

## VOITURE ÉLECTRIQUE

Quel impact sur la demande  
de métaux ?

# Edito

***Cette étude fait suite à celle intitulée « Voiture électrique : la route est-elle encore longue ? » que vous pouvez retrouver [ici](#).***

*Disons-le d'emblée, faire des projections sur la demande de métaux liée au développement de la voiture électrique est un exercice très périlleux. Progrès technologique, degré d'adoption par le consommateur, développement de l'infrastructure sont autant d'éléments de nature à faire varier fortement le succès commercial de cette nouvelle mobilité.*

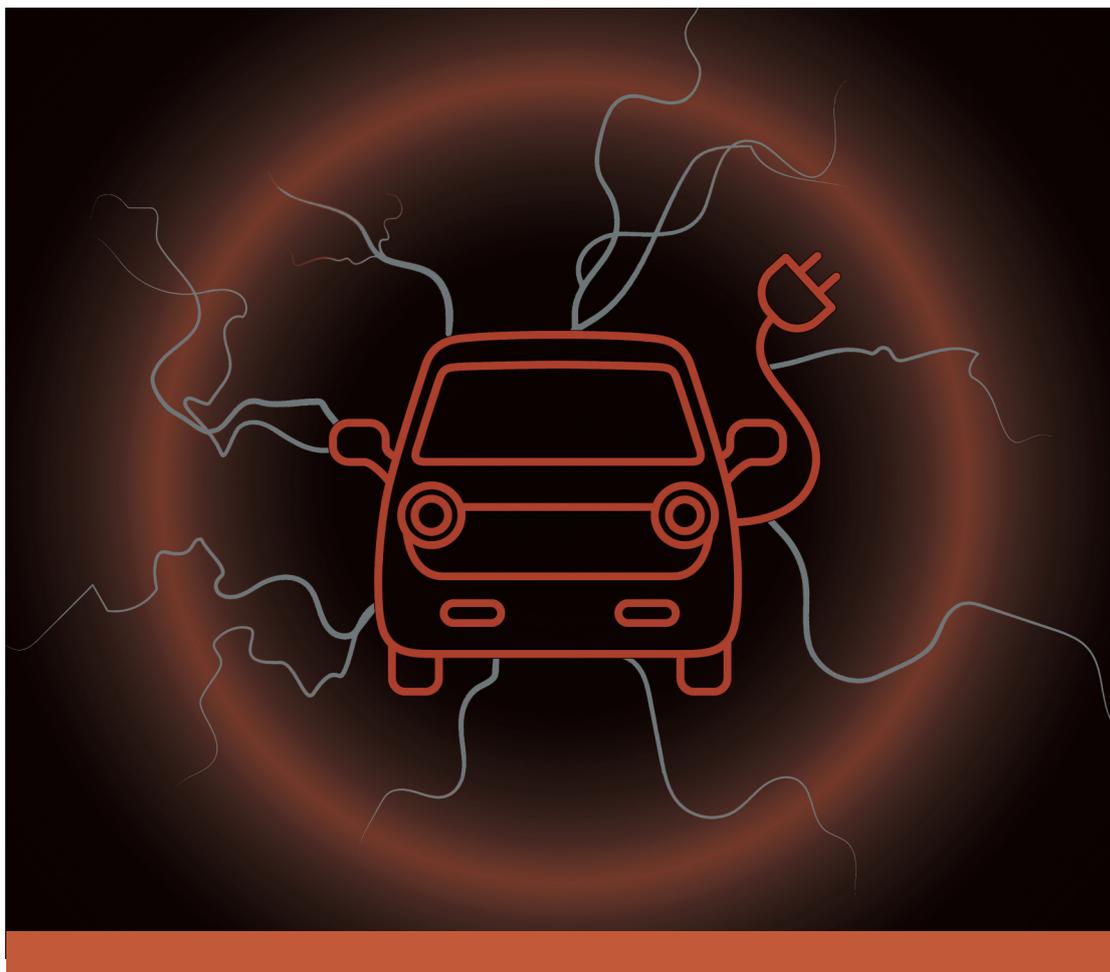
*Quoi qu'il en soit, compte tenu des impératifs fixés aux constructeurs en matière d'émission, **il est inéluctable que l'électrification des véhicules se généralise. Ce développement aura des conséquences importantes sur la demande de métaux.** Que l'on parle de la fabrication de la batterie, mais aussi du câblage des véhicules, la voiture électrique nécessite des quantités bien plus importantes de métaux en tout genre : cuivre, nickel cobalt, lithium...*

*Afin de pouvoir évaluer cet impact, il faut – dans un premier temps – faire un certain nombre d'hypothèses à la fois sur le développement de la voiture électrique, mais aussi sur le type de batterie utilisé.*



**Benjamin LOUVET**

Gérant matières premières  
OFI ASSET MANAGEMENT



## Sommaire

La capacité de production de batteries .....	<b>2</b>
Les différents types de véhicules électriques .....	<b>3</b>
La composition des batteries .....	<b>4</b>
Les autres métaux concernés .....	<b>5</b>
L'impact sur le marché des métaux .....	<b>6</b>

# La capacité de production de batteries

## HYPOTHÈSES

**Plusieurs paramètres entrent en compte pour estimer les nouveaux besoins.**

Les premiers paramètres à définir sont le taux de pénétration du véhicule électrique, l'horizon de réflexion et le type de batterie utilisé. Si avoir une vision précise à très long terme est compliqué, il est important de noter qu'en tant qu'investisseur, ce n'est pas forcément cela qui nous intéresse. Connaître l'évolution probable du marché à un horizon de 3 à 5 ans est déjà un bon objectif.

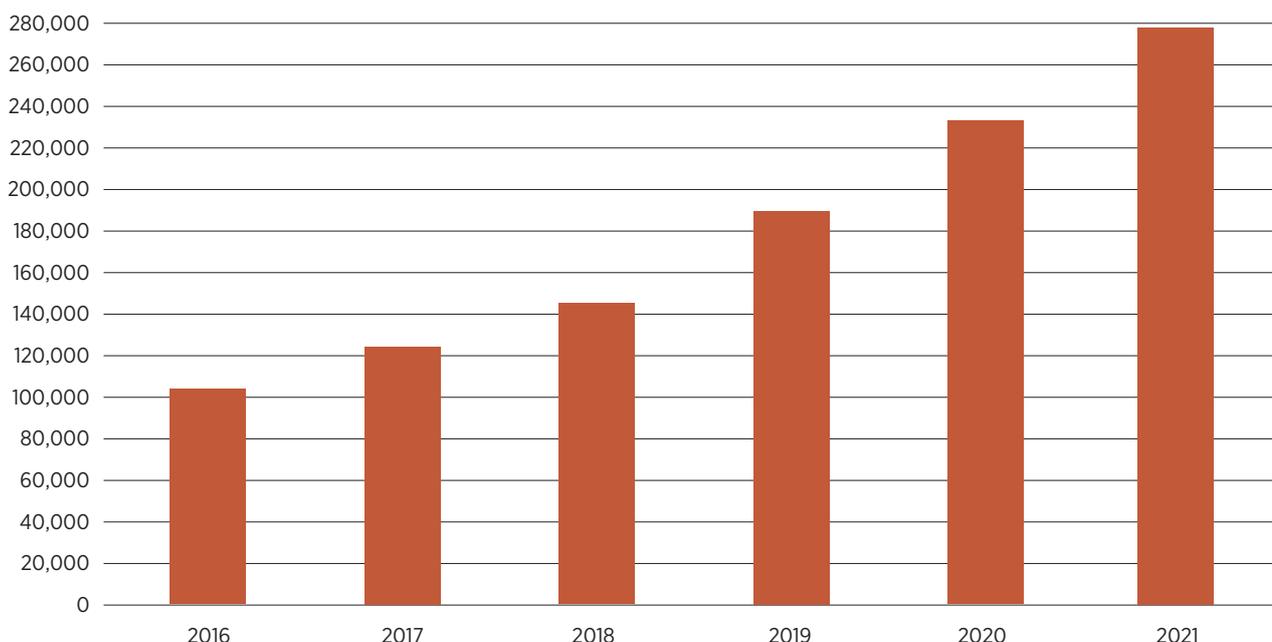
Or, à cet horizon, un certain nombre d'éléments précis nous permettent d'avoir une vision assez claire du développement du marché de l'électrique dans le monde. En particulier, compte tenu du temps nécessaire au développement des infrastructures de production, nous savons aujourd'hui les capacités additionnelles de production de batteries lithium, celles nécessaires au développement du véhicule

électrique, qui sont en construction d'ici 2021. La batterie étant l'élément essentiel à la fabrication d'un véhicule électrique, il s'agit là d'un facteur limitant absolu.

Si l'on part du principe que ces capacités sont utilisées au maximum de leurs possibilités et uniquement pour la fabrication de batteries de véhicules électriques, nous pouvons déjà estimer la quantité de métaux nécessaire à la fabrication de ces batteries. Mais il sera tout de même nécessaire de faire des hypothèses sur les types de batteries retenus pour le développement de ces véhicules, car les compositions métalliques varient de façon importante d'un modèle à l'autre.

**Notons tout de même que cette méthode donne des chiffres maximum d'augmentation de consommation de métaux. Rien n'assure en effet que les ventes de véhicules électriques permettront de saturer les capacités de production de batteries.**

Évolution des capacités de production de batteries lithium (en mégawatts/heure)



Source : Bloomberg New Energy Finance

# Les différents types de véhicules électriques

## IL EXISTE AUJOURD'HUI TROIS GRANDS TYPES DE VÉHICULES ÉLECTRIQUES

- **Les voitures 100 % électriques (BEV)**, dotées d'une motorisation électrique unique. Elles embarquent généralement une batterie comprise entre 15 kWh et 100 kWh en fonction des modèles. La tendance est à une augmentation des batteries pour augmenter l'autonomie ;
- **La voiture hybride (HEV)** qui combine un moteur thermique classique et un moteur électrique. La batterie est rechargée en utilisant la récupération d'énergie lors du freinage du véhicule. Il existe différents degrés d'hybridation (léger, moyen et « full »), qui déterminent la capacité d'intervention du moteur électrique. Dans un hybride léger, le moteur électrique ne sert essentiellement qu'à gérer la fonction « start and stop » et ne nécessite pas de batterie lithium-ion. Dans un hybride moyen, le moteur électrique gère un certain nombre de fonctionnalités électriques de la voiture (climatisation, stop and start...) et peut venir compléter le moteur thermique - notamment en phase d'accélération pour donner plus de puissance - mais il ne peut fonctionner seul. Enfin, dans un véhicule dit « full » hybride, le moteur électrique prend en charge toutes les fonctions précédentes, mais peut également fonctionner seul sur de courtes distances (1 à

2 km). La taille de la batterie sur ce type de véhicules est de l'ordre de 1,5 kWh, la récupération d'énergie au freinage n'ayant qu'une capacité limitée de rechargement ;

- **La voiture hybride rechargeable (PHEV)**, qui fonctionne comme un « full » hybride, mais avec la possibilité de recharger la batterie sur le réseau électrique, possède généralement une batterie plus importante de l'ordre de 12,5 kWh. De ce fait, l'autonomie en mode électrique est prolongée et se situe généralement entre 20 et 60 km.

**Pour les véhicules 100 % électriques (BEV)**, compte tenu de la problématique d'autonomie et de temps de recharge, l'hypothèse retenue ici est que ce secteur devrait se concentrer majoritairement sur les petites citadines. Aussi, retiendrons-nous une répartition à 80 % sur les citadines (nous retiendrons une moyenne de 40 kWh, les nouvelles générations de citadines comme la « Zoe » ayant généralement désormais ce type de capacité), dont la batterie est plus petite, et à 20 % sur les berlines (type « Tesla ») pourvues d'une batterie plus importante (moyenne retenue 85 kWh). Cela nous donne **une capacité moyenne de batterie de 50 kWh pour l'année 2018. Nous retiendrons 60 kWh pour les années suivantes**, la tendance étant à l'augmentation de la taille des batteries. La Chine a ainsi conditionné le montant des subventions accordées à l'achat d'un véhicule électrique à un niveau d'autonomie minimum ([lire ici](#)).

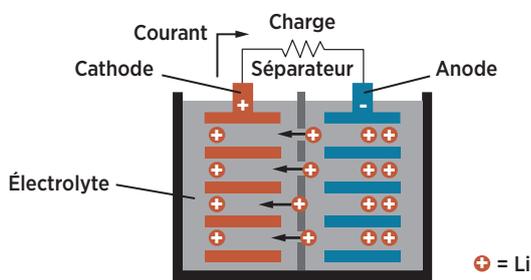


# La composition des batteries

La motricité électrique repose sur l'utilisation d'un moteur entraîné par l'énergie électrique fournie par une batterie. À l'heure actuelle, les batteries les plus compétitives, tant en termes de densité énergétique qu'en termes de coûts ou de puissance, sont les **batteries dites lithium-ion**.

Une batterie lithium-ion est composée d'une anode, généralement en carbone graphite, et d'une cathode, séparées par une solution électrolyte liquide (d'autres éléments interviennent dans la composition d'une batterie mais ne nous concernent pas pour cette étude).

## Fonctionnement d'une batterie lithium-ion



Source : pneu-en-France

**La partie qui va poser le plus de contraintes en matière de disponibilité métallique est la cathode. Celle-ci est généralement composée de lithium et d'autres métaux**, capables de stocker l'énergie et de rester stable pendant le fonctionnement.

Si le **lithium** est un élément critique pour la fabrication de batteries, il est en réalité présent en petite quantité par rapport aux autres composants. Les autres éléments entrant dans la composition de la cathode donnent généralement leurs noms aux différents modèles de batteries. Il en existe aujourd'hui deux principaux types :

- **Les batteries dites NCA (Nickel Cobalt Aluminium)**, développées dans les années 90, qui présentent une haute densité énergétique (Wh/kg) et une puissance élevée (W/kg). Ce sont celles utilisées aujourd'hui par Tesla dans ses véhicules.
- **Les batteries de type NMC (Nickel Manganèse Cobalt)** qui présentent, outre une bonne densité énergétique, un haut niveau de stabilité et une longue durée de vie. Elles sont aujourd'hui utilisées, entre autre, par Nissan, General Motors et Renault. Il en existe trois variantes principales, définies par le ratio entre les trois métaux qui les composent (en base molaire) : NMC-111, NMC-622 et NMC-811. La hausse de la quantité de nickel permet d'améliorer la quantité d'énergie stockée, mais au détriment d'une stabilité moindre.

Selon le type de batterie utilisé, le Massachusetts Institute of Technology (MIT, [lire ici](#)) a analysé les quantités de chaque métal contenues dans la batterie, pour 1 kWh. Même si tous ces métaux ne sont pas forcément utilisés sous leur forme métallique (certains prennent la forme d'hydroxydes, de sulfates, de carbonates...), cette méthodologie permet de ramener l'utilisation à la quantité de métal nécessaire.

## Éléments nécessaires à la fabrication des principaux types de batteries pour véhicules électriques, en kg / kWh

	Li	Co	Ni	Mn
NCA	0,112	0,143	0,759	0
NMC-111	0,139	0,394	0,392	0,367
NMC-622	0,126	0,214	0,641	0,2
NMC-811	0,111	0,094	0,75	0,088

Sources : Joule, MIT, octobre 2017

Note : d'autres types de batteries encore utilisées, comme la LMO (Lithium Manganèse Oxyde) et la LFP (Lithium Fer Phosphate) n'ont pas été retenues pour cette étude. Les batteries LFP équipent notamment les voitures chinoises BYD. Mais leur faible densité fait que les constructeurs leur préfèrent de plus en plus les batteries NMC. Les batteries LMO sont, elles, connues pour leur dégradation rapide et leur faible densité.

Reste à présent à définir la proportion de chaque type de batteries dans la consommation totale attendue pour pouvoir estimer l'impact sur le marché des métaux. Les batteries NMC-622 étant maintenant commercialisées, elles devraient progressivement prendre la majeure partie du marché dans les années à venir, remplaçant les NMC-111. Les batteries NMC-811 souffrant encore de pertes de capacités importantes et de problèmes de sécurité ne devraient pas connaître de développement commercial avant l'horizon de cette étude. Enfin, les batteries NCA, utilisées notamment par Tesla, devraient conserver une part de marché significative.

**Nos simulations se baseront donc sur une répartition de parts de marché à 50 % pour les batteries NMC-622, 35 % pour les NMC-111 et 15 % pour les NCA.** Cette répartition est assez proche de celle retenue par le MIT pour ses simulations, même si l'institut envisage une part de marché pour les batteries de type NMC-811, compte tenu d'un horizon d'étude plus long qui pourrait voir le développement de cette technologie. Cela ne devrait pas générer d'écart significatif en termes global, les batteries NCA que nous avons retenues pour notre analyse ayant une composition métallique assez proche de celle des batteries NMC-811 incluses dans l'étude du MIT.

# Les autres métaux concernés

Pour d'autres métaux, comme le cuivre ou les platinoïdes, qui n'entrent pas en compte dans la fabrication de la batterie mais dont l'usage est modifié par la motorisation (thermique, hybride ou 100 % électrique), il est également important de pouvoir déterminer le type de véhicule produit. En effet, si un véhicule hybride (HEV) contient pratiquement 2 fois plus de cuivre qu'un véhicule thermique classique, un véhicule 100 % électrique (BEV) en contient, lui, près de 4 fois plus !

Il faut donc estimer la répartition de la capacité de production de batterie entre les BEV et les HEV.

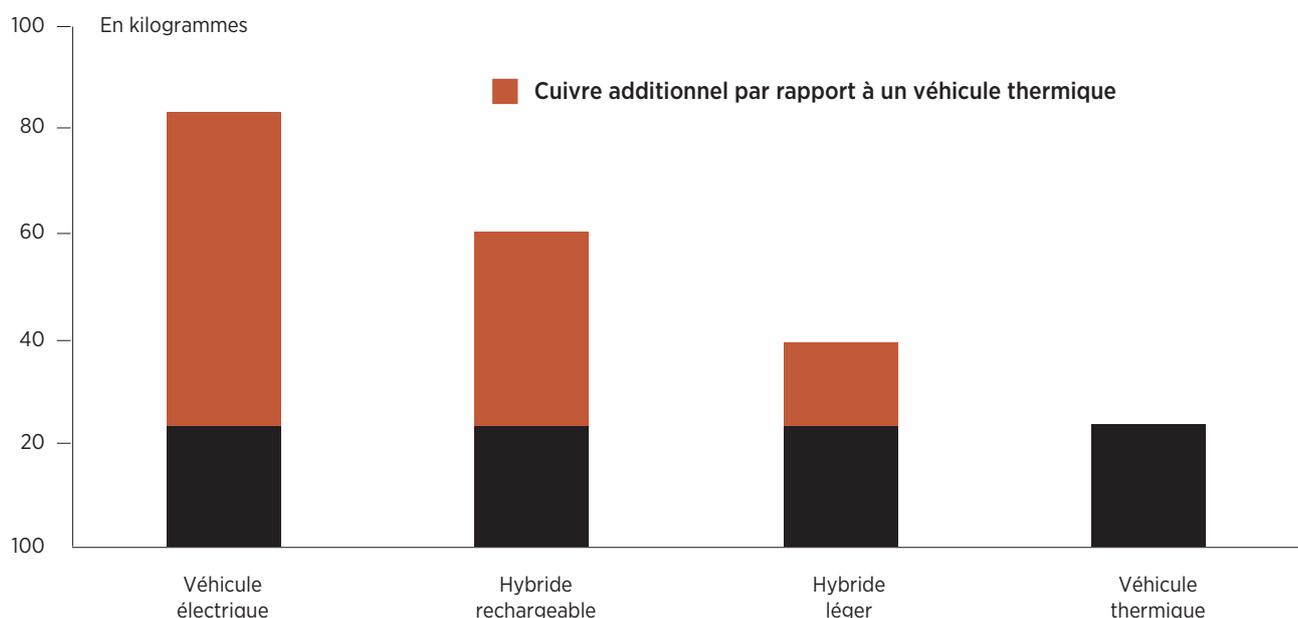
**Pour ce faire, nous faisons tourner un algorithme calculant toutes les combinaisons possibles de véhicules électriques (BEV, PHEV et HEV), en égalant la capacité maximum de production de**

**batteries. Le nombre de véhicules est néanmoins limité à 100 millions, qui est le nombre de véhicules vendus aujourd'hui chaque année dans le monde.**

Nous en tirons un niveau maximum, un niveau minimum et un niveau moyen de consommation pour ces métaux dans chaque hypothèse.

Pour le cuivre, s'ajoute à cette demande celle nécessaire pour le développement des installations de recharge (1 kg par prise individuelle de niveau « 1 », 4 kg par prise publique de niveau « 1 » ou « 2 », 100 kg par prise publique de niveau « 3 »). Les taux d'installation retenus pour le domaine public sont ceux des marchés les plus avancés en la matière actuellement, à savoir les États-Unis et la Norvège (une prise de niveau « 1 » ou « 2 » pour 22 véhicules, une prise de niveau « 3 » pour 120 véhicules).

Quantité de cuivre par type de véhicule



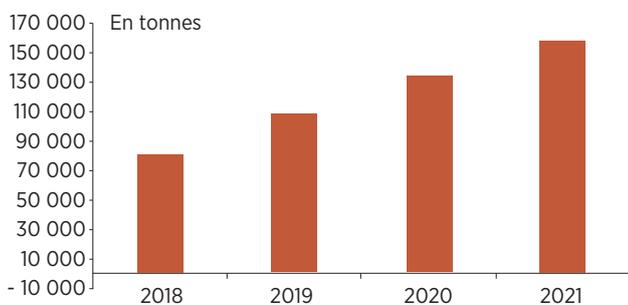
Sources : International Copper Association, JP Morgan Commodities Research

# L'impact sur le marché des métaux

## 1. NICKEL

Sur la base des hypothèses définies précédemment, la demande de nickel maximum pour le secteur automobile électrique passerait de 22 000 tonnes en 2017 à 158 000 tonnes en 2021. À cet horizon, tout million de véhicule électrique vendu en plus générerait un surcroît de demande de 34 000 tonnes de nickel, ceci en raison de la généralisation des types de batteries à haute teneur en nickel.

### Estimation de la demande maximum de nickel Secteur automobile électrique de 2018 à 2021



Source : OFI AM

La production de nickel dans le monde étant d'environ 2 millions de tonnes, la demande maximum supplémentaire générée par le développement du véhicule électrique serait de l'ordre de 135 000 tonnes répartie sur plusieurs années, et une hausse moyenne annuelle de la demande de 34 000 tonnes, soit environ 1,7 %.

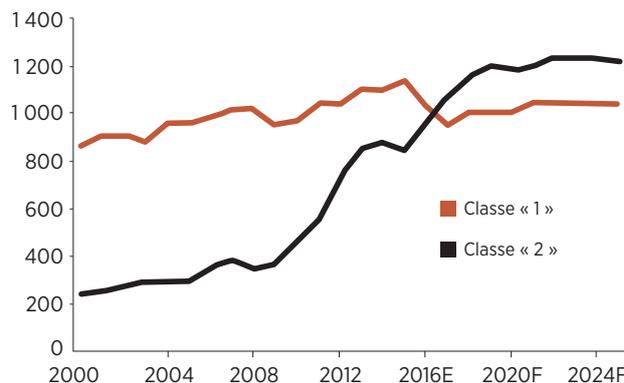
Cependant, le marché du nickel dans son ensemble n'est pas forcément un bon indicateur. En effet, tous les nickels ne se valent pas.

Pour faire des batteries, il faut transformer le nickel en sulfate de nickel par dissolution dans de l'acide sulfurique. Le nickel requis pour cette opération est spécifique et appelé nickel de Classe « I ». C'est un nickel très pur (environ 99,98 %), qui répond aux exigences du marché du LME et du SHFE. Il se trouve sous la forme de cathodes, de poudre, de granulés ou de briquettes. Seules les trois dernières formes sont optimales pour la fabrication de batteries car elles nécessitent une plus faible quantité d'énergie pour l'opération. Le nickel de Classe « II », bien moins riche en minerai (entre 2 et 35 %), n'est pas utilisable.

La production de nickel de Classe « I » est plus faible. Elle devrait se situer autour de 950 000 tonnes en 2018. Aussi, la demande supplémentaire générée par la production de batterie représente-t-elle en réalité une hausse de la demande de l'ordre de 3,5 % par an. En regardant encore plus en détail, la production de nickel de Classe « I » sous forme de granulés, de briquettes ou de poudre ne représente en réalité que 40 % de la production totale. La hausse de la demande sur le nickel de Classe « I » éligible atteint dès lors 8,75 % par an.

Dans le même temps, la production de nickel de cette qualité est attendue largement inchangée pour les années à venir. Le marché pourrait dès lors se retrouver en forte tension.

### Production mondiale de nickel, par produit, en milliers de tonnes (prévisions)



Source : J.P Morgan Commodities Research

Nous pourrions donc nous retrouver avec un marché du nickel sous pression. Toutefois des solutions existent. D'abord, la hausse des prix qu'un tel déficit engendrerait rendrait sans doute le marché du recyclage plus dynamique. Ce secteur est déjà en forte extension puisque, selon Wood Mackenzie, il aurait doublé depuis 2015 pour atteindre 30 000 tonnes en 2017.

Ensuite, il y a un certain nombre d'usages où la hausse de prix engendrée par un tel déséquilibre pourrait entraîner un ajustement de la demande. Typiquement, le nickel est aujourd'hui utilisé en décoration pour le placage de certains objets. La demande, estimée pour cette activité à 130 000 tonnes

en 2016, pourrait ainsi totalement disparaître au profit de l'utilisation d'autres solutions moins onéreuses.

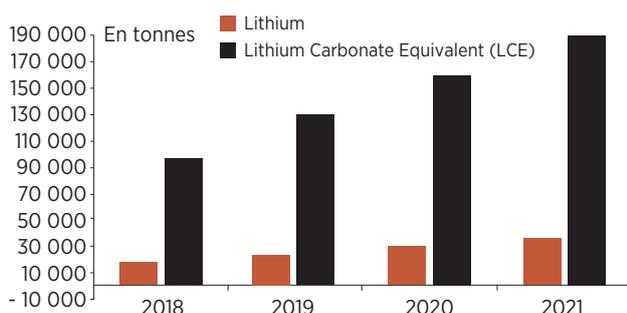
**Il semble donc que la demande de nickel générée par le développement du véhicule électrique soit gérable, notamment par l'ajustement de la demande de certains secteurs où le nickel est substituable, et le développement du recyclage. Toutefois, cette solution passe par un ajustement à la hausse des prix du nickel.**

## 2. LITHIUM

Le lithium est aujourd'hui présent en petite quantité dans les batteries électriques, mais ces propriétés physiques le rendent indispensable sur la totalité des types de batteries aujourd'hui commercialisés.

Compte tenu des hypothèses, la demande de lithium pour la fabrication de batteries de véhicules électriques pourrait atteindre au maximum 35 000 tonnes en 2021, contre un peu plus de 18 000 tonnes en 2018.

### Estimation de la demande maximum de lithium Secteur automobile électrique de 2018 à 2021



Source : OFI AM

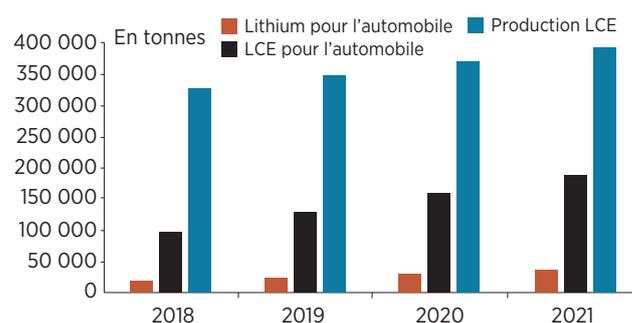
Le marché du lithium mesurant traditionnellement le lithium et ses dérivés en termes de lithium carbonate équivalent (LCE), cela nous donne une demande d'environ 96 000 tonnes LCE, portée à 190 000 tonnes LCE en 2021. Le rapport entre le lithium et le LCE est fixe et égal à 5,323.

Les réserves prouvées de lithium, selon le département géologique américain (USGS), sont aujourd'hui de 76,5 millions de tonnes LCE, les plus grosses réserves

se situant au Chili dans le désert d'Atacama. À cela pourrait s'ajouter les ressources boliviennes (les ressources ne sont pas des réserves, car leur viabilité économique n'a pas été prouvée) que l'USGS évalue à 48 millions de tonnes LCE ([lire ici](#)).

Selon les études menées par la société Canaccord Genuity, courtier indépendant du Canada, la production de lithium dans les années à venir devrait croître sensiblement, pour passer d'environ 240 000 tonnes LCE en 2017 à près de 400 000 tonnes LCE en 2021. La hausse de la production attendue équivaldrait quasiment à la totalité de la demande attendue du secteur des batteries à cette horizon.

### Estimation offre/demande maximum de lithium Secteur automobile électrique de 2018 à 2021



Sources : OFI AM, Canaccord Genuity

Cela devrait porter la demande pour la production de batteries pour véhicules électriques (bus, deux roues et voitures) à environ 50 % de la production globale de lithium, contre environ 15 % en 2015 ([lire ici](#)). Mais il semble que la montée en puissance prévue en matière de production permette d'envisager un développement, même soutenu comme dans notre hypothèse, du véhicule dans les prochaines années, sans réelles contraintes sur la disponibilité de lithium.

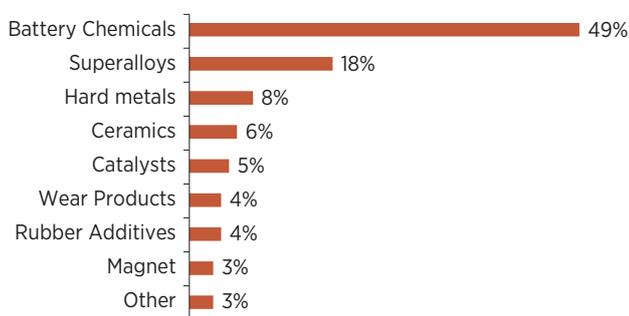
**Si la demande de lithium devrait être portée dans les prochaines années par le développement de la mobilité électrique, il semble que ces nouveaux besoins aient été anticipés et que les projets en développement soient suffisants. En particulier, la récente confirmation par le gouvernement chilien de sa bonne volonté pour voir de nouveaux projets se développer sur son territoire ([lire ici](#)) est très rassurante.**

### 3. COBALT

Le cobalt est un matériau absolument indispensable à la constitution des batteries de véhicules électriques. Si les nouvelles générations de batteries en utilisent moins que les premières, il reste néanmoins un produit incontournable même sur les technologies les plus récentes.

Le secteur des batteries (tous secteurs confondus, ce qui inclut notamment les batteries des téléphones et des ordinateurs portables) représente déjà aujourd'hui quasiment 50 % de la demande mondiale. Avec l'avènement de la mobilité électrique, cette part ne devrait cesser de croître dans les années à venir, et pourrait atteindre près de 65 % en 2021.

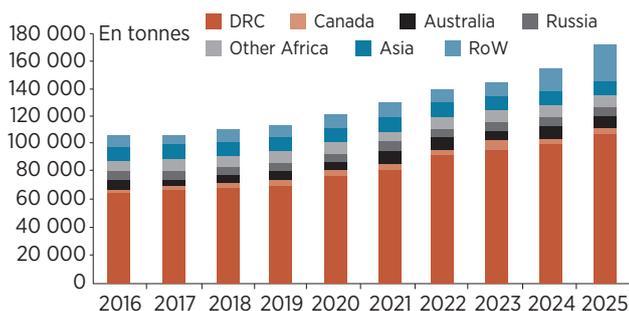
#### Consommation de cobalt par secteur en 2015



Sources : Darton Consulting, Canaccord Genuity Research

La production de ce métal est aujourd'hui extrêmement concentrée. En 2017, la République Démocratique du Congo (RDC) représentait à elle seule 60 % de la production mondiale. C'est aussi là que se concentre l'essentiel des réserves, puisque le pays serait détenteur de près de 50 % des réserves mondiales. Cela entraîne un risque politique important, le pays réalisant la position de force qui est la sienne aujourd'hui. Notamment, de plus en plus de voix s'élèvent dans ce pays pour réclamer la renationalisation des ressources naturelles du pays, estimant ne pas être correctement rémunéré pour l'exploitation qui est faite par les sociétés privées (lire [ici](#) et [ici](#)).

#### Production de cobalt, par pays

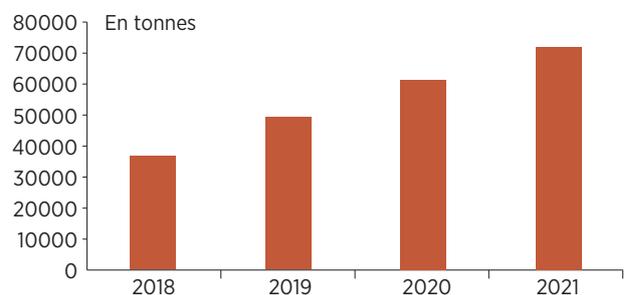


Source : Canaccord Genuity

Un autre risque important à considérer est le fait que le cobalt se trouve rarement tout seul. Il est généralement un coproduit de l'extraction d'autres minerais, en particulier le nickel et le cuivre. Aussi, si les prix de ces deux métaux devaient se trouver sous pression et retarder la mise en œuvre de nouveaux projets miniers cuprifères ou de nickel, cela pourrait handicaper la croissance de la production de cobalt ([lire ici](#)).

Si les capacités de production de batteries identifiées devaient tourner à plein dans les années à venir, la demande de cobalt pour la production pourrait atteindre un peu plus de 70 000 tonnes à horizon 2021, soit le double de la consommation des usines installées en 2018.

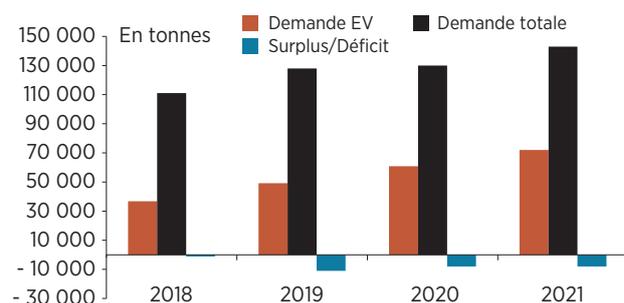
#### Estimation de la demande maximum de cobalt Secteur automobile électrique de 2018 à 2021



Source : OFIAM

Compte tenu des projets lancés pour les années à venir, et des anticipations de demande dans les autres domaines d'utilisation, il n'est pas exclu que ce métal se retrouve en léger déficit, et ce dès 2018.

#### Équilibre offre/demande de cobalt Secteur automobile électrique de 2018 à 2021



Sources : OFIAM, Canaccord Genuity

La poursuite de la croissance de la demande pour la téléphonie mobile reste un marché concurrent important. Par ailleurs, certains gouvernements ont décidé de conditionner l'octroi de subventions à des batteries présentant une meilleure technologie et une plus grande autonomie. Ainsi, la Chine a récemment décidé de revoir sa politique de subven-

tions pour les bus électriques. Désormais, la technologie des batteries utilisées fait varier le niveau d'aide accordé aux acquéreurs. Cela a favorisé le développement des batteries NMC, contenant du cobalt, au détriment de la technologie LFP (Lithium Fer Phosphate) qui n'en contenait pas ([lire ici](#)). La logique voudrait que cette politique se généralise aux voitures électriques, ce qui justifie nos hypothèses de départ.

Le recyclage pourrait constituer une piste. Toutefois, à court terme, même s'il existe des technologies efficaces comme celle développée par la société Umicore ou Retriev Technologies, la durée de vie assez longue des batteries Li-ion laisse peu d'espoir de développement majeur à l'horizon de cette étude. Les pistes s'orientent d'ailleurs aujourd'hui plus vers un recyclage « en l'état », qui consisterait par exemple à les utiliser comme capacité de stockage d'électricité d'appoint, notamment dans les réseaux électriques où la part d'énergies intermittentes (solaire et éolien) augmente ([lire ici](#)).

**Le cobalt est sans doute le métal le plus problématique pour le développement du véhicule électrique. Avec une production et des réserves très concentrées géographiquement dans une zone dont la stabilité politique et le respect de normes sociales et environnementales sont régulièrement questionnés, la stabilité des approvisionnements pourrait être difficile à assurer. À cela s'ajoute le fait que le cobalt est rarement un métal extrait seul, ce qui rend le développement de son extraction tributaire d'autres secteurs d'activité. Compte tenu de la durée de vie des batteries, le recyclage n'est pas une solution à court terme.**

## 4. MANGANÈSE

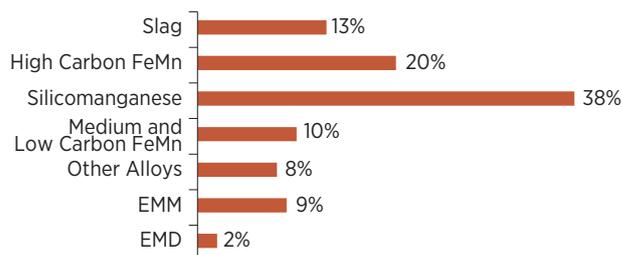
Le manganèse est un élément métallique qui constitue environ 0,1 % de la croûte terrestre, ce qui en fait le 12<sup>e</sup> élément le plus abondant sur la planète. Cela en fait un élément a priori pas rare du tout, ce qui devrait nous préserver de tout risque de pénurie. Toutefois, le manganèse est aujourd'hui essentiellement utilisé dans un tout autre domaine que la fabrication des batteries : la production d'acier.

S'il est utilisé en faible quantité dans le processus de fabrication de l'acier, il est indispensable car il permet de supprimer les impuretés telles que l'oxygène et le soufre ([lire ici](#)). Il permet également d'optimiser les propriétés physiques de l'acier en renforçant sa résistance, sa dureté et sa résistance à l'abrasion.

Sur les quelques 19 millions de tonnes de minerai de manganèse produites en 2017 (teneur en métal),

89 % sont transformés en alliages ou en produits de fonderie utilisés pour la production d'acier. Les 11 % restants servent à la métallurgie et à la production de produits chimiques, et notamment de dioxyde de manganèse électrolytique (EMD), l'élément indispensable à la fabrication des batteries des véhicules électriques. Mais, à ce jour, la production d'EMD ne représente qu'une très faible part de la consommation de manganèse : 2 % environ. En outre, ce produit n'étant pas rare, toute hausse de la demande peut facilement être traitée. Ce fut le cas en 2017, par exemple, où l'offre de minerai a cru de 26 % pour répondre à la demande mondiale.

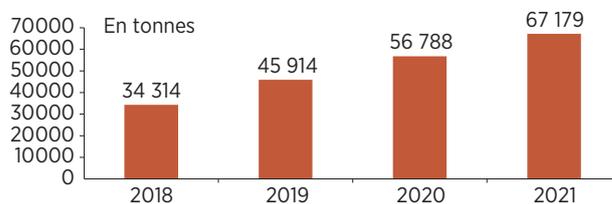
### Utilisation du manganèse



Sources: CPM Group, IMI

L'essentiel du manganèse est situé en Afrique du Sud, qui compte 70 % des réserves de ce métal, qui plus est avec des teneurs en minerai élevées. En ajoutant à l'Afrique du Sud, l'Australie, la Chine, le Gabon et le Brésil et l'Ukraine, nous couvrons environ 90 % des réserves mondiales (source : United States Geological Survey). La demande supplémentaire de manganèse générée par le développement du véhicule électrique à horizon 2021 étant estimée selon nos calculs à un maximum de l'ordre de 70 000 tonnes, dans un marché de 19 millions de tonnes en 2017, l'impact de cette demande reste marginal et aucune pénurie n'est à attendre.

### Estimation de la demande maximum de manganèse Secteur automobile électrique de 2018 à 2021



Source : OFI AM

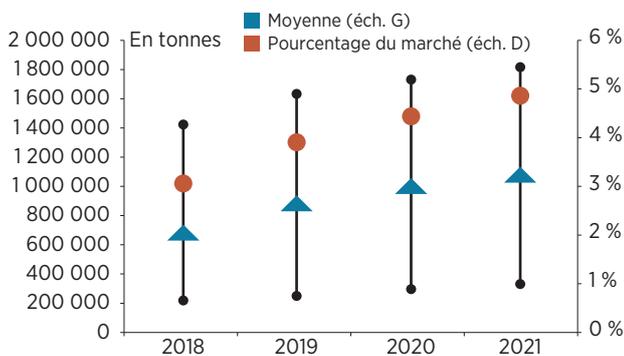
**Le manganèse nécessaire au développement du véhicule électrique est si faible au regard des volumes produits et consommés chaque année, notamment dans l'industrie métallurgique, qu'il ne saurait constituer un frein au développement de la voiture électrique.**

## 5. CUIVRE

Comme nous l'avons expliqué précédemment, le cuivre n'est pas un composant de la batterie des véhicules électriques. À ce titre, évaluer la variation de consommation liée au développement de la voiture électrique est beaucoup plus aléatoire, car il dépend du type de véhicule qui se développera majoritairement (BEV, HEV ou PHEV).

À l'issue de nos simulations, il ressort un spectre assez large de progression de la consommation de cuivre par année. Nous ne retiendrons que les hypothèses moyennes, afin de jauger de leur impact potentiel sur le marché de ce métal. Rappelons que l'ensemble des solutions calculées correspondent déjà à une saturation de la capacité de production de batterie mondiale, ce qui reste une estimation haute.

### Estimation de la demande maximum de cuivre Secteur automobile électrique de 2018 à 2021



Source : OFIAM

En moyenne, la hausse de la demande générée par le développement du véhicule électrique représente entre 3 % et 5 % de la production annuelle de cuivre raffiné en 2017. Des montants importants, mais qui restent absorbables par le marché. Il n'est cependant pas exclu que cette demande supplémentaire implique une hausse des prix du métal rouge, afin de stimuler l'investissement dans de nouveaux projets capables de répondre à la hausse de cette demande. Celle-ci a d'ailleurs déjà commencé...

**Les volumes de cuivre nécessaires au développement du véhicule électrique restent relativement faibles au regard de la production totale du métal rouge. Cependant, à court terme et dans un contexte déjà très tendu en raison des renégociations salariales attendues chez certains des plus gros producteurs mondiaux (lire ici), ce surcroît de demande pourrait ajouter à la volatilité des prix du cuivre.**

## 6. AUTRES MÉTAUX ET COMPOSANTS

**Un certain nombre d'autres matières premières sont concernées, mais avec des problématiques plus marginales.**

**Le graphite**, tout d'abord, qui constitue l'anode de la batterie. Sur ce point, l'analyse du M.I.T. se veut très rassurante (lire ici, page 233). En effet, cette ressource est prédominante sur la croûte terrestre. Par ailleurs, l'indice d'épuisement statique de cette ressource, c'est-à-dire le nombre d'années de réserves existant sur la planète au rythme d'extraction actuel, a beaucoup augmenté ces dernières années.

Le graphite a aujourd'hui beaucoup d'utilisations différentes, de la fabrication d'acier à celle de batteries. Cette diversité de la demande implique que l'utilisation de graphite naturel pour la fabrication de batteries ne représentait que 2 % de la consommation totale en 2013. Toutefois, le graphite utilisé pour la fabrication des batteries est celui qu'on trouve sous la forme de flocons (« flake » en anglais). Sur ce produit spécifique, il semble que la demande pour les batteries soit passée d'une part de 9 % en 2012, à 19 % en 2015 (lire ici).

Si cela pourrait créer des points de tension, des réponses sont néanmoins possibles. D'abord, parce qu'il existe un potentiel d'accroissement de la production mondiale. Si celle-ci est aujourd'hui concentrée en Chine, qui représente 65 % de la production mondiale, des gisements importants ont également été localisés en Inde, au Brésil et sur le continent africain. Des explorations et des développements sont également en cours aux États-Unis. La bonne distribution géographique de la ressource devrait permettre une exploitation diversifiée, sans risque d'accaparement par une nation de cette ressource stratégique. Les nouvelles exploitations pourront être financées par l'augmentation de la demande.

Par ailleurs, le graphite peut également être créé de façon synthétique. Même si cette solution est plus chère (jusqu'à 50 % de plus que pour le graphite naturel), elle présente l'avantage de pouvoir répondre rapidement aux besoins en cas d'ajustement du prix. Par ailleurs, cette source est beaucoup plus diversifiée, avec notamment une production de graphite synthétique de 130 000 tonnes par an aux États-Unis (équivalent à 20 % de la production mondiale de graphite naturel).

La solution d'électrolyte est également un composant important d'une batterie. Les solutions les plus communément utilisées sont à base de **sel de lithium** (d'où le nom de batteries lithium-ion), dissous dans un solvant, et prennent différentes formes chimiques (LiPF<sub>6</sub>, LiBF<sub>4</sub>...). Le marché, largement dominé par des sociétés asiatiques (la Chine, le Japon et la Corée représentent 92 % du marché) représentait 62 000 tonnes en 2015. Mais les capacités de production sont loin d'être saturées, avec des taux d'utilisation de l'ordre de 50 % en Asie et de moins de 10 % aux États-Unis et en Europe. À l'échelle de cette étude, il est donc peu probable que ce facteur de production des batteries constitue une limite.

Enfin, reste à évaluer l'impact que le développement de la voiture électrique pourra avoir sur la consommation de **platinoïdes** (PGM), que sont **le platine et le palladium**. Ces deux métaux sont utilisés en faible quantité, mais sont indispensables à la fabrication des pots catalytiques.

En ce sens, l'avènement du véhicule électrique pourrait engendrer une forte baisse de la demande pour ces deux métaux. Toutefois, comme nous l'écrivions déjà dans notre note de juillet 2016 ([lire ici](#)), si un véhicule 100 % électrique n'a pas de pot catalytique, un véhicule hybride (PHEV ou HEV) en est toujours équipé. Or, sur ce type de véhicule, le passage fréquent du moteur thermique au moteur électrique entraîne une hausse importante des démarrages à froid, rendant nécessaire l'utilisation de davantage de platinoïdes afin d'augmenter le pouvoir de traitement des fumées ([lire ici, page 23](#)). Pour mémoire, nous estimons que l'on consomme environ 100 000 onces (environ 311 kg) de platinoïdes pour 1 million de véhicules à combustion ([lire ici, page 4](#)). Le palladium est essentiellement utilisé pour la fabrication des pots d'échappement des véhicules essence, le platine pour les véhicules diesel.

Selon nos estimations, en prenant l'hypothèse la plus optimiste de développement du véhicule 100 % électrique à horizon 2021, le décalage maximum de demande sur le marché des platinoïdes évolue de 1,5 % aujourd'hui à 2,5 % en 2021. Étant donné que le marché des platinoïdes est en déficit, aussi bien sur le platine que sur le palladium, la situation devrait rester tendue. Elle pourrait même se tendre davantage sur le palladium car, en réalité, la majorité des véhicules hybrides devrait utiliser des motorisations essence. Ceci est lié au fait que les moteurs diesel sont plus lourds, plus chers et plus efficaces sur de longues périodes d'utilisation que lors de multiples redémarrages.

## Réduction de la demande de platinoïdes induite par le développement du véhicule électrique

Année	Nombre de véhicules électriques maximum	Réduction de la consommation de PGM (en tonnes)	Part de la demande de PGM (Pt + Pa)
2018	2 800 000	8,7	1,51 %
2019	3 100 000	9,6	1,68 %
2020	3 850 000	12,0	2,08 %
2021	4 600 000	14,3	2,49 %

Source : OFI AM

Par ailleurs, s'il devait y avoir un ralentissement plus marqué sur la demande de platine que sur celle de palladium, cela pourrait avoir des effets induits non négligeables. En effet, le palladium est très souvent, dans les exploitations minières, un coproduit du platine. Aussi, si la baisse du prix du platine devait amener à une réduction de la production minière, celle-ci rejaillirait sur le palladium et pourrait faire monter brutalement son prix. Dans ces conditions, les constructeurs automobiles auraient la possibilité d'envisager de substituer le palladium... par du platine.

En effet, si l'industrie préfère aujourd'hui le palladium au platine, c'est uniquement en raison d'un rapport prix/efficacité plus intéressant que le platine. Mais si le prix du palladium devait durablement s'établir au-dessus de celui du platine, les fabricants automobiles pourraient décider de modifier leurs chaînes de montage et d'utiliser le platine dans les véhicules essence. À noter qu'un tel changement prendrait 18 à 24 mois avant d'être opérationnel, compte tenu des délais de recherche et développement et des démarches d'homologation nécessaires.

Pour toutes ces raisons, ces deux métaux devraient connaître une demande relativement stable d'une part, même s'ils pourraient connaître une tension sur leur prix du fait d'une disponibilité toujours limitée (le palladium est en déficit constant depuis 6 ans maintenant).

**La disponibilité des autres composants de la batterie des véhicules électriques, graphite et solution électrolyte, fait qu'ils ne sont pas de nature à constituer une menace au développement de ce type de véhicule.**

**De leur côté, les platinoïdes ne devraient pas, à court terme, souffrir du développement de la voiture électrique, les besoins plus élevés pour les véhicules hybrides compensant la perte liée aux véhicules 100 % électriques.**

## Conclusion

**La voiture électrique est, pour beaucoup, l'un des enjeux majeurs de la mobilité de demain. Avec une part de marché qui ne peut, techniquement, dépasser les 5 % à horizon 2021 sur le marché automobile, l'impact pour les principaux métaux nécessaires à la fabrication de ces véhicules devrait rester gérable.** À l'exception du cobalt, qui pourrait connaître de vraies tensions d'approvisionnement dès les prochaines années, l'offre des autres métaux devrait, elle, pouvoir être satisfaite sans trop de heurts. La situation pourrait en revanche entraîner une légère tension sur le prix du nickel de qualité et le cuivre.

Surtout, **cette augmentation de la demande est de nature à augmenter la volatilité du prix des métaux concernés.** En effet, avec un équilibre de plus en plus difficile à maintenir, le moindre incident sur la production pourrait entraîner une flambée des prix à court terme. Ce pourra notamment être le cas sur le marché du cuivre, où de nombreuses compagnies (environ 30 % de la production mondiale est concernée) doivent cette année renégocier les conditions salariales de leurs employés, dans un contexte difficile de remontée des prix.

**Au-delà de la problématique de la mobilité électrique, la question de la disponibilité de certains métaux,** qualifiés de rares et indispensables à la nécessaire transition énergétique, **sera sans doute dans les années à venir au cœur de tractations politiques et commerciales** qui pourraient redessiner les accords commerciaux en vigueur (à ce sujet, voir le livre de Guillaume Pitron, « La guerre des métaux rares, la face cachée de la transition énergétique et numérique »).



---

**Ce document d'information est destiné exclusivement à des clients non professionnels au sens de la Directive MIF.** Il ne peut être utilisé dans un but autre que celui pour lequel il a été conçu et ne peut pas être reproduit, diffusé ou communiqué à des tiers en tout ou partie sans l'autorisation préalable et écrite d'OFI Asset Management. Aucune information contenue dans ce document ne saurait être interprétée comme possédant une quelconque valeur contractuelle. Ce document est produit à titre purement indicatif. Il constitue une présentation conçue et réalisée par OFI Asset Management à partir de sources qu'elle estime fiables. Les perspectives mentionnées sont susceptibles d'évolution et ne constituent pas un engagement ou une garantie. OFI Asset Management se réserve la possibilité de modifier les informations présentées dans ce document à tout moment

et sans préavis. OFI Asset Management ne saurait être tenue responsable de toute décision prise ou non sur la base d'une information contenue dans ce document, ni de l'utilisation qui pourrait en être faite par un tiers. Les liens vers des sites web gérés par des tiers, présents dans ce document ne sont placés qu'à titre d'information. OFI Asset Management ne garantit aucunement le contenu, la qualité ou l'exhaustivité de tels sites web et ne peut par conséquent en être tenue pour responsable. La présence d'un lien vers le site web d'un tiers ne signifie pas qu'OFI Asset Management a conclu des accords de collaboration avec ce tiers ou qu'OFI Asset Management approuve les informations publiées sur de tels sites web.

Achevé de rédiger le 20 février 2018.

**OFI ASSET MANAGEMENT** • Société de gestion de portefeuille • RCS Paris 384 940 342 • Agrément N° GP 92-12  
S.A. à Conseil d'Administration au capital de 42 000 000 euros • APE 6630Z • FR 51384940342

---

## NOS FILIALES



Retrouvez les publications  
sur notre site

[www.ofi-am.fr](http://www.ofi-am.fr)

