JOURNÉE TECHNIQUE





Batteries : comment les recycler ou leur donner une seconde vie ?

Criticité des métaux présents dans les batteries Li-ion (Cobalt, Lithium, Nickel, Manganèse)

Gaétan LEFEBVRE, BRGM

www.jt-batteries.record-net.org

21 MAI 2019 PARIS



Criticité des métaux présents dans les batteries Li-ion

Journée technique ADEME-RECORD

Paris, 21 mai 2019

Gaétan Lefebvre

La notion de métal critique – quelques définitions



Métal rare

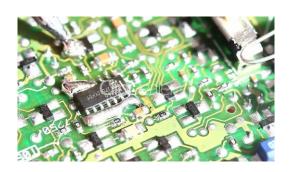
- point de vue géologique : métal dont l'abondance moyenne et/ou la capacité à se concentrer en gisements dans la croûte terrestre est faible
- point de vue industriel : métal peu employé dans un secteur industriel grand public ou en très faibles quantités

Métal stratégique

• métal indispensable à la politique économique d'un État, à sa défense, à sa politique énergétique ou à celle d'un acteur industriel spécifique (ex : uranium en France)

Métal critique

 Métal aux propriétés remarquables pouvant entraîner des impacts industriels ou économiques négatifs importants liés à un approvisionnement difficile, sujet à des aléas







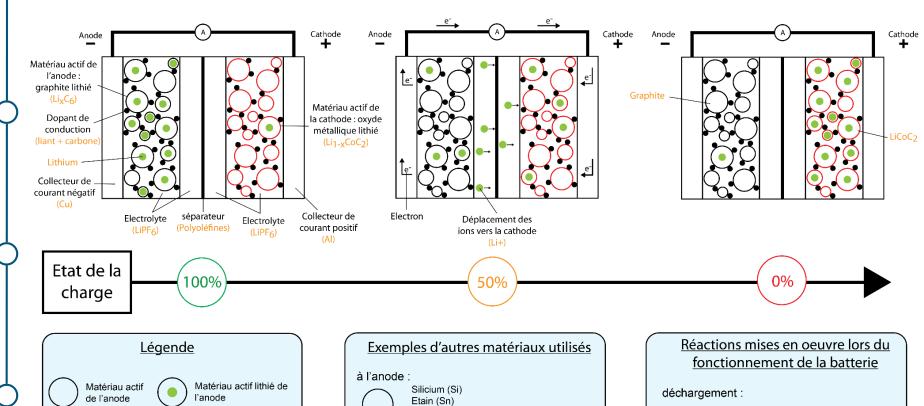


Ces trois notions peuvent parfois se recouper...

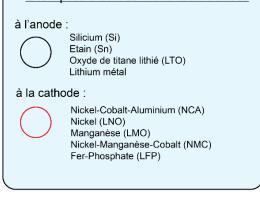
Métaux de la mobilité électrique : batteries Li-ion

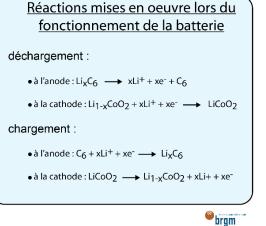


Principe de fonctionnement d'une batterie lithium-ion lors de la décharge, exemple d'une LCO (lithium cobalt oxyde)



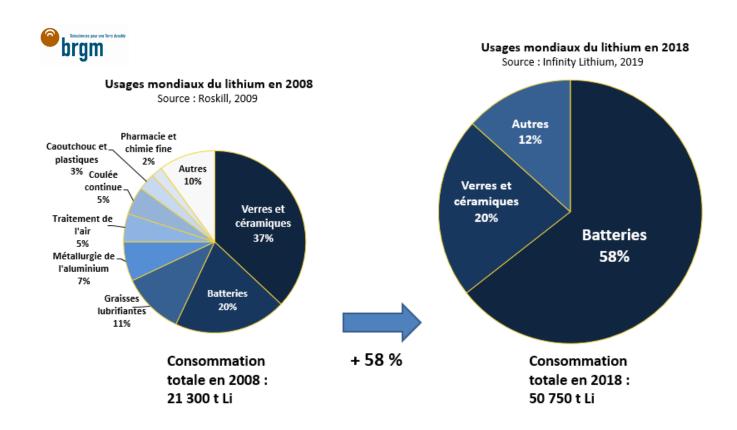




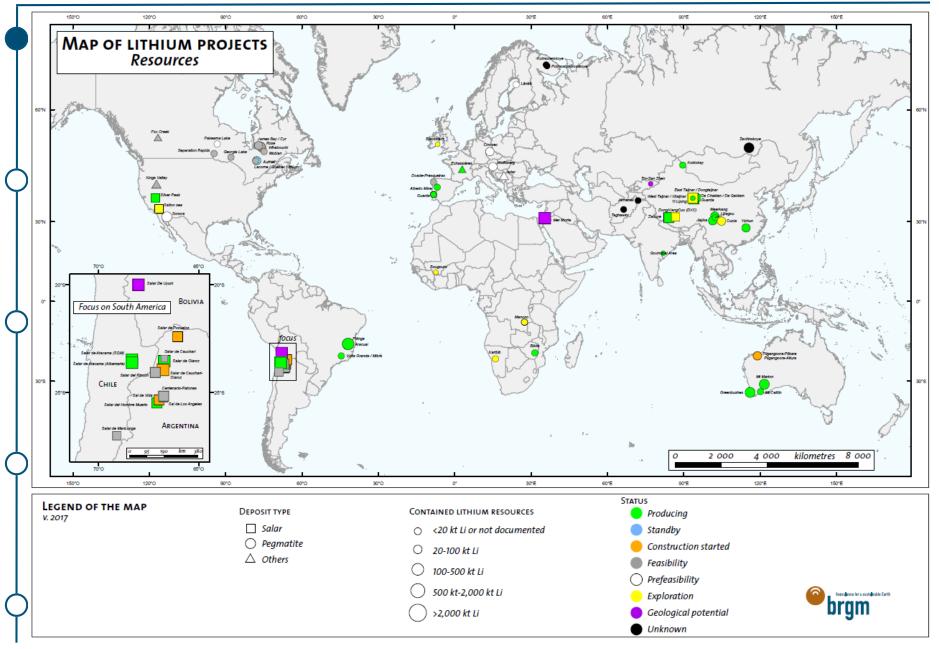




- En 10 ans, la demande mondiale en lithium a plus que doublé
- En 2008, 20 % destinée aux batteries contre 58 % en 2018, soit ~29 500 t Li contenu
- En 2025, la demande européenne sera(it) équivalente à la production mondiale 2013

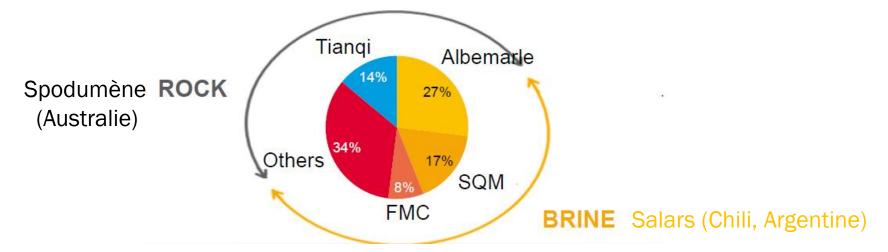




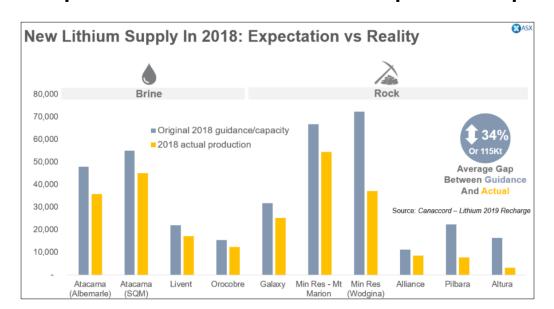




5 producteurs contrôlent 90 % du marché à partir de 2 sources minières :

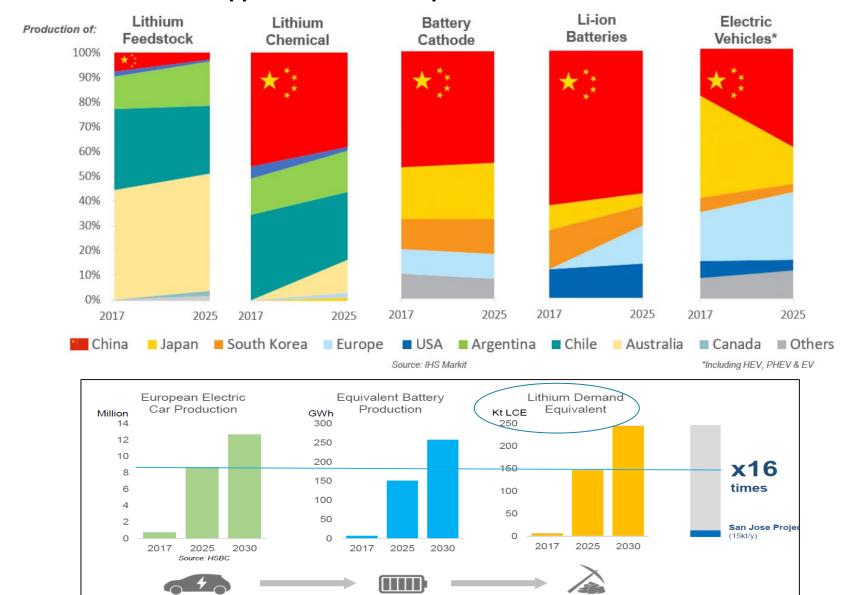


 Malgré un nombre importants de projets, beaucoup peuvent connaitre des difficultés techniques et financières liées à la complexité des procédés en jeu





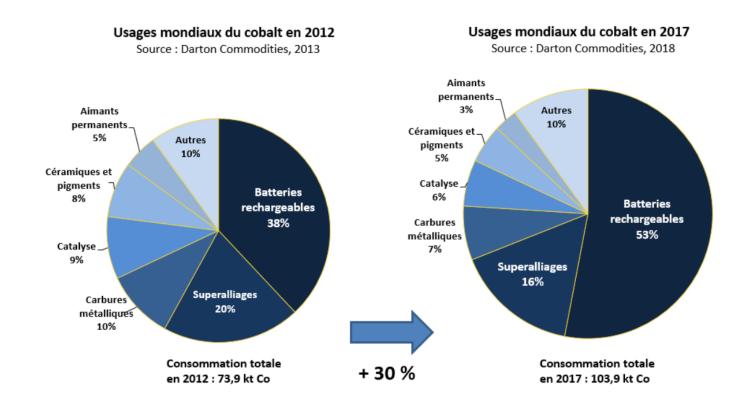
 La criticité est liée au contrôle des différentes étapes de la chaine de valeur et à la sécurisation des approvisionnements pour les acteurs en aval



Criticité et enjeux du marché du cobalt



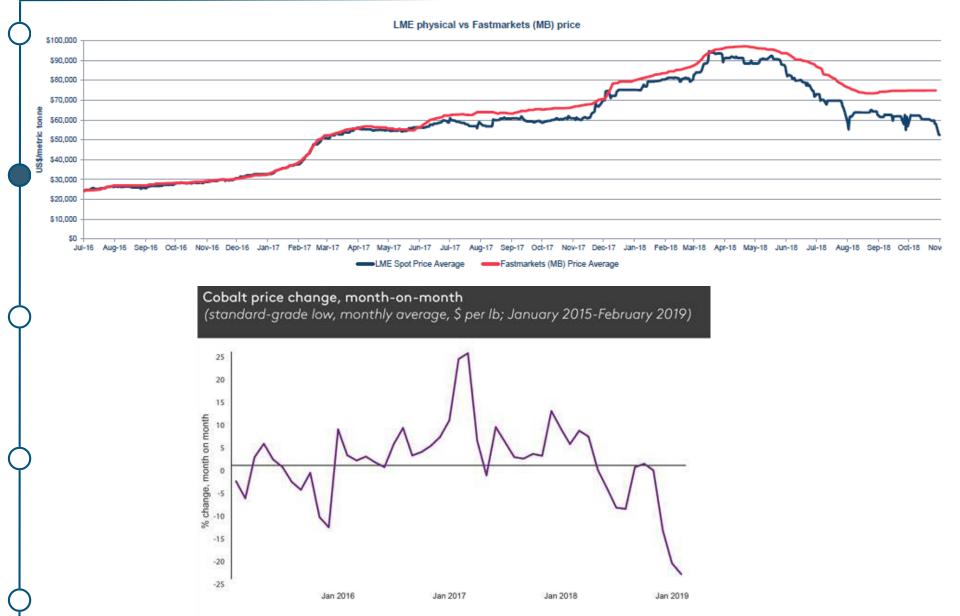
- La demande pour le secteur des batteries entraine des compétitions d'usages
- Substituabilité réduite du cobalt dans la cathode (assure stabilité et longévité)
- Faible nombre d'acteurs sur l'ensemble de la chaine de valeur : volatilité des prix



Source: www.mineralinfo.fr/ecomine/structure-traditionnelle-marche-cobalt-bouleversee-besoins-mobilite-electrique

Criticité et enjeux du marché du cobalt



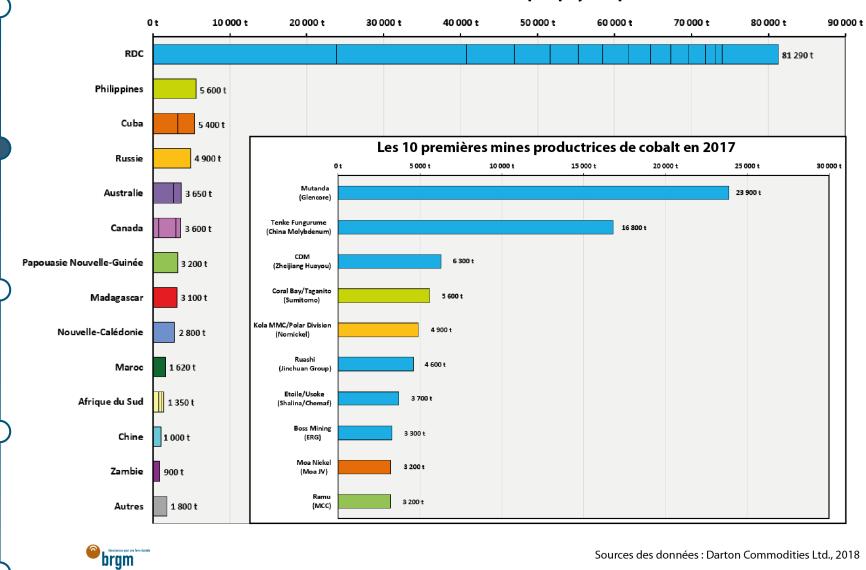


Source: LME, Fastmarkets

Criticité et enjeux du marché du cobalt





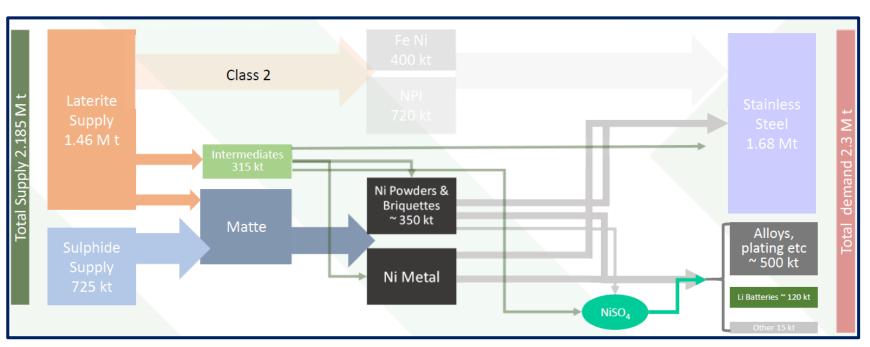


Sources des données: Darton Commodities Ltd., 2018

Criticité et enjeux du marché du nickel



- Production Ni mondiale 2018 : 2,2 Mt dont 80% destinée aux aciers inoxydables/ alliages / revêtements (nickelage)
- Part des sulfates de nickel pour batteries : < 5 % (120 kt)</p>
- Enjeu majeur : Toutes les sources de Ni ne peuvent pas être utilisées de façon économique pour la production de NiSO₄



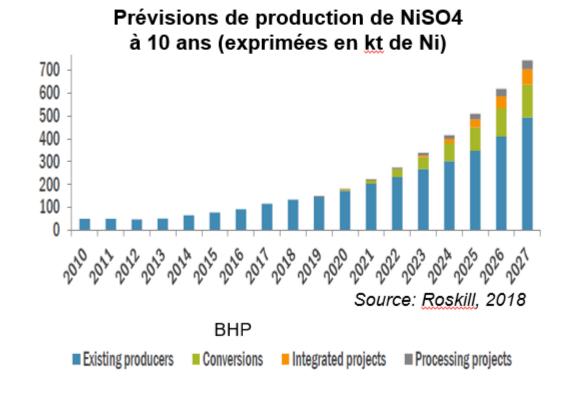
Sources: NorNickel, Roskill, Wood Mackenzie, 2019

Criticité et enjeux du marché du nickel



 Enjeu majeur : Toutes les sources de Ni ne peuvent pas être utilisées de façon économique pour la production de NiSO₄





Criticité et enjeux du marché du manganèse



OFFRE

Production minière mondiale de Mn : 18,7 Mt en 2017

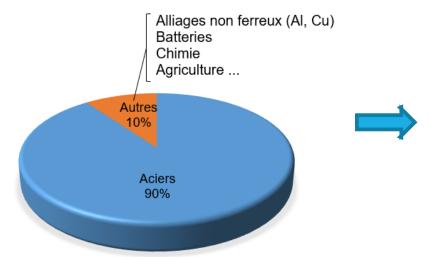
DEMANDE

Sidérurgie: 90% de la consommation mondiale

- Mn est utilisé en tant qu'alliages (Silico-Mn et Ferro-Mn);
 Mn confère/améliore certaines propriétés mécaniques (dureté, résistance à l'abrasion etc.): 70%
- Désulfuration et désoxydation des aciers : 30%

Autres: 10%

Usages du manganèse



Source: International Manganese Institute, 2018

Mn est utilisé sous forme de :

- Alliages de Mn
- Ferromanganèse
- Silicomanganèse
- Mn métal : EMM
- Dioxyde de Mn (MnO₂) : EMD
- Sulfate de Mn (MnSO₄)

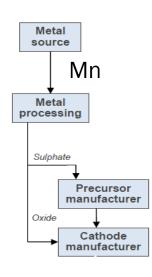
Criticité et enjeux du marché du manganèse



- Batteries: En 2017 environ 400 kt de MnO₂ (EMD) soit 2% de la production mondiale
- Mn comme matériau de cathode
 - Piles alcalines zinc-dioxyde (66% des usages)
 - Piles salines zinc-carbone (type Leclanché)
 - Li-ion:
 - LMO (Oxyde de Li-Mn): 65 % en masse
 - NMC (Oxyde de Ni-Mn-Co) : Li(NiMnCo)O₂), entre 6 % et 19 % de manganèse en masse en fonction de la configuration
- Criticité au niveau de la pureté du manganèse utilisé (MnO₂ ou MnSO₄)

Cathodes NMC:

- Les producteurs de cathodes et de matériau précurseur achètent :
- soit de l'EMM (métal) de haute pureté (HPEMM) pour produire du MnSO₄
- soit directement du MnSO4 (seuls qq producteurs mondiaux)



Criticité et enjeux du marché du manganèse



Exemples d'utilisation du Mn dans différents modèles et technologies









C	_	_					11
	n	\mathbf{a}	•		ж	\mathbf{c}	П
~		-	v	v	w	•	.,

Battery Pack Size:	60 kWh	
Battery Manufacturer:	LG Chem	
Cathode Material:	NMC 1-1-1	
Mn Sulfate Content:	87 KG	
Mn Metal Content:	28 KG	

BMW i3

Battery Pack Size:	42 kWh
Battery Manufacturer:	Samsung SDI
Cathode Material:	NMC 1-1-1
Mn Sulfate Content:	61 KG
Mn Metal Content:	20 KG

BAIC EC 200

Battery Pack Size:	36.8 kWh
Dattery Fack Size.	30.0 KWII
Battery Manufacturer:	CATL
Cathode Material:	NMC 5-3-2
Mn Sulfate Content:	53 KG
Mn Metal Content:	17 KG

Jaguar iPace

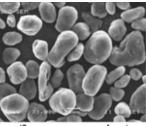
Battery Pack Size:	90 kWh
Battery Manufacturer:	LG Chem
Cathode Material:	NMC 1-1-1
Mn Sulfate Content:	131 KG
Mn Metal Content:	43 KG



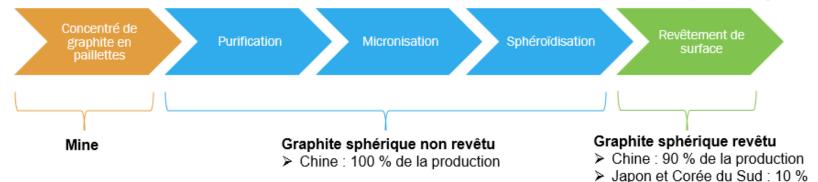
Criticité et enjeux du marché du graphite



- De la mine à l'anode : 104 kt en 2016 (soit ~10 % du marché total)
 - Processus long et coûteux
 - Graphite sphérique : amélioration des performances de l'anode



(Source : www.cnsungraf.com)



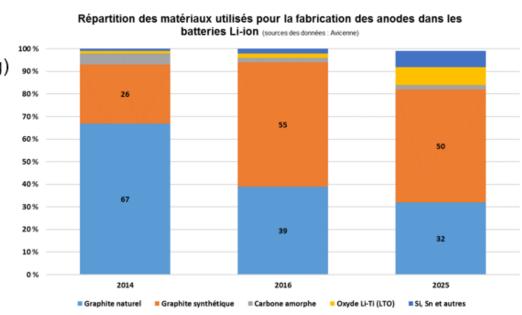
Graphite naturel

- Prix avantageux (moy. 2016 : 7,5 \$/kg)
- Impact environnemental moindre
- Paillettes haute pureté

Graphite synthétique

- Prix élevés (moy. 2016 : 13 \$/kg)
- Pureté supérieure
- Meilleures sécurité et durée de vie

→ Compétition et équilibre des marchés



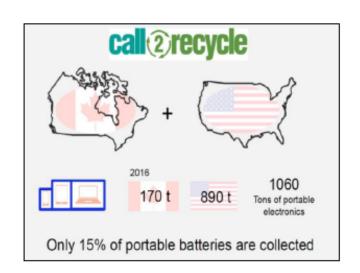
Recyclage des batteries Li-ion : état des lieux



- En 2018, seules 5 à 7% des batteries Li-ion en fin de vie sont estimées être recyclées (Source : Shmuel de Leon, Battery Recycling report 2018)
- Le principal défi identifié est la collecte. Plusieurs situations :
 - L' unité de traitement d'Umicore par pyrométallurgie en Belgique ne peut fonctionner en permanence du fait de stocks insuffisants. Recyclage différencié par types de batteries (pureté / rentabilité)
 - Au Canada/Etats-Unis : collecte médiocre par le système call2recycle pour les appareils électroniques
 - En Europe : La Directive Batteries de 2006 est jugée insufisamment ciblée sur les Li-ion.

The Batteries Directive defines several criteria:

- Collection obligation for portable batteries: 45%
- Take back obligation for industrial and automotive (landfill and incineration forbidden, implying a 100% take-back is mandatory)
- Recycling Efficiency target per technology (applicable to all portable, industrial and automotive batteries):
 - 1. Lead acid batteries 65% in weight
 - 2. Nickel-cadmium batteries 75% in weight
 - 3. Other technologies/chemistries 50% in weight.



L'enjeu principal est celui des réglementations incitatives !



Merci de votre attention