

Métaux et climat : on touche le fond, mais on creuse encore

Auteur·ices

Lou Welgryn, *Head of Product*
Victor Scache, *Analyst*

Constitutrice

Constance Laroche, *Analyst*

Table des matières

Synthèse	3
Introduction	4
Projection de la demande de métaux à horizon 2040 et part allouée aux énergies vertes	5
La dynamique et les défis du secteur	6
À quoi servent les métaux ?	6
Les principales sources d'émissions de gaz à effet de serre du secteur et leur tendance	13
Contexte économique et périmètre de l'étude	16
Risques de transition identifiés	16
Quelles solutions pour décarboner le secteur ?	17
La méthodologie Carbon Impact Analytics (CIA)	21
Calcul des émissions de GES	21
Catégorisation des minerais et métaux par sous-secteur dans CIA	23
Performance carbone globale : la note CIA	24
Agrégation de la note CIA	27
Résultats	31
Comparaison des entreprises au sein du secteur	31
Les meilleures performances passées	32
Les meilleures performances actuelles	33
Analyse des performances futures	34
Top dix des capitalisations boursières	36
Annexes	37
Limites	40

Synthèse

Il existe un cercle d’asservissement entre ressources minérales et énergie : plus on exploite de gisements, plus leur concentration baisse et plus nous avons besoin d’énergie pour extraire ces métaux.

Les ressources minérales sont aussi centrales que l’énergie : le secteur des mines et des métaux se situe à l’amont de tous les autres secteurs (construction, transport, numérique, machines industrielles, etc.). La décarbonation de ce secteur indispensable au reste de l’économie est donc un préalable à la décarbonation des autres secteurs industriels.

La transition énergétique est loin de supprimer notre dépendance aux ressources, et en particulier aux métaux. Les technologies “bas carbone” nécessaires à la transition énergétique (énergies renouvelables, véhicules de transport électriques et toutes les infrastructures associées) requièrent des quantités de certains métaux très importantes. Le secteur doit organiser la sortie des énergies fossiles avec la responsabilité de gérer la difficile équation entre besoins et limites physiques.

L’avenir de la filière : sobriété et recyclage. De nombreux métaux vont connaître des conflits d’usage (avec les besoins du numérique par exemple). Il faudra donc les prioriser. La **minimisation des usages** et la **maximisation du recyclage** sont cruciales. Ce qui nécessite d’interroger les usages finaux des métaux vendus et leur pertinence dans une économie bas carbone et respectueuse du vivant.

Les grands métaux, les oubliés de la transition. Les “métaux de la transition” (lithium, cobalt, ...) sont sous les feux des projecteurs - mais de nombreux autres grands métaux (fer, aluminium, cuivre) sont également essentiels à la transition pour la fabrication (mâts d’éolienne, automobile, etc.) et les infrastructures (transmission d’électricité, réseau ferroviaire).

Une demande en forte augmentation : selon l’AIE la demande mondiale de métaux serait multipliée par 4 d’ici 2040 dans des scénarios de transition bas carbone. Cette demande est fortement tirée par les besoins de la transition énergétique mais aussi par l’industrialisation de certains pays, ainsi que le secteur du numérique.

Des engagements insuffisants des acteurs. Nous constatons un manque d’engagement et de transparence du secteur. Parmi les entreprises analysées seules 45% ont des engagements de réduction qui sont alignés avec les scénarios 2DS (2° scenario) et B2DS (Beyond 2° scenario)¹. Plus de 30% n’ont pas d’objectif.

Des impacts qui dépassent largement le climat. Il est capital d’appréhender la mine à l’aune de ses nombreux autres impacts sur son environnement tels que la disponibilité et qualité de l’eau, la pollution de l’air et des sols et ses conséquences sur la biodiversité.

¹ Par rapport à l’année 2100 - scénarios de l’AIE

Introduction

"Il va nous falloir extraire dans les prochaines 35 années la même quantité de métal que tout ce qui a été extrait par l'homme depuis l'antiquité"²

Olivier Vidal, Directeur de recherche au CNRS,
Coordinateur scientifique du PEPR "sous-sol bien commun"

"Aujourd'hui, les données révèlent un décalage imminent entre les ambitions climatiques renforcées de la planète et la disponibilité des minéraux essentiels à la réalisation de ces ambitions."

Dr Fatih Birol, Directeur Exécutif de l'AIE

Si l'énergie est la force vitale de l'économie, les métaux en sont la colonne vertébrale. Historiquement, toutes les révolutions industrielles ont commencé par la découverte de nouveaux usages minéraux³. Aujourd'hui, ils sont omniprésents dans notre quotidien et se retrouvent dans tous les secteurs de l'économie : de l'agriculture à l'énergie, de la construction au transport, et de la peinture (dioxyde de titane, aluminium, cuivre, or en pigments métalliques pour la durabilité et la résistance à l'usure) au dentifrice (dioxyde de titane pour rendre la pâte blanche).

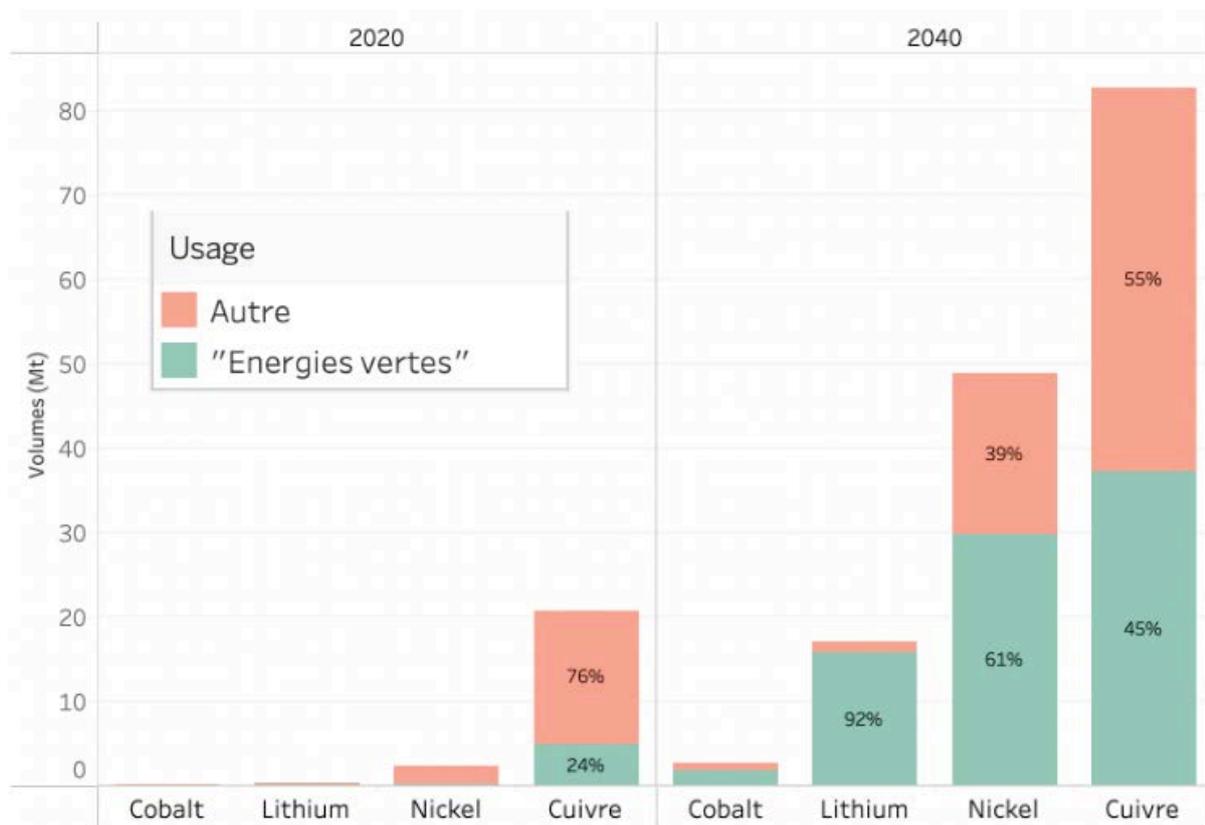
La demande mondiale de métaux ne cesse de croître, et pourrait être multipliée par 4 d'ici 2040 selon l'AIE, tirée par trois usages principaux :

- En premier lieu, la construction des infrastructures dans les pays en développement
- Le numérique,
- La transition énergétique.

² Olivier Vidal, *Ressources minérales, progrès technologique et croissance*, 2019

³ Ayuk et al, *Mineral Resource Governance in the 21st Century*, 2019

Projection de la demande de métaux à horizon 2040 et part allouée aux énergies vertes



4

Figure 1: adapté à partir de données de l'AIE: on constate que la part allouée aux énergies vertes des métaux présenté augmente, mais on constate aussi que les autres usages augmentent beaucoup: l'AIE projetait déjà un doublement de la quantité de métaux requis en 2040 par rapport à aujourd'hui dans un scénario 'sans transition énergétique'. Le terme 'Energies vertes' inclut les besoins de la voiture électrique et des batteries, de la production d'énergie renouvelable et des infrastructures électriques associées.

Il existe un **cercle d'asservissement entre ressources minérales et énergie**. Plus on exploite de gisements, plus leur concentration en métal baisse, et plus nous avons besoin d'énergie pour extraire ces métaux, la dépense énergétique augmentant de manière inversement proportionnelle à la concentration. Cela ne va pas dans le sens d'un découplage absolu des émissions de GES⁵ (à titre d'exemple, les mines de cuivre exploitées dans les années 1930 avaient une concentration de 1.8% - aujourd'hui, la concentration de cuivre moyenne est de 0.8%⁶)

Or, les technologies "bas carbone" nécessaires à la transition énergétique (énergies renouvelables, véhicules de transport électriques et toutes les infrastructures associées) requièrent des **quantités de métaux plus importantes que leurs équivalents fossiles** (à titre

⁴ AIE, [The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions](#), 2022

⁵ Pour plus de détails sur les concepts de découplage et croissance lire la [note de Carbone 4](#) sur le sujet.

⁶ Bihouix et Guillebon, *Raréfaction des métaux, un nouveau défi pour la société*, 2010

d'exemple, une éolienne d'1MW consomme environ 10 fois plus d'acier et de béton au kWh produit qu'une centrale thermique⁷).

Les énergies bas-carbone, nucléaire inclus, reposent sur de grandes infrastructures consommatrices en métaux, destinées dans le cas des énergies renouvelables à transformer une énergie diffuse en énergie utilisable. Pour éviter que la transition du système énergétique des énergies fossiles vers les énergies bas-carbone entraîne une dépendance encore plus accrue aux métaux, il est impératif qu'elle soit associée à un **effort de sobriété et in fine de réduction du flux de matière**.

La méthode Carbon Impact Analytics (CIA), développée par Carbon4 Finance, vise à **mesurer la contribution des entreprises à la lutte contre le changement climatique et leur exposition au risque de transition** via une note globale (de 1 à 15) et différents indicateurs sectoriels. En 2021, dans la continuité de notre ambition de développer des indicateurs climat fiables et pertinents pour les acteurs financiers, nous avons développé une méthodologie pour le secteur des Mines et Métaux, qui prend en compte les spécificités du secteur (typologie des acteurs, flux physiques, enjeux de décarbonation), et qui permet de distinguer les entreprises qui ont déjà pris le train de la transition bas carbone et celles qui sont toujours à quai.

Cette note synthétise les résultats d'une campagne d'analyses CIA, menée en 2022 sur un échantillon de **plus de 75 entreprises cotées** de l'industrie minière et métallique. Grâce à nos données, nous avons pu établir un classement des acteurs selon leur degré d'exposition aux risques de transition, mais aussi évaluer les stratégies mises en place pour s'aligner – ou pas – avec les objectifs de décarbonation de l'économie mondiale.

Chaque métal ayant des risques et impacts très différenciés, nous illustrerons le rapport sur les fils conducteurs du cuivre (métal nécessaire à la transition énergétique avec un niveau de criticité élevé) et de l'acier (en tant qu'assise du monde métallique : on en a produit 1,8 milliard de tonnes en 2022⁸ soit plus de 90% de la production mondiale de métaux en masse).

Par ailleurs, bien que cette étude porte essentiellement sur le risque de transition, il est capital d'appréhender la mine à l'aune de ses nombreux autres impacts sur son environnement tels que la disponibilité et qualité de l'eau, la pollution de l'air et des sols et ses conséquences sur la biodiversité.

La dynamique et les défis du secteur

À quoi servent les métaux ?

En 2022, le monde a consommé près de 2 milliards de tonnes de métal⁹.

De la même manière que le secteur pétro gazier répond majoritairement aux besoins énergétiques des secteurs économiques, l'industrie métallique est responsable de la fabrication de métaux de base qui irriguent l'intégralité de l'économie, et notamment l'agriculture, les

⁷ Bihoux et Guillebon, *Raréfaction des métaux, un nouveau défi pour la société*, 2010

⁸ [World Steel association](#), 2022

⁹ [United States Geological Survey](#), 2022

transports, l'électronique, la construction et tous les secteurs qui utilisent des machines industrielles. Les entreprises de ce secteur sont majoritairement des entreprises intégrées, qui interviennent de l'extraction du minerai jusqu'à la fabrication de produits métalliques semi-finis. Mais il existe également quelques acteurs qui interviennent uniquement pour transformer les matières premières déjà extraites.

Afin de bien comprendre les enjeux de dépendance entre l'industrie des métaux et les combustibles fossiles, il est nécessaire de décrire les grandes étapes de transformation des matières premières minérales.

LE B.A. BA - QU'EST CE QU'UN METAL ?

Rares sont les métaux disponibles à l'état natif dans l'environnement. Ils sont le plus souvent présents dans des minéraux (oxydes, sulfures, carbonates...) qui contiennent un ou plusieurs **éléments d'intérêt** - les métaux recherchés - mais aussi d'autres éléments - de l'oxygène, du soufre, du carbone... - dont il faut les séparer. Les minerais comportent aussi (et très souvent essentiellement) des composés sans aucun métal exploitable, et qui seront par la suite considérés comme des **déchets** (on les appelle stériles). Produire des métaux demande donc une série d'étapes de transformations qui vont des minerais aux métaux raffinés. Ces étapes varient significativement d'un métal à un autre, avec des procédés plus ou moins énergivores.

Les métaux – classification

Les métaux purs et les alliages (métaux créés à partir du mélange de deux - ou plus - éléments métalliques différents, et formant un nouveau matériau aux propriétés différentes) sont répartis en différentes catégories :

- **Les métaux ferreux** : l'industrie métallique est largement dominée par le minerai de fer qui est de loin le minerai le plus abondant sur Terre - il représente 94% de l'intégralité des minerais extraits chaque année dans le monde. L'acier est un alliage composé essentiellement de fer, combiné avec du carbone (<1,7%) et d'autres éléments (ex : manganèse, silicium, soufre, phosphore).
- **Les métaux de base** : incluent les métaux non ferreux - les plus abondants étant l'aluminium, le cuivre, le manganèse, le zinc, le plomb, le chrome, le nickel puis dans une moindre mesure le magnésium.
- **Les métaux précieux/ rares** : La rareté est déterminée par l'abondance dans la croûte terrestre, appelée concentration. Cette catégorie inclut l'or, l'argent, le cobalt, ou encore les platinoïdes. Leur concentration est souvent exprimée en grammes ou kilogrammes par tonne. Ces métaux sont souvent le coproduit d'autres métaux.
- **Les terres rares** : catégorie composée de 16 ou 17 éléments - le qualificatif "rare" fait référence à leur difficulté d'exploitation ; ce n'est pas leur abondance géologique qui est actuellement le facteur limitant à leur extraction. Les terres rares sont très stratégiques car utilisées dans la plupart des technologies de communication. La Chine compte pour plus de 60% dans l'extraction et 90% du traitement de la production mondiale¹⁰.

LES ETAPES DE TRAITEMENT DES METAUX

¹⁰ AIE, *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*, 2022

Chaîne de valeur de production d'un métal



Figure 2 : représentant la chaîne de production d'un métal adapté du rapport Systex Mai 2021 - Controverses minières "Volume 1"

Malgré les différences de procédés, on peut distinguer quatre grandes phases dans la production d'un métal :

- **L'exploitation minière** : extraction du minerai par divers procédés. Le plus souvent il s'agit d'excavation mécanique dans des mines à ciel ouvert ou souterraines, mais il peut aussi s'agir de collecte de saumures souterraines (lithium), de lixiviation des roches (uranium), etc.
- **La minéralurgie (ou concentration)** : premier traitement du minerai. Il permet de séparer des fractions riches en éléments utiles, des rejets sans valeur commerciale (les stériles). On obtient un concentré qui contient toujours d'autres minéraux que celui qu'on souhaite extraire.
- **La métallurgie ou extraction chimique** : ce second processus s'applique au concentré, et permet de récupérer uniquement la substance d'intérêt. On distingue deux grandes techniques : les **méthodes pyrométallurgiques** (basées sur des procédés thermiques) et les **méthodes hydrométallurgiques** (basées sur une mise en solution d'un métal). On obtient un métal 'grossier' qui n'est pas encore suffisamment pur pour être utilisé par l'industrie.
- **Le raffinage** : cette dernière étape consiste à supprimer les dernières impuretés du métal obtenu après le traitement métallurgique.

LE ROLE DES METAUX DANS LA TRANSITION : UNE TRANSITION ENERGETIQUE “METALLIVORE”

Usage actuel des principaux métaux

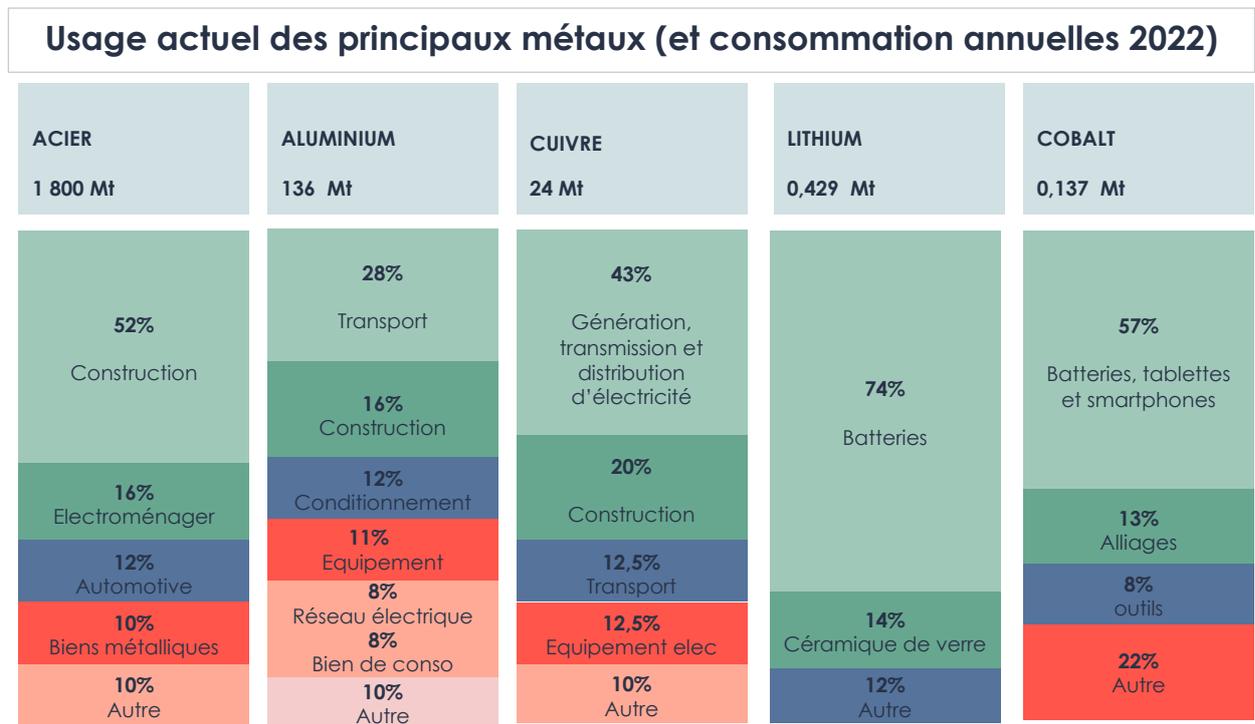


Figure 3 : ce graphique représente les usages actuels de plusieurs métaux essentiels ainsi que leur consommation mondiale en 2022. Ils sont classés par ordre de volume de production et incluent les volumes issus de la filière primaire et secondaire¹¹.

De manière générale, la transition énergétique repose principalement sur trois leviers :

- **La sobriété** (consommer moins),
- Une **amélioration de l'efficacité énergétique** (consommer moins d'énergie par unité d'activité),
- Une **décarbonation de l'énergie** (émettre moins par unité d'énergie consommée).

Ce dernier levier repose sur une sollicitation accrue des métaux à usage constant de l'énergie. Cette augmentation s'explique par le fait que certaines énergies renouvelables requièrent une quantité beaucoup plus importante de métaux que leurs équivalents fossiles, comme illustré par le graphique ci-dessous.

¹¹ Aluminium : IFP Energies Nouvelles, *l'aluminium dans la transition : quel avenir pour ce métal roi du monde ?*, 2018; Acier : World Steel Association, 2022; Cuivre : International Copper Study Group, 2022; Lithium : NégaWatt, *Lithium, vers une indispensable sobriété*, 2023; Cobalt : Cobalt Institute, 2022.

Quantité de métaux utilisés par différents modes de production électrique¹²

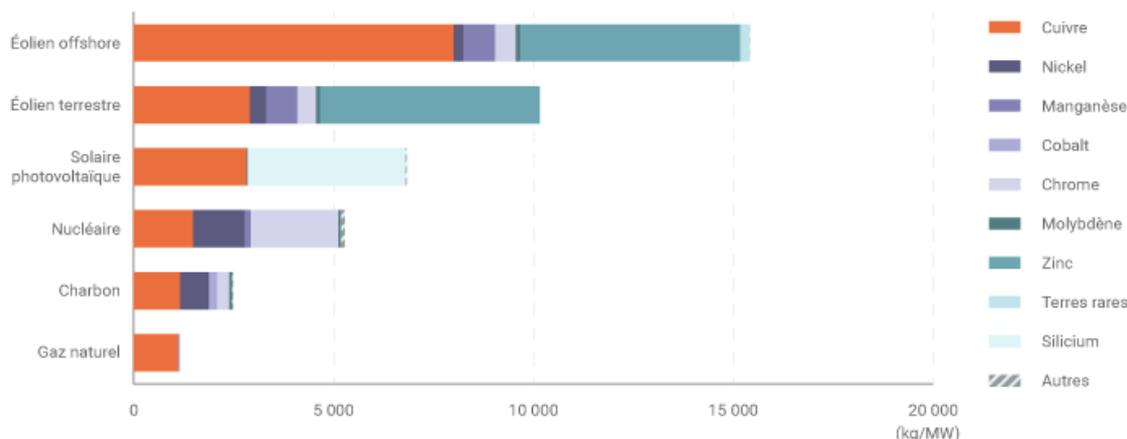


Figure 4 : poids de métal nécessaires par MW installé pour divers types de production électrique. Attention : ces divers modes n'ont pas la même durée de vie ni le même facteur de charge, et les proportions ne sont pas les mêmes par MWh électrique produit.

Depuis les années 1900 la demande de métaux connaît une croissance très forte, et jusqu'à aujourd'hui, le progrès technologique a permis de repousser sans cesse les limites des réserves précédemment établies.

Évolution de la demande de certains métaux depuis 1900

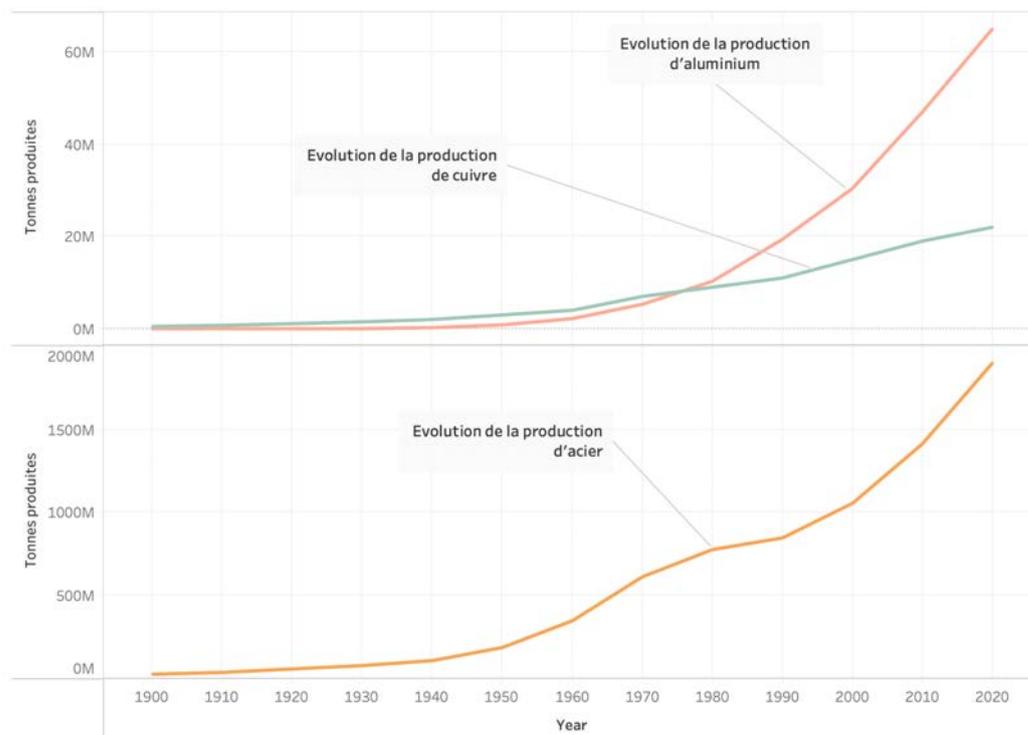


Figure 5 : Évolution de la production de cuivre, aluminium et acier¹³ depuis 1900 jusqu'en 2020.

¹² AIE, *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*, mai 2021

¹³ Sources : *International Copper Study Group, World Steel Association and International Aluminium Institute*

Selon l'AIE, à l'horizon 2040 la demande mondiale de minéraux **pourrait être multipliée par 4** pour le **cuivre**, par **20 pour le cobalt** et par **40 pour le lithium** pour suivre les besoins de la transition énergétique¹⁴, comme illustré par le graphique de l'introduction. Dans ces projections, la demande de métaux spécifiques à la transition énergétique¹⁵ est **tirée par les besoins de la voiture électrique** et ses batteries associées à plus de 45%, et à 40% par les besoins des réseaux électriques. Par ailleurs, plus les scénarios de transition énergétique sont ambitieux, plus la demande en métaux est forte (par exemple la demande de cuivre dans le scénario B2DS¹⁶ est supérieure de 25% à celle du scénario RTS¹⁷).

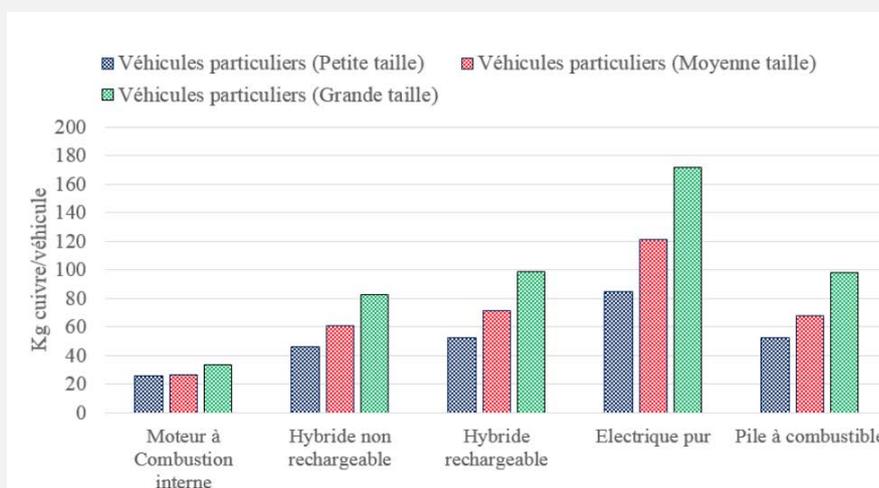
Illustration sur le cas concret de la voiture

- Une voiture thermique contient environ 20 kg de cuivre
- Une voiture hybride légère, environ 40 kg de cuivre
- Un véhicule électrique, entre 60 et 80 kg de cuivre

La **quantité de métal sollicité pour une voiture électrique peut donc être multipliée par 4**, et ce sans tenir compte de tout le réseau et l'infrastructure qu'il faut construire pour pouvoir recharger la voiture. Par ailleurs la **diversité des métaux** appelés est également plus importante : une voiture électrique fait intervenir la quasi-totalité des éléments de la table de Mendeleïev¹⁸.

Des scénarios d'électrification sans sobriété des usages (covoiturage, mobilité douce,..) accentueraient les conflits d'usage sur les ressources, et auraient de nombreuses conséquences en termes d'impact.

Quantité



¹⁴ AIE, *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*, mai 2021

¹⁵ AIE, *Minerals required for clean energy transition*, 2021

¹⁶ Beyond Two Degrees Scenario de l'AIE

¹⁷ Reference Technology Scenario de l'AIE, considère que tous les pays tiennent leurs engagements

¹⁸ Ce tableau regroupe tous les éléments chimiques connus, classés en fonction de leur nombre de protons, ou numéro atomique

QUAND LA PHYSIQUE S'EN MELE

Mais cette augmentation de la demande se voit contrainte par une réalité physique essentielle. En effet trois freins vont s'exprimer de manière croissante à l'avenir :

- **Diminution des concentrations** : la concentration en métal des minerais exploités baisse au cours du temps (quel que soit le métal en première approximation). En effet, les meilleures mines ont été exploitées en premier, et les nouveaux gisements mis en production sont globalement moins qualitatifs que ceux qu'ils remplacent, ce qui conduit à une diminution des concentrations mondiales des minerais¹⁹.
- **Interdépendance forte entre les métaux** : de nombreux métaux ne font pas l'objet d'une exploitation minière autonome, mais sont les coproduits de l'exploitation de grands métaux. (ex : le cobalt est un coproduit du nickel ou du cuivre ; le gallium, un coproduit de l'aluminium...). La déplétion d'un grand métal pour des raisons physiques ou économiques entraîne irrémédiablement la déplétion de son coproduit.
- **Un minerai de plus en plus complexe à extraire** : Les minerais les plus simples à traiter ont été extraits en premier, ce qui engendre une part croissante de minerais dit « complexes » (plusieurs éléments d'intérêts mélangés) et « réfractaires » (résistant aux procédés d'extraction chimique « classiques »). Cela induit une complexification des procédés de traitement, allongeant les étapes et augmentant le nombre de procédés chimiques nécessaires à l'extraction.

Or, **le coût énergétique de production croît en raison de la diminution des teneurs** des gisements et de leur accessibilité. Jusqu'à présent, ce coût a été compensé par un gain d'efficacité de l'ordre de 1% par an.²⁰ Mais il existe un point critique au-delà duquel le gain énergétique permis par l'amélioration technologique ne peut plus compenser la diminution des teneurs dans les gisements, ce qui augmente l'énergie nécessaire à l'extraction. Ce point critique est déterminé par des limites thermodynamiques qui ne peuvent être repoussées, malgré tous les efforts mis sur l'efficacité énergétique (par exemple la quantité d'énergie nécessaire pour séparer les atomes de fer et de l'oxygène au sein de l'oxyde de fer qui compose le minerai disponible à l'état naturel).

Si on prend l'exemple de la filière cuivre, entre 2011 et 2014, la consommation d'énergie par tonne de cuivre produite a déjà augmenté de 17 %, et cette tendance devrait se poursuivre. Elshkaki estime qu'en 2050 avec une demande en cuivre multipliée par 2 à 3 par rapport à 2016, le cuivre devrait à lui seul consommer 2,4% de la consommation énergétique mondiale de 2050 contre 0,3% en 2012²¹ soit 8 fois plus.

¹⁹ Programme des Nations unies pour l'environnement, *PNUE*, 2013

²⁰ Vidal, *Ressources minérales, progrès technologique et croissance*, 2018

²¹ Elshkaki, et al., 2016

Les principales sources d'émissions de gaz à effet de serre du secteur et leur tendance

LES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

En 2010, 8 % à 10 % de l'énergie primaire mondiale était consacrée à extraire,²² transporter et raffiner les ressources métalliques tous secteurs confondus. La production d'acier représente à elle seule 7% des émissions de gaz à effet de serre mondiales²³.

Les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) de l'industrie minière et métallurgique dépendent fortement des conditions d'extraction et de traitement des métaux, mais également du minerai en question, de son accessibilité et des énergies et procédés utilisés (électrification, chimie, ...). Pour de nombreux métaux, la phase de traitement du minerai représente la part la plus importante de la consommation énergétique (de l'ordre de 50% pour le cuivre). Vient ensuite l'exploitation de la mine (de l'ordre de 36% pour le cuivre), enfin reste le passage du concentré au métal qui représente une part faible, même en pyrométallurgie (moins de 15% pour le cuivre)²⁴. Le graphique suivant retrace l'intensité (tonne de CO2 par tonne de métal produite) des étapes d'extraction et de traitement de quelques métaux stratégiques ; il illustre l'extrême variabilité des intensités qui existent en fonction des minéraux extraits.

Intensité par tonne de métal produite de certains métaux clés

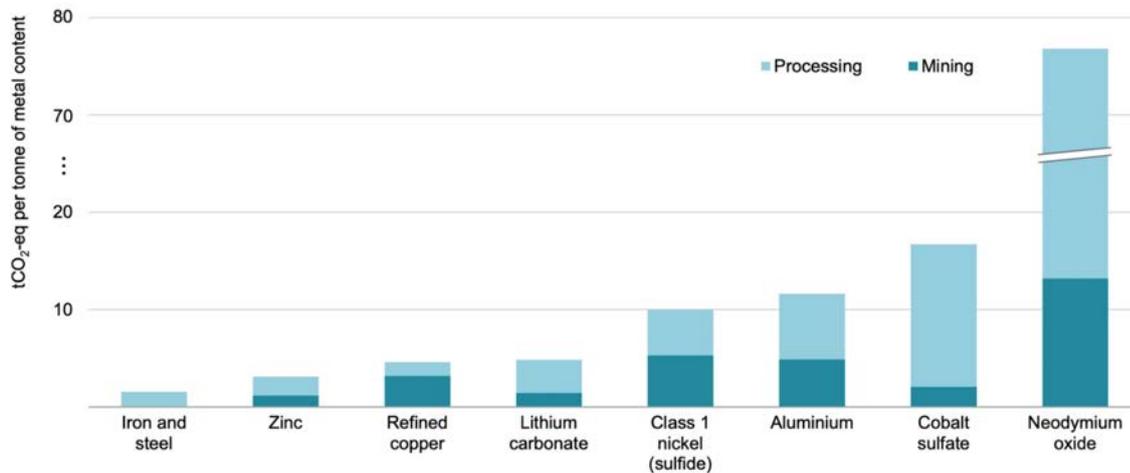


Figure 6 : Graphique de l'AIE représentant les intensités moyennes de GES de plusieurs métaux. La phase de mining correspond à l'extraction minière jusqu'à la concentration - le processing inclut les étapes de métallurgie et raffinage²⁵.

²² Philippe Bihoux et Benoît de Guillebon, *Raréfaction des métaux - un nouveau défi pour la société*, 2010

²³ Global Efficiency Intelligence, *Steel Climate Impact: An International Benchmarking of Energy and CO2 Intensities*, April 2022.

²⁴ Norgate, et al., 2010

²⁵ AIE, *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*, mai 2021, sources: Rio Tinto, Nuss and Eckeman, Skam associates, Roskill, S&P Global, Tost et al, Argonne National Laboratory

Illustration des différentes étapes de fabrication de l'acier et émissions associées

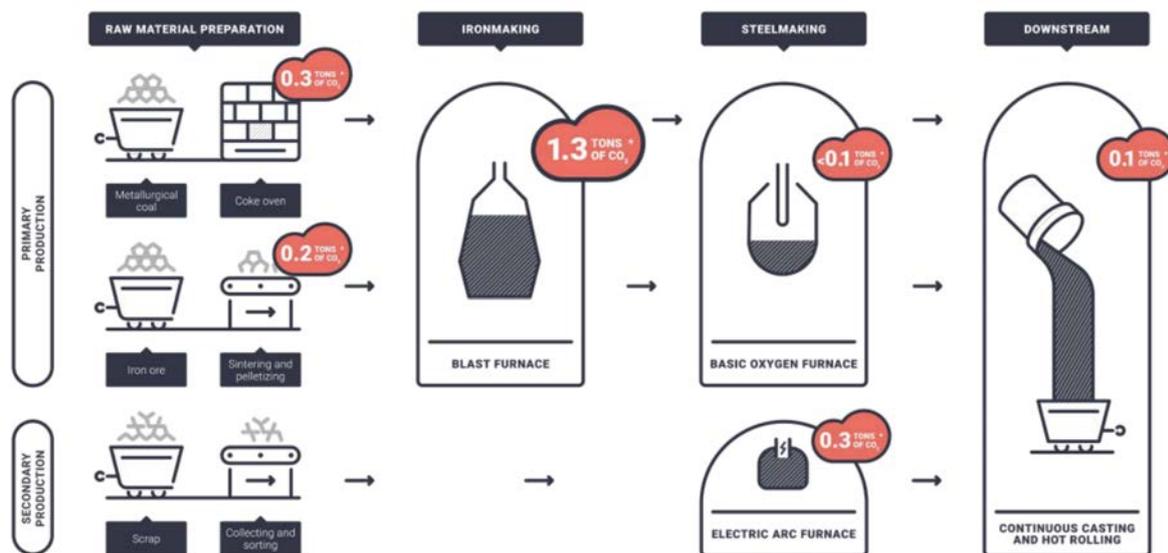


Figure 7 : ce graphique illustre les différentes étapes de fabrication de l'acier, et les émissions associées par tonne d'acier produite en fonction des différents modes de fabrication. Il illustre les différences très fortes d'émissions entre l'acier primaire et secondaire.

DE NOMBREUX IMPACTS EN DEHORS DU CLIMAT

Bien que la note CIA s'intéresse exclusivement au risque de transition du secteur minier (hors charbon), ce secteur comporte de nombreux autres risques écologiques qui ne peuvent être ignorés, résumés dans le rapport de SystExt²⁶ :

- **Consommation d'eau** - tant en disponibilité qu'en quantité. La contamination des eaux par l'activité minière représente, selon l'EPA, l'une des trois plus importantes menaces pour la sécurité écologique au monde²⁷. Par ailleurs, de nombreuses mines sont creusées dans des zones de stress hydrique avancé.
- **Déchets** : l'industrie minière produit des déchets à chaque étape du cycle de production :
 - *Extraction* : extraire du cuivre concentré à 0.5% signifie qu'il faut décaisser 200 kg de roche pour obtenir 1 kg de cuivre; la roche non exploitée est appelée stérile.
 - *Fabrication* : cette étape produit des eaux (ou des boues) chargées en produits potentiellement toxiques et des résidus solides. Ils peuvent contaminer l'environnement et les sols, et nuire à la biodiversité.
- **Impacts sociaux** : à titre d'exemple en 2019, le secteur minier était responsable du plus grand nombre de conflits socio-environnementaux dans le monde²⁸ (en incluant le charbon - en comparaison les conflits liés aux ressources énergétiques fossiles représentent 9%).
- **Emprise au sol** : cette dernière dépasse largement la zone creusée de la mine, qui requiert la construction d'une multitude d'infrastructures essentielles à son fonctionnement (routes, ports, etc.). Une étude publiée dans Nature²⁹ chiffre, à partir d'images satellites, l'emprise au sol directe totale de 6000 mines dans le monde (incluant le charbon), actives entre 2000 et 2017 à 57,277 km².

²⁶ Systex, *Rapport controversé minière volet 1*, 2021

²⁷ Coumans, Agence de protection environnementale américaine (US EPA), 2022

²⁸ Scheidel, et al., base de données internationale EJAtlas39, 2020

²⁹ Nature, [A global-scale data set of mining area](#), 2020

Implantation de la mine de cuivre de Palabora, en Afrique du Sud



Figure 8 : Cette image illustre la quantité de cuivre produite jusqu'en 2019 - Représentation imagée du photographe Dillon Marsh - comparée à l'emprise surfacique de la mine représentée par SystExt - elle est équivalente à la taille de la ville de Grenoble.

Toutes ces pressions ont par ailleurs un impact irréversible sur la biodiversité alentour. Ces risques sont matérialisés par la base de données BIA-GBS™ (Biodiversity Impact Analysis powered by Global Biodiversity Score) également développée par Carbon4 Finance³⁰.

L'exploitation minière des fonds marins : une pratique destructrice à interdire

En anglais "Deep Sea Mining", cette pratique consiste à extraire des gisements de métaux présents dans les fonds marins. Aucune exploitation de ce type n'existe à ce jour, mais des missions d'exploration ont été menées et des permis d'exploitation pourraient être délivrés prochainement.

Les scientifiques alertent sur les risques de cette pratique qui pourrait être désastreuse pour la biodiversité et l'intégrité des écosystèmes, et dont les conséquences sont aujourd'hui méconnues. Une coalition de pays et d'entreprises plaide à minima pour un moratoire sur l'exploitation, qui laisserait le temps d'établir un cadre scientifique pour en évaluer les impacts.

Les activités humaines exercent déjà des pressions destructrices sur les écosystèmes marins, et cette pratique ne fait qu'aggraver la situation en perturbant les cycles de nutriments, en libérant des polluants toxiques et en détruisant des habitats critiques pour la biodiversité marine³¹. **Cette pratique doit impérativement être interdite et les acteurs financiers ont un rôle crucial à jouer pour s'assurer que leur investissement n'y contribue d'aucune manière.** Par ailleurs, il semble que de tels projets soient de toute façon très complexes à mettre en œuvre à une échelle industrielle.

³⁰ Pour plus de détail sur cette méthodologie veuillez vous référer à notre guide méthodologique

³¹ United Nations Environment Programme Finance Initiative (2022) [Harmful Marine Extractives: Understanding the risks & impacts of financing non-renewable extractive industries.](#)

Contexte économique et périmètre de l'étude

Avec 3 650 milliards €³², le secteur des métaux représente 3,5% de la capitalisation boursière mondiale. Notre étude porte sur plus de 75 grandes entreprises de ce secteur et se concentre sur les entreprises les plus capitalisées des indices des économies matures (Europe, US & Japon). Notre échantillon représente 30% de la capitalisation boursière du secteur, en incluant 9 des 10 plus grosses capitalisations. Sur le cuivre, notre échantillon couvre près de 50% de la production mondiale.

Risques de transition identifiés

Pour une entreprise, les risques de transition désignent tous les risques potentiels d'une transition vers une économie bas-carbone. Ces risques de transition varient des risques législatifs aux risques de réputation, comme l'illustre la figure ci-dessous

Illustration des risques de transition par catégorie

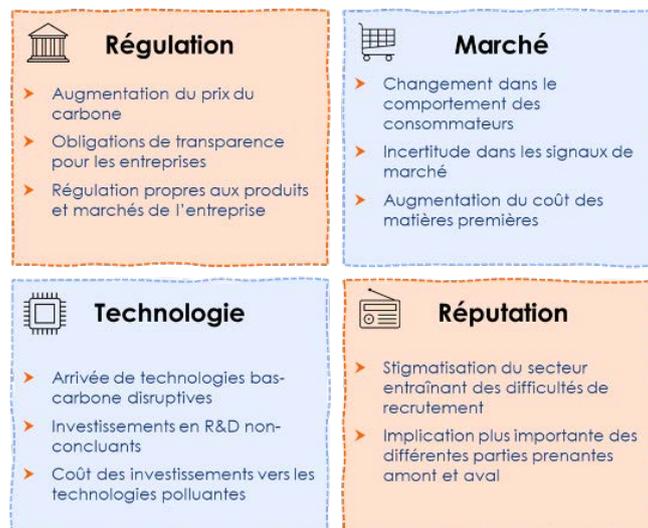


Figure 9 : Représentation des différents risques de transition auxquels sont exposés les acteurs du secteur.

Dans l'industrie des métaux, les risques de transition les plus immédiats résident dans la forte dépendance énergétique aux énergies fossiles en amont et en aval à la demande et son évolution probable dans des scénarios de transition bas carbone.

Le graphique suivant récapitule les principaux risques auxquels sont exposés les acteurs de ce secteur.

³² pour l'année 2022

Description des principaux risques de transition identifiés

Description	Risques						Exemples
	Directs	Indirectes	Réglementaire	Marché	Technologique	Réputationnel	
Conflits sociaux : les sites d'extraction se font souvent dans des zones en fortes tensions sociales, dans des conditions souvent d'exploitation pour les travailleurs.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Les sites miniers sont les premières sources de conflits dans le monde.
Volatilité du marché des métaux - les prix sont très dépendants de la quantité d'énergie nécessaire à la production et donc très dépendants du prix et de la disponibilité de l'énergie. Par ailleurs, les prix ne reflètent pas nécessairement la rareté des ressources : il peut y avoir des pics de prix sans pénurie et inversement. Cela peut engendrer un renchérissement des prix des biens 'verts', en particulier pour les métaux non substituables.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Le prix du lithium a augmenté de 700% entre janvier 2021 et mars 2022 (AIE)
Disponibilité géologique des métaux - concentration: Les taux de concentrations des métaux baissent et certains métaux vont être de plus en plus en tension physique dans les prochaines années. Les gains technologiques pourront de moins en moins 'effacer' la réduction de la concentration des gisements disponibles en terme de consommation d'énergie pour extraire les métaux.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Risque de rareté des matières premières - Les mines de cuivre exploitées dans les années 1930 avaient une concentration de l'ordre de 1.8% (55 tonnes de minerais pour une tonne de métal) - Aujourd'hui les mines de cuivre ont en moyenne une concentration inférieure à 0.8% (125 tonnes de minerai pour une tonne de métal).
Disponibilité géologique des métaux - coproduits: De nombreux métaux sont des co-produits d'autres métaux. Si le métal principal extrait disparaît ou arrête d'être exploité pour des raisons géologiques ou financières, le co-produit disparaît également. Cela complexifie les marchés et rend l'offre inélastique.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	La production de cobalt (Co) provient à hauteur d'environ 50 % des mines de cuivre (Cu) et à hauteur d'environ 50 % des mines de nickel (Ni)
Risques géopolitiques : Les ressources minérales sont très concentrées, tant au niveau de la production que du raffinage, et ce d'un point de vue à la fois géographique et capitalistique. Les processus de fabrication modernes nécessitent donc l'orchestration d'une grande variété d'intrants non substituables, et provenant d'un nombre très restreint de pays, où, incidemment, la Chine se taille la part du lion	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Risque de fortes tensions géopolitiques - La Chine ne produit que 3% du Cobalt mondial - pourtant elle en raffine 70%. Elle produit 60% des terres rares mondiales et en raffine 87% - la dépendance à la Chine sur ces matériaux critiques est donc très forte. Toute politique de quota (comme celle mise en place en 2010 par la Chine) a un impact potentiel énorme sur toutes les chaînes de production du métal mais également de technologie bas carbone.
Marché EU-ETS et ajustement carbone aux frontières	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fin des quotas gratuits pour l'acier d'ici 2035 Mécanisme d'ajustement carbone aux frontières annoncé pour 2026

Quelles solutions pour décarboner le secteur ?

QUELS LEVIERS SONT DISPONIBLES POUR CETTE INDUSTRIE ?

Les stratégies d'atténuation du changement climatique pour le secteur sont diverses. Les leviers de décarbonation identifiés, en lien avec les scénarios de l'AIE (2020) et les travaux du Shift Project³³ sont les suivants :

- **En premier lieu, un effort de sobriété** : cela passe par une réduction de la consommation finale de métaux. Négawatt³⁴ a par exemple chiffré l'impact de mesures de sobriété sur la consommation en métaux des voitures électriques : plusieurs dimensions sont explorées, notamment la "sobriété dimensionnelle" - réduction de la taille et du poids - mais aussi la sobriété d'usage - à travers la mutualisation et la modération de nos besoins. Ces dernières permettraient de réduire de 50 à 75% les quantités de lithium extraites entre 2020 et 2050 pour satisfaire la consommation anticipée de la France.
- Le **développement des filières de recyclage** pour les métaux dont les volumes historiques consommés sont suffisamment élevés et le **réincorporation de matériaux recyclés** dans la

³³ The Shift Project, *Décarboner l'industrie sans la saborder*, 2021

³⁴ Association négawatt, *Lithium : vers une indispensable sobriété*, 2023

production finale est un levier majeur de décarbonation du secteur. Le potentiel de réduction des émissions associées est illustré par le graphique suivant par métaux.

Émissions de CO2 de la fabrication primaire vs secondaire par type de métal

Métal	Énergie nécessaire au recyclage par rapport à l'énergie nécessaire à la production du métal primaire	Quantité recyclée (moyenne mondiale)
Acier	25 - 40 %	50%
Aluminium	4 - 5 %	40 - 50 %
Cuivre	13 - 16 %	40 %
Etain		25 %
Nickel	> 5 / 10 %	40 - 50%
Plomb	35 - 38 %	70 %
Zinc	25 - 37 %	25 - 30 %

Figure 10 : ce graphique illustre le potentiel de décarbonation varie entre 60 et 95% d'émissions pour les métaux présentés. La quantité recyclée porte sur le pourcentage recyclé à partir de déchets métalliques.

- **L'électrification** des processus de production lorsque cela est possible et plus économe en énergie.
- Des **changements de rupture dans les procédés** : avec d'une part une durabilité des efforts en efficacité énergétique (mais dont le potentiel de réduction est faible) et d'autre part en s'appuyant sur les technologies de pointe, telles que l'hydrogène bas-carbone (pour la sidérurgie par ex.) ou encore le CCS (captage et le stockage du CO2) pour certains procédés de transformation.

Nous tenons néanmoins rappeler les limites suivantes :

- En ce qui concerne les **technologies de rupture**, les scénarios de l'AIE pour le "Net Zero by 2050"³⁵ pour l'industrie lourde reposent à 50% sur le développement de l'hydrogène vert, dont les usages dans les différents secteurs doivent être priorisés selon leur pertinence - voir la [publication de Carbone 4](#) à ce sujet - ou sur des technologies comme la CCS (Capture et Stockage de Carbone), qui n'ont pas atteint la maturité industrielle à large échelle. Il existe donc un enjeu fort d'investissement dans ce type de procédés, dont les cycles d'investissements et la durée des équipements sont longs. La question se pose de savoir si elles seront un jour disponibles à large échelle. De même, l'hydrogène bas carbone et l'électrification des procédés dans les mines sont aujourd'hui peu répandus.
- En ce qui concerne **le recyclage**, il faut garder en tête qu'il est limité par la disponibilité des métaux à recycler, elle-même très dépendante du niveau de développement d'un pays : les métaux qui peuvent être réutilisés sont issus des infrastructures et consommations du passé. Plus un pays est anciennement industrialisé, plus la quantité de métal usé disponible sera élevée. La localisation joue donc un rôle très important dans la capacité à recycler, mais il faut également tenir compte de la durée de vie, de la substitution des métaux entre eux, de la concentration des métaux dans le matériel/ produit à recycler (qui peut parfois être inférieure aux teneurs dans les minerais), du coût économique du recyclage et de l'existence de chaînes de collecte. Ainsi la capacité de recyclage des métaux dépend de chaque métal et technologie considérée.

³⁵ IEA, Net Zero by 2050, [A Roadmap for the Global Energy Sector](#), 2021

Illustration des leviers de décarbonation pour le secteur de l'acier, qui représente plus de 90% des métaux produits dans le monde³⁶, selon les scénarios de l'AIE et de Carbone 4.

	Scénario AIE (2DS)	Scénario Carbone 4 - 2°
Demande (2040)	La demande d'acier augmente de 25% par rapport à 2017 . Certains secteurs continuent à croître comme les équipements électroniques à l'image d'un monde plus numérisé.	La demande d'acier diminue de 15% par rapport à 2017
Hypothèses	<p>Accroissement de l'efficacité énergétique de 3% par an</p> <p>Contribution majeure de la CCS et de l'hydrogène vert.</p> <p>L'acier recyclé représente 35% de la production finale.</p>	<p>Priorité à la filrière recyclage : la filière 'scrap' émet 4 fois moins d'émissions à la tonne produite que la filière primaire. Elle représente 65% de la production d'acier en 2040.</p> <p>Diversification verticale amont dans les chaînes de collecte.</p> <p>Contribution raisonnable de l'efficacité énergétique et de la CCS</p>

UN SECTEUR EN MAL DE TRANSPARENCE

De manière générale, les acteurs du secteur minier fournissent peu d'informations détaillées sur leurs activités : bien que les volumes de métaux soient souvent bien reportés, l'usage final de ces métaux l'est beaucoup moins. Ce manque de transparence sur l'usage final limite l'analyse des entreprises : produire du cuivre pour une voiture électrique qui remplace une voiture à pétrole génère un impact bien différent d'un usage pour des réseaux 5G par exemple. Par ailleurs, les acteurs reportent peu leur scope 3 : dans l'échantillon analysé plus de 50% des entreprises ne déclarent pas de scope 3 pour les postes importants, ce qui démontre une identification partielle des risques auxquels elles sont exposées.

Score de transparence des entreprises analysées

- Score "1" -- L'entreprise reporte ses émissions du scope 1,2 et 3 avec transparence pour les postes les plus importants.
- Score "2" -- L'entreprise reporte ses émissions avec transparence mais les données sont difficiles à confirmer ou ne couvrent que le scope 1&2.
- Score "3" -- L'entreprise reporte ses émissions avec peu de détails.
- Score "4" -- L'entreprise ne pas reporte ses émissions

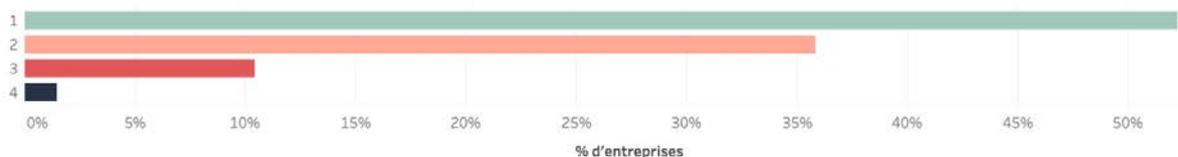


Figure 11 : Environ 50% des entreprises du secteur ne reportent pas de scope 3 pour les postes importants.

³⁶ Carbone 4, [Dans et pour un monde décarboné - étude de cas sur le secteur de l'acier](#), 2019

LE ROLE DES INVESTISSEURS DANS L'ENGAGEMENT DES ENTREPRISES POUR LA TRANSITION

Face à ce manque d'information environnementale, les investisseurs ont la possibilité de demander aux entreprises du secteur minier et métallurgique davantage de transparence. Ainsi, dans ce document nous décrivons les différents indicateurs pertinents pour le secteur, sur lesquels il faut concentrer les efforts de transparence. Selon le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) il faut en moyenne dix-sept années entre la localisation d'un gisement et le début de la production. Les investissements et financements jouent donc un rôle important dans la réussite de la transition énergétique ; ce sont les investissements d'hier qui financent la production d'aujourd'hui, avec une inertie des investissements passés particulièrement forte. A court terme, le risque est fort d'avoir une offre qui ne puisse pas satisfaire la demande projetée dans des scénarios de décarbonation. Nous pouvons donc insister sur :

- **L'importance d'interroger les usages finaux des métaux vendus et leur viabilité dans une économie bas carbone.** De nombreux métaux vont connaître des conflits d'usage (avec les besoins du numérique par exemple). Il faudra donc prioriser les usages qui répondent aux besoins de la transition énergétique par rapport à des usages considérés comme non fondamentaux ou incompatibles avec une économie bas carbone. Les acteurs économiques devront donc apprendre à envisager des concurrences d'usage bien plus fortes que par le passé.
- **L'importance de rappeler que la "mine sans impact" n'existe pas** ; les écosystèmes initiaux ne seront jamais restaurés à l'identique après l'exploitation d'une mine. SystExt³⁷ fait les recommandations principales suivantes pour transformer les pratiques dans les filières minérales afin de développer des procédés qui soient réellement respectueux de l'Homme et de la nature : améliorer la gouvernance, la traçabilité et l'impact des filières minérales tout au long de la chaîne de valeur en prenant en compte tous les enjeux (sociaux et environnementaux) et en suivant les recommandations existantes³⁸; aider les entreprises à exclure les dix pratiques les plus destructrices (cyanuration, lixiviation en tas, etc.).
- L'importance de **développer des filières de recyclage** lorsque le métal conçu peut-être recyclé et de faire évoluer les filières et processus de production en ce sens. Privilégier les métaux provenant de filières de recyclage et investir massivement dans ces moyens de production.
- L'importance de **chiffrer les initiatives de décarbonation**. Quelle est la part du Capex qui permet une réduction des émissions ? Quelle quantité de CO2 va éviter le remplacement d'un équipement ? La mise en place d'un processus plus vertueux ? L'entreprise a-t-elle des **projets d'expansion** très dépendants du carbone (ex : hauts fourneaux,..) ?
- **L'importance de vérifier la mise en place de plans réels** de décarbonation sur le long terme, avec des objectifs annuels chiffrés et pilotables.

³⁷ Systex, *Rapport controversé minière volet 2: Meilleures pratiques et mines responsables*, 2022

³⁸ Programme des Nations Unies pour le développement

Les grands métaux, les oubliés de la transition

A mesure que les besoins en matière de certaines technologies bas-carbone se précisent, les projecteurs sont braqués sur certains minéraux, comme le lithium, le cobalt, etc., présentés comme des métaux de la transition. Il est néanmoins important de garder en tête que :

- **Les technologies bas-carbone (éolien, solaire, nucléaire) n'existent pas sans les grands métaux que sont l'acier (mâts d'éolienne), l'aluminium ou le cuivre** (essentiel au système de transport et de distribution d'électricité).
- Certains métaux sont des coproduits de l'exploitation d'autres grands métaux, et en sont donc dépendants.
- Des métaux qui sont aujourd'hui considérés comme 'essentiels' pour la transition énergétique pourraient être substitués par des ruptures technologiques et ne plus être aussi indispensables.

La demande de certains minerais et métaux est également fortement tirée par le secteur du numérique, avec une augmentation de la diversité de métaux appelés à mesure que les performances et fonctionnalités des dispositifs numériques augmentent. Pour plus d'information sur le secteur, consulter la publication TIC de Carbon4 Finance "[Le numérique : un secteur déconnecté des enjeux climat ?](#)"

La méthodologie Carbon Impact Analytics (CIA)

La méthodologie CIA calcule une **note globale** pour évaluer la contribution d'une entité à une transition bas-carbone et son exposition au risque de transition.

Cette section présente la manière dont la méthodologie CIA est appliquée au secteur des Mines et Métaux. Pour plus de détails sur la méthodologie CIA en général, il est possible de se référer à notre **guide méthodologique CIA**.

Calcul des émissions de GES

ÉMISSIONS INDUITES SCOPE 1 ET 2

Pour les activités d'extraction des minerais et de production des métaux, deux méthodes sont possibles pour obtenir les émissions induites scopes 1 et 2 : soit en prenant celles publiées par l'entreprise analysée, soit en les calculant avec la méthodologie CIA.

Nous prenons les émissions publiées par l'entreprise lorsque les émissions scope 2 déclarées sont calculées avec des facteurs d'émission « location-based » (basés sur le mix électrique de la zone géographique) et que l'entreprise divulgue suffisamment de données pour permettre un contrôle de cohérence (consommation d'énergie).

Si l'entreprise ne publie aucune information sur ses émissions scope 1 et 2, nous les calculons à partir de ses volumes physiques de production (généralement publiés) et de facteurs d'émission à la tonne disponibles dans notre base de données.

La prépondérance des émissions de Scope 1&2, reflet d'une dépendance directe aux énergies fossiles

Le secteur de l'extraction et de la fabrication de métaux représente une part significative de la consommation d'énergie à l'échelle mondiale, en particulier avec la **consommation directe d'énergies fossiles** (charbon et coke dans les hauts fourneaux, produits pétroliers pour les engins d'extraction et le transport), **ainsi que d'électricité**.

Il s'agit donc d'une **industrie très émissive de gaz à effet de serre (GES)** dans ses opérations directes (scope 1 & 2) qui transforment la matière qui sera ensuite utilisée par les autres secteurs en aval.

ÉMISSIONS INDUITES SCOPE 3

Le scope 3 regroupe toutes les émissions de gaz à effet de serre (hors production de l'électricité et la chaleur achetées) dont une entreprise dépend alors qu'elle n'en est pas juridiquement propriétaire. On va donc y trouver les émissions de ses fournisseurs, clients, salariés en déplacement, etc., correspondantes à diverses étapes du cycle de vie du produit (production des matières premières achetées, fret amont et aval, utilisation du produit, fin de vie du produit...).

Comme le secteur est composé d'entreprises positionnées le long d'une chaîne de transformation, elles sont directement dépendantes les unes des autres. Ainsi le produit des entreprises d'extraction minière sera la matière première des entreprises de fabrication de métaux, et les émissions directes (scope 1 et 2) de l'une feront partie des émissions scope 3 amont de la suivante.

Pour le secteur des mines et métaux, savoir où s'arrête le scope 3 aval est un exercice difficile. Par exemple, pour un producteur d'acier, faut-il tenir compte des émissions d'utilisation des bâtiments ou des véhicules qui sont construits en utilisant cet acier ? Pour un producteur de cuivre, faut-il tenir compte des émissions de la production électrique qui fournira les électrons qui vont circuler dans les câbles en cuivre ?

Faute de disposer des informations (surtout) et méthodes (un peu) permettant d'imputer aux entreprises du secteur mines et métallurgie des émissions aval d'utilisation (normalement indispensables pour apprécier la compatibilité avec la décarbonation), la méthodologie CIA se limite conventionnellement, pour le scope 3 aval, aux émissions de transformation du minerai en métal (métallurgie, raffinage) pour les producteurs de minerai de fer et de bauxite (minerai d'aluminium).

Les autres émissions du scope 3 aval - notamment pour le poste "usage des produits vendus" - ne sont pas calculées car cela demanderait l'accès à des informations sur les usages des différents métaux produits par une entreprise donnée - or cette information est très peu présente, si ce n'est absente des rapports annuels des entreprises, limitant une approche différenciante au sein du secteur. Cet état de fait est insatisfaisant car il est de la responsabilité des investisseurs de mener d'ambitieux programmes d'engagements pour obtenir plus de transparence des émetteurs sur la destination des productions de métal.

Pourcentage d'entreprises du secteur ayant des objectifs de réduction sur le scope 3 et pertinence

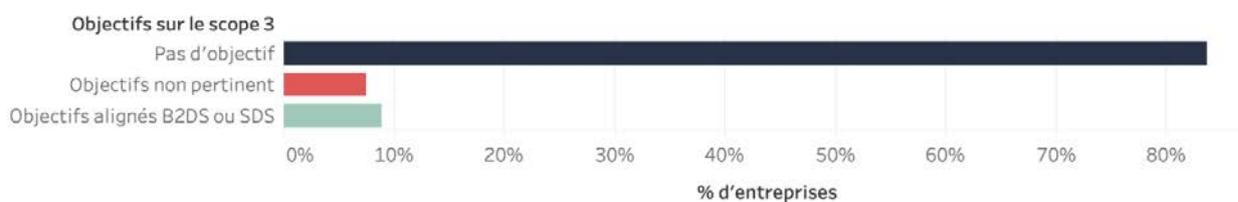


Figure 12 : Plus de 80% des entreprises n'ont aucun objectif de réduction de leur scope 3.

Catégorisation des minerais et métaux par sous-secteur dans CIA

La méthodologie CIA distingue les activités d'une entreprise et les revenus associés. Pour chaque activité, elle mesure la performance de l'entreprise par rapport à des indicateurs sectoriels.

Pour le secteur des mines et de la fabrication de métal, nous avons établi une **nomenclature de sept sous-secteurs** à l'issue d'une revue de littérature et d'une étude des usages actuels et futurs des minerais et métaux :

Les minerais les plus abondants dans la croûte terrestre constituent chacun un sous-secteur distinct :

- **Le fer** (et les minerais associés en alliage dans l'acier, notamment le chrome, le niobium et le tungstène) ;
- **L'aluminium** ;
- **Le nickel** constitue également un sous-secteur même s'il ne fait pas partie des minerais les plus abondants, car nous avons constaté qu'il fait l'objet d'un reporting distinct.

Pour les minerais et métaux restants, nous avons créé quatre catégories, selon la contribution possible à la transition bas-carbone :

- **Les métaux les plus nécessaires à une transition bas carbone**, utilisés pour la production d'électricité bas-carbone (éolien, solaire, nucléaire), la fabrication de batteries électriques pour la mobilité (lithium), l'électrification (cuivre), entre autres usages ;
- **Les métaux contribuant en partie à la transition**, largement utilisés dans l'économie mais également dans les technologies bas-carbone : argent (batteries, ENR, nucléaire, mais aussi soudures et verrerie), platine et platinoïdes (piles à combustibles, bijouterie, médecine, mais aussi pots catalytiques) ;
- **Les métaux de l'économie actuelle**, avec des usages divers qui ne contribuent pas à la transition : notamment le plomb (construction, tôle de carrosserie, poutres, tubes d'oléoducs), le potassium (chimie, engrais, catalyseurs, PVC), industrie diverse (écrans LCD, équipements de transport) ;
- **Les métaux majoritairement utilisés dans les industries fortement émettrices**, principalement la chimie (revêtements, anticorrosifs, chlore, etc.), les industries émissives (fabrication d'équipement, aéronautique, industrie pétrolière), les terminaux numériques (fibre optique, électronique), etc.

La liste des métaux inclus dans chaque catégorie est disponible en annexe.

Performance carbone globale : la note CIA

La note CIA attribuée à chaque entreprise du secteur des mines et des métaux agrège plusieurs indicateurs de performance qui sont décrits ci-dessous.

PERFORMANCE PASSÉE

L'évaluation de la performance passée fournit une perspective historique sur une activité de l'entreprise. Pour le secteur de l'extraction et de la fabrication des métaux, elle se base sur l'évolution de l'intensité d'émissions scope 1&2 par tonne de produit vendu.

Il s'agit d'un indicateur facile à manipuler, qui exprime la capacité d'une entreprise à découpler les volumes extraits ou transformés, et les émissions de GES associées. Il permet la comparaison entre des acteurs d'un même secteur.

L'indicateur prend en compte les émissions scope 2 "*location-based*" et non "*market-based*", afin de se concentrer sur la baisse de la consommation d'électricité plutôt que sur l'achat d'électricité verte sur le marché - voir la [publication de Carbone 4](#) sur le sujet.

PERFORMANCE PRÉSENTE

Pour les **entreprises d'extraction de minerais**, les indicateurs de performance sont les mêmes pour les sept sous-secteurs: la performance présente est calculée d'une part à partir du "facteur d'émission utile" - en tCO₂/MWh, qui évalue le **niveau d'électrification des opérations d'extraction** ; et d'autre part à partir du taux de réincorporation de matière de source secondaire - pour les acteurs miniers classiques, ce taux est par définition nul et la note de performance associée sera la plus mauvaise.

Pour les **activités de fabrication de métaux**, la performance présente des acteurs de l'**acier**, de l'**aluminium** et du **nickel** est évaluée par l'intensité carbone reportée, en tonnes de CO_{2e} par tonne de métal produite.

Pour les **activités de fabrication des métaux** moins abondants classés dans les 4 sous-activités d'usage, la performance présente est une combinaison du "facteur d'émission utile" - en tCO_{2e}/MWh d'énergie consommée, qui évalue l'intensité carbone de l'énergie utilisée dans les procédés - et de l'indicateur de réincorporation - qui mesure le taux de matériaux de source secondaire dans les produits finaux.

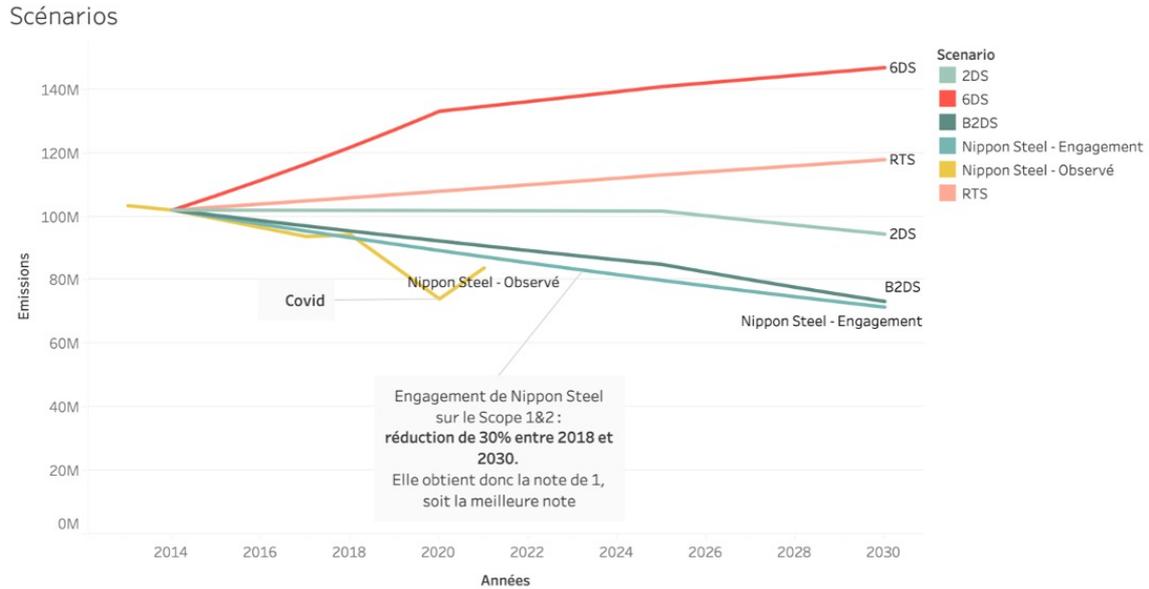
PERFORMANCE FUTURE – FORWARD LOOKING

L'analyse de la "performance future" autrement appelée analyse "forward-looking", est une évaluation de la politique menée et des engagements pris par l'entreprise pour améliorer dans l'avenir sa contribution à la lutte contre le changement climatique. Elle est constituée de quatre grandes sous-catégories, dont les critères d'évaluation se déclinent pour chaque secteur CIA.

Pour les acteurs d'extraction et de fabrication de métaux, l'analyse « Forward-looking » prend en compte :

	Extraction de minerai	Production de métal
Points clés de la stratégie de décarbonation	<p>La transformation des procédés d'extraction des minerais pour utiliser des sources d'énergies bas-carbone</p> <p>Le remplacement des équipements fonctionnant avec des combustibles fossiles par des équipements électriques ou aux combustibles alternatifs</p> <p>Le choix de modes de transport bas-carbone</p> <p>La réorientation de l'activité vers les minerais utiles à la transition et le désinvestissement des autres activités</p>	<p>La réincorporation de matière de source secondaire et le recyclage</p> <p>L'électrification des procédés et l'utilisation de sources d'énergies bas-carbone</p> <p>Les plans de sortie des procédés dépendants du charbon</p> <p>Le choix de modes de transport bas-carbone</p> <p>La capture et stockage de carbone (CCS)</p> <p>La réorientation de l'activité vers les métaux utiles à la transition et le désinvestissement des autres activités</p>
Investissements bas carbone	<p>Les équipements électriques ou fonctionnant avec des carburants alternatifs venant remplacer des équipements existants</p> <p>Technologies de transport bas-carbone : Système de convoyeur à cordes, camions électriques, réseau ferroviaire</p> <p>Capacités de production d'électricité bas-carbone (en propre ou PPA)</p>	<p>Les investissements dans l'efficacité énergétique des procédés d'extraction et de transformation, l'électrification des véhicules et des machines</p> <p>Le développement de technologies de ruptures telles que la CCS ou l'hydrogène vert pour certaines émissions incompressibles dans la fabrication de métal</p>
Objectifs de réduction Scope 1&2 et Scope 3	<p>Les objectifs de réduction sont comparés aux scénarios d'émission de l'AIE pour le secteur de l'industrie. Ces scénarios décrivent l'évolution des émissions du secteur en absolu, et permettent donc d'évaluer les objectifs exprimés en absolu. Dans le cas où les objectifs des entreprises étaient exprimés en intensité, nous les avons converti en absolu, en utilisant l'évolution du volume de production sur les 5 dernières années pour estimer l'évolution future.</p>	
Gouvernance	<p>Nous évaluons l'existence de structures internes dédiées aux questions énergie-climat (généralement le département RSE), leur lien avec le comité exécutif, ainsi que la mise en place de formations et d'incitations financières pour aider et encourager les employés à aborder les questions liées au climat.</p>	

Exemple de l'analyse par scénario pour l'analyse Nippon Steel



La tendance du somme de Emissions pour le year Année. La couleur affiche des détails associés au/à la Scenario. Les repères sont étiquetés par Scenario.

Figure 13 : Illustration des trajectoires des scénarios de l'AIE et comparaison à la trajectoire et aux objectifs de Nippon Steel.

Nb : cette note concerne uniquement le critère d'engagement de l'entreprise sur son scope 1 et 2, et non l'évaluation de sa stratégie pour l'atteindre ni de sa note globale qui tient compte des performances passées, présentes et futures voir les figures 19 et 20.

Agrégation de la note CIA

AGREGATION AU NIVEAU DU SOUS-SECTEUR

Les activités des Mines et des Métaux sont décomposées en 7 sous-activités chacune, présentées précédemment dans la partie « Catégorisation des minerais et métaux par sous-secteur dans CIA ».

Pour chaque sous-activité, des notes de performance passée et de performance présente sont calculées, et agrégées avec la note de performance future, pour obtenir une note CIA pour la sous-activité concernée.

Notation des activités de manufacture de métaux

Notation des activités de manufacture de métaux			
 Type de Métaux	 Performance Passée	 Performance Présente	 Performance Future
Acier, Aluminium, Nickel	Evolution sur 5 années de l'intensité carbone scope 1&2 <i>tCO2e/tonne de métal</i>	Intensité carbone scope 1&2 reportée <i>tCO2e/tonne de métal produit</i>	Stratégie
Autres métaux		Réincorporation de matière recyclée Conditions d' opération	Investissements bas carbone Objectifs d'alignement pour les scopes 1,2 & 3. Gouvernance climatique
 Poids	30%	40%	30%
 Note	Note CIA des sous-activités (3 - 13)		

Figure 14 : Illustration des principaux indicateurs qui permettent d'obtenir la note de l'entreprise analysée pour son sous-secteur d'activité "manufacture de métaux". En ligne, on distingue les 7 sous-secteurs, séparés en deux catégories : acier, aluminium et nickel et 'autres métaux' pour les quatre autres catégories.

Notation des activités d'extraction de minerais (hors charbon)

Notation des activités de la mine (hors charbon)			
 Type de métaux	 Performance Passée	 Performance Présente	 Performance Future
Tous les minerais	Evolution sur 5 années de l'intensité carbone scope 1&2 <i>tCO2e/tonne de métal</i>	Réincorporation de matière recyclée <i>toujours : 15/15</i> Conditions d' opérations <i>tCO2e/MWh</i>	Stratégie Investissements bas carbone Objectifs d'alignement pour les scopes 1,2 & 3. Gouvernance climatique
 Poids	30%	40%	30%
 Note	Note CIA des sous-activités (3 - 13)		

Figure 15 : Illustration des principaux indicateurs qui permettent d'obtenir la note de l'entreprise analysée pour son sous-secteur d'activité "Mine (hors charbon)"

La pondération des indicateurs représente l'importance que nous pensons devoir accorder à chaque critère de notation. La note présente a une pondération supérieure aux autres pour les raisons suivantes :

- Elle permet la **comparaison entre acteurs** sur l'intensité énergétique de leurs opérations (à travers le "facteur d'émission utile", recalculé à partir des émissions et des consommations d'énergie reportées, ou approximé à partir des consommations d'énergies seules et l'intensité de l'électricité dans les différents pays de production)
- Elle mesure également, pour les acteurs du métal, la **capacité à intégrer des matières de source secondaire dans les produits finis** (incorporation de ferrailles dans les matières premières utilisées pour produire de l'acier par exemple)

Puis, les notes obtenues pour chaque sous-activité sont normalisées, afin de permettre une comparaison des activités.

Concrètement, les notes attribuées aux activités sont encadrées par une note minimale et une note maximale pour chaque catégorie de minerais et de métaux.

Cela correspond à notre souhait de classer les activités entre elles en fonction de leur possibilité de contribuer positivement ou négativement à la transition : nous considérons à la fois leur utilité dans les activités de l'économie bas-carbone, et leur contribution aux émissions de gaz à effet de serre. Ces limites sont donc basées sur l'intensité des activités et sur leur rôle possible dans la décarbonation de notre économie.

Éventail de notes possibles pour chaque sous-activité du secteur de l'extraction et de la transformation des métaux.

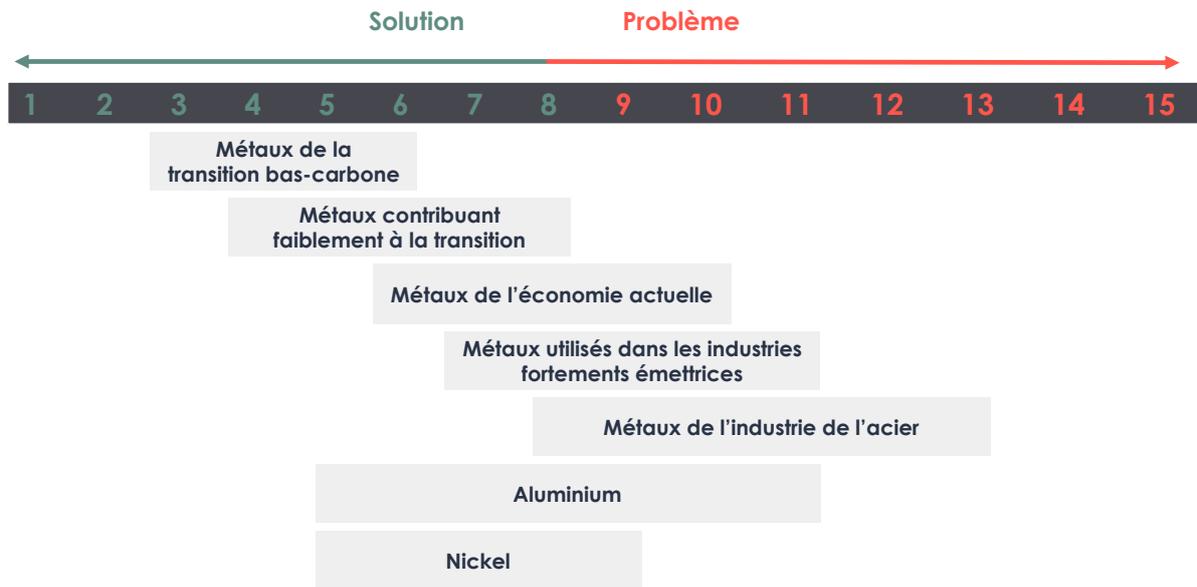


Figure 16 : Illustration des notes du secteur Mines et Métaux.

Ces limites pourront évoluer avec les progrès de certains secteurs.

AGREGATION AU NIVEAU DU SECTEUR

Pour chaque entreprise, les sous-notes CIA sont agrégées afin d'obtenir une note unique pour le secteur 'Mines et Métaux', avec une pondération par le chiffre d'affaires, pour obtenir la note CIA du secteur, comme décrit par l'exemple de Metal Corp.

Metal Corp est une entreprise dont la répartition des revenus est la suivante : 20% de charbon et 80% de métaux. Pour obtenir la note du secteur Métal le calcul est le suivant :

Note sectorielle Métaux - MetalCorp		
 Métal	Cuivre	Acier
 Sous-secteur	Métaux de la transition bas-carbone ¹	Acier
 Poids	30%	70%
 Note sous secteur	4	12
Note Secteur	9.6 (4 x 30% + 12 x 70%)	

Figure 17 : illustration du calcul de la note sectorielle d'une entreprise qui a des revenus provenant de la production de plusieurs catégories de métaux différents.

AGREGATION AU NIVEAU D'UNE ENTREPRISE

Enfin, si l'entreprise est multi-sectorielle, la même logique d'agrégation est poursuivie entre les différents secteurs d'activité d'une entreprise comme présenté dans le schéma.

L'entreprise Metal_Corp, multi-sectorielle comme précisé plus haut - obtient donc la note suivante :

Note Globale - MetalCorp		
 Secteurs	Métaux	Charbon
 Poids	80%	20%
 Note secteurs	9.6	14
Note Globale	10.5 (9.6 x 80% + 14 x 20%)	

Figure 18 : illustration du calcul de la note globale d'une entreprise ayant des activités relevant de plusieurs secteurs, dont la production de métaux.

Résultats

La section Résultats présente le **classement général** des notes CIA pour les acteurs des Mines et des Métaux, ainsi que la distribution des principaux indicateurs qui composent les performances Passé, Présent et Futur.

Comparaison des entreprises au sein du secteur

Le graphique suivant montre la distribution des notes par indicateur de performance de 40 entreprises cotées de notre échantillon.

Les entreprises avec le meilleur score (en haut du graphique) sont considérées comme ayant un risque de transition moins élevé grâce à une intensité carbone plus faible des procédés ainsi qu'à leur meilleure contribution à une économie en transition.

Les entreprises ayant les plus mauvais scores (en bas du graphique) ont à la fois un impact négatif plus important sur le climat, et de plus ont un risque important de perdre en rentabilité (par rapport à leur concurrence) si les risques de transition se matérialisent (les prix du carbone augmentent, les réglementations se renforcent, etc.).

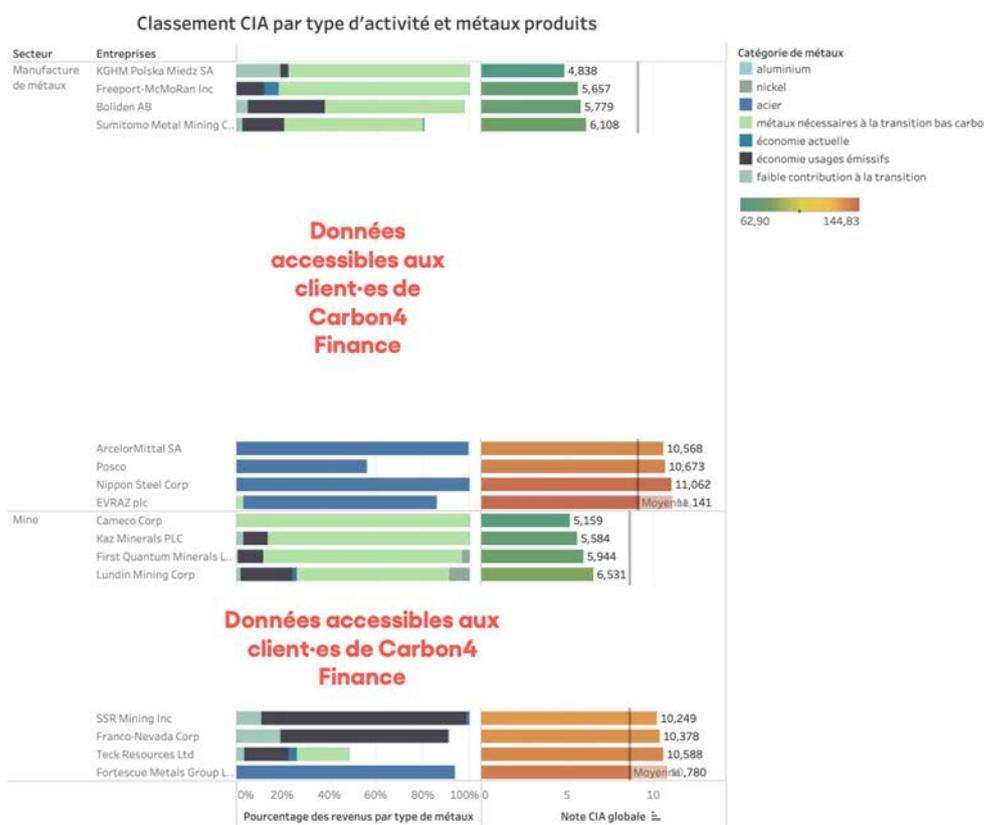


Figure 19 : Classement des entreprises de la campagne Mines et Métaux, par note globale CIA. Les couleurs représentent la répartition dans le chiffre d'affaires des sept sous catégories de métaux. Lorsque le pourcentage de revenus par type de métaux ne fait pas 100% cela signifie que l'entreprise est multisectorielle et possède d'autres activités que l'extraction et la transformation des métaux.

Un des principaux déterminants de la note est le sous-secteur auquel appartient le métal produit. En effet, comme expliqué précédemment, les notes de chaque sous-secteur sont encadrées pour refléter la contribution possible à la transition de chaque métal ou minéral.

Les meilleures performances passées

La performance passée d'une entreprise est basée sur un indicateur :

- La variation de l'intensité carbone du scope 1&2 par tonne de métal produit en % par rapport à l'année de référence.

L'acier étant un des marchés les plus matures nous illustrons cette variation sur les acteurs de cette chaîne de valeur.

Évolution de l'intensité d'émissions par tonne de métal produite pour les acteurs de l'acier.

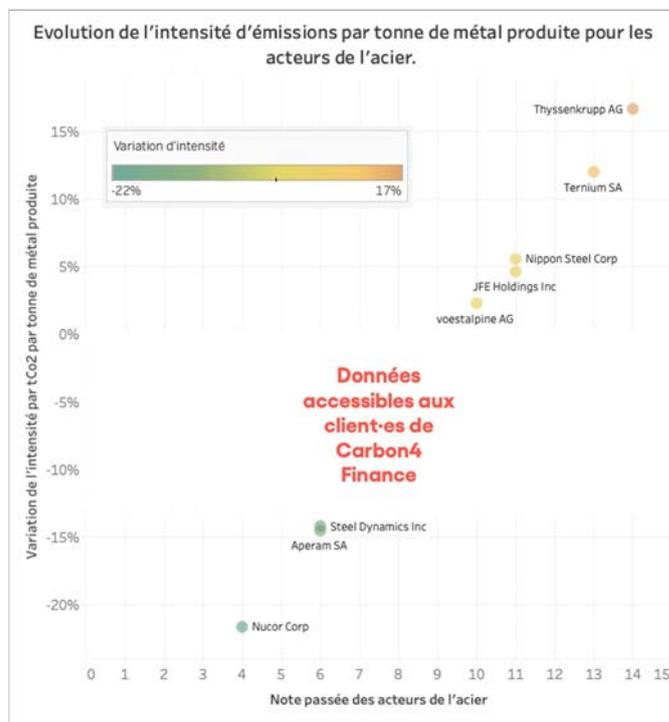


Figure 20 : évolution de l'intensité des entreprises du secteur sur les cinq dernières années

Certains acteurs ont réussi à réduire l'intensité de leur production de plus de 15% en 5 ans comme c'est le cas de Nucor Corp, Aperam ou Steel Dynamics. Ces entreprises ont réussi à réduire l'intensité carbone de leur production en développant la voie électrique et filière secondaire. D'autres entreprises ont vu leur intensité augmenter de plus de 5% comme Nippon Steel ou Ternium.

Les entreprises qui ne reportent pas leur intensité obtiennent par convention la pire note possible.

Les meilleures performances actuelles

La performance actuelle d'une entreprise est basée sur 2 indicateurs :

- L'intensité carbone du scope 1&2 par tonne de métal produit ou le facteur d'émission utile en tCO₂e/MWh.
- Le taux de réincorporation de matière de source secondaire dans les produits finis, en pourcentage de matières réutilisées dans la production totale.

Pour plus de détails sur le sens que l'on peut donner à ces indicateurs, veuillez-vous référer à la partie méthodologique sur la performance présente.

Taux de réincorporation de ferrailles dans la production finale des entreprises de la manufacture d'acier et comparaison à l'intensité

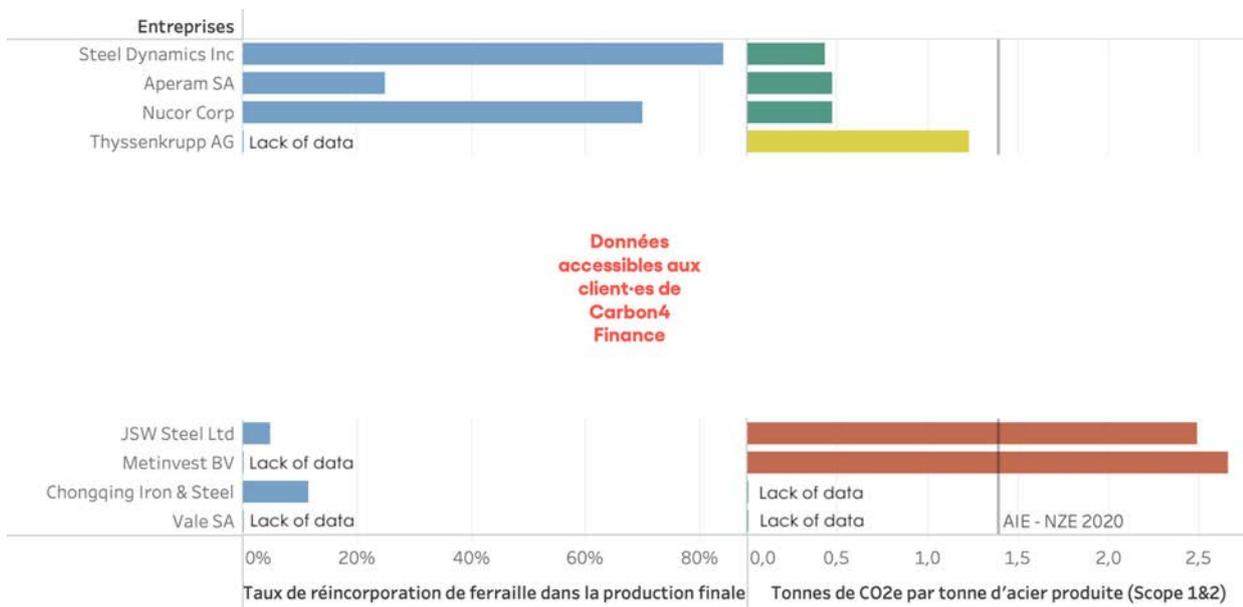


Figure 21 : L'intensité carbone dépend du taux de réincorporation de la ferraille (car les procédés de fabrication sont électrifiés et moins intensifs) mais également de l'intensité carbone de l'énergie utilisée. La réincorporation est une condition nécessaire mais non suffisante à la décarbonation. La ligne AIE NZE représente l'intensité cible pour la trajectoire de l'acier dans les scénarios Net Zero de l'AIE.

Les acteurs ayant les intensités les plus faibles sont ceux qui ont le plus investi dans la voie électrique par l'usage de fours à arc électriques en développant les filières d'acier secondaire. Le cas d'Aperam est particulier, car sa faible intensité est liée au développement du biochar dans des forêts gérées par l'entreprise - qui permet de remplacer l'usage du charbon comme combustible fossile par de la biomasse pour ses hauts fourneaux. A noter que la combustion de biomasse ne peut être comptabilisée à zéro qu'à la condition que la quantité annuelle de biomasse prélevée n'excède pas la capacité annuelle de régénération de la forêt et que cette dernière ne soit plus en croissance. Ce critère ne concerne que le carbone, et ne dit rien sur les autres impacts écologiques potentiels de la forêt en question : ainsi, un bois "neutre" issu d'une monoculture aura potentiellement des effets négatifs sur d'autres indicateurs tels que la biodiversité (que nous traitons par ailleurs avec la méthode BIA-GBS™). Il s'agit par conséquent d'être particulièrement vigilant sur l'origine du bois, et d'adopter une vision holistique, multicritères, pour l'analyse de la soutenabilité de l'approvisionnement.

Les limites sur la connaissance de l'usage final des métaux et l'usage du métal recyclé sont mentionnées dans les limites au chapitre 5.

Analyse des performances futures

La **performance future** examine la stratégie de décarbonation de l'entreprise :

- Capacité à identifier les risques et opportunités liés au changement climatique
- Stratégie de décarbonation : ambition, quantification et planification des objectifs
- Investissements qui contribueront à réduire les émissions de GES
- Objectif de l'entité en matière de réduction de ses émissions de GES, sur les scopes 1&2 et 3 ?
- Structure de gouvernance qui supervise les risques climatiques au sein de l'entité

Pour plus de détails sur le sens que l'on peut donner à ces indicateurs, veuillez-vous référer à la partie méthodologique sur la performance future.

Évaluation des notes de performance futures sur le critère 'stratégie de décarbonation'

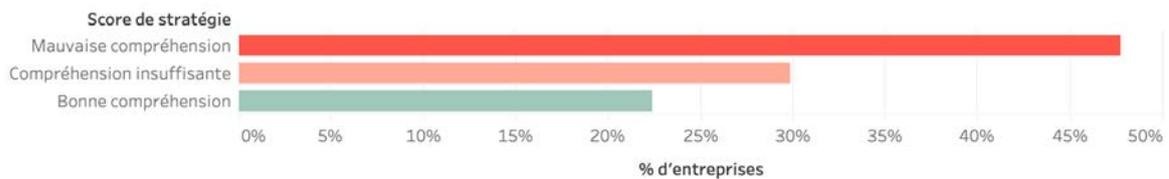


Figure 22 : Près de 50% des entreprises du secteur ont une note de 4 ou 5 sur 5 sur le critère 'Stratégie' ce qui correspond à une 'Mauvaise compréhension' des enjeux. Aucune entreprise n'obtient la note de 1 (Très bonne compréhension).

Engagements SBTI des entreprises

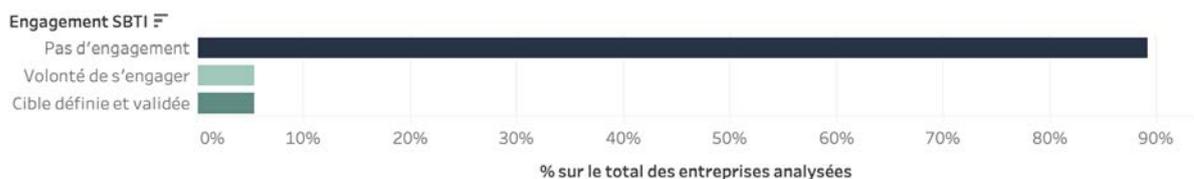


Figure 23 : part des entreprises de l'échantillon qui ont pris des engagements SBTI.

En ce qui concerne les engagements des entreprises, on constate que seul 5% des entreprises analysées ont un objectif SBTI (Science Based Target Initiative³⁹). 90% n'ont pas d'engagement SBTI.

³⁹ Cette initiative définit des bonnes pratiques en matière de réduction et cibles Net Zero alignées avec la science

Engagements Scope 1 & 2 des entreprises

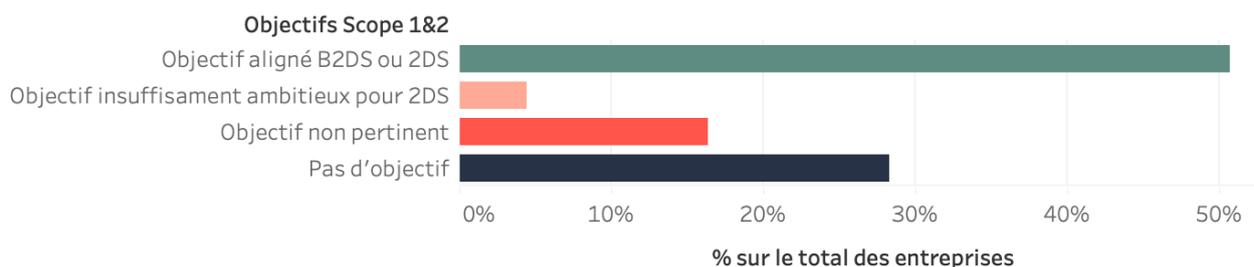


Figure 24 : part des entreprises de l'échantillon qui ont pris des engagements sur leur scope 1&2.

Lorsque l'on s'intéresse aux engagements des entreprises sur leur scope 1 et 2, on observe que seules 45% des entreprises analysées ont un objectif qui est aligné avec les scénarios B2DS ou 2DS de l'AIE. Et lorsqu'on s'intéresse au scope 3, 84% des entreprises ne mentionnent aucun engagement - seules 9% d'entre elles en affiche un qui est aligné 2DS (Anglo American, Newmont Corporation et Novellis Inc).

Le graphique suivant présente l'analyse de 3 entreprises engagées du secteur ayant parmi les meilleures stratégies de décarbonation. Cette analyse se fait d'un point de vue qualitatif (quantité et pertinence des investissements dans un monde bas carbone) mais également d'un point de vue quantitatif (pertinence des objectifs de réduction, alignement avec les scénarios de l'AIE). On remarque que ce sont des entreprises qui transforment leurs modèles pour incorporer de plus en plus de matériaux recyclés dans leur production.

	Métal principal produit	Points clés de la stratégie de décarbonation	Investissements bas carbone	Objectifs de réduction	Points d'attention	Taux de réincorporation de scraps
	Minerai de fer et cuivre	Approvisionnement électrique 100% renouvelable (avec développement de capacités en propre) Efficacité énergétique, abatement du méthane	Développement de capacités ENR, technologie de broyage du minerai plus efficace	Objectif de réduction des émissions Scope 1 & 2 de 30% d'ici 2030 par rapport à 2016. C'est un des seuls acteurs engagés sur le Scope 3 : réduction des émissions Scope 3 de 50% en 2040 par rapport à 2020. Ces objectifs sont alignés avec un scénario de réchauffement à moins de 2°C, "B2DS" de l'AIE.	Anglo American est encore impliquée dans le charbon à hauteur de 9% de son CA. L'entreprise a annoncé vouloir sortir du charbon thermique, mais elle doit aller plus loin et fixer une date de fermeture de toutes ses activités dans le charbon (pas de cession) .	Pas reporté
	Acier	Plus de 80% de la production est issue de ferraille recyclée Développement de l'énergie renouvelable	Electrification des procédés de fabrication investissements dans un parc EAF	Objectif de réduction de 50% des émissions Scope 1&2 de ses usines d'ici 2030.	Mix énergétique encore très dépendant du fossile (moins de 8% d'électricité renouvelable) - l'objectif est de passer à 30% de renouvelable d'ici 2030.	84%
	Nickel et manganèse	Utilisation de matière secondaire et recyclage Prix interne du carbone Recours à l'hydrogène et aux bio-réducteurs pour la réduction des minerais Installation de capacités ENR et mise en place de PPAs	Optimisation des procédés, utilisation plus efficace des ressources, électrification de l'extraction et utilisation de carburants alternatifs.	Réduction des émissions de scope 1&2 de 40% entre 2019 et 2035 . Cet objectif est basé sur la science et aligné avec un scénario de réchauffement à moins de 2°C, "B2DS" de l'AIE.	Les investissements de décarbonation ne sont pas chiffrés, et l'entreprise n'a pas d'objectif de réduction des émissions de Scope 3 liées à l'usage aval des minerais et métaux vendus.	Pas reporté

Zoom sur ArcelorMittal - une stratégie à deux vitesses

ArcelorMittal est le second plus grand producteur d'acier au monde avec une production de 80 millions de tonnes d'acier en 2021. Il opère 32 sites industriels de production d'acier⁴⁰, dont 19 hauts fourneaux fonctionnant au charbon. La stratégie d'ArcelorMittal semble à deux vitesses : d'un côté de forts investissements dans la décarbonation de l'acier en Europe, de l'autre l'ouverture de deux nouveaux hauts fourneaux en Inde, sans stratégie claire de décarbonation.

	Points clés de la stratégie de décarbonation	Investissements bas carbone	Objectifs de réduction	Points forts d'attention	Taux de réincorporation de scraps
	<p>Filière acier secondaire Augmentation de l'usage de ferraille et développement de la voie électrique (EAF)</p> <p>Filière acier primaire Développement de la réduction directe du fer avec hydrogène décarboné</p>	<p>Plan de 10 milliards de dollars pour réduire son empreinte carbone: Remplacement de hauts fourneaux en France (2027), Espagne et Portugal par des EAF</p> <p>Développement de la CCS avec plusieurs prototypes en France, pour la production d'acier primaire.</p>	<p>Objectif de réduction des émissions de son scope 1&2 en terme d'intensité de 25% à l'échelle mondiale et de 35% pour l'Europe (d'ici 2030)</p>	<p>Une décarbonation à deux vitesses : ArcelorMittal continue à développer de nouveaux projets de hauts fourneaux ou d'expansion au Brésil, en Inde et au Mexique - aucune stratégie de décarbonation n'est précisée sur ces projets.</p>	11%

Top dix des capitalisations boursières

Les plus dix plus grandes capitalisations boursières de l'échantillon obtiennent des notes comprises entre 5.7 à 11. Elles sont pour la plupart **exposées et vulnérables aux risques de transition** (de par les métaux produits et leur performance relative au sein du secteur), à l'exception de Freeport-McMoran Inc qui avec une note de 5,7 se place du côté des entreprises qui **contribuent à la transition**, notamment en produisant des **matières nécessaires à la décarbonation du reste de l'économie** (le cuivre, nécessaire à l'électrification du système énergétique, représente 90% de sa production).

Top 10 des plus grosses capitalisations boursières

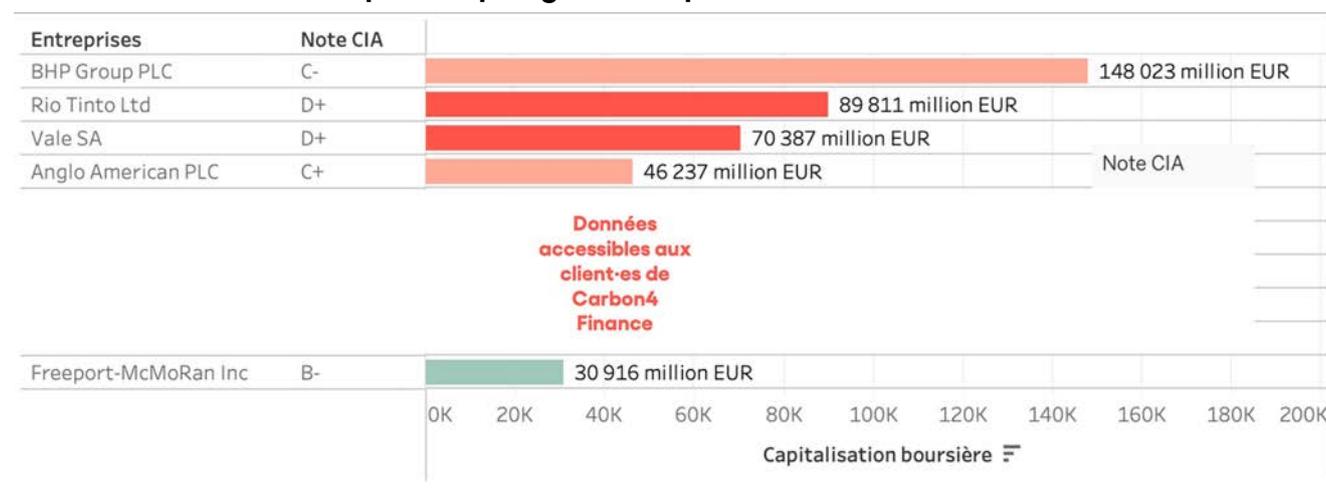


Figure 25 : note des top 10 des plus grosses capitalisations boursières de l'échantillon analysé.

⁴⁰ Global Energy Monitor's Global Steel Plant Tracker, 2022

Annexes

Annexe 1 : Méthodologie CIA pour les acteurs du charbon

Aperçu de la méthode CIA d'analyse des acteurs du charbon

Le secteur du charbon est étroitement lié à celui de l'extraction de minéraux et de la fabrication des métaux. Le charbon est notamment utilisé pour réduire le minerai de fer, et pour atteindre les très hautes températures requises dans les hauts fourneaux pour l'acier.

L'extraction de charbon est couverte par CIA, et bien qu'elle ne soit pas incluse dans le périmètre de cette étude sectorielle, il nous semble essentiel d'en retracer les enjeux principaux. (15% des entreprises analysées dans cette revue ont aussi une part de leurs revenus dans l'extraction du charbon).

L'AIE⁴¹ souligne que l'alignement sur une trajectoire de 1,5°C implique **la fin des investissements dans l'exploration ou l'extraction d'énergies fossiles** : « *au-delà des projets déjà engagés à partir de 2021, aucune nouvelle mine de charbon ou extension de mine n'est nécessaire* ».

Le graphique ci-dessous décrit les indicateurs pris en compte pour analyser cette activité.

⁴¹ AIE, *Net Zero by 2050, A roadmap for the Global Energy Sector*, 2021

Notation des activités d'extraction de charbon

 Type de charbon	 Performance Passée	 Performance Présente	 Performance Future
Charbon métallurgique et charbon thermique	Evolution sur 5 années des émissions absolues de scope 3 aval (combustion d'énergies fossiles) calculées à partir des volumes vendus (tonnes de charbon)	Note directe 15/15	Stratégie de sortie du charbon Investissements bas carbone Objectifs d'alignement pour les scopes 1,2 & 3. Gouvernance climatique
 Poids	30%	40%	30%
 Note	Note du secteur : (12 - 15)		

Figure 26 : système de notation des activités d'extraction de charbon d'une entreprise.

En ce qui concerne l'analyse de la performance future, les critères sont les suivant :

- Analyse de l'engagement de sortie du charbon : les acteurs doivent décider d'une échéance ferme et définitive de **fermeture de leurs mines de charbon**.
- Les actifs doivent être fermés, et non cédés.
- **Aucun investissement** ne doit aller dans l'extension ou l'ouverture de mines de charbon (ou autres énergies fossiles).

Annexe 2 : liste des métaux par catégorie

 Catégorie	 Minerai/métal
Minerais et métaux nécessaires à la transition bas-carbone	Lithium, Gallium, Silicon, Cuivre, Étain, Graphite, Vanadium, Uranium
Minerais et métaux contribuant faiblement à la transition	Platine, Platinoïdes, Argent
Minerais et métaux de l'économie actuelle	Manganèse, Molybdenum, Diamant, Potasse, Plomb
Minerais et métaux utilisés dans les industries fortement émettrices	Germanium, Hafnium, Thallium, Zirconium, Yttrium, Scandium, Indium, Mercure, Tantalum, Beryllium, Antimoine, Cadmium, Or, Titane
Minerais et métaux de l'industrie de l'acier	Minerai de fer, Tungstène, Chromium, Niobium, Magnésium, Tellurium, Bismuth
Minerais et métaux de l'industrie de l'aluminium	Aluminium, Alumine, Bauxite
Minerais et métaux de l'industrie du nickel	Nickel

Limites

Comme toute méthode d'évaluation, celle utilisée pour la présente évaluation comporte nécessairement des limites. Nous récapitulons ci-dessous les limites de cette méthodologie :

- En premier lieu, l'impossibilité pour l'instant d'évaluer l'usage final des métaux produits par manque de transparence des entreprises. Cela nous restreint dans l'évaluation de la contribution à la transition (de l'acier vendu pour fabriquer des mâts d'éoliennes n'a pas la même contribution que pour faire de l'électroménager). Cela empêche également la valorisation des émissions évitées éventuelles dans la chaîne de valeur aval.
- Le risque aval, qui se matérialise par la vulnérabilité ou pas du secteur qui achètera in fine les métaux, n'est de ce fait pas inclus dans l'analyse. Par exemple, la vente de métal à l'industrie de la construction est plus risquée que la vente de produits à des constructeurs de dispositifs de production d'énergies renouvelables. Une approche systémique par type de secteur client pourrait être envisagée.
- Nous avons conscience que les métaux recyclés qui sont valorisés dans la méthodologie ne peuvent pas répondre à tous les usages mais nous tenons à encourager ces procédés nécessaires pour la transition, lorsqu'ils sont possibles.
- La notion de métaux de la transition bas carbone peut évoluer au cours du temps : en effet certains métaux comme le lithium sont considérés aujourd'hui comme essentiels à la transition énergétique. Mais il se pourrait qu'émergent des technologies alternatives permettant de s'en passer pour fabriquer des batteries. Et inversement : le cuivre est en pratique un métal favorisant avant tout l'économie fossile puisque l'électricité est fossile à plus de 60% dans le monde.
- Le pourcentage de réincorporation de matière recyclés est un critère pour tous les types de métaux évalués par la méthodologie, or sa complexité varie énormément d'un métal à un autre (notamment ceux qui sont utilisés comme alliages) et par ailleurs dépend du degré d'industrialisation du pays dans lequel exerce l'entreprise : plus un pays est anciennement industrialisé, plus il a accès à des métaux qu'il peut recycler de ses infrastructures du passé.
- Il n'existe pas de scénario de décarbonation propre au secteur des métaux qui puisse servir de référence. Nous avons donc confronté les trajectoires et les objectifs de réduction des émissions des entreprises aux trajectoires d'émissions du secteur de l'industrie pour un scénario 'beyond 2°C' de l'AIE - qui est basé sur une croissance de la production.



Créée en 2016 et basée à Paris, **Carbon4 Finance** apporte au secteur financier l'expertise du cabinet de conseil Carbone 4, qui depuis 2007 propose des services de comptabilité carbone, d'analyse de scénarios et de conseil dans tous les secteurs économiques.

Carbon4 Finance propose un ensemble complet de solutions de données climatiques couvrant à la fois le risque physique (méthodologie CRIS : Climate Risk Impact Screening) et le risque de transition (méthodologie CIA : Carbon Impact Analytics). Ces méthodologies reconnues permettent aux organisations financières de mesurer l'empreinte carbone de leur portefeuille, d'évaluer l'alignement avec un scénario compatible avec 2°C et de mesurer le niveau des risques qui découlent des événements liés au changement climatique.

Carbon4 Finance applique une approche rigoureuse "bottom-up" basée sur la recherche, ce qui signifie que chaque actif est analysé individuellement et de manière discriminatoire.

Pour plus d'informations, veuillez consulter le site www.carbon4finance.com