

---

## Les chaînes d'approvisionnement en métaux rares

---

Enjeux pour une transition énergétique durable

---

Mai 2019





Créé en 2017, Shareholders for Change est un réseau d'engagement actionnarial européen dédié aux investisseurs institutionnels représentant plus de 24 milliards d'euros d'actifs sous gestion.

Il fédère des acteurs européens très impliqués localement dans l'engagement actionnarial pour participer conjointement aux assemblées générales, co-signer des lettres aux entreprises, rencontrer les sociétés et échanger sur les engagements

respectifs. Le réseau se définit avant tout comme « une plateforme facilitatrice » et a vocation à limiter le nombre de ses interventions.

Ses sept membres fondateurs sont implantés dans différents pays : Allemagne (Bank für Kirche und Caritas eG), Autriche (Fair-finance Vorsorgekasse), Espagne (Fundacion Fiare), France (Meeschaert AM et Ecofi Investissements), Italie (Etica Sgr, Gruppo Banca Etica et Fondazione Finanza Etica).

Achévé de rédiger en mai 2019 par le département ISR de Meeschaert AM

# Les chaînes d'approvisionnement en métaux rares

## Enjeux pour une transition énergétique durable

Mai 2019

Introduction	4
La responsabilité de l'entreprise dans sa chaîne d'approvisionnement : enjeux liés aux matières premières critiques	6
• Un enjeu stratégique de sécurisation de l'approvisionnement en matières premières critiques	6
• Un enjeu environnemental et social de prise en compte des impacts de l'activité en amont de la chaîne de valeur	7
• Un enjeu réglementaire d'application de nouvelles normes nationales	10
Les caractéristiques des métaux rares : application au secteur de l'énergie	12
• Caractéristiques des métaux rares	12
• Opportunités et risques en matière énergétique	15
• Dynamique de l'offre et de la demande	18
• Principaux secteurs étudiés : les panneaux photovoltaïques	20
• Principaux secteurs étudiés : les turbines éoliennes	23
• Principaux secteurs étudiés : les batteries électriques	25
Au niveau des entreprises : quelle prise de conscience de l'importance de cet enjeu ?	28
• Secteur éolien	28
• Constructeurs automobiles	32
• Chimie	35
Annexes	37

# INTRODUCTION

« Une faible attention a été accordée aux implications de la demande croissante en matières premières nécessaires à la construction des technologies renouvelables et des infrastructures à zéro émission. Les minéraux et les métaux vont jouer un rôle clé dans la transition vers un futur bas-carbone, impliquant des modifications potentiellement significatives du marché des minerais et des métaux. Ces derniers sont cruciaux dans la façon dont l'énergie est produite et utilisée. L'évolution future vers une économie bas-carbone [...] a un fort potentiel de changement à la fois de l'échelle et de la composition des demandes en minéraux et en métaux. »

Source : Banque mondiale<sup>1</sup>

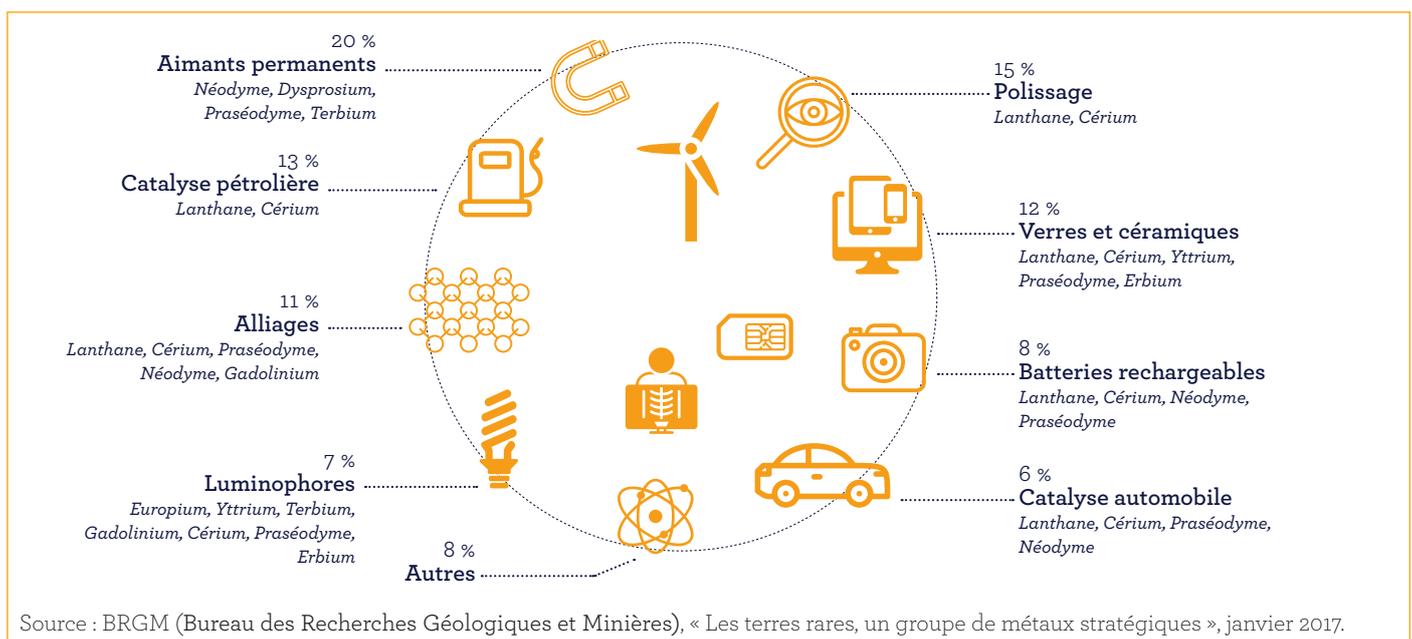
Que ce soit dans les téléphones portables ou les ordinateurs, dans les éclairages ou les systèmes intelligents d'économie énergétique, dans les équipements d'énergies renouvelables ou encore les véhicules électriques, les métaux rares (voir annexe p.38) sont devenus des composants indispensables de nombreux objets de la vie quotidienne.

Les conséquences de leur production ne sont pourtant pas neutres : en fonction de leurs conditions d'extraction, l'exploitation de métaux rares a des effets négatifs plus ou moins significatifs au niveau humain et environnemental.

L'accélération des innovations numériques, ainsi que la transition vers une économie bas-carbone, doivent donc prendre en considération ces impacts, dispersés tout au long de la chaîne de fabrication des produits à haute valeur technologique.

Il est donc crucial de comprendre le rôle clé joué par les métaux rares dans l'évolution du système énergétique, aussi bien pour lutter contre le changement climatique et décarboner l'économie, que pour prolonger l'usage des énergies fossiles en améliorant leur efficacité. Les conclusions du rapport de la Banque Mondiale sont nuancées par d'autres études<sup>2</sup>, qui attachent plus d'importance au potentiel du recyclage dans l'évolution de l'offre et modulent la demande supplémentaire en fonction des métaux. En revanche, le constat reste communément admis : le respect du scénario 2°C, intégré aux Accords de Paris de la COP 21, aura des incidences sur le mix énergétique et sur la cartographie des demandes en matières premières. Ce changement de paradigme doit alors prendre en compte les besoins d'approvisionnement nécessaires à la construction, à l'entretien et au démantèlement des nouvelles technologies dans ce domaine.

## LES TERRES RARES, UN GROUPE DE MÉTAUX STRATÉGIQUES



<sup>1</sup> World Bank, EGPS, « The growing role of minerals and metals for a low carbon future », juin 2017.

<sup>2</sup> <http://www.carbone4.com/marche-metaux-va-doubler-boom-technologies-vertes-info-intox/>

En tant qu'investisseur responsable, il s'agit alors d'évaluer les entreprises des secteurs concernés, en utilisant une grille de lecture adaptée. Dans cette optique, le concept de responsabilité élargie prend tout son sens : désormais, l'entreprise n'est plus uniquement responsable de ce qui se passe entre les murs de ses usines et des conséquences directes de sa production. Sa vigilance doit également s'ouvrir aux impacts indirects de son activité, et notamment à ses conséquences en amont de sa production, dans ses filières d'approvisionnement. Par cet élargissement du spectre de responsabilité à toute la chaîne de valeur, le curseur est ainsi déplacé et le rôle de l'entreprise recontextualisé au sein de son écosystème.

Comment décliner le concept de « responsabilité élargie », à la chaîne d'approvisionnement des entreprises en matière de métaux rares ? Il s'agit d'évi-

ter tout transfert de responsabilité de l'entreprise, qui externaliserait les problématiques sociales et environnementales de son activité au niveau de ses fournisseurs. Pour cela, il est nécessaire d'avoir une grande transparence sur les circuits d'approvisionnement, une connaissance des éventuelles solutions de substitution ou de réduction de la matière première utilisée, ainsi qu'une réflexion sur le recyclage des produits. Si l'entreprise ne prend pas en compte ces problématiques émergentes, elle s'expose à des risques non négligeables, qu'ils soient d'ordre opérationnel, environnemental ou humain, réputationnel ou réglementaire.

Ces risques sont exacerbés quand l'approvisionnement porte sur des métaux rares. Les caractéristiques très particulières de ces matériaux, se traduisant notamment par leur utilisation stratégique dans le système énergétique, dé-

terminent des perspectives d'évolution potentiellement divergentes de l'offre et de la demande.

Nous nous attacherons donc à comprendre ces enjeux dans les secteurs de l'énergie solaire photovoltaïque, de l'éolien, ainsi que des véhicules électriques, devenus incontournables dans la transition énergétique : Quelles politiques doivent en découler dans les entreprises concernées ? Quel est leur niveau de transparence sur ces enjeux ? Existe-t-il déjà des bonnes pratiques identifiées ? Quelles sont les marges d'amélioration détectées ? L'analyse détaillée de certaines entreprises présentes dans ces activités, à la lumière des problématiques spécifiques auxquelles elles sont confrontées, permettra de déterminer des actions de sensibilisation et d'engagement.

## LA CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT DE MINERAIS

Le processus consistant à fournir un minerai brut au marché de consommation fait intervenir de multiples acteurs et comprend généralement l'extraction, le transport, la manutention, le commerce, le traitement, la fusion, la fabrication et la vente du produit final. L'expression « chaîne d'approvisionnement » désigne l'ensemble des activités, organisations, acteurs, technologies, informations, ressources et services intervenant dans le transfert du minerai depuis le site d'extraction en aval jusqu'à son incorporation dans le produit final destiné aux consommateurs finaux.

Source : Guide OCDE sur le devoir de diligence pour des chaînes d'approvisionnement responsables en minerais, 2016.

# LA RESPONSABILITE DE L'ENTREPRISE DANS SA CHAÎNE D'APPROVISIONNEMENT : ENJEUX LIÉS AUX MATIÈRES PREMIÈRES CRITIQUES

## Un enjeu stratégique de sécurisation de l'approvisionnement en matières premières critiques

En 2010-2011, un conflit entre la Chine et le Japon s'est cristallisé sur le marché des terres rares (voir annexe p.38), suite aux revendications territoriales chinoises sur les îles Senkaku. La mise en place de quotas par Pékin a eu une incidence directe sur leur prix : la valeur de transaction du terbium, par exemple, a été multipliée par neuf en quelques mois<sup>3</sup>. Suite aux restrictions dans l'exportation de ces matières premières par le pays détenant plus d'un tiers des réserves accessibles et plus de 95 % du marché des terres rares, une plainte a été déposée devant l'OMC par les Etats-Unis, l'Union européenne et le Japon en mars 2012<sup>4</sup>. Le litige a été tranché deux ans plus tard en faveur des plaignants et les prix ont de nouveau baissé dès 2012, mais cet événement est symptomatique d'une utilisation potentielle de ce marché quasi-monopolistique comme levier diplomatique et comme arme économique.

Le durcissement environnemental chinois a également eu des répercussions opérationnelles pour des entreprises occidentales<sup>5</sup> : plus de 30 000 activités commerciales ont été pénalisées par la lutte initiée à Pékin contre les violations environnementales. Suite à des inspections réalisées entre 2015 et 2017, des usines ont été fermées, ayant un impact direct sur de grandes entre-

prises dans de nombreux secteurs (textile, automobile, métaux lourds, gaz et charbon, biens de consommation). Ces usines appartenaient à des fournisseurs parfois très en amont dans la chaîne d'approvisionnement, de rang 1, 2 et 3. Les effets se sont traduits par des retards, des ruptures majeures au niveau de la chaîne d'approvisionnement, voire des suspensions de production. Ils ont également pesé sur la réputation des entreprises concernées auprès de leurs clients finaux.

C'est dans le secteur automobile que cette problématique opérationnelle a été le plus visible. Ainsi la fermeture d'une usine appartenant à l'un des fournisseurs clés de Schaeffler Group, lui-même producteur de roulements et composants mécaniques, a eu un impact sur la production de près de 200 modèles de voitures détenus par plus de 49 constructeurs automobiles. Le coût économique a été évalué à près de 47 milliards de dollars.

De même, le groupe norvégien Norsk Hydro<sup>6</sup>, figurant parmi les premiers producteurs mondiaux d'aluminium et d'énergie, a subi en 2018 les effets d'un embargo sur la production de sa raffinerie d'alumine à Alunorte (Brésil). Dans cette région située au nord du pays, de fortes inondations ont été provoquées par des précipitations extrêmes, en février 2018. La raffinerie étant située dans la partie inondée, les autorités brésiliennes et les communautés locales ont craint de possibles déversements nocifs dans les

zones environnantes. La production a été gelée afin de lancer de nombreuses inspections, provoquant une baisse de 50 % de la production de la raffinerie. Si les rapports ont conclu à une absence de contamination des rivières proches du site, les autorités ont imposé la mise en place de nouvelles mesures, notamment concernant la zone de dépôt des résidus de bauxite. Les exigences vis-à-vis des pratiques de l'entreprise ont été renforcées, la mine étant située dans la forêt amazonienne.

Que ce soit pour des raisons diplomatiques, économiques, environnementales ou sociétales, la fermeture du robinet en matières premières critiques peut avoir un effet boule de neige qui retentit sur l'activité d'un grand nombre de groupes industriels, dont la production dépend de la pérennité de l'approvisionnement dans ces matières premières. C'est le cas tout particulièrement des métaux rares, composants incontournables des énergies renouvelables (photovoltaïque et éolien), et des véhicules électriques.

Cette instabilité potentielle est d'autant plus forte que le marché des métaux rares est restreint et se caractérise par une situation quasi-monopolistique de la Chine.

C'est pourquoi, et avant même d'évoquer les considérations éthiques qui seront développées par la suite, la connaissance de toute la chaîne des fournisseurs, même très en amont, est primordiale : il s'agit pour les en-

<sup>3</sup> [https://www.lemonde.fr/economie/article/2014/03/26/terres-rares-l-omc-denonce-les-quotas-chinois\\_4390186\\_3234.html](https://www.lemonde.fr/economie/article/2014/03/26/terres-rares-l-omc-denonce-les-quotas-chinois_4390186_3234.html)

<sup>4</sup> [https://www.huffingtonpost.fr/2012/03/13/terre-rare-chine\\_n\\_1342015.html](https://www.huffingtonpost.fr/2012/03/13/terre-rare-chine_n_1342015.html)

<sup>5</sup> Ecovadis, « The Environmental Crackdown in China : Supply Chains Impacts Continue »

<sup>6</sup> Hydro, "Fourth quarter 2018 - Investor Presentation", February 2019.

treprises dont la production dépend fortement de l'approvisionnement en matières premières stratégiques, parfois rares et géographiquement très concentrées, d'obtenir une réelle transparence sur sa chaîne d'approvisionnement.

Au-delà de la matérialité économique directe qu'implique un risque de rupture d'approvisionnement, il est important d'évaluer les conditions environnementales et sociales des activités d'extractions minières, tout en amont de la chaîne des fournisseurs. On ne peut en effet considérer l'impact des entreprises fortement consommatrices de métaux, sans évaluer les controverses importantes dont ce secteur hautement sensible fait l'objet.

#### ANALYSE DES ENTREPRISES



- Quels sont les risques d'approvisionnement en matières premières critiques identifiés par l'entreprise ?
- L'entreprise a-t-elle déjà subi des ruptures d'approvisionnement en matières premières critiques ?
- Comment ces risques d'approvisionnement sont-ils gérés ? Qui est en charge de leur suivi ?

#### Un enjeu environnemental et social de prise en compte des impacts de l'activité en amont de la chaîne de valeur

La catastrophe qui s'est récemment déroulée au Brésil est emblématique des risques que les activités d'extraction minière comportent. En effet, en janvier 2019, les coulées de boues déversées suite à la rupture d'un barrage minier du groupe brésilien Vale ont provoqué la mort de 228 personnes (49 autres étant encore portées disparues). La vague de résidus

miniers a également contaminé une rivière utilisée par une communauté indigène, privée d'eau potable. Les conséquences de cette boue toxique risquent par ailleurs de toucher le fleuve Sao Francisco, l'un des plus importants d'Amérique du Sud. L'ONG Greenpeace dénonce ainsi un nouveau crime environnemental ; il fait suite à la rupture d'un autre barrage minier en 2015, codétenu par Vale et le groupe anglo-australien BHP Billiton, aux conséquences humaines et environnementales également désastreuses.<sup>7</sup> Les autorités brésiliennes ont décidé d'infliger une amende de 66,5 millions de dollars (soit 58 millions d'euros) au géant minier Vale<sup>8</sup> (soit 0,2 % de son chiffre d'affaires).

Si cette récente catastrophe concernait une exploitation de minerais de fer, les conditions humaines d'extraction des métaux rares, ainsi que leurs conséquences environnementales, font tout autant polémique : rejet de déchets toxiques, pollution des nappes phréatiques, manque de protection pour les ouvriers, érosion et atteinte à la fertilité des sols, déforestation, pertes de biodiversité, contamination de l'eau, des sols, de l'air et des écosystèmes par des métaux et des produits chimiques, rejets cancérigènes....

« Aucune norme environnementale n'a été respectée par les chinois, dont le but était de satisfaire la demande internationale en terres rares au coût le plus bas possible. Cette course vers le bas a généré des désastres environnementaux colossaux au niveau de l'extraction et du raffinage des minerais. Parmi les plus graves des dommages [constatés] en Chine, il y a les "lacs" de rejets toxiques qui se trouvent autour de Baotou. On y trouve plusieurs "villages du cancer" où les gens meurent à petit feu, à cause de l'importante concentration du sol en métaux lourds. »

Source : Guillaume Pitron, « La guerre des métaux rares : La face cachée de la transition énergétique et numérique », Editions Les liens qui libèrent, 2018

<sup>7</sup> [https://www.lepoint.fr/economie/catastrophe-au-bresil-le-groupe-vale-sous-pression-29-01-2019-2289804\\_28.php](https://www.lepoint.fr/economie/catastrophe-au-bresil-le-groupe-vale-sous-pression-29-01-2019-2289804_28.php)

<sup>8</sup> <https://www.europe1.fr/international/catastrophe-au-bresil-amende-de-665-millions-de-dollars-pour-vale-3845963>

Dans la plupart des pays concernés, les techniques d'extraction et de purification des terres rares sont en effet très polluantes. Elles utilisent des procédés hydrométallurgiques et des bains d'acides qui rejettent des métaux lourds, de l'acide sulfurique ainsi que des éléments radioactifs.

En Chine, la radioactivité mesurée dans les villages de Mongolie-Intérieure à proximité de l'exploitation de terres rares de Baotou, considérée comme la « Capitale des Terres Rares », est de 32 fois la normale. De nombreux cas de cancers y sont répertoriés localement<sup>9</sup> : le déversement de déchets toxiques radioactifs et la pollution des nappes phréatiques ont engendré des « villages

du cancer » dans les zones avoisinantes. Ces pollutions ont été dénoncées par de nombreuses ONG et associations environnementales chinoises et internationales.

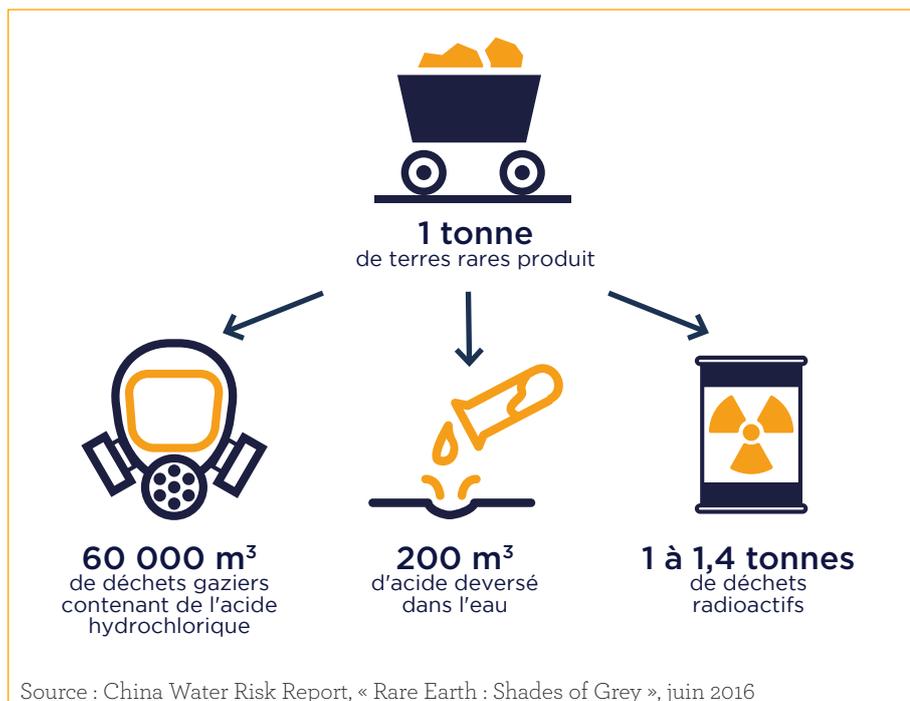
Ainsi l'ONG chinoise China Water Risk pointe du doigt la bombe à retardement sanitaire et environnementale que constitue l'exploitation actuelle de terres rares dans une région proche du Fleuve Jaune. Toute fuite d'eau contaminée pourrait menacer la sécurité d'une eau considérée comme potable par plusieurs millions de chinois<sup>10</sup>.

Les décharges de résidus ont également des effets désastreux sur la biodiversité, en détruisant les sols et la végétation

environnante. Il existe cependant des modes d'extraction et de production de terres rares plus respectueux des normes environnementales et sanitaires.

Dans leur rapport publié en 2016<sup>11</sup>, Amnesty International et African Resources Watch ont dénoncé les conditions de travail endurées par les exploitants miniers artisanaux en République Démocratique du Congo (RDC), dans l'extraction de cobalt. Estimés entre 110 000 et 150 000, dont un grand nombre d'enfants, ces mineurs artisanaux extrairaient environ 15 % du cobalt actuellement produit en RDC (80 800 tonnes produites en 2017).

## DÉCHETS TOXIQUES GÉNÉRÉS PAR LA PRODUCTION DE TERRES RARES



<sup>10</sup> China Water Risk Report, « Rare Earth : Shades of Grey », juin 2016.

<sup>11</sup> Amnesty International, Afreewatch, « This is what We Die For: Human Rights abuses in the Democratic Republic of the Congo power the global trade in cobalt », janvier 2016.

<sup>9</sup> <https://www.renouvelle.be/fr/debats/energie-durable-se-developpera-sans-terres-rares>

En novembre 2017, une nouvelle étude de l'ONG indique que les 26 entreprises analysées ont échoué à mettre en place des mesures de diligence raisonnable destinées à connaître la provenance du cobalt qu'elles utilisent, ainsi que ses conditions d'extraction et de commercialisation<sup>12</sup>.

Enfin, début 2019, le Comité pour l'élimination de la discrimination raciale de l'ONU a demandé à l'Etat français de prendre en compte l'avis des Amérindiens, dans le cadre d'un projet minier en Guyane : la Montagne d'Or<sup>13</sup>. Suspectée de ne pas avoir consulté de façon suffisante les populations autochtones en amont, la France doit ainsi fournir aux Nations-Unies des informations sur les mesures mises en place « pour

« À partir d'outils à main rudimentaires, les mineurs artisanaux excavent des pierres de tunnels creusés profondément sous la terre et sont souvent victimes d'accident. Malgré les effets potentiellement mortels sur la santé d'une exposition prolongée au cobalt, les mineurs, qu'ils soient adultes ou enfants, travaillent sans être protégés par des équipements les plus basiques »

Source : Amnesty International

s'assurer du droit de consultation et du consentement préalable, libre et éclairé des populations autochtones affectées par le projet »<sup>14</sup>. Pendant cette période, l'ONU estime que la France doit considérer la suspension du projet. En mai, le Président de la République française a attesté de l'incompatibilité environnementale du projet. Il a missionné le Conseil de Défense Ecologique d'une étude intégrale du projet, qui doit statuer sur la faisabilité de ce projet en juin 2019.

Il incombe ainsi aux entreprises d'évaluer les impacts sociaux et environnementaux liés à la production des matériaux qu'ils consomment ; d'où l'importance des audits et des évaluations ESG (Environnementales Sociétales et de Gouvernance) réalisés auprès des fournisseurs. Cette responsabilité élargie en amont de la chaîne d'approvisionnement est d'autant plus nécessaire que le panorama réglementaire a fortement évolué dans ce domaine.

#### ANALYSE DES ENTREPRISES



- Les critères ESG sont-ils intégrés dans la sélection des fournisseurs ainsi que dans la contractualisation ?
- Comment l'entreprise gère-t-elle ses fournisseurs à risques ?

<sup>12</sup> Amnesty International, "Time to Recharge: Corporate Action and Inaction to tackle abuses in the cobalt supply chain", novembre 2017.

<sup>13</sup> <https://www.lesechos.fr/finance-marches/marches-financiers/mine-de-montagne-dor-lonu-epingle-la-france-373060>

<sup>14</sup> [https://tbinternet.ohchr.org/Treaties/CERD/Shared%20Documents/FRA/INT\\_CERD\\_ALE\\_FRA\\_8820\\_E.pdf](https://tbinternet.ohchr.org/Treaties/CERD/Shared%20Documents/FRA/INT_CERD_ALE_FRA_8820_E.pdf)

## Un enjeu réglementaire d'application de nouvelles normes nationales

De nouvelles réglementations ont accentué la responsabilité des entreprises en amont de leur activité directe, tout au long de leur chaîne d'approvisionnement. Que ce soit des prérogatives intégrées à la loi Dodd-Frank aux Etats-Unis, le « Modern Slavery Act » au Royaume-Uni ou la récente loi sur le devoir de vigilance en France, les entreprises sont désormais sommées d'avoir une compréhension accrue de l'impact de leurs fournisseurs en matière de respect des droits humains.

La Loi Dodd-Frank, appliquée aux Etats-Unis depuis 2012, intègre les minerais de conflit dans son chapitre sur la protection des consommateurs et le contrôle des risques liés au financement du terrorisme ou des guerres. Cette loi s'applique à toute entreprise américaine ou étrangère cotée à la bourse américaine. Au-delà du respect des res-

trictions à l'importation de ces minerais dans des zones en conflit, telles que la République Démocratique du Congo, les entreprises doivent mettre en place une traçabilité sur l'ensemble de leur chaîne d'approvisionnement. Quatre métaux de conflits sont concernés : l'or, l'étain, le tungstène et le tantalé. Ce rapport de traçabilité est transmis à la SEC (Securities and Exchange Commission) afin d'assurer la transparence des sociétés cotées sur la présence de ces métaux dans leurs technologies.

Promulgué au Royaume-Uni en 2015, le « Modern Slavery Act » concerne toute société, fournisseur de biens ou de services, qui réalise une partie de son activité commerciale dans ce pays, et dont le chiffre d'affaires dépasse les 36 millions de livres.

Dans le cadre de son article 54 sur la transparence des chaînes d'approvisionnement, l'entreprise doit publier sur son site internet un rapport annuel pré-

sentant les mesures internes prises pour lutter contre l'esclavage et le trafic humain : description de sa chaîne d'approvisionnement, politique de prévention (due diligence), formation des salariés, gestion des risques, indicateurs de performances, etc.

Il s'agit ainsi :

- d'identifier et analyser les risques de traite d'êtres humains et d'esclavage dans la chaîne d'approvisionnement ;
- de créer et maintenir des normes et des procédures internes de responsabilisation ;
- de réaliser des audits des fournisseurs ;
- d'exiger des fournisseurs directs qu'ils certifient que les matériaux incorporés dans le produit sont conformes aux lois en vigueur localement dans ce domaine ;
- de fournir aux employés et aux dirigeants de l'entreprise, directement responsables de la gestion de la chaîne d'approvisionnement, une formation sur la traite des êtres humains et l'esclavage.

## CADRE D'ACTION DE L'OCDE EN CINQ ÉTAPES

La loi sur le devoir de vigilance s'appuie notamment sur les principes directeurs et guides de l'OCDE. Les cinq étapes présentées dans le guide de l'OCDE sur le devoir de diligence pour des chaînes d'approvisionnement responsables en minerais provenant de zones de conflit ou à haut risque sont les suivantes :



La loi française sur le devoir de vigilance promulguée en mars 2017 a introduit l'obligation pour les entreprises<sup>15</sup> donneuses d'ordre de mieux maîtriser les risques environnementaux et sociaux au sein de leur chaîne de sous-traitance, en réponse à plusieurs scandales comme l'effondrement de l'immeuble du Rana Plaza au Bangladesh, ou encore les cas de travail forcé sur les chantiers de la Coupe du monde au Qatar.

Les entreprises assujetties ont dès lors pour obligation d'établir un plan de vigilance raisonnable permettant « d'identifier et de prévenir les atteintes graves envers les droits humains et les libertés fondamentales, la santé et la sécurité des personnes, ainsi qu'à l'environnement »<sup>16</sup> sur leurs propres activités, celles de leurs filiales, mais également de ses sous-traitants et fournisseurs.

Celui-ci doit comprendre :

- une cartographie des risques destinée à leur identification, leur analyse et leur hiérarchisation ;

- des procédures d'évaluation régulières de la situation des filiales, des sous-traitants ou fournisseurs avec lesquels est entretenue une relation commerciale établie ;

- des actions adaptées d'atténuation des risques ou de prévention des atteintes graves ;

- un mécanisme d'alerte et de recueil des signalements relatifs à l'existence ou à la réalisation des risques, établi en concertation avec les organisations syndicales représentatives dans ladite société ;

- un dispositif de suivi des mesures mises en œuvre et d'évaluation de leur efficacité.

Le concept d'une responsabilité d'entreprise élargie à sa chaîne d'approvisionnement s'impose donc progressivement à tous les niveaux : opérationnels comme réputationnels, dans la politique stratégique comme dans le système interne de conformité réglementaire mis en place au sein de chaque groupe.

## ANALYSE DES ENTREPRISES



- Comment l'entreprise répond-elle aux exigences réglementaires en matière de responsabilité élargie ?

<sup>15</sup> loi n° 2017-399 du 27 mars 2017 : concerne les entreprises implantées en France qui emploient au moins 5 000 salariés en France ou 10 000 salariés dans le monde

<sup>16</sup> Ministère de l'économie et des finances

# LES CARACTÉRISTIQUES DES MÉTAUX RARES : APPLICATION AU SECTEUR DE L'ÉNERGIE

## Caractéristiques des métaux rares

Les métaux rares constituent un groupe aux caractéristiques économiques spécifiques<sup>17</sup>, distinctes des métaux précieux (tels que l'or ou l'argent) ou majeurs (tels que le cuivre, l'aluminium ou le zinc). Importés d'un nombre réduit de pays, ils sont extraits en faible quantité et leur usage les rend difficilement

substituables. De par leur faible concentration dans les alliages produits, le recyclage de ces métaux reste difficile et limité.

Ils ne bénéficient par ailleurs pas de marchés à terme<sup>18</sup>, outils de protection contre une éventuelle variation du prix futur de la ressource. C'est pourquoi le risque de rupture d'approvisionnement

en matières premières est exacerbé quand il s'agit de métaux rares.

Cet enjeu est d'autant plus important qu'il existe une grande inertie dans le lancement de nouvelles extractions minières, nécessitant 10 à 15 ans de développement avant de devenir opérationnelles.

## CLASSIFICATION DES MÉTAUX

	Poids (en valeur et/ou quantité)	Caractéristiques géologiques	Caractéristiques économiques	Recyclabilité
<b>Métaux majeurs</b> Exemples : Cuivre, Aluminium, Zinc	- 72 % de la valeur totale - 98 % du tonnage	Concentration élevée (extraction en grandes quantités)	- Prix relativement faibles - Procycliques - Croissance stable	Recyclage élevé
<b>Métaux précieux</b> Exemples : Or, Argent	23 % de la valeur totale	Concentration modérée	- Haute valeur d'usage et d'échange - Spéculatifs (valeur refuge) - Contracycliques	Recyclage élevé
<b>Métaux rares</b>	Productions faibles et volatiles, monopolisées par un petit nombre de pays	Très faible concentration	- Marchés instables (variation dépassant les 20%) et peu organisés - Valeur d'usage élevée dans certains secteurs (high tech)	Faible recyclage (alliages, usages dispersifs)

Source : Meeschaert AM

<sup>17</sup> Florian Fizaine, « Les métaux rares, opportunité ou menace ? », Editions Technip, 2015

<sup>18</sup> Le molybdène est le seul métal rare coté au London Metal Exchange (LME)

• Une production en faible quantité, en tant que « sous-produit » ou « coproduit »

Dans leur mode d'extraction, les métaux rares ont le statut de sous-produit ou de coproduit. En effet, leur faible concentration géologique, associée à leur niveau actuel de valorisation, ne permettent pas une mise en exploitation de façon isolée. C'est pourquoi leur production résulte d'un couplage avec l'extraction d'un autre métal.

Deux cas de figure se présentent :

- Soit cette extraction commune est nécessaire pour assurer la rentabilité de l'activité. Alors, le métal rare est considéré comme un coproduit, et fait partie intégrante du modèle économique du gisement minier.

C'est le cas des terres rares, du cobalt (associé au cuivre ou au nickel), et du lithium (associé au chlorure de potassium).

- Soit l'extraction de ce métal rare est effectuée en parallèle d'un autre métal dont l'activité est déjà rentable de façon indépendante. Dans ce cas, il s'agit d'un sous-produit, c'est-à-dire d'un « résidu de la production du bien primaire »<sup>19</sup>.

Ce dernier apporte une plus-value supplémentaire au projet, sans pour autant être indispensable pour sa viabilité économique.

C'est le cas de l'indium (lors de l'extraction du zinc), du tellure (avec le cuivre) ou du gallium (avec l'aluminium).

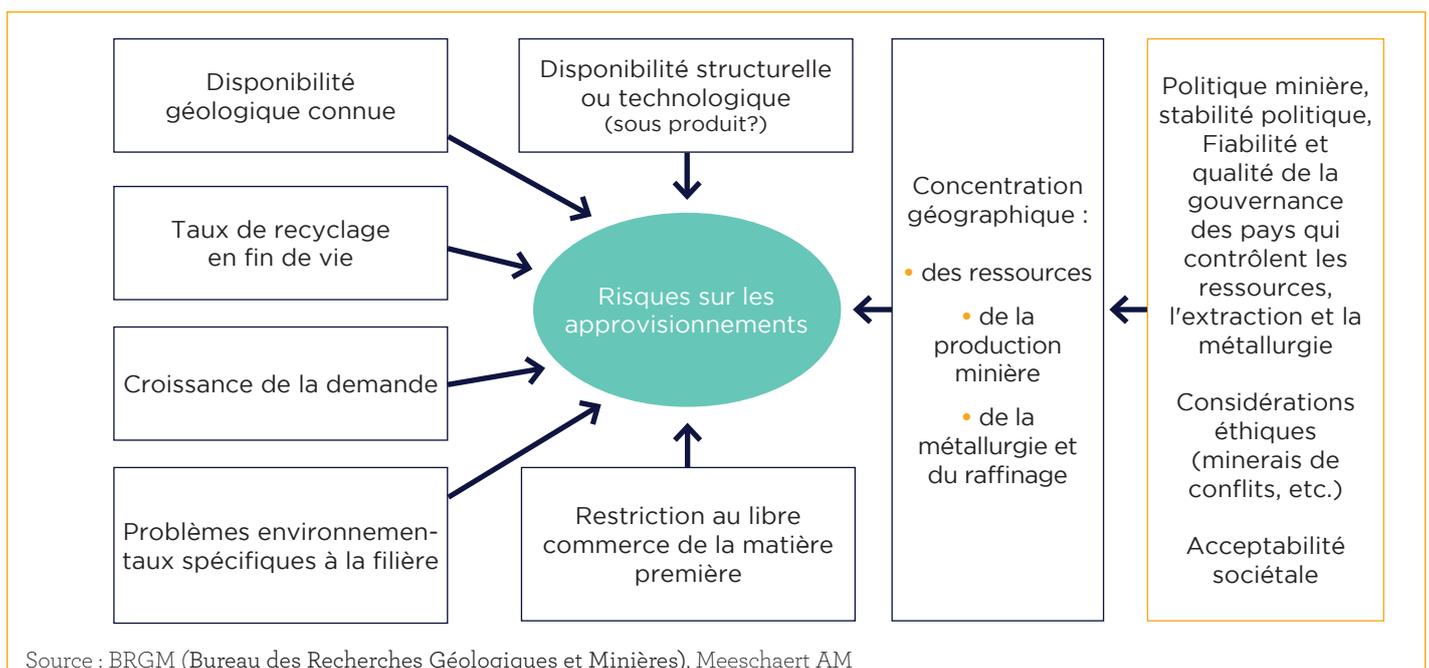
Dans le cas des sous-produits, c'est uniquement la demande en métal ma-

jeur qui détermine l'évolution de la production. Si les demandes du sous-produit et du produit principal évoluent différemment, la quantité d'extraction du sous-produit ne correspond plus aux besoins associés.

Ce déséquilibre entre offre et demande peut alors provoquer un rationnement en sous-produit, et ainsi des difficultés supplémentaires en matière d'approvisionnement.

## LES FACTEURS DE RISQUES SUR LES APPROVISIONNEMENTS

Voici les critères qui ont été établis pour évaluer le niveau de criticité de chaque métal :



<sup>19</sup> Florian Fizaine, « Les métaux rares, opportunité ou menace ? », Editions Technip, 2015.

• **Des matières premières considérées comme « critiques »**

La problématique de disponibilité des métaux rares est donc cruciale, bien que peu d'indicateurs existent pour évaluer les risques d'épuisement de ces métaux (niveaux des réserves, évolution des coûts de production...).

En revanche, la forte concentration géographique de ce marché oligopolistique, couplée aux risques géopolitiques inhérents aux principaux pays producteurs, ont impulsé la création d'une liste des « métaux critiques » par de nombreux pays.

Ce niveau de « criticité » est établi en fonction de différentes caractéristiques synthétisées dans le graphique

en page 13 (exemple de la méthodologie française)<sup>20</sup> :

Vingt-sept matières premières sont ainsi considérées comme « critiques » par l'Union Européenne<sup>21</sup>, car elles sont exposées à un grand risque de pénurie d'approvisionnement et jouent un rôle très important dans l'économie actuelle. Parmi lesquelles figurent :

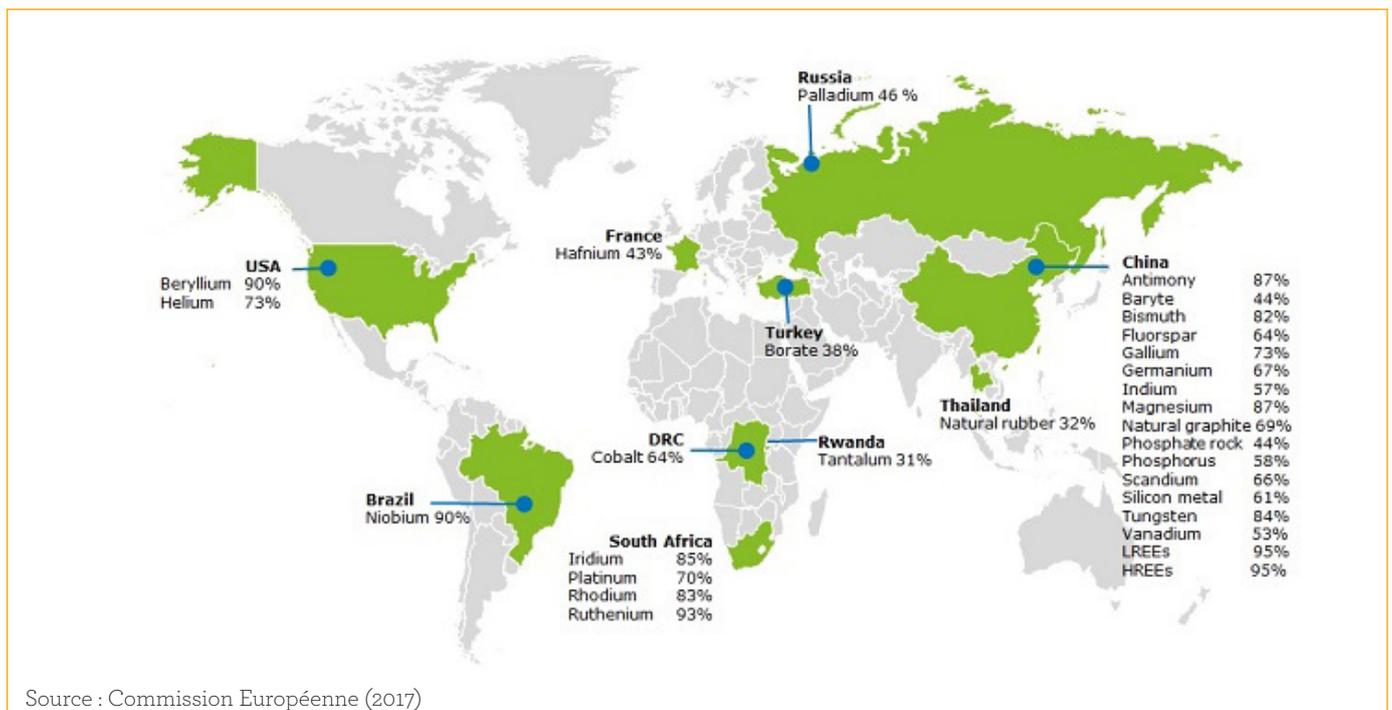
- Les terres rares (voir annexe p. 38), le magnésium, le tungstène, l'antimoine, le gallium, le germanium (principalement produits en Chine)
- Les platinoïdes (dont l'extraction est concentrée en Russie et en Afrique du Sud)
- Le cobalt (dont 64 % de la production mondiale est réalisée en République Démocratique du Congo)

**ANALYSE DES ENTREPRISES**



- L'entreprise répertorie-t-elle les matières premières utilisées, qui sont considérées comme critiques ?
- Existe-t-il une cartographie géographique des lieux d'approvisionnement ?

**PRINCIPAUX PAYS FOURNISSEURS DE MATIÈRES PREMIÈRES CRITIQUES AU NIVEAU MONDIAL**



<sup>20</sup> Rémi Galin, « Panorama des métaux stratégiques en Europe et en France », Bureau de la politique des ressources minérales, juin 2018

<sup>21</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52017DC0490&from=EN>

## I Opportunités et risques en matière énergétique

« Les métaux rares présentent une différence majeure avec les grands métaux traditionnels tels que le fer, l'argent ou aluminium : ils n'entrent pas à l'état pur dans la composition des technologies vertes. Les industriels de la transition énergétique et numérique sont de plus en plus friands d'alliages pour concevoir leurs produits. En fusionnant plusieurs métaux, ils parviennent à créer des matériaux dits « composites », aux propriétés démultipliées par rapport aux métaux « simples ». [...] Bétons translucides, briques en papier, gels isolants, bois renforcés... Nous sommes dorénavant envahis de nouveaux matériaux qui transforment les propriétés de la matière. Ces alliages sont si prometteurs que les technologies vertes vont s'en trouver de plus en plus tributaires. »

Source : Florian Fizaine, « Les métaux rares, opportunité ou menace ? », Editions Technip, 2015

### • Rôle des métaux rares dans notre système énergétique

Au sein de la révolution numérique et énergétique qui est en cours, les métaux rares jouent un rôle prépondérant. Leur utilisation permet non seulement de développer de nouvelles technologies, mais également d'améliorer l'efficacité des technologies existantes tout au long de leur chaîne de valeur, de la production énergétique à son usage final. Comparables à des « vitamines »<sup>22</sup> qui seraient apportées à un organisme pour le rendre plus robuste et optimiser ses capacités, les métaux rares ont des

propriétés thermiques, mécaniques ou anticorrosives qui maximisent les capacités des autres matériaux utilisés.

### Amélioration des technologies existantes dans la production d'énergies fossiles

En amont : pour décarboner et réduire l'empreinte environnementale des énergies fossiles : amélioration des propriétés physiques et mécaniques lors du forage (tungstène, béryllium), de la catalyse (cobalt), du raffinage (germanium), de la désulfuration, du craquage (lanthane, cérium, dysprosium, néodyme, molybdène) et de la distillation (tantale). Lors de ces différentes étapes, l'utilisation de métaux rares permet ainsi d'améliorer les rendements énergétiques des centrales électriques à gaz et à charbon.

En aval : stockage, transport et distribution d'énergie. Le transport du gaz et du pétrole est optimisé via l'utilisation de molybdène, niobium, et vanadium. Le développement des « smart grids »<sup>23</sup> (réseaux intelligents) nécessite le recours au béryllium pour la télécommunication par micro-onde, et au germanium pour la fibre optique. Il en est de même pour le stockage d'énergie.

### Développement de nouvelles technologies pour la production d'énergies renouvelables, le transport durable ou l'amélioration de l'efficacité énergétique.

En amont : dans le cadre du développement des énergies alternatives. Sont notamment concernées les énergies solaire (l'indium et le gallium dans certains panneaux photovoltaïques à technologies CDTe) et éolienne (le néodyme dans les technologies de turbines à entraînement direct).

En aval : l'usage final de l'énergie est très consommateur en métaux rares.

L'exemple des batteries de véhicules électriques ou hybrides est souvent cité, que ce soit les batteries au lithium-ion (utilisant du cobalt, et entre 4 à 12 kg de lithium par véhicule) ou les batteries au NiMH (Nickel Metal Hybrid), ayant recours à un mélange de terres rares dans les anodes, appelé mishmétal. Il en est de même pour les véhicules à hydrogène et les pots catalytiques sur les véhicules traditionnels, très consommateurs en platinoïdes (platine, rhodium et palladium).

Dernier exemple : les lampes fluo-compactes et les LED sont également composées de métaux rares. Les LED utilisent ainsi du gallium et de l'arsenic, dont les possibilités de substitution sont quasi-inexistantes.

L'utilisation croissante de métaux rares constitue donc un véritable atout en matière de transition énergétique et de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>. En effet, c'est toute la chaîne de production du système énergétique qui en bénéficie, réduisant à chaque étape les niveaux de consommation en énergie.

Cependant, il est important de prendre en considération la forte interdépendance qui existe entre le secteur des métaux et celui de l'énergie. En effet, 10 % de la part d'énergie primaire mondiale est produite à destination du secteur des métaux. Réciproquement, une part conséquente de la production des métaux (par exemple 5 à 10 % de la production mondiale d'acier) est absorbée par le secteur de l'énergie<sup>24</sup>. De façon prospective, le poids du secteur des métaux dans la consommation énergétique devrait encore augmenter d'ici 2030 (estimations : + 40 %).

Par ailleurs, il ne faut pas négliger l'impact de l'épuisement des ressources sur les niveaux de consommation énergétique. En effet, plus la qualité des minerais utilisés est dégradée, plus la consommation énergétique unitaire du produit final augmente.

<sup>22</sup> Florian Fizaine, « Les métaux rares, opportunité ou menace ? », Editions Technip, 2015.

<sup>23</sup> Smart grids : « optimisation de la gestion de l'énergie grâce à une connaissance amplifiée de l'information disponible sur l'offre et la demande mais aussi sur les moyens de stockage »

<sup>24</sup> Florian Fizaine, « Les métaux rares, opportunité ou menace ? », Editions Technip, 2015.

• Une vision élargie de l'impact énergétique des métaux rares

En tant qu'investisseur ISR, l'analyse de la valeur ajoutée énergétique de ces développements technologiques doit intégrer une vision plus holistique, pour appréhender aussi bien les opportunités que les risques qu'ils comportent.

A cet effet, différentes approches peuvent apporter un regard complémentaire sur le poids énergétique des différentes technologies. Par exemple, le taux de retour sur investissement énergétique (EROI) est intéressant : il permet de comparer la production énergétique d'un système, par rapport à ce qu'il consomme. Cette mise en perspective est cohérente avec une vision élargie de la responsabilité des entreprises : la consommation énergétique et les émissions de CO2 liées à la fabrication des composants en amont

« Le Japon développe des technologies de récupération des métaux rares dans les déchets électroniques, mais aussi de réutilisation de ces métaux dans de nouveaux appareils. C'est ce qu'on appelle des procédés d'économie circulaire : on laisse les minerais dans une boucle de consommation où aucun minerai n'est jeté, mais réemployé.

Cependant ces procédés ne sont pas pleinement appliqués. Cette politique de recyclage est appliquée pour un certain nombre de métaux tels que l'aluminium, le cuivre, l'or ou l'argent, mais peu pour les métaux rares. Pour ces derniers le recyclage est plus difficile, car ils n'interviennent jamais à l'état pur dans des appareils. Ils sont toujours mélangés à d'autres métaux tels que le fer. Ils font l'objet d'un alliage, donc lorsque vous les recyclez il faut les désallier, les séparer. Or le processus utilisé pour séparer les métaux rares et les réutiliser est extrêmement complexe et énergivore, donc très coûteux.»

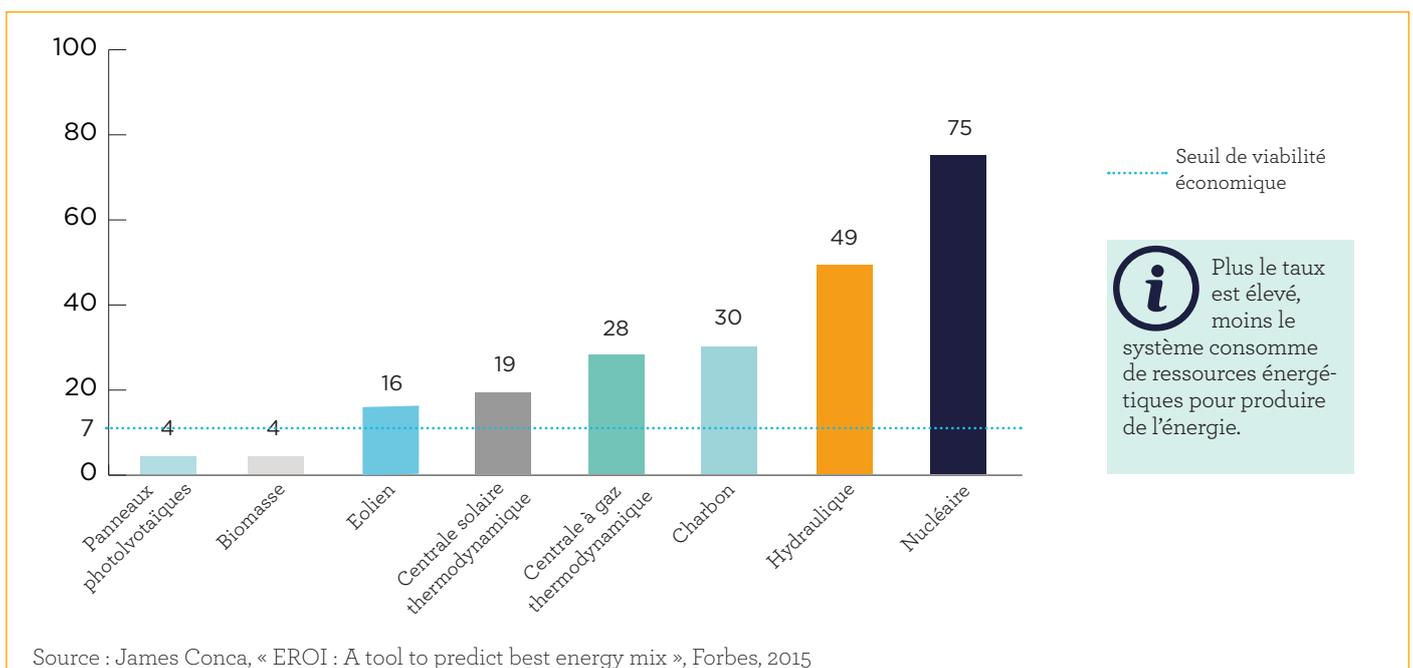
Source : Guillaume Pitron<sup>25</sup>

de la chaîne de fabrication doivent également être prises en compte.

Parmi les autres éclairages importants, figurent les perspectives de recyclage.

En effet, dans le cadre d'une approche de « reverse supply chain » (« chaîne d'approvisionnement en mode inversé » ou « logistique inverse »), un nouveau levier de création de valeur est développé

RETOUR SUR INVESTISSEMENT ÉNERGÉTIQUE (EROI)



<sup>25</sup> <https://legrandcontinent.eu/fr/2018/01/13/lempire-des-metaux-rares/>

par les processus de récupération, de traitement et de recyclage. Dans cette perspective d'économie circulaire, la réduction potentielle de l'impact énergétique par tonne de métal est ainsi estimée entre 65 et 95 %<sup>26</sup>. Bien qu'encore techniquement compliquées et économiquement peu rentables, certaines bonnes pratiques commencent à émerger en matière de recyclage.

Le recyclage des productions antérieures apporte par ailleurs un découplage entre la production du produit primaire et la production du sous-produit associé. En effet, les entreprises ont alors deux sources d'approvisionnement possibles : l'extraction minière et les métaux rares recyclés.

## ANALYSE DES ENTREPRISES



- Quelles sont les partenariats entre industriels permettant de favoriser le recyclage des métaux ?
- Quelles bonnes pratiques existe-t-il en matière de « reverse supply chain » ?
- Quel est le taux de retour sur investissement énergétique (EROI) des systèmes photovoltaïques et éoliens développés par les entreprises ?

<sup>26</sup> Florian Fizaine, « Les métaux rares, opportunité ou menace ? », Editions Technip, 2015.

### Dynamique de l'offre et de la demande

Les perspectives d'évolution de l'offre sont difficiles à appréhender. Elles dépendent tout d'abord des taux de valorisation des métaux rares en tant que sous-produits. Leur production n'étant pas systématique lors de l'extraction minière du produit primaire auquel ils sont associés, notamment pour des raisons de coûts fixes supplémentaires, une marge d'augmentation de l'offre existe.

Elle dépend des choix technologiques effectués dans les exploitations minières. Ainsi seulement 10 % du gallium issu de la bauxite sont récupérés, par manque d'équipements dans les fonderies d'aluminium. De même, en dehors

de la Chine, la récupération de l'indium issu du zinc ne représente que 26 %.

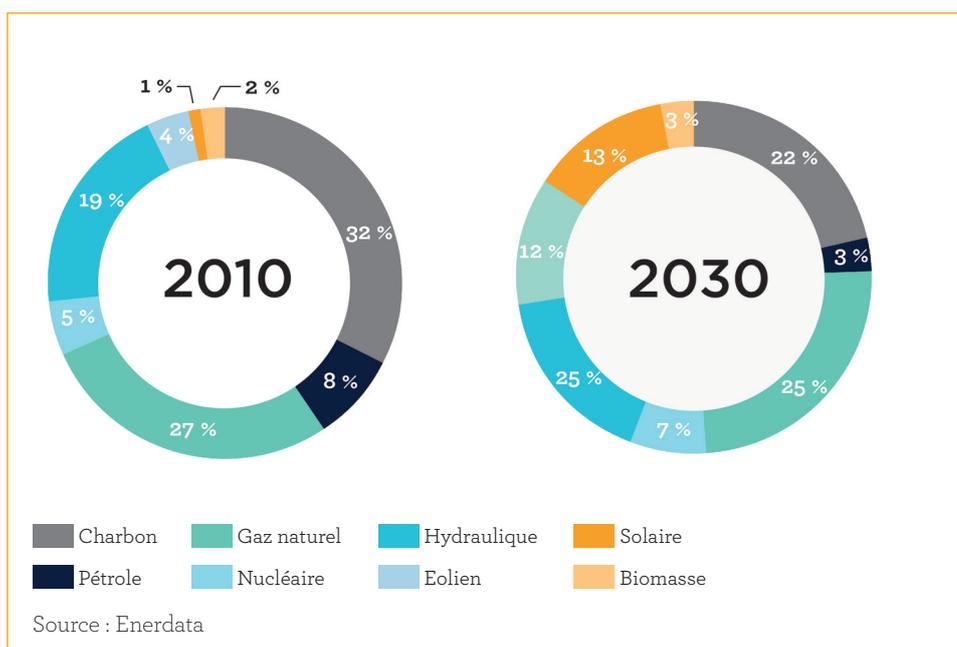
L'évolution de l'offre dépend également de choix politiques. Ainsi, en 2018, la production primaire totale de terres rares a augmenté de 20,8 %, suite à la décision chinoise de hausser ses quotas domestiques d'extraction et de production, pour la première fois depuis 5 ans.

Parallèlement, une dynamique de croissance de production en Birmanie et aux Etats-Unis a été notable sur la même période. Pour autant, la forte baisse de la production illégale en Chine (-50 %) a provoqué une importation nette sur le territoire chinois de 7 terres rares en 2018, parmi lesquelles le dysprosium, le terbium et le gadolinium. Ainsi, si

les importations de Birmanie sont interdites en 2019, sans compensation par une augmentation de la production chinoise, des risques de rupture d'approvisionnement pèsent sur ces trois terres rares ainsi que sur les aimants à haute performance<sup>27</sup>.

La dynamique de la demande repose fortement sur l'évolution structurelle des consommations en énergie. Si les objectifs définis dans l'Accord de Paris de la COP 21 sont respectés, avec une limitation du réchauffement climatique fixée à 2°C, l'Agence Internationale de l'Énergie<sup>28</sup> estime que le mix énergétique mondial devrait évoluer selon le schéma ci-dessous.

### ÉVOLUTION DU MIX ÉLECTRIQUE DANS LE CADRE DU SCÉNARIO 2 DEGRÉS



<sup>27</sup> Adamas Intelligence, "Rare Earth Recap 2018 : Global Production, Trade and Prices", 2019

<sup>28</sup> « Energy Technology Perspectives », IEA, 2017

Cette décarbonation du mix énergétique repose donc fortement sur le développement des énergies éolienne et solaire. Les investissements réalisés dans ces systèmes énergétiques en 2017 reflètent cette tendance : 268 milliards de dollars, en hausse de 3 % par rapport à 2016<sup>29</sup>.

Par conséquent, de nouvelles dépendances risquent de se créer vis-à-vis de certaines ressources : la problématique devrait alors être déplacée vers les demandes en métaux stratégiques.

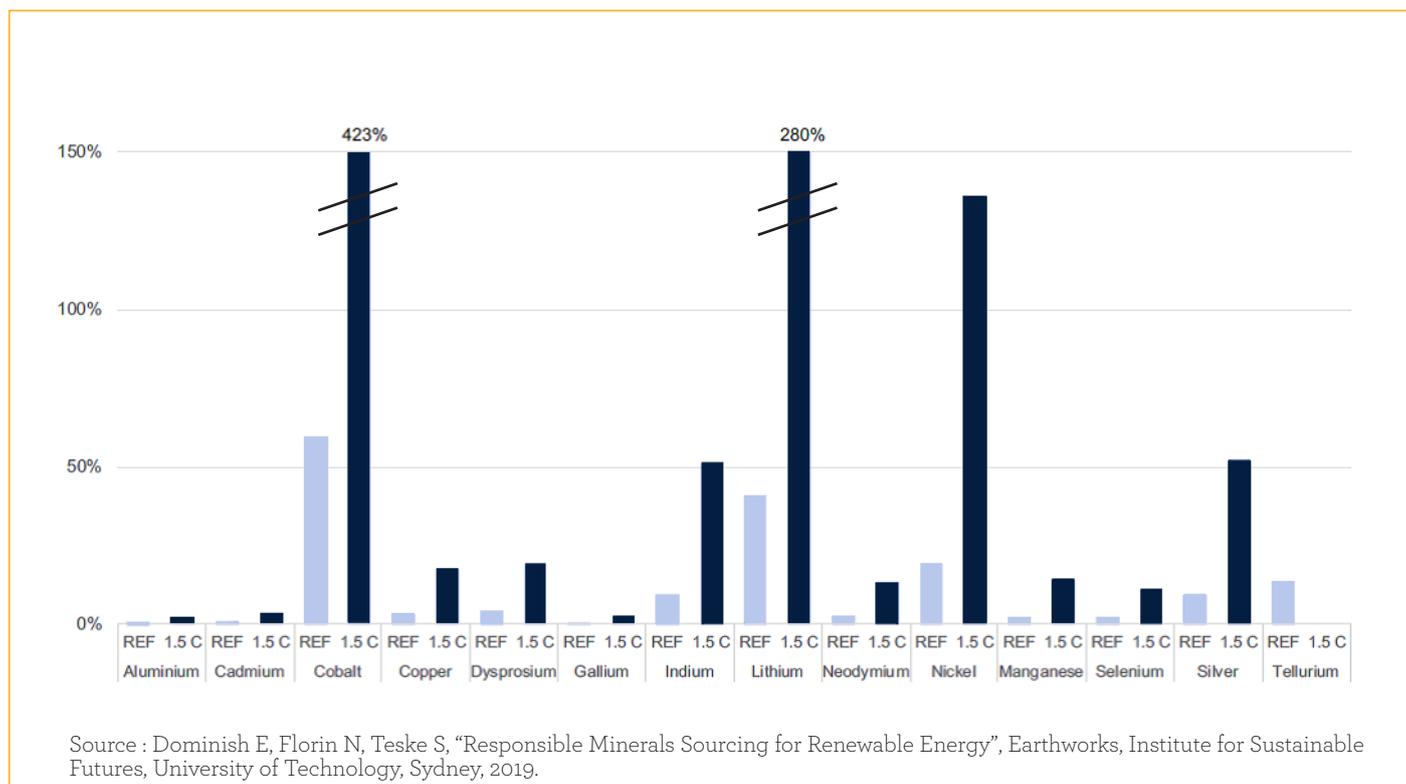
C'est pourquoi il est indispensable d'acquérir une meilleure connaissance prospective et dynamique des besoins en matières premières liés au développement des technologies renouvelables, notamment en matière de métaux stratégiques.

### ANALYSE DES ENTREPRISES



- Quelles sont les innovations technologiques développées permettant la substitution des métaux rares ?

## ÉVOLUTION DES DEMANDES TOTALES CUMULÉES DE DIFFÉRENTS MÉTAUX RARES LIÉS AUX ÉNERGIES RENOUVELABLES D'ICI 2050, COMPARÉE AUX RÉSERVES



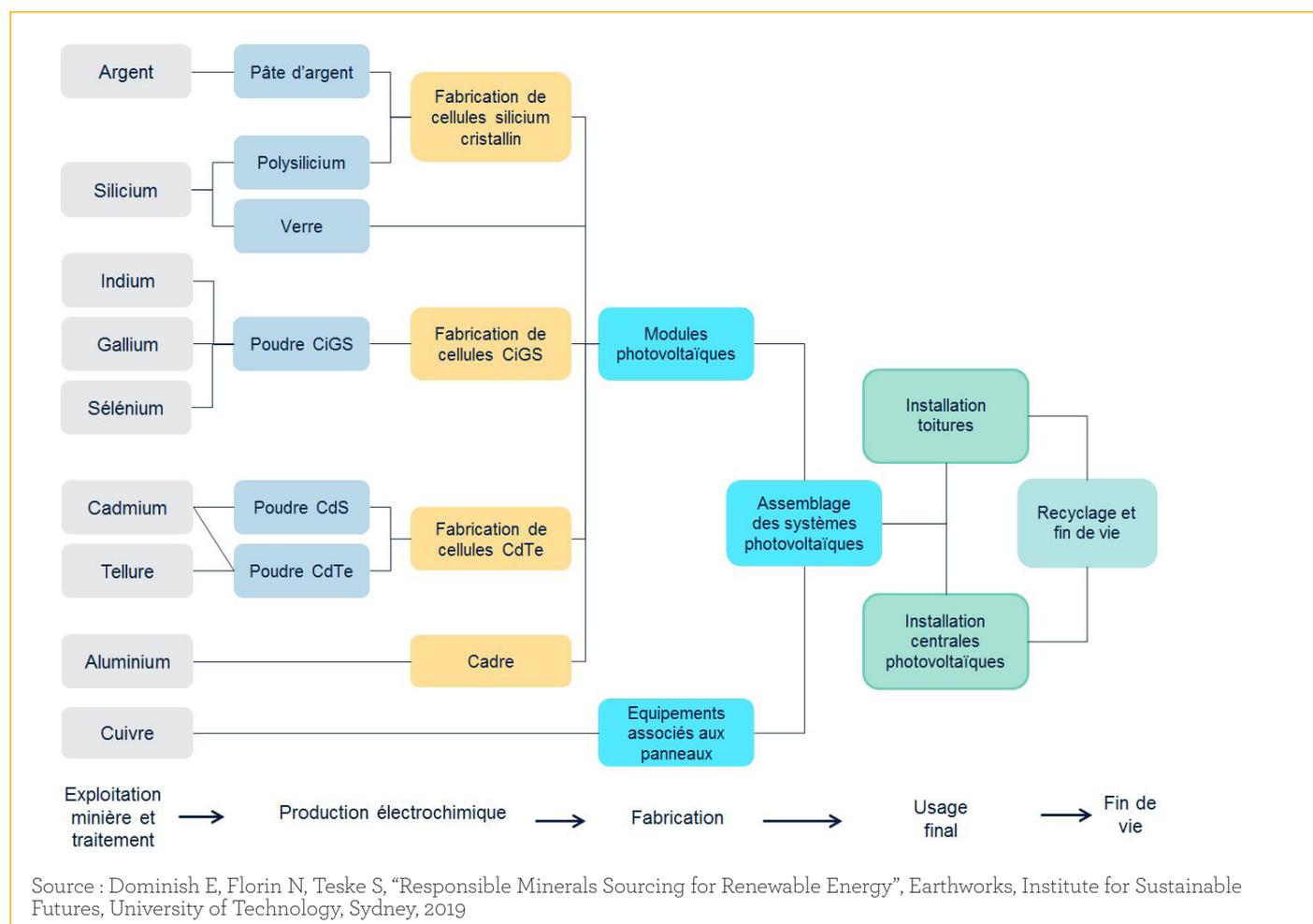
<sup>29</sup> Clean Energy Investment Trends 2017, Bloomberg (2018)

**Principaux secteurs étudiés :  
les panneaux photovoltaïques**

Les métaux rares se retrouvent dans les composants utiles aux industriels impliqués dans la transition énergétique. En effet, ils servent aux aimants permanents que l'on trouve dans les turbines éoliennes offshore, dans certaines technologies de panneaux photovoltaïques, ou encore les batteries rechargeables des véhicules électriques et autres objets connectés, les catalyses automobiles et autres catalyses pétrolières.

« Si nous privilégions une approche plus large des énergies renouvelables ou décarbonées actuelles, nous percevons immédiatement qu'aucune de ces énergies n'est véritablement renouvelable puisqu'elles se basent toujours sur des matières premières épuisables.»  
Source : Florian Fizaine <sup>30</sup>

**LA CHAÎNE DE VALEUR DE LA FABRICATION DE PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES**



<sup>30</sup> Florian Fizaine, « Les métaux rares, opportunité ou menace ? », Editions Technip, 2015.

• **Les principales technologies existantes**

- **Le silicium cristallin**

Le marché est aujourd'hui dominé à plus de 85 %<sup>31</sup> par les panneaux photovoltaïques en silicium, un matériau semi-conducteur issu de la transformation de la silice. Ils sont composés de silicium cristallin, d'aluminium, de cuivre et/ou d'argent et peuvent parfois contenir du plastique. Plus précisément, il existe deux catégories de panneaux en silicium :

- les panneaux monocristallins, dont les cellules sont constituées d'un seul

cristal de silicium.

- les panneaux polycristallins, fabriqués à partir de plusieurs cristaux de silicium. Ainsi, une très large majorité des panneaux photovoltaïques qui existent ne contient pas de terres rares.

- **Les couches minces**

Les cellules photovoltaïques à couches minces représentent près de 15 % du marché. Elles sont formées d'une couche très mince, de l'ordre de quelques millièmes de millimètres, d'un ou plusieurs matériaux semi-conducteurs, déposée sur un matériau amorphe (verre, acier ou plastique). Elles regroupent princi-

palement les familles suivantes :

- la technologie CdTe, composée de tellure et de cadmium. (leader mondial : First Solar)

- les technologies CIS qui utilisent un alliage de cuivre, indium et sélénium, auquel s'ajoute parfois du gallium (CIGS).

- Enfin, les panneaux en silicone amorphe, dont la couche mince est composée de silicium non cristallisé.

La durée de vie moyenne d'un panneau est d'environ 20 ans.

**SYNTHÈSE DES TECHNOLOGIES PHOTOVOLTAÏQUES**

Technologie	Avantages	Faiblesses	Part de marché
<b>Silicium monocristallin</b>	- Durée de vie (environ 30 ans) - Rendements énergétiques élevés (12 à 20 %)	- Coûts de fabrication élevés	Environ 25 %
<b>Silicium polycristallin</b>	- Durée de vie (environ 30 ans) - Bons rendements énergétiques (11 à 15 %) - Technologie offrant le meilleur rapport qualité/prix - Peuvent être posés sur tous types de toiture		Environ 55 %
<b>Silicium amorphe</b>	- Plus adaptés aux régions avec un faible ensoleillement - Matériau souple qui permet des architectures en forme courbes	- Rendements énergétiques faibles avec un ensoleillement fort (5 à 9 %) - Durée de vie courte (10 ans environ)	Près de 10 %
<b>CdTe (tellure de cadmium)</b>	- Coûts de production faibles - Quantités de tellure de cadmium nécessaires faibles pour absorber une grande quantité de lumière Cadmium et tellure recyclés à 71 %	- Rareté du tellure - Toxicité du cadmium : risques pour la santé et l'environnement	Près de 10 %
<b>CIGS (cuivre, indium, gallium et sélénium)</b>	- Les matériaux utilisés ne sont pas toxiques - Forte résistance	- Contient des métaux rares : l'indium, qui rentre dans la fabrication des écrans plats.	
<b>CIS (cuivre, indium, sélénium)</b>	- Rendements énergétiques les plus élevés observés pour les technologies à couches minces (9 à 11 %)	- Contient des métaux rares : l'indium, qui rentre dans la fabrication des écrans plats. - Taux de recyclage du gallium, de l'indium et du sélénium nul (malgré un potentiel de recyclage porté à 81 %)	

Source : Meeschaert AM

<sup>31</sup> Ademe, Janvier 2019 « L'électricité solaire, mener à bien un projet photovoltaïque pour votre maison »

## LES MÉTAUX UTILISÉS EN FONCTION DES TECHNOLOGIES

	Silicium cristallin	Silicium amorphe	CIGS	CdTe
<b>Aluminium</b>				
<b>Cadmium *</b>				
<b>Cuivre</b>				
<b>Gallium *</b>				
<b>Indium *</b>				
<b>Fer</b>				
<b>Plomb</b>				
<b>Nickel</b>				
<b>Argent</b>				
<b>Zinc</b>				
<b>Sélénium *</b>				
<b>Tellure *</b>				

\* Métaux rares

Source : World Bank, «The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future », juin 2017.

### • Perspectives

Si les technologies à base de silicium sont actuellement largement majoritaires, certaines études considèrent que les couches minces devraient croître dans les prochaines années, pour atteindre les 45 % de parts de marché en 2025. Cette évolution dépendra des

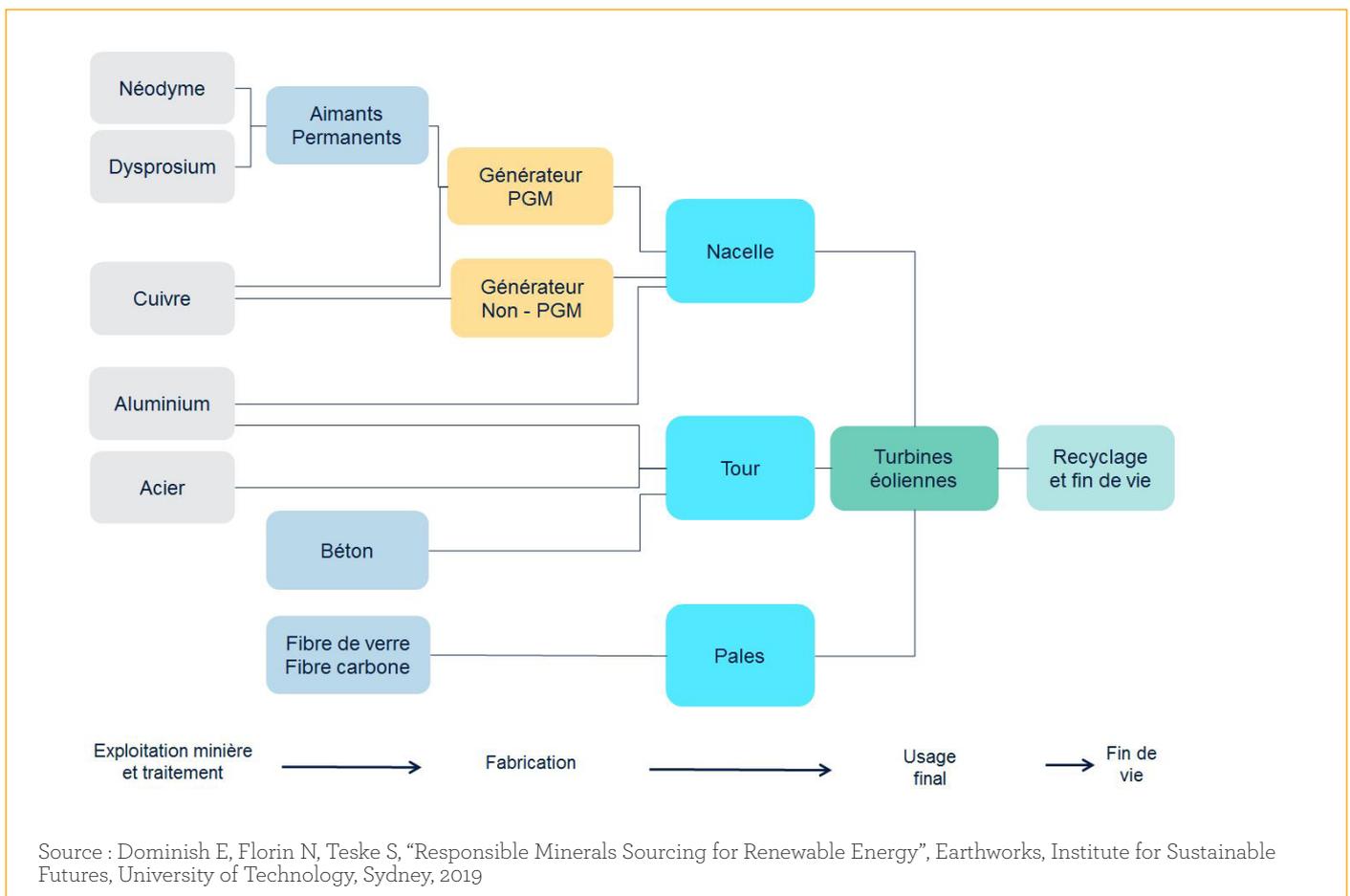
coûts de production relatifs des différentes technologies. Dans l'hypothèse d'un verrouillage technologique en faveur d'une seule typologie de panneaux photovoltaïques à couches minces, la CdTe nécessiterait 6 à 11 kilotonnes de tellure par an (soit entre 12 et 24 fois la consommation globale actuelle), tandis

que la technologie CIGS consommerait 1,8 à 2,5 kilotonnes d'indium par an<sup>32</sup>. Il est également important de suivre les évolutions technologiques en matière d'utilisation des métaux rares, notamment la réduction de l'épaisseur du panneau photovoltaïque, ainsi que la hausse du rendement énergétique.

<sup>32</sup> Florian Fizaine, « Les métaux rares, opportunité ou menace ? », Editions Technip, 2015.

Principaux secteurs étudiés :  
les turbines éoliennes

LA CHAÎNE DE VALEUR DE LA FABRICATION D'ÉOLIENNES



• Les principales technologies existantes

- Transmission avec multiplicateur (« onshore ») : éoliennes intégrant un générateur, dont la fabrication nécessite une quantité importante de cuivre. En revanche, les métaux rares y sont très peu présents. Cette technologie a été installée sur les sites terrestres, avec des vitesses de vent plus faibles et un accès facilité.

- Turbines à entraînement direct (« offshore ») : fabriquées avec des aimants permanents, leur fabrication est consommatrice de terres rares (de néodyme, et parfois de dysprosium). Cette technologie est surtout utilisée sur les sites maritimes, caractérisés par une vitesse de vent plus forte et un accès difficile. Les terres rares peuvent alors représenter 1/3 du poids des aimants permanents.



JUSQU'À UNE TONNE DE TERRES RARES DANS UNE ÉOLIENNE

Pour une puissance d'un MW fournie par le générateur, il faut jusqu'à 600 kg d'aimants contenant un tiers de terres rares. Une éolienne offshore, qui peut atteindre 7 MW de puissance, est composée alors d'une tonne de terres rares. Source : BRGM

## LES MÉTAUX UTILISÉS EN FONCTION DES TECHNOLOGIES

	Transmission avec multiplicateur	Turbines à entraînement direct
Aluminium		
Chrome		
Cuivre		
Fer		
Plomb		
Manganèse *		
Néodyme *		
Nickel		
Acier		
Zinc		

\* Métaux rares

Source : World Bank, "The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future », juin 2017.

### • Perspectives : évolution estimée des demandes en néodyme dans le secteur éolien

Les estimations varient en fonction des choix technologiques adoptés et du niveau d'atteinte des objectifs associés à l'Accord de Paris. Dans l'hypothèse d'un marché éolien offshore

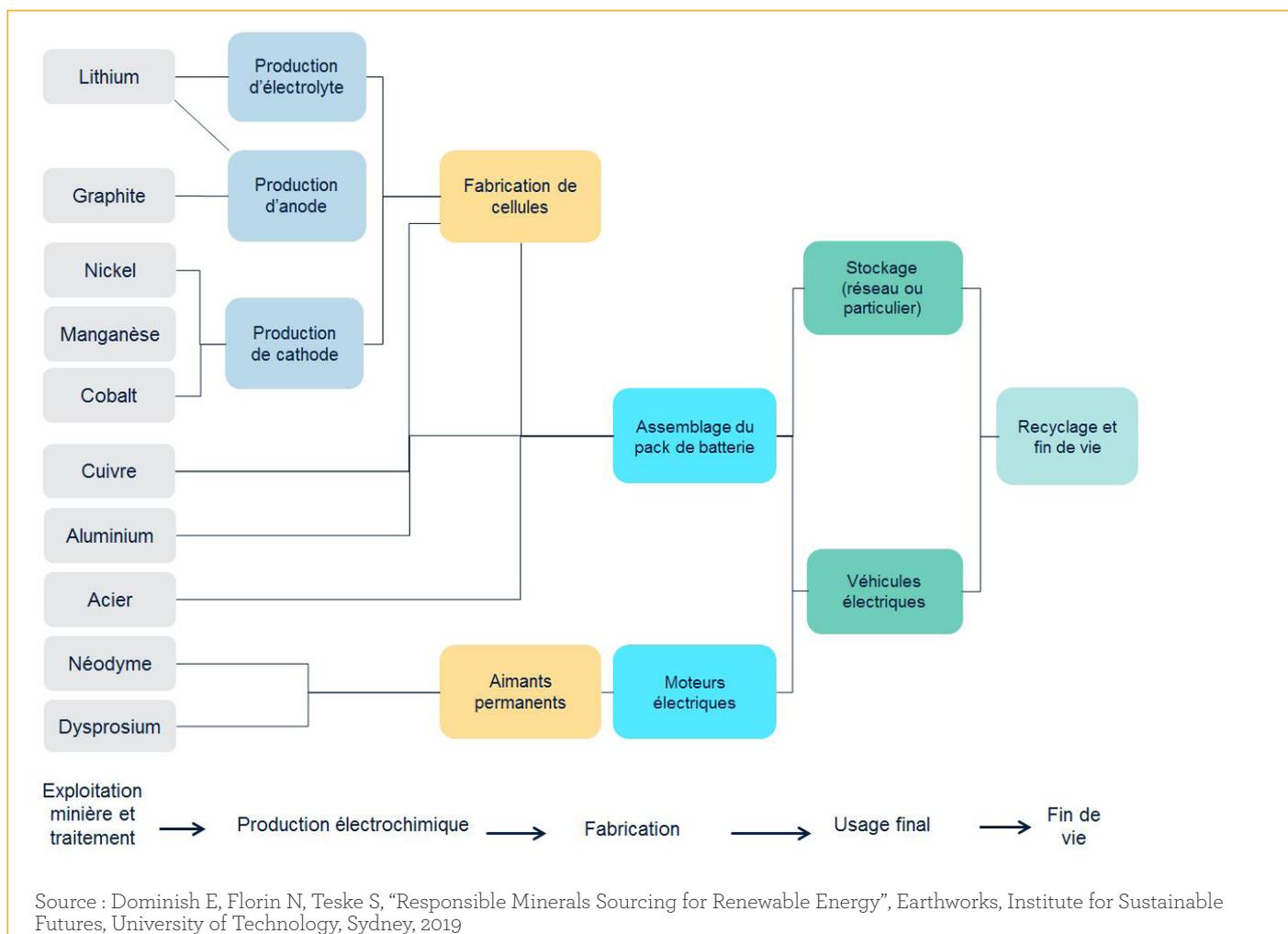
qui continue d'être composé à 75 % de turbines à entraînement direct, et d'un marché onshore s'orientant davantage vers cette technologie (qui représente actuellement seulement 10 % du marché), la demande cumulée en néodyme pour la production globale de turbines éoliennes devrait dépasser les 50 000

tonnes. Dans la perspective du scénario 2 degrés, cette demande pourrait même atteindre les 400 000 tonnes. Ces niveaux de consommation potentielle doivent être évalués à l'aune de la production totale actuelle de néodyme, qui s'élève à 7000 tonnes par an<sup>33</sup>.

<sup>33</sup> World Bank, "The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future », juin 2017.

Principaux secteurs étudiés :  
les batteries électriques

LA CHAÎNE DE VALEUR DE LA FABRICATION DE BATTERIES ÉLECTRIQUES



Les principales technologies existantes

Les batteries électriques s'apprécient en fonction de l'autonomie, la durée de vie, la capacité de recharge et la stabilité thermique. Elles fonctionnent grâce à un flux d'électrons entre cathode et anode (composée de graphite). La technologie la plus mature est celle des batteries au plomb (contenant du cadmium, de l'antimoine ou de l'étain). Elles sont réputées bon marché, mais lourdes peu mobiles et très polluantes. Les batteries NiMH (Nickel Metal

Hybride), qui fonctionnent avec de l'hydrogène métallique et du nickel, sont très stables, mais leur durée d'utilisation est limitée par la dégradation de la matière au fur et à mesure des cycles de recharge.

Les technologies de batteries lithium-ion présentées ci-après tiennent leur nom de la composition de la cathode. Cette dernière représente 90 % de la valeur de la batterie, et 25 % de son poids.<sup>34</sup> La première génération de batteries lithium-ion correspond aux technolo-

gies développées depuis les années 1990, dont le niveau de performance et de stabilité/sécurité est faible :

- La batterie LCO (Lithium - Cobalt - Oxyde) : son niveau de performance et sa stabilité/sécurité est faible ;
- La batterie LMO (Lithium - Manganèse) : le cobalt y est remplacé par du manganèse. Cette substitution offre un coût plus faible, mais est pénalisée par sa faible énergie spécifique et par son vieillissement précoce à hautes températures ;

<sup>34</sup> Gratz, E., Sa, Q., Apelian, D. and Wang, Y., 2014. A closed loop process for recycling spent lithium ion batteries. Journal of Power Sources.

- La batterie LNO (Lithium - Nickel - Oxyde) : son niveau de performance est moyen et le niveau de stabilité/sécurité est faible. Cette technologie est en cours d'évolution en vue d'améliorer la performance (eLNO) ;
- la batterie LMP (Lithium - métal - polymère) est commercialisée par le groupe Bolloré et utilisée dans le cadre de l'auto-partage ;
- La batterie LTO (Lithium - Titanium - Oxyde) : son niveau de performance est

limité, mais la stabilité/sécurité est élevée ;

- La batterie LFP (Lithium - Fer- phosphate) : principalement utilisée en Chine ;
- La batterie NMC (Lithium - Nickel - Manganèse - Cobalt) qui reste la technologie la plus utilisée, et qui se décline en plusieurs types de batteries.

Depuis le milieu des années 2010, les évolutions technologiques ont consis-

té à améliorer la technologie NMC en proposant des proportions variées de nickel et de manganèse dans la composition de la cathode. Ainsi, aujourd'hui, les batteries les plus utilisées pour les véhicules électriques sont donc les batteries NMC, ainsi que les batteries NCA (Lithium - Nickel - Cobalt - Aluminium), principalement utilisées par Tesla.

## LES MÉTAUX UTILISÉS EN FONCTION DES TECHNOLOGIES

On retrouve des métaux critiques dans les différentes pièces qui équipent les véhicules électriques :

- les batteries qui contiennent du cobalt et du lithium,

- le moteur électrique, contenant du néodyme, du dysprosium et du praséodyme,
- Les semi-conducteurs de puissance : leur proportion dans les véhicules électriques augmente et permet d'améliorer

les performances des véhicules électriques (technologie GAN qui utilise du gallium),

La pile à combustible pour les véhicules à pile à combustible (platine).

	Batteries au plomb	Batteries Lithium-ion
Aluminium		
Cobalt *		
Plomb		
Lithium *		
Manganèse *		
Nickel		
Acier		

\* Métaux rares

Source : World Bank, "The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future », juin 2017.

### • Perspectives

Les nouvelles générations de batteries NMC qui émergent se focalisent sur la réduction de la quantité de cobalt, compensée par une proportion plus importante de nickel, métal moins coûteux. Les batteries en cours de développement, qui ne sont pas encore sur le marché, se

tournent également vers des matériaux plus avantageux économiquement et visent une plus forte capacité et plus de sécurité.

Les batteries lithium-soufre sont aujourd'hui considérées comme étant la technologie la plus à même de rempla-

cer les batteries lithium-ion dominantes à l'heure actuelle<sup>35</sup>. En effet, cette technologie offrirait plusieurs avantages : le soufre est un matériau abondant, plus léger et moins coûteux. Il permettrait de multiplier par trois l'autonomie des véhicules électriques.

<sup>35</sup> Responsible minerals sourcing for renewable energy", 2019, Institute for Sustainable Futures.

## PRINCIPAUX COMPOSANTS DES TECHNOLOGIES LIÉES À LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

	Importance pour les énergies renouvelables	Efficacité des matériaux et substitution	Taux de recyclage actuel	Demande en 2050 vs production actuelle	Criticité de la chaîne d'approvisionnement pour l'UE
<b>Aluminium</b>	Éoliennes, panneaux photovoltaïques (PV), batteries	Substitution par l'acier ou le plastique avec des performances plus faibles	70-80 %	< 5 %	Faible
<b>Cadmium</b>	Technologie CdTe : faible part du marché des PV	- Performance en croissance - Substitution par d'autres types de PV	75-80 %	< 5 %	Moyenne
<b>Cobalt</b>	Batteries Lithium-ion dominant le marché	- Performance en croissance - Substitution par d'autres types de batteries avec des performances plus faibles (LFP)	90 %	> 500 %	Forte
<b>Cuivre</b>	Eoliennes, PV, batteries	Substitution difficile	Très variable	< 50 %	Faible
<b>Dysprosium</b>	Eoliennes et batteries	Substitution par d'autres aimants	Non recyclé	> 500 %	Moyenne
<b>Gallium</b>	Technologie CIGS : faible part du marché des PV	- Performance en croissance - Substitution par d'autres types de PV	Non recyclé	< 50 %	Forte
<b>Indium</b>	Technologie CIGS : faible part du marché des PV	- Performance en croissance - Substitution par d'autres types de PV	Très limité	< 50 %	Forte
<b>Lithium</b>	Batteries Lithium-ion dominant le marché	Performance en croissance, mais utilisé dans toutes les batteries	10 %	> 500 %	Faible
<b>Manganèse</b>	Batteries Lithium-ion dominant le marché	- Performance en croissance - Substitution par d'autres types de batteries (LFP, NCA)	Très limité	< 50 %	Faible
<b>Néodyme</b>	Eoliennes, PV, batteries	Substitution par d'autres aimants	Non recyclé	> 500 %	Forte
<b>Nickel</b>	Batteries Lithium-ion dominant le marché	- Performance en croissance - Substitution par d'autres types de batteries avec des performances plus faibles (LFP)	90 %	> 100 %	Faible
<b>Sélénium</b>	Technologie CIGS : faible part du marché des PV	- Performance en croissance - Substitution par d'autres types de PV	Non recyclé	< 20 %	Moyenne
<b>Tellure</b>	Technologie CdTe : faible part du marché des PV	- Performance en croissance - Substitution par d'autres types de PV	75-80 %	> 100 %	Moyenne

Sources : Responsible minerals sourcing for renewable energy, 2019; Commission Européenne ; Meeschaert AM

### Importance pour les énergies renouvelables :

- Importance forte (utilisé dans de multiples technologies)
- Importance moyenne
- Importance moindre

### Efficacité des matériaux et substitution :

- Substitution ou réduction difficiles
- Substitution possible avec des performances réduites
- Technologie la plus efficace, ou substituable

# AU NIVEAU DES ENTREPRISES : QUELLE PRISE DE CONSCIENCE DE L'IMPORTANCE DE CET ENJEU ?

## I Secteur éolien

### • Contexte économique

L'Union européenne souhaite que 32 % de son mix énergétique soit issu d'énergies renouvelables d'ici 2030 (contre 22,7 % actuellement). Selon les scénarios, les énergies renouvelables et l'hydraulique devraient constituer entre 65 % et 81 % du mix énergétique euro-

péen en 2040, dont entre 30 et 35 % d'énergie éolienne. Dans le parc installé actuel, les turbines sont majoritairement composées d'une transmission avec multiplicateur. Cependant, à horizon 2020, la moitié des éoliennes offshore utiliseront des turbines à entraînement direct. Or c'est cette dernière technologie qui utilise des terres rares, notamment le néodyme et le dysprosium. Il relève donc de la responsabilité

des acteurs de la chaîne de valeur éolienne de conduire des diligences raisonnables auprès de leurs fournisseurs, afin d'identifier, de prévenir et de réduire les impacts négatifs de cette production. Cette responsabilité est d'autant plus grande que ce marché est composé d'un nombre restreint d'entreprises, qui possèdent donc une capacité d'influence forte sur toute la chaîne d'approvisionnement.

### • Analyse des entreprises

	Vestas	Siemens Gamesa	Orsted	Iberdola	Nordex
Positionnement Onshore/Offshore	Principalement Onshore - Développement offshore via la JV « MHI Vestas Offshore Wind ».	Onshore et Offshore	Onshore et Offshore	Principalement Onshore. Développement des projets de parcs offshore dont le premier devrait voir le jour en 2020 au Royaume-Uni	Onshore
Niveau d'exposition à l'usage de métaux rares	Utilisation de néodyme et dysprosium dans les tours de tous les modèles et uniquement dans les turbines à aimant permanent des anciens modèles.	Aimants NdFeB, composés notamment de néodyme.	Déjà exploitant de parcs éoliens offshore, l'entreprise est principalement exposée à l'usage de néodyme de par ses fournisseurs de turbine comme Siemens Gamesa.	Exposition à l'utilisation de technologies intégrant du néodyme et du dysprosium due aux futurs projets offshore dont Vestas et Siemens Gamesa sont les principaux fournisseurs.	L'entreprise développe sa propre technologie de turbine asynchrone ne comprenant pas d'aimants permanents. L'éventuelle exposition réside dans le développement d'une stratégie offshore.
Politique de responsabilité dans la chaîne d'approvisionnement	Le Code de conduite pour les partenaires commerciaux (« Business Partners Code of Conduct ») se limite aux engagements classiques (travail forcé, travail des enfants, respect de l'environnement...), sans mention spécifique des « minéraux de conflits ».	Le Code de conduite pour les fournisseurs évoque les « minéraux de conflits ». Il s'agit pour l'entreprise d'en limiter l'usage, sans pour autant l'interdire.	Le Code de conduite pour les fournisseurs et le RPP (Responsible Business Partners Program) recensent les risques liés à la chaîne d'approvisionnement et évaluent les performances sociales et environnementales des fournisseurs. Le code de conduite s'est aligné sur les principes de l'Industrie Wind Europe, concernant la durabilité de la chaîne d'approvisionnement.  Pas de mention identifiant les métaux rares	Le Code de conduite Ethique est ratifié par l'ensemble des fournisseurs et se limite aux engagements classiques (travail forcé, respect des droits de l'Homme, travail des enfants, respect de l'environnement...) sans mention spécifique des métaux rares.  Système de dénonciation des mauvaises pratiques, étendu à l'ensemble des fournisseurs.	Code de conduite pour les fournisseurs ratifié par l'ensemble des fournisseurs, sans mention spécifique des métaux rares (la technologie n'en nécessitant pas).  Système de dénonciation déployé en interne et aux fournisseurs.
Gouvernance environnementale	Existence d'un Comité « Technologie et Fabrication ». Parmi ses prérogatives, ce comité évalue l'impact des produits et leur performance environnementale et sociale. Il vient en soutien du Conseil de portefeuille de produits, et du Conseil de la Chaîne de valeur des produits. Il définit les investissements prioritaires en matière d'innovation et de conception.	Pas de comité spécialisé. Mais le Comité d'audit intègre dans son plan le suivi de la stratégie et des pratiques en relation avec la RSE et l'évaluation de sa conformité. Lancement du plan RSE 2018-2020 composé de 5 piliers, dont le développement de solutions éoliennes innovantes et circulaires, et la chaîne d'approvisionnement responsable.	Le Comité de Durabilité est supervisé par le Directeur Financier qui contrôle l'avancée de la politique RSE. Le Conseil d'Administration approuve les engagements, les principes de la politique RSE et supervise son application.	Le Comité de Développement Durable contrôle le déploiement de la politique RSE et est supervisé par le Conseil d'Administration. Cette politique est composée de 5 piliers, dont la création de valeur durable, la transparence et l'innovation.	Département QHSE (Quality, Health, Safety & Environnement) supervisé directement par le Directeur général. Le département est chargé de la gestion, de la communication et de la coordination des actions menées pour la mise en place de la politique RSE de l'entreprise.

	Vestas	Siemens Gamesa	Orsted	Iberdola	Nordex
<b>Cartographie des fournisseurs</b>	<p>Tableau de bord mensuel de la performance de fournisseurs clés intégrant une évaluation sociale et environnementale.</p> <p>En 2018 : 154 fournisseurs ont été évalués sur site (98 approuvés, 14 rejetés, 42 en cours)</p> <p>Mais aucune mention des fournisseurs plus en amont (rang 2, 3...)</p>	<p>Cartographie exhaustive de 17 000 fournisseurs de rang 1, identifiant les « fournisseurs critiques » et les « fournisseurs à haut risque en matière sociale et environnementale »</p> <p>Mais aucune mention des fournisseurs plus en amont (rang 2, 3...)</p>	<p>Mise en place d'une « Sourcing Team » en charge de superviser les problèmes sociaux dans la chaîne d'approvisionnement en collaboration avec le département des Achats.</p> <p>Couverture des audits fournisseurs modérée avec 20 % des sites audités en 2017 sans mention des fournisseurs en amont de la chaîne d'approvisionnement (rang 2, 3 ...)</p>	<p>Système de scoring de durabilité pour les fournisseurs de rang 1. Ce score représente 40 % de l'évaluation finale (60 % portant sur la situation financière des fournisseurs). Scoring réalisé sur 89 % des volumes d'achats en 2018.</p> <p>Audits réalisés sur 75 % des fournisseurs.</p> <p>Aucune mention des fournisseurs plus en amont de la chaîne d'approvisionnement (rang 2, 3...)</p>	<p>Département « Sourcing » réparti en quatre centres (Espagne, Allemagne, USA et Brésil). Les fournisseurs sont régulièrement évalués avec 182 Audits en 2018 (250 en 2017) et 100 % des nouveaux fournisseurs sont audités.</p> <p>Mais aucune mention des fournisseurs plus en amont de la chaîne d'approvisionnement (rang 2, 3...)</p>
<b>Cartographie des risques liés à l'approvisionnement en métaux rares</b>	<p>Risques identifiés :</p> <p>Si le risque « adaptation des marchés à une plus grande complexité » intègre la notion de sanctions et de performance sociale, pas de mention spécifique de la sécurisation et la durabilité de la chaîne d'approvisionnement.</p>	<p>Risques identifiés dans la « politique générale de contrôle et de gestion des risques » :</p> <p>Gouvernance, éthique et conformité (Code de relation avec les fournisseurs)</p> <p>Stratégie et environnement (dont les risques géopolitiques)</p> <p>Opérationnel (dont la gestion du cycle de vie des produits)</p>	<p>Risques identifiés :</p> <p>Dans le RPP et le Code de Conduite fournisseurs. Mais ils ne concernent pas spécifiquement les métaux rares qui ne sont pas mentionnés. Les risques liés à l'approvisionnement de matières premières n'apparaissent pas dans la matrice de matérialité mettant en avant les principaux risques auxquels la société doit faire face.</p>	<p>Risques identifiés :</p> <p>Aucune mention des risques liés à l'approvisionnement en métaux rares. Les risques identifiés sur la chaîne d'approvisionnement recensent les violations des droits de l'Homme, les fraudes, la cybersécurité, la RSE, la fraude fiscale</p>	<p>Risques identifiés :</p> <p>Aucune mention des risques liés aux métaux rares.</p> <p>Si la technologie utilisée n'en contient pas, le développement de batterie de stockage en 2018 à base de la technologie Lithium-ion ne fait l'objet d'aucune évaluation concernant les risques potentiels liés à l'usage de métaux rares.</p>
<b>Assujettissement réglementaire</b>	Modern Slavery Act	Modern Slavery Act Dodd Frank	Modern Slavery Act	Modern Slavery Act	
<b>Solutions et innovations</b>	<p>Ecoconception :</p> <p>Projet DreamWind, destiné à développer de nouveaux composants durables pour les pales.</p> <p>Recyclabilité : entre 83 et 89 % d'une turbine est recyclable.</p> <p>Solutions de fin de vie : recherche pour optimiser la récupération et le taux de recyclage.</p>	<p>Ecoconception :</p> <p>Projet de développement de matériaux composites plus légers (matériaux élastomère et textiles 3D).</p> <p>Développement d'une nouvelle méthode de fabrication des aimants, en lien avec les fournisseurs, permettant de réduire les déchets issus de la production.</p> <p>Recyclabilité : participation à des consortiums tels que le projet Horizon 2020 « FiberEUse ». Mais l'entreprise ne semble pas communiquer sur le taux de recyclabilité actuel de ses turbines.</p>	<p>Recyclabilité :</p> <p>Valorisation des déchets : 99 % des déchets dangereux recyclés en 2018, 77 % de déchets non dangereux recyclés en 2018.</p>	<p>Système de scoring RSE (sur 89 % des volumes d'achats en 2018).</p> <p>Signataires des accords d'économie circulaire : MAPAMA et MITECO.</p>	<p>L'écoconception des produits est une préoccupation particulière du groupe de la conception au recyclage de leurs technologies.</p> <p>Objectif de recyclabilité des éoliennes visé pour 2018 : 85 % (atteint, le minimum de recyclabilité d'une éolienne étant de 86,7 % (sans socle) et le maximum de 98,3 % (avec socle).</p>

	Vestas	Siemens Gamesa	Orsted	Iberdola	Nordex
<b>Indicateurs d'évaluation de l'impact environnemental des turbines</b>	<p>Dans l'analyse de cycle de vie totale des produits, la contribution à l'épuisement des ressources des terres rares utilisées dans les aimants est inférieure à 0,1 % des impacts. Cette évaluation prend en compte environ 25 000 composants permettant de fabriquer la turbine.</p> <p>« Energy payback time » : entre 5 et 12 mois en fonction des turbines</p>	<p>Analyse de cycle de vie totale présentée dans les Déclarations environnementales des produits (DEP).</p> <p>« Energy payback time » : 7,4 mois</p> <p>Développement du modèle « SCOE » : Pour mieux appréhender l'impact de ses turbines, passage du modèle de coûts LCOE au SCOE intégrant différents coûts des énergies au niveau sociétal.*</p>	<p>Pas d'indicateurs actuels sur l'analyse de cycle de vie des produits.</p> <p>Cependant, objectif clair de développement d'une méthode d'évaluation du cycle de vie des produits pour soutenir la gestion, l'atténuation et la transparence des risques environnementaux tout au long de la chaîne de valeur.</p>	<p>La CEF (Empreinte environnementale des entreprises), évalue les effets des activités de la société sur l'environnement du point de vue du cycle de vie produit (ISO / TS 14072 : 2014)</p>	<p>Pas d'indicateurs actuels sur l'analyse du cycle de vie des produits. Un partenariat avec l'université d'Hambourg a été créé pour rechercher des moyens d'optimisation de la puissance du système éolien.</p> <p>Un des sujets clés pour la stratégie RSE 2019-2021 concerne l'évaluation du cycle de vie environnemental des produits.</p>
<b>Questions/axes d'engagements</b>	<p>Comment le Comité « Technologie et Fabrication » intègre-t-il dans ses évaluations les enjeux liés à l'approvisionnement en métaux rares ?</p> <p>Prise en compte des fournisseurs de rangs plus élevés, plus en amont dans la chaîne d'approvisionnement</p> <p>Comment utilisez-vous le tableau de bord mensuel de la performance de fournisseurs clés sur leur évaluation sociale et environnementale ? Combien de fournisseurs font l'objet de ce suivi ?</p> <p>Quelle recherche pour optimiser une meilleure récupération et un taux de recyclage plus élevé (telle que mentionné dans le rapport de développement durable) ? Quelles perspectives chiffrées ?</p> <p>Quelle prise en compte de la sécurisation et la durabilité de la chaîne d'approvisionnement dans la cartographie des risques ? Quel suivi des métaux utilisés en prenant en compte la liste des matériaux critiques développée au niveau de l'Union européenne ?</p>	<p>Comment le Comité « Technologie et Fabrication » intègre-t-il dans ses évaluations les enjeux liés à l'approvisionnement en métaux rares ?</p> <p>Prise en compte des fournisseurs de rangs plus élevés, plus en amont dans la chaîne d'approvisionnement</p> <p>Comment utilisez-vous le tableau de bord mensuel de la performance de fournisseurs clés sur leur évaluation sociale et environnementale ? Combien de fournisseurs font l'objet de ce suivi ?</p> <p>Quelle recherche pour optimiser une meilleure récupération et un taux de recyclage plus élevé (telle que mentionné dans le rapport de développement durable) ? Quelles perspectives chiffrées ?</p> <p>Quelle prise en compte de la sécurisation et la durabilité de la chaîne d'approvisionnement dans la cartographie des risques ? Quel suivi des métaux utilisés en prenant en compte la liste des matériaux critiques développée au niveau de l'Union européenne ?</p>	<p>Les métaux rares étant présents dans les technologies de turbines de vos fournisseurs, existe-t-il un suivi des risques associés ?</p> <p>Quel est le niveau de couverture des audits sur les fournisseurs ?</p> <p>Comment le système de management et de réduction des impacts est appliqué dans la production des batteries de stockage ? Des métaux rares sont-ils utilisés dans la technologie des batteries de stockage ? Si oui, de quelle façon sont-ils intégrés dans ce système de management ?</p> <p>Quelle prise en compte de la sécurisation et la durabilité de la chaîne d'approvisionnement dans la cartographie des risques ?</p>	<p>Les métaux rares étant présents dans les technologies de turbines de vos fournisseurs, existe-t-il un suivi des risques associés ?</p> <p>Les métaux rares sont-ils intégrés dans les processus d'économie circulaire ?</p> <p>Quel est le niveau de couverture des audits sur les fournisseurs et du système de scoring ?</p>	<p>Le développement de technologies et de parcs offshore est-il envisagé ? Si oui avec quelle technologie ?</p> <p>Quelles données sont exploitées pour déterminer l'amélioration du cycle de vie des produits ?</p> <p>Le développement de batteries de stockage lithium-ion nécessite l'approvisionnement en métaux rares, existe-t-il un suivi des risques associés aux approvisionnements en lithium ?</p> <p>Les risques financiers mentionnés dans la politique de gestion des risques prennent-ils en compte les risques du prix des matières premières et de l'approvisionnement en métaux rares (lithium) ?</p> <p>Quel niveau de couverture des audits sur les fournisseurs ?</p>

Source : Rapports d'entreprises, Meeschaert AM

• **Questions d'engagement / axes d'engagement**

Accroître la traçabilité de la chaîne d'approvisionnement en néodyme et en dysprosium pour identifier les risques de rupture.

Intégrer dans la rémunération des dirigeants des critères de durabilité de la chaîne d'approvisionnement dans la détermination de leur rémunération variable.

Quel est l'EROI (taux de retour sur investissement énergétique) de vos turbines ?

**Focus : le modèle de coûts « SCOE »**

Le modèle de coûts SCOE complète le LCOE (coût actualisé de l'énergie calculant le prix d'une énergie en fonction de la durée de vie de l'équipement) par l'intégration de différents coûts des

énergies au niveau sociétal. Sont ainsi ajoutés de nouveaux éléments tels que les subventions cachées des énergies fossiles, les coûts sociaux et l'impact géopolitique. Cette méthode innovante apporte une vision plus pertinente du rapport coût/ bénéfice. En revanche, elle ne semble pas prendre en compte les coûts environnementaux et sociétaux portés par la production des matériaux tout au long de la chaîne d'approvisionnement.

**Focus : « Energy payback time »**

Nombre de mois d'exploitation nécessaires pour rentabiliser la consommation énergétique liée à la fabrication de l'équipement.

**Focus : EROI**

Le taux de retour sur investissement énergétique permet de comparer la production énergétique d'un système, par rapport à ce qu'il consomme.

**Modèle CEF :**

La gestion environnementale d'Iberdrola inclut le calcul du CEF (Empreinte environnementale des entreprises), qui évalue les effets des activités de la société sur l'environnement du point de vue du cycle de vie (ISO / TS 14072 : 2014). Les objectifs du CEF sont :

- Quantifier, homogénéiser et unifier la performance environnementale du groupe.
- Déterminer l'effet des activités d'Iberdrola dans les différentes catégories d'impact sur l'environnement.
- Participer au suivi des performances environnementales de l'organisation et permettre de suivre les objectifs des activités et les améliorations environnementales.
- Identifier et évaluer les aspects environnementaux les plus importants pour les activités d'Iberdrola.

## Constructeurs automobiles

### Contexte économique

L'électrification du transport routier est une étape clé pour limiter le réchauffement climatique et améliorer la qualité de l'air.

Dans son « Scénario 2°C », l'Agence internationale de l'énergie prévoit une très forte croissance de l'électrification du transport routier d'ici 2060, devant atteindre notamment 1,25 milliard de véhicules électriques légers.

Le marché des véhicules électriques a dépassé pour la première fois en 2017, le million de véhicules vendus dans le monde. Selon Bloomberg Energy Finance, près de deux millions de véhicules ont dû être vendus en 2018. Le marché européen, avec une croissance de près de 50 % en 2018, reste le deuxième marché après la Chine, représentant près de 220 000 véhicules électriques.

Pour répondre à la demande croissante des véhicules électriques, la Commis-

sion Européenne a affirmé l'intérêt stratégique pour l'Union européenne de développer une filière de batteries pour les véhicules électriques. Un projet de consortium entre PSA et sa filiale allemande Opel, et le fabricant français de batteries Saft, filiale de Total, prévoit la conversion d'une usine Opel en Allemagne dans la fabrication de batteries pour véhicules électriques. Au total, six consortiums européens devraient voir le jour dans les prochaines années.

### Analyse des entreprises

	PSA	Renault	Daimler	BMW
Positionnement sur les VE et technologies de batteries	Version hybride ou électrique pour tous les nouveaux modèles à partir de 2019  D'ici 2021 : lancement de 8 modèles hybrides rechargeables et 7 VE.  Batterie Lithium-ion 50kWh.	Près de 55 000 VE vendus en 2018 (2,6 % des ventes)  Détient 25 % des parts de marché en Europe.	< 1 % de véhicules vendus sont électriques et 1,5 % sont hybrides en 2018  Perspectives 2025 : entre 15 % et 25 % la part des revenus issue de la vente de ses 10 modèles électriques.	140 000 modèles électrifiés en 2018 (objectif 2020 : 500 000)  Perspectives 2025 : entre 15 et 25 % du CA généré par les véhicules électriques, grâce à la mise sur le marché de 25 modèles électriques.
Risque d'approvisionnement en métaux critiques	Terres rares = 0,3 % des achats de matières  Risques matières et chaîne d'approvisionnement identifiés  Cartographie de la criticité des matières en cours	Pas d'information sur les métaux rares utilisés.  Risques matières et chaîne d'approvisionnement identifiés  Analyse de la criticité des matières	Risques liés à l'approvisionnement en cobalt et en lithium identifiés  Engagement renforcé en 2018 par la création du Système de Respect des Droits de l'Homme (Human Rights Respect System) afin de maîtriser sa responsabilité dans l'achat des matières premières.	Identification des risques économiques, environnementaux et sociétaux liés à l'approvisionnement des matières premières critiques  Risques identifiés spécifiquement sur l'approvisionnement en lithium et en cobalt
Fournisseurs de batteries et/ou de métaux rares	Partenariats industriels :  PSA-Opel/Saft pour la conversion d'une usine Opel en Allemagne dans la fabrication de cellules Joint-venture Nidec-PSA.	Technologie des batteries lithium-ion développée par Renault.	Fournisseur :  Notamment CATL (technologie NMC).	Fournisseur :  CATL (technologie NMC)  Partenariat industriel :  Umicore et BMW pour le recyclage des batteries.

	PSA	Renault	Daimler	BMW
<b>Maîtrise de la chaîne d'approvisionnement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Périmètre : fournisseurs de rang 1</li> <li>- Processus d'évaluation des fournisseurs : questionnaire EcoVadis, audit de sites fournisseurs selon la norme IATF 16949 ; audits externes des fournisseurs à risques</li> <li>- Transparence sur les résultats des audits sur site.</li> <li>- Procédures de gestion des incidents au sein de la chaîne d'approvisionnement. Mesures pour accompagner les fournisseurs.</li> </ul> <p>+ Questionnaire spécifique pour les fournisseurs exposés aux Conflict minerals.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Périmètre : fournisseurs de rang 1</li> <li>- Des lignes directrices communes à l'Alliance Renault-Nissan.</li> <li>- Processus d'évaluation des fournisseurs : audit externe des sites de production à risques sur un plan triennal.</li> <li>- Manque de transparence sur les conclusions des audits.</li> <li>- Mesures pour accompagner les fournisseurs.</li> <li>- 2017 : Implication dans une controverse concernant le travail des enfants dans une mine en RDC (Amnesty International).</li> <li>- Travaux en cours avec une agence externe pour retracer l'ensemble de la filière de Cobalt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Périmètre : évaluation des fournisseurs de rang 1, avec une étude approfondie de la chaîne pour certains approvisionnements critiques, mais manque de transparence sur l'ampleur des audits et sur les résultats obtenus</li> <li>- Formations dispensées aux fournisseurs de 8 pays en 2018</li> <li>- Politique de tolérance zéro lorsqu'une violation est constatée</li> <li>- 2017 : Implication dans une controverse concernant le travail des enfants dans une mine en RDC (Amnesty International)</li> <li>- Collaboration dans des initiatives sectorielles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 95 % des contrats disposent d'une clause liée aux enjeux sociaux et environnementaux</li> <li>- Questionnaire d'autoévaluation des fournisseurs de rang 1, audits et visites sur site</li> <li>- Étude approfondie de la chaîne d'approvisionnement de certaines matières critiques</li> <li>- 193 cas de non-conformité révélés en 2018, aucune fin de contrat n'est constatée pour ces raisons</li> <li>- Collaboration dans des initiatives sectorielles</li> <li>- Un membre du conseil est en charge de cet enjeu et un rapport sur les Droits de l'Homme est présenté au comex et au conseil des achats</li> <li>- Un rapport est publié sur les progrès des fournisseurs et affiche 23 cas présentant un déficit en matière de travail forcé et 11 qui ont mis en place un plan d'actions correctives depuis 2016</li> <li>- 2017 : Implication dans une controverse concernant le travail des enfants dans une mine en RDC (Amnesty International)</li> </ul>
<b>Solutions et innovations</b>	<p>Ecoconception :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Programme R&amp;D pour assurer une seconde vie aux batteries de VE avant de les recycler.</li> <li>- Membre fondateur d'EcoSD (travaux sur l'écoconception des batteries de traction)</li> </ul> <p>Solutions de recyclage des batteries :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Contrat sur le marché européen avec un partenaire.</li> <li>- Opel et Vauxhall reconditionnent les batteries haut voltage depuis 2012.</li> </ul>	<p>Ecoconception :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Volonté de limiter l'utilisation de métaux rares</li> </ul> <p>Solutions de recyclage des batteries :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Formule de location de la batterie qui permet à Renault d'assurer la maîtrise de la collecte et de la fin de vie des batteries.</li> <li>- Partenariats et contrats commerciaux pour la collecte, la réparation, la seconde vie et le recyclage des batteries de véhicules électriques.</li> <li>- Filiale Indra : recyclage des VHU (véhicules hors d'usage).</li> <li>- Filiale Gaïa : réparation/rénovation des batteries.</li> </ul>	<p>Sécurisation de l'approvisionnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Investissement d'un milliard d'euros pour étendre le réseau interne de production de batteries</li> </ul> <p>Recyclage :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Processus d'ACV (analyse du cycle de vie) intégrant le recyclage afin de sécuriser l'approvisionnement en matières premières.</li> <li>- Filiale qui cible la réutilisation des batteries pour le stockage stationnaire (1920 modules de batteries sont restaurés pour une seconde vie).</li> </ul>	<p>Sécurisation de l'approvisionnement / recyclage :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ambition d'internaliser la fabrication des batteries</li> <li>- Contrat à long terme signé avec CATL</li> <li>- Ouverture d'un centre de compétences et de recherche sur les batteries à Munich où les experts travailleront à la conception des cellules et des technologies, dans un but de sécuriser l'expertise technologique associée</li> </ul> <p>Recyclage :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Usine de stockage des batteries à Leipzig qui utilise les anciennes batteries des BMW i3s pour optimiser les flux d'énergies dans l'usine. Objectif : valoriser 700 batteries qui peuvent avoir une seconde vie.</li> <li>- Partenariat avec Umicore pour le recyclage des batteries.</li> </ul>

	PSA	Renault	Daimler	BMW
Questions et axes d'engagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impact du développement des VE sur l'approvisionnement en métaux rares</li> <li>- Traçabilité des filières de métaux rares et fournisseurs de batteries</li> <li>- Technologies de batteries envisagées, métaux rares associés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avancement sur la traçabilité de la filière cobalt</li> <li>- Métaux rares utilisés dans les batteries, fournisseurs de lithium et autres métaux rares</li> <li>- Recyclage des batteries</li> <li>- Programme R&amp;D pour réduire l'usage des métaux rares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transparence sur les technologies de batteries utilisées.</li> <li>- Traçabilité de la chaîne de fournisseurs des batteries.</li> <li>- Transparence sur les audits réalisés auprès des fournisseurs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quelle est la procédure suivie en cas de non-conformité révélée lors d'un audit de fournisseur, sachant qu'il y a eu 193 cas de non-conformité révélés en 2018 ?</li> <li>- Qu'en est-il des fournisseurs qui montrent une défaillance en matière de travail forcé mais qui n'ont pas mis en place d'action corrective ?</li> <li>- Est-ce que les cas mentionnés ci-dessus intègrent des fournisseurs de métaux rares ?</li> </ul>

Source : Rapports d'entreprises, Meeschaert AM

#### • Questions d'engagement / axes d'engagement

Accroître la traçabilité de la chaîne d'approvisionnement en lithium pour identifier les risques de rupture.

Accroître la transparence sur les technologies utilisées dans les anodes et cathodes des batteries.

Intégrer dans la rémunération des dirigeants des critères de durabilité de la chaîne d'approvisionnement dans la détermination de leur rémunération variable.

Quel est le taux de recyclage actuel des batteries ?

## I Chimie

### • Contexte économique

La chimie est une industrie qui joue un rôle clé dans la transition énergétique des autres secteurs. En effet, les industriels de la chimie sont à l'origine de la fabrication des composants qui favorisent l'efficacité énergétique

et le développement des énergies bas carbone. C'est le cas des cathodes, essentielles à la fabrication des batteries des véhicules électriques, et des pots catalytiques, qui permettent de réduire la pollution induite directement par les véhicules à motorisation thermique. Grâce à leur capacité d'innovation et à leur positionnement dans la chaîne

d'approvisionnement, ces industriels ont le pouvoir de faire évoluer les technologies vers des solutions de substitution des matériaux ou de recyclage. La chaîne d'approvisionnement du secteur est constituée de minières, de fonderies, de raffineries de métaux. Norsk Hydro, Vale ou encore Glencore figurent parmi les grands noms de cette chaîne.

### • Analyse des entreprises

	Johnson Matthey	Umicore	Solvay
Activité et positionnement dans la chaîne	Fabricant de catalyseurs et de cathodes (LFP, eLNO) à destination du secteur automobile, recyclage des métaux  1,5 % du CA lié aux véhicules électriques <sup>36</sup>	Fabricant de cathodes (NMC) et de catalyseurs à destination de l'automobile, recyclage des matériaux  36 % du CA exposé aux véhicules électriques <sup>36</sup>	Production de formulation à base de fluor et de terres rares pour des applications dans l'automobile  Les ventes de composants de batterie représentent 0,5 % du CA mais cette activité est en forte croissance
Risques d'approvisionnement en métaux critiques	Risques d'approvisionnement en métaux rares identifiés, cartographie géographique de l'approvisionnement	Risques identifiés et solution de sécurisation de l'approvisionnement en interne avec l'activité de recyclage	Risques d'approvisionnement en métaux rares identifiés
Maitrise de la chaîne d'approvisionnement	Développement récent d'un programme de développement durable des fournisseurs permettant d'identifier les profils à risque et de suivre les progrès  Une minorité de fournisseurs est auditée, objectif 2025 : 100 % audités et conformes au Code en 2025  Le programme ne s'applique qu'aux 227 principaux fournisseurs  Pas de mesure identifiée pour l'accompagnement des fournisseurs	Politique spécifique d'approvisionnement en matières premières critiques  Plans d'actions déterminés en fonction des matériaux, mais non publiés  Evaluation d'un nombre - non communiqué - de fournisseurs de rang 1, évaluation Ecovadis de 335 fournisseurs indirects  Absence de communication sur les procédures d'alerte en cas de manquement à la charte d'approvisionnement ni sur le dispositif de suivi des audits fournisseurs	Approche de gestion des risques formalisée, décentralisée mais non spécifique à l'approvisionnement des métaux rares  810 fournisseurs critiques identifiés  Réalisation de bilan RSE des fournisseurs, plan d'actions correctives requis en cas de défaillance et suivi par les équipes d'achat  Procédures d'évaluations externes (Ecovadis et TFS=des fournisseurs mais pas de procédure d'alerte identifiée en cas de faille dans la chaîne d'approvisionnement
Solutions et innovations	Ecoconception :  - Fabrication de catalyseurs d'oxydation en métal de base recouvert de substrats métalliques et céramiques (substitution des métaux précieux).  Recyclage :  - Recyclage des métaux type platine, palladium, rhodium, iridium, ruthénium, rhénium, osmium.	Ecoconception :  - 58 % des matières utilisées proviennent du recyclage, le reste provient de source primaire dont l'approvisionnement est contrôlé sur le plan éthique et durable.  - Membre actif du groupe de travail consacré à l'économie circulaire dans la "Global Battery Alliance" du Forum Economique Mondial.  Recyclage :  - Exploitation d'une usine de recyclage des métaux précieux.  - Approche en boucle fermée pour le recyclage des batteries (notamment un partenariat avec BMW).	Ecoconception :  - Formation des collaborateurs aux principes de l'économie circulaire, notamment les collaborateurs en charge de la conception des molécules afin d'intégrer la circularité des produits finaux.

<sup>36</sup> Citi Research - Electric vehicles - Ready(ing) for adoption, juin 2018.

Questions /axes d'engagement	Johnson Matthey	Umicore	Solvay
	<p>Prise en compte des fournisseurs de rang plus élevés, plus en amont dans la chaîne d'approvisionnement ?</p> <p>Existe-t-il une procédure d'accompagnement des fournisseurs en cas de non-conformité au Code ?</p>	<p>Transparence sur les audits de fournisseurs de métaux rares ?</p> <p>Transparence sur les taux de matière recyclée par métaux (notamment le lithium et le cobalt) ?</p> <p>Extension de la transparence sur le plan de vigilance au-delà du cobalt et des métaux de conflit ?</p> <p>Cartographie géographique des mines d'approvisionnement des métaux rares ?</p>	<p>Quelles sont les actions spécifiques pour sécuriser l'approvisionnement en métaux rares ?</p> <p>Comment fonctionne le mécanisme d'alerte spécifique à la chaîne d'approvisionnement ?</p> <p>Est-ce que l'intégralité des fournisseurs critiques est couverte par les audits ?</p> <p>Quelles sont les mesures de recyclage en place pour les métaux rares ?</p> <p>Cartographie géographique des mines d'approvisionnement des métaux rares ?</p>

Source : Rapports d'entreprises, Meeschaert AM

• **Questions d'engagement / axes d'engagement**

Quel plan d'actions suivre lorsque les fournisseurs de rang 1 ou plus (type Norsk Hydro ou Vale) font l'objet de controverses graves ?

Les entreprises ont-elles déjà subi des ruptures d'approvisionnement en matières premières critiques ?

Intégrer dans la rémunération des dirigeants des critères de durabilité de la chaîne d'approvisionnement dans la détermination de leur rémunération variable.

# ANNEXES

Lexique	38
Tableau périodique des éléments	39

## ■ Métaux rares

Aussi appelés métaux mineurs ou petits métaux. Ils sont produits en faible tonnages mais ils sont utilisés dans les technologies clés du futur telles que le numérique et les énergies renouvelables.

Or (Au), Beryllium (Be), Bismuth (Bi), Cadmium (Cd), Chrome (Cr), Cobalt (Co), Gallium (Ga), Germanium (Ge), Mercure (Hg), Indium (In), Lithium (Li), Magnésium (Mg), Molybdène (Mo), Niobium (Nb), Osmium (Os), Palladium (Pd), Platine (Pt), Rhenium (Re), Rhodium (Rh), Ruthenium (Ru), Antimoine (Sb), Silicium (Si), Tantale (Ta), Tellure (Te), Titane (Ti), uranium (U), Vanadium (V), Tungstène (W)

## ■ Terres rares

Les terres rares sont une famille des métaux rares.

Ensemble de 17 éléments chimiques du tableau de Mendeleïev : le Scandium (Sc), l'Yttrium (Y) et le Lanthane (La), et les 14 lanthanides : le Cérium (Ce), le Praséodyme (Pr), le Néodyme (Nd), le Prométhium (Pm), le Samarium (Sm), l'Europium (Eu), le Gadolinium (Gd), le Terbium (Tb), le Dysprosium (Dy), l'Holmium (Ho), l'Erbium (Er), le Thulium (Tm), l'Ytterbium (Yb) et le Lutétium (Lu).

## ■ Métaux précieux

Un métal précieux se définit par sa valeur économique. Les trois principaux sont l'Or (Au), l'Argent (Ag) et le Platine (Pt).

# TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

1																	18		
1	1.00794 1 H hydrogène																	4.002602 2 He hélium	
2	6.941 3 Li lithium	9.012182 4 Be béryllium											10.811 5 B bore	12.0107 6 C carbone	14.0067 7 N azote	15.9994 8 O oxygène	18.998403 9 F fluor	20.1797 10 Ne néon	
3	22.98976 11 Na sodium	24.3050 12 Mg magnésium											26.98153 13 Al aluminium	28.0855 14 Si silicium	30.97376 15 P phosphore	32.065 16 S soufre	35.453 17 Cl chlore	39.948 18 Ar argon	
4	39.0983 19 K potassium	40.078 20 Ca calcium	44.95591 21 Sc scandium	47.867 22 Ti titane	50.9415 23 V vanadium	51.9962 24 Cr chrome	54.93804 25 Mn manganèse	55.845 26 Fe fer	58.93319 27 Co cobalt	58.6934 28 Ni nickel	63.546 29 Cu cuivre	65.38 30 Zn zinc	69.723 31 Ga gallium	72.64 32 Ge germanium	74.92160 33 As arsenic	78.96 34 Se sélénium	79.904 35 Br brome	83.798 36 Kr krypton	
5	85.4678 37 Rb rubidium	87.62 38 Sr strontium	88.90585 39 Y yttrium	91.224 40 Zr zirconium	92.90638 41 Nb niobium	95.96 42 Mo molybdène	98 43 Tc technétium	101.07 44 Ru ruthénium	102.9055 45 Rh rhodium	106.42 46 Pd palladium	107.8682 47 Ag argent	112.441 48 Cd cadmium	114.818 49 In indium	118.710 50 Sn étain	121.760 51 Sb antimoine	127.60 52 Te tellure	126.9044 53 I iode	131.293 54 Xe xénon	
6	132.9054 55 Cs césium	137.327 56 Ba barium	lanthanides 57-71		178.49 72 Hf hafnium	180.9478 73 Ta tantalé	183.84 74 W tungstène	186.207 75 Re rhenium	190.23 76 Os osmium	192.217 77 Ir iridium	195.084 78 Pt platine	196.9665 79 Au or	200.59 80 Hg mercure	204.3833 81 Tl thallium	207.2 82 Pb plomb	208.9804 83 Bi bismuth	210 84 Po polonium	210 85 At astate	220 86 Rn radon
7	223 87 Fr francium	226 88 Ra radium	actinides 89-103		261 104 Rf rutherfordium	262 105 Db dubnium	266 106 Sg seaborgium	264 107 Bh bohrium	277 108 Hs hassium	268 109 Mt meitnérium	271 110 Ds darmstadtium	272 111 Rg roentgenium	285 112 Cn copernicium	284 113 Uut ununtrium	289 114 Fl flérovium	288 115 Uup ununpentium	292 116 Lv livermorium	292 117 Uus ununseptium	294 118 Uuo ununoctium
	138.9054 57 La lanthane		140.116 58 Ce cérium	140.9076 59 Pr praseodyme	144.242 60 Nd néodyme	145 61 Pm prométhium	150.36 62 Sm samarium	151.964 63 Eu europium	157.25 64 Gd gadolinium	158.9253 65 Tb terbium	162.500 66 Dy dysprosium	164.9303 67 Ho holmium	167.259 68 Er erbium	168.9342 69 Tm thulium	173.054 70 Yb ytterbium	174.9668 71 Lu lutécium			
	227 89 Ac actinium		232.0380 90 Th thorium	231.0358 91 Pa protactinium	238.0289 92 U uranium	237 93 Np neptunium	244 94 Pu plutonium	243 95 Am américium	247 96 Cm curium	247 97 Bk berkélium	251 98 Cf californium	252 99 Es einsteinium	257 100 Fm fermium	258 101 Md mendelevium	259 102 No nobélium	262 103 Lr lawrencium			

métaux alcalins  
 alcalino-terreux  
 métaux pauvres  
 métaux de transition  
 métalloïdes  
 non-métaux  
 halogènes  
 gaz rares

Masse atomique → 55.845    26 ← Numéro atomique (nombre de protons dans le noyau)  
 Symbole chimique → Fe  
 Nom → fer

Sources : IUPAC, Wikimedia Commons

Ce document est exclusivement conçu à des fins d'information par Meeschaert AM et ne saurait donc être considéré comme un élément contractuel, un conseil en investissement, une recommandation de conclure une opération ou une offre de souscription.

Les données chiffrées, commentaires y compris les opinions exprimées sur ce document sont le résultat d'analyses de Meeschaert AM à un moment donné et ne préjugent en rien de résultats futurs.

Ces informations proviennent ou reposent sur des sources estimées fiables par Meeschaert AM. Toutefois, leur précision et leur exhaustivité ne sauraient être garanties par Meeschaert AM.

Meeschaert AM décline toute responsabilité quant à l'utilisation qui pourrait être faite des présentes informations générales.

Toute reproduction ou diffusion, même partielle, de ce document est interdite.

## SIÈGE SOCIAL

12, Rond-Point des Champs-Élysées 75008 Paris

## LES IMPLANTATIONS

### RÉGIONALES DU GROUPE

#### Bordeaux

2 rue de Sèze  
33000 Bordeaux  
Tél. : 05 56 01 33 50

#### Nantes

Place Royale 1 rue Saint Julien  
44000 Nantes  
Tél. : 02 40 35 89 10

#### Lille

18 avenue de Flandre  
59700 Marcq-en-Barœul  
Tél. : 03 28 38 66 00

#### Nice

Porte de l'Arenas Hall C - 6<sup>e</sup> étage  
455 Promenade des Anglais - 06200 Nice  
Tél. : 04 97 06 03 03

#### Lyon

61 rue de la République  
69002 Lyon  
Tél. : 04 72 77 88 55

#### Strasbourg

1 Quai Jacques Sturm  
67000 Strasbourg  
Tél. : 03 90 07 70 90

#### Marseille

42 rue Montgrand  
13006 Marseille  
Tél. : 04 91 33 33 30

#### Toulouse

24 grande rue Nazareth  
31000 Toulouse  
Tél. : 05 61 14 71 00

Dans les villes citées, des sociétés distinctes peuvent représenter le groupe Meeschaert.

## GROUPE MEESCHAERT : QUATRE PÔLES D'ACTIVITÉ

### Meeschaert Gestion Privée

- Conseil en stratégie patrimoniale et fiscale
- Gestion conseillée
- Gestion sous mandat
- Investissements immobiliers

### Meeschaert AM

- Gestion d'OPC
- Fonds dédiés

### Meeschaert Family Office

- Conseil, gestion et transmission du patrimoine de la famille
- Aide à la sélection et supervision d'experts
- Philanthropie

### Meeschaert Capital Partners

- Capital transmission
- Capital développement
- Immobilier non coté

