

FONCTIONNEMENT D'UNE BATTERIE LITHIUM-ION

Une batterie lithium-ion est constituée de deux électrodes (l'anode et la cathode), qui baignent dans un gel que l'on nomme électrolyte. La cathode contient du lithium et l'anode est constituée pour sa part essentiellement de graphite dans la plupart des cas. Le lithium est utilisé car il combine faible poids, faible encombrement et potentiel électropositif très élevé.

Lorsque l'anode et la cathode sont reliées à une charge, le moteur se met en marche, les électrons se dirigent dans le circuit électrique de l'anode vers la cathode et forment alors un courant électrique. Les atomes de lithium qui ont cédé un électron ne sont plus entiers : ils deviennent des ions lithium positifs, ce qui donne son nom au type de batterie. Ils quittent alors l'anode et rejoignent l'électrolyte.

Lorsque les électrons rejoignent la cathode, la polarité change et l'équilibre se rétablit avec l'arrivée des ions lithium positifs venus de l'électrolyte, attirés par les charges négatives des électrons. C'est ainsi que la batterie se décharge. Lors de la recharge en revanche, les électrons doivent faire le chemin inverse, c'est-à-dire aller de la cathode vers l'anode.

Chaîne de valeur du lithium dans les batteries

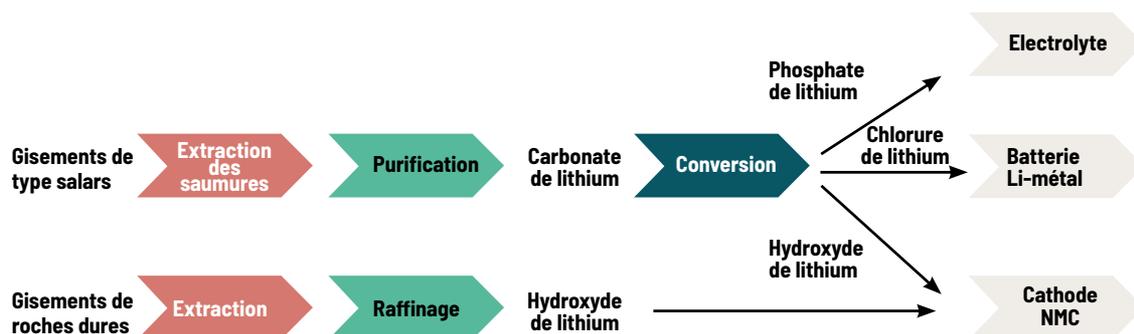
Les circuits de production traditionnels ont dû se transformer pour s'adapter à la nature et à la qualité des produits requis pour les batteries, que sont les carbonates et hydroxydes de lithium avec un haut niveau de pureté (99 %). En outre, l'évolution technologique du secteur des batteries influe sur la répartition de la demande entre hydroxyde et carbonate. L'hydroxyde de lithium (LiOH) est utilisé de manière prépondérante pour des batteries de type NCA (Nickel-Cobalt-Aluminium) ainsi que pour les NMC (Nickel-Manganèse-Cobalt) à haute teneur en Nickel. Le carbonate de lithium (Li_2CO_3) est quand à lui principalement utilisé pour des batteries de type LFP (Lithium-Fer-Phosphate). Dès 60 % de nickel contenu dans la cathode, la température requise pour la synthèse des matériaux de batterie augmente. L'utilisation de LiOH permet alors de compenser et de diminuer la température de cette synthèse, ce qui améliore la stabilité et le nombre de cycles

de la batterie. Le carbonate de lithium reste privilégié pour les batteries de type LFP¹.

Le carbonate de lithium* (Li_2CO_3) ayant été la forme la plus courante des produits lithium pour batterie, les quantités de lithium sont très souvent reportées en tLCE (tonnes équivalent carbonate de lithium). Il est à noter qu'une tLCE contient 0,2 tLi. L'hydroxyde de lithium est produit soit directement à partir de lithium de roches dures, soit à partir de saumures mais en passant nécessairement par l'étape carbonate de lithium. Enfin le lithium est également utilisé pour l'électrolyte, principalement sous forme d'hexafluorophosphate de lithium (LiPF_6), obtenu à partir de carbonate de lithium.

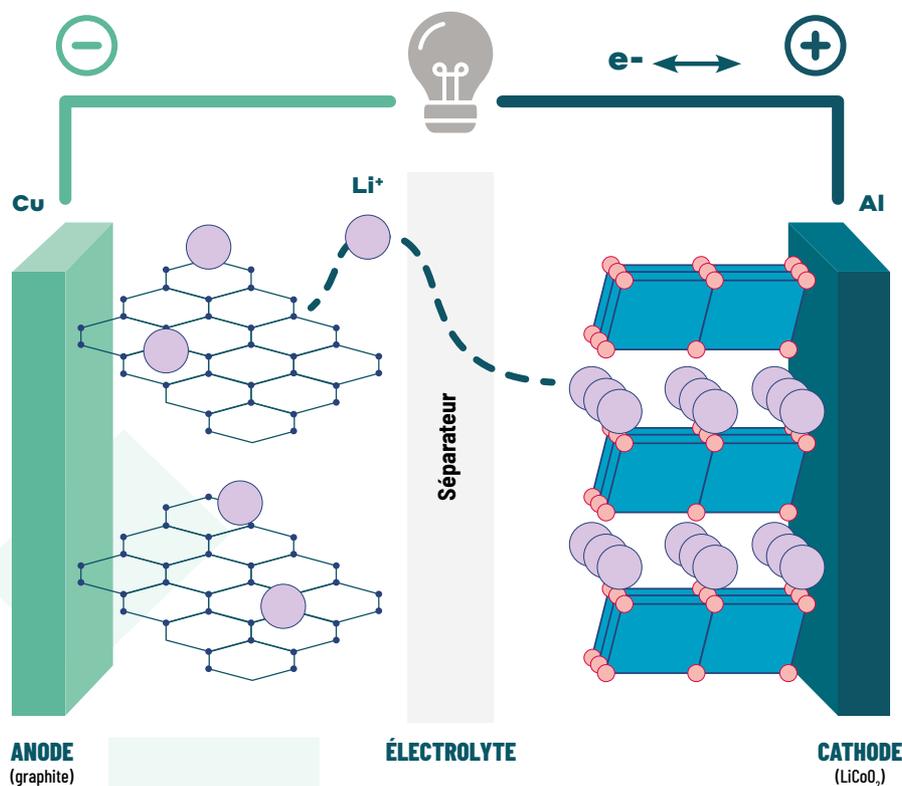
¹ cf. chapitre 9.1

COMPOSÉS INTERMÉDIAIRES ET PRINCIPALES APPLICATIONS BATTERIES DES DEUX GRANDES SOURCES DE LITHIUM



Source : https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/rapport_cgdd_01_mobilite_bas_carbone_fevrier2022.pdf

LE FONCTIONNEMENT D'UNE BATTERIE LITHIUM-ION



Les ions lithium se déplacent de l'anode vers la cathode pendant la décharge, et de la cathode vers l'anode pendant la charge. De la même manière, les électrons circulent à travers le circuit externe.

Source : <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ja3091438>

Avantages et inconvénients des batteries lithium-ion

AVANTAGES

Légereté : Les batteries au lithium sont légères par rapport à d'autres types de batteries, ce qui les rend idéales pour les applications mobiles telles que les téléphones portables, les ordinateurs portables et les véhicules électriques.

Haute densité énergétique : Les batteries au lithium ont une densité énergétique élevée, ce qui signifie qu'elles peuvent stocker une grande quantité d'énergie par unité de poids et de volume.

Faible autodécharge : Les batteries au lithium ont une faible autodécharge par rapport à d'autres types de batteries, ce qui signifie qu'elles conservent leur charge pendant une plus longue période sans être utilisées.

Durée de vie utile : Les batteries lithium-ion ont généralement une longue durée de vie utile, surtout si elles sont bien entretenues et utilisées correctement.

Recharge rapide : Les batteries au lithium peuvent être rechargées relativement rapidement par rapport à d'autres types de batteries.

INCONVÉNIENTS

Coût : Les batteries au lithium peuvent être coûteuses à produire en raison du coût élevé des matières premières et de la technologie de fabrication avancée.

Sécurité : Les batteries au lithium peuvent présenter des risques de sécurité, notamment en cas de surchauffe, de surcharge ou de court-circuit. Cela peut conduire à des incidents tels que des incendies ou des explosions.

Disponibilité des ressources : La production de batteries au lithium dépend des ressources en lithium, et des inquiétudes ont été exprimées quant à la disponibilité future de ces ressources, bien que de nouveaux gisements aient été découverts.

Problème de recyclage : La collecte des batteries usagées n'est pas encore suffisamment développée, le modèle n'est donc pas viable économiquement pour l'instant en raison du manque de matières premières. Des efforts sont déployés pour développer des méthodes plus efficaces de recyclage.

Dégradation avec le temps : Bien que les batteries lithium-ion aient une longue durée de vie, leur performance peut diminuer avec le temps, en particulier si elles sont soumises à des cycles de charge et de décharge fréquents.

La durée de vie d'une batterie lithium-ion dépend de plusieurs facteurs : qualité, conditions de charge/décharge, profondeur de charge/décharge (C-rate), conditions de stockage et conditions de conduite lors de son utilisation (météo, état des routes, type de véhicules, autonomie, etc.).

Le poids du lithium dans une batterie

Les batteries lithium-ion recouvrent de nombreuses technologies, dont la plupart utilisent du graphite, du cobalt, du nickel, du manganèse et du lithium en quantités variables. La tendance de la R&D est une augmentation de la densité massique d'énergie et une part importante des investissements porte sur des moyens de production pour des batteries NMC (nickel-manganèse-cobalt).

Le poids du lithium dans la batterie d'une berline électrique peut varier en fonction de plusieurs facteurs, tels que la capacité de la batterie et la technologie utilisée. Les

batteries des voitures électriques modernes utilisent souvent des cellules lithium-ion et offrent une densité d'énergie plus élevée que d'autres types de batteries.

En général, pour avoir une estimation du poids du lithium dans une batterie, on peut considérer la capacité de la batterie en kilowattheures (kWh). Une batterie typique de voiture électrique peut avoir une capacité de plusieurs dizaines de kWh. Le lithium-ion a un rapport poids énergie d'environ 0,3 à 0,4 kg/kWh, donc il est possible d'estimer le poids du lithium en multipliant la capacité de la batterie par le rapport poids/énergie.

