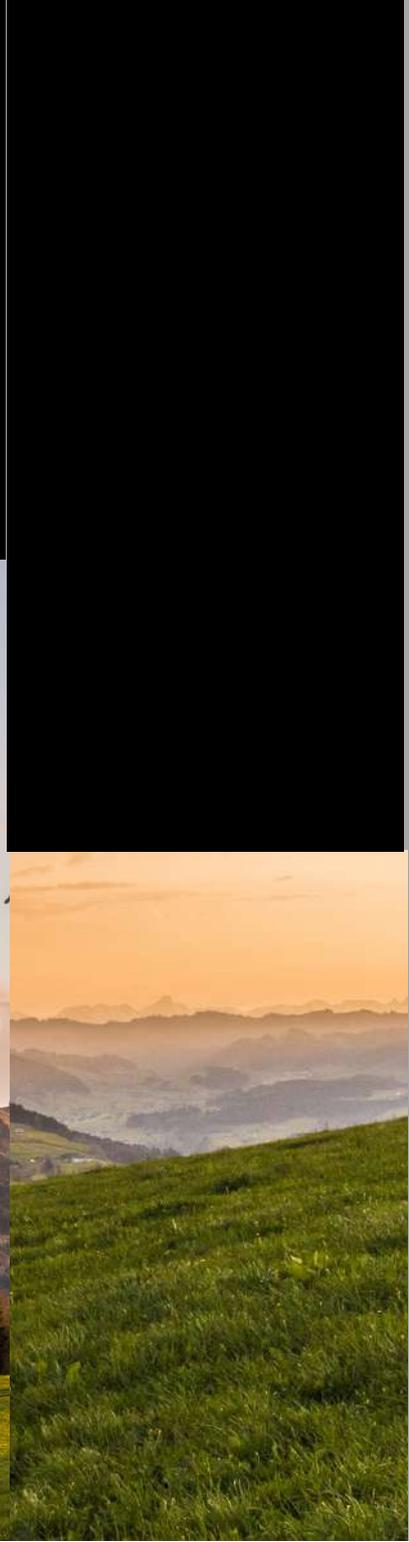


# Recycler les REE en UE



# Quentin Avenas



Quentin coordonne les activités de l'axe « Sustainability » au sein de notre Research Institute, avec pour objectif de mettre au point les méthodologies & outils permettant d'accélérer la transition des entreprises.

Il supervise également les projets de décarbonation et d'éco-conception qu'IAC Partners mène avec ses partenaires industriels.

Enfin, Quentin encadre plusieurs projets de thèse menés en collaboration avec des industriels leaders de leur secteur.

Références clients :



Manager

[quentin.avenas@iacpartners.com](mailto:quentin.avenas@iacpartners.com)

+33 6 21 30 83 29

# Résumé exécutif

La demande en terres rares étant en augmentation ces dernières années, leur disponibilité, leur production et leur recyclage sont des sujets au cœur de l'actualité. Dans cette publication, nous présentons une synthèse des facteurs et des opportunités de recyclage des terres rares dans l'Union Européenne (UE) en nous concentrant sur quatre minéraux qui sont utilisés dans les aimants permanents et qui sont à l'origine de la majeure partie de la demande en terres rares.

L'énergie éolienne et les véhicules électriques sont les deux secteurs qui influencent majoritairement la demande en terres rares. Ils constituent 85 % de la demande européenne d'aimants permanents.

Les prévisions de la demande en terres rares pour l'énergie éolienne varient beaucoup, dû à l'évolution du mix technologique et de la production locale de turbines. Les prévisions concernant le secteur des véhicules électriques sont quant à elles plus précises, mais ce marché reste menacé par une diminution potentielle de la part européenne dans la production mondiale de moteurs électriques.

L'un des principaux défis concernant le recyclage des terres rares dans l'UE est le manque d'acteurs tout au long de la chaîne de valeur. Bien que leur recyclage ait été défini comme étant une priorité, il reste encore un long chemin à parcourir pour établir un secteur de recyclage robuste et durable.

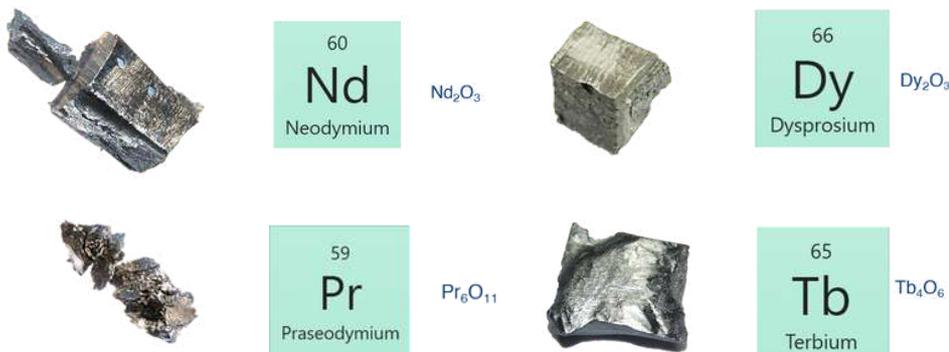
Cependant, les avancées scientifiques et technologiques sur le recyclage ont de grandes chances d'optimiser le processus de recyclage et de le rendre plus rentable au fil du temps.

## **Vue d'ensemble sur le recyclage des éléments de terres rares dans l'Union européenne**

# 1. Introduction

Les terres rares sont des éléments chimiques qui sont des composants utilisés dans de nombreux secteurs comme les appareils électro ménagers, l'énergie éolienne, les véhicules électriques ou les secteurs industriels.

Quatre de ces dix-sept éléments représentent plus de 61% des parts de marché. Il s'agit du Néodyme, du Praséodyme, du Dysprosium et du Terbium. Leur demande est majoritairement dû à l'aimant permanents NdFeB. Ces aimants sont utilisés dans plusieurs produits de notre vie quotidienne. Ces terres rares ne sont pas en quantité illimitée et la majeure partie de l'approvisionnement mondial provient de quelques pays, dont la Chine à hauteur de 60%.



Cette dépendance a poussé plusieurs pays à explorer les possibilités pour développer leur propre approvisionnement en terre rares. Pour cela, le recyclage de ces terres rares est un excellent moyen. Cela permet aussi de réduire l'impact environnemental et de promouvoir un modèle d'économie circulaire en réutilisant des ressources précieuses au lieu de les extraire du sol.

## 2. Analyse de la demande en terres rares à horizon 2035

En se basant sur le besoin d'aimants permanents dans chaque secteur, des benchmarks des prévisions de la demande d'ici 2035, deux secteurs se démarquent : l'énergie éolienne et les véhicules électriques. Ils influencent majoritairement la demande en terres rares. Cela fait donc des processus de recyclage dans ces secteurs un marché prometteur.



Electric vehicles

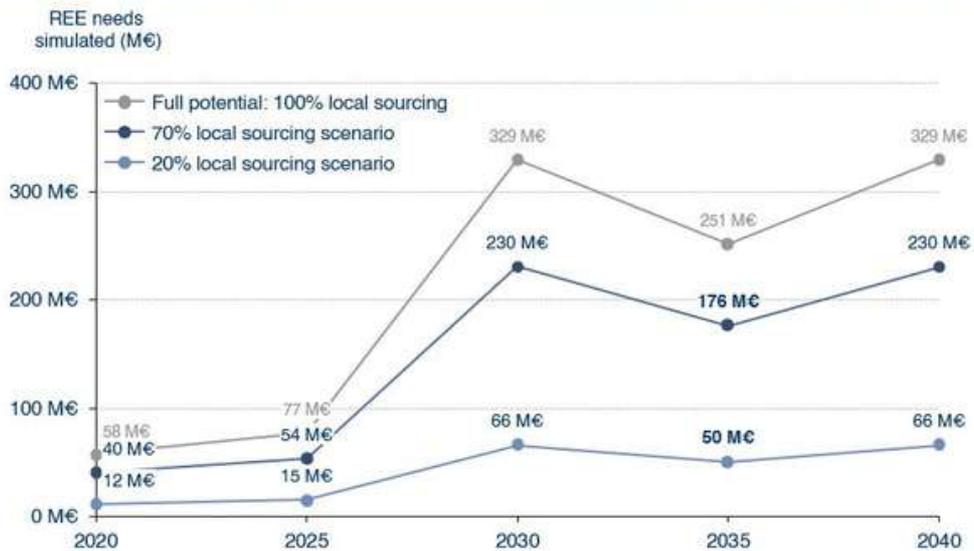


Wind energy

**Focus sur le secteur éolien : une demande qui va quadrupler mais les prévisions restent incertaines à cause des évolutions possibles de la chaîne d'approvisionnement, du mix technologique et de l'apparition de technologies alternatives**

D'après les projections de la capacité installée et les hypothèses sur la part de la production nationale, les prévisions des évolutions de la demande des terres rares dans l'énergie éolienne indique qu'elle devrait se situer entre 50 et 176 millions d'euros d'ici 2035. Cette large fourchette est due à de nombreux facteurs tels que la location de la production des éléments des éoliennes (Europe ou Chine). Le scénario qui semble le plus réaliste est celui d'une production européenne à hauteur de 70%, ce qui fait émerger plusieurs interrogations telles que la disponibilité en terres rares.

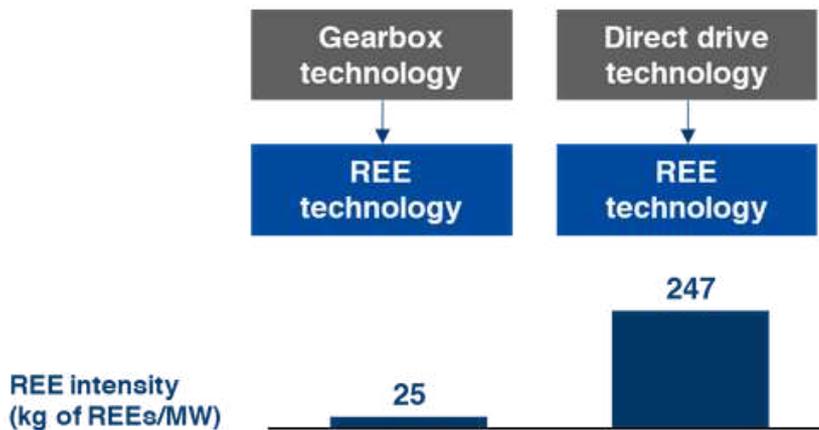
### European REE needs following 3 possible wind turbines deployment scenarios (M€)



Le mix technologique est aussi un des facteurs qui rend les prévisions incertaines. Il existe deux principales technologies d'éolienne : le Direct Drive et le Gearbox. Même si le Direct Drive (principalement offshore) est 10 fois plus demandeur en terres rares que le Gearbox (principalement onshore), c'est la technologie qui est la plus susceptible de subsister.

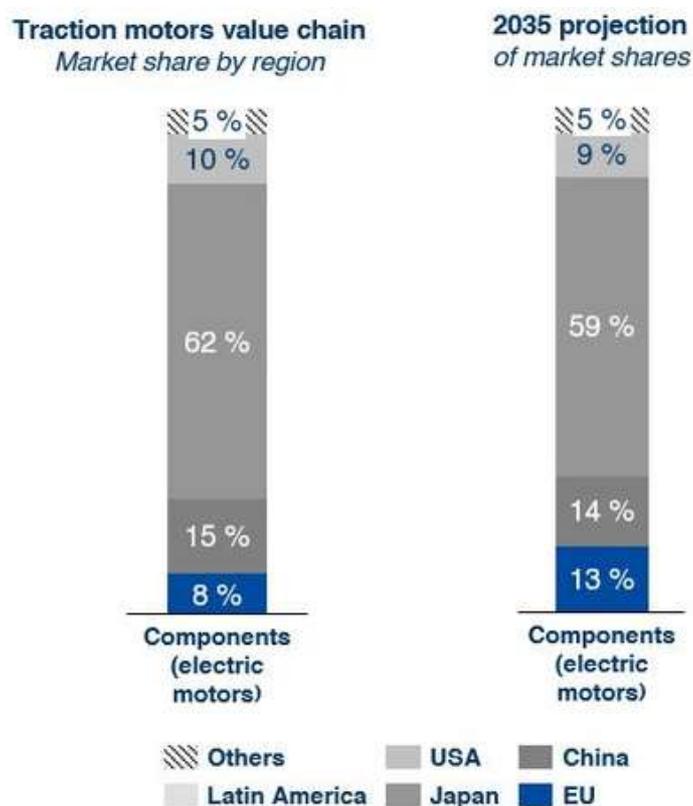
Ce qui renforce l'incertitude quant à l'évolution de la demande est l'arrivée sur le marché de nouvelles technologies n'utilisant pas de terres rares. Ces alternatives sont plus durables et s'inscrivent dans une démarche de transition énergétique.

### 2 main technologies of wind turbines will compete in the next decade



## Focus sur les véhicules électriques : un gain en visibilité sur les prévisions mais une forte dépendance aux entreprises asiatiques

En ce qui concerne le secteur des véhicules électriques, l'UE produira 13% des ventes globales. Cela représente un marché des terres rares de 70 millions d'euros en terres rares pour les aimants permanents des moteurs de tractions.

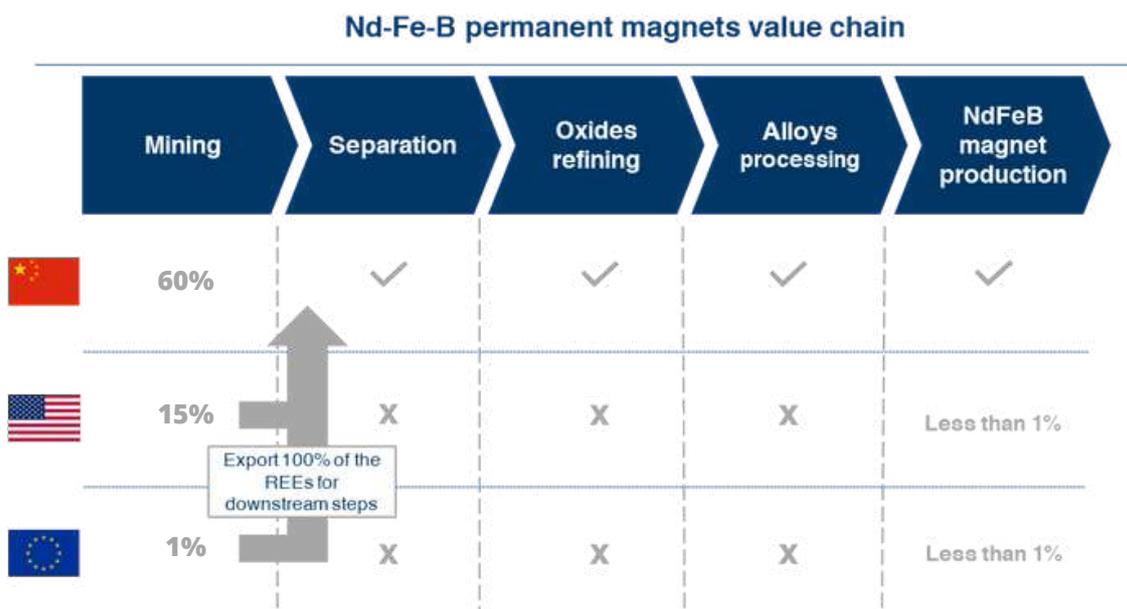


Bien que les perspectives l'évolution de la demande soient plus définies pour ce secteur, seule une petite part des moteurs électriques sont produits en Europe. L'Asie ayant le quasi-monopole, la demande locale de terres rares sera donc inférieure à son potentiel sur le marché des véhicules électriques.

# 3. Analyse de la chaîne de production des terres rares

## Challenges

Le principal problème concernant le recyclage des terres rares dans l'UE est que cette dernière n'a aucun contrôle sur la chaîne de production. Elle ne produit pas de terres rares à l'exception d'une petite quantité extraite localement (moins de 1 % du marché mondial). Elle est ensuite exportée en Chine pour y être raffinée et l'UE importe 98 % de sa demande de Chine. Le développement des capacités de recyclage des terres rares est donc un moyen pour l'UE de garantir l'approvisionnement de sa demande future en terres rares.



Cependant, il reste deux défis majeurs à relever.

Les terres rares ne sont pas directement disponibles dans l'UE pour le recyclage. En effet la plupart des déchets électroniques en contiennent et sont actuellement exportés hors du continent pour être traités en fin de vie.

De plus, le processus de recyclage est complexe. Cela s'explique par la diversité des produits qui contiennent des terres rares et les séparer des autres matériaux demande du temps et peut être difficile. D'autant plus qu'elles constituent souvent une sous-catégorie d'un composant lui-même complexe. C'est pourquoi il est nécessaire de les identifier précisément afin de pouvoir optimiser leur recyclage.

# Opportunités

Malgré ces défis, il y a d'autres raisons qui poussent à rester optimiste quant au développement du recyclage dans l'UE. Le manque de présence d'acteurs européens sur la chaîne de production et la demande en forte augmentation montrent que le recyclage est une opportunité qui doit être exploitée. Par ailleurs, les récentes découvertes de gisements de terres rares et de projets miniers vont entraîner l'émergence d'acteurs et de savoir-faire locaux sur toutes les étapes intermédiaires.

Il existe 4 méthodes pour recycler les aimants à terres rares. Elles ont toutes la possibilité de faire partie d'une stratégie de transition vers le net-zéro.

La première méthode est le recyclage des déchets de production. Néanmoins, elle ne peut être qu'exploitée par la Chine pour le moment dû à son monopole.

Cependant, trois autres options présentent d'avantage une opportunité pour les entreprises européennes.

D'une part, le recyclage en boucle longue consiste à broyer les aimants en terres rares puis à séparer les oxydes de terres rares pures.

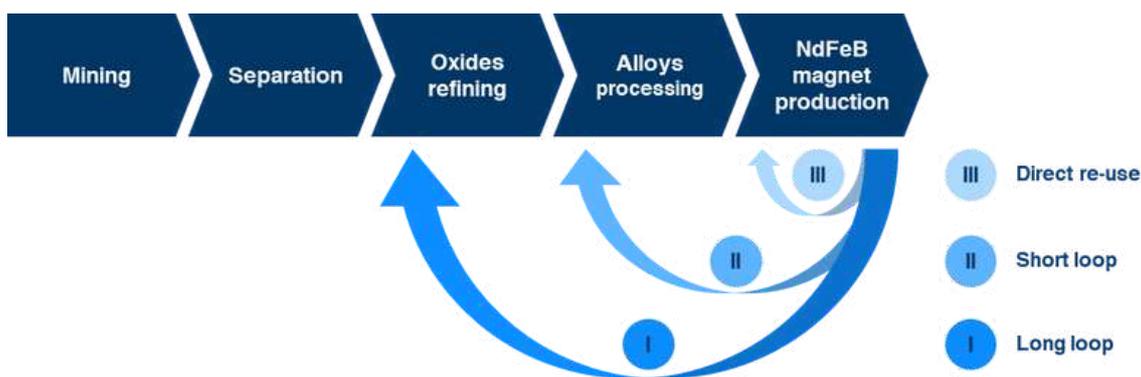
Ce processus permet de s'adapter aux changements de conception des aimants, mais il dépend également des capacités de fabrication d'aimants de l'UE. Le recyclage en boucle courte, quant à lui, consiste à broyer les aimants en terres rares pour en faire une poudre qui sera utilisée pour fabriquer de nouveaux aimants en terres rares. Ce processus en boucle courte peut entraîner des pertes potentielles de performance. Des projets industriels sur le recyclage en boucle longue et courte ont déjà été lancés.



La dernière et prometteuse option est la réutilisation directe des aimants à base de terres rares provenant de produits en fin de vie. Cette méthode de recyclage est encore en phase de recherche au CEA et à Fraunhofer. Mais ce qui la différencie fortement des autres méthodes, c'est la réduction significative du nombre d'étape dans la chaîne de production et permet d'accéder directement à l'étape finale (les aimants eux-mêmes).

Cependant, cela implique de devoir utiliser les technologies déjà existantes (comme le design ou l'alliage), ce qui laisse peu de place à l'innovation.

Ces options obligent à s'appuyer sur les acteurs déjà présents et ont pour but de réduire la dépendance de l'UE face à la Chine. L'UE doit exploiter ce potentiel et en faire sa priorité.





## Conclusion : tirer profit de l'opportunité

Pour conclure, le recyclage des terres rares dans l'UE peut jouer un rôle clé dans la sécurisation des approvisionnements de ces matières premières essentielles de manière durable. Si L'UE continue de donner la priorité au recyclage des déchets électroniques et au développement de nouvelles technologies, il est probable que le recyclage des terres rares devienne un élément essentiel de la chaîne d'approvisionnement des terres rares européenne dans les années à venir.