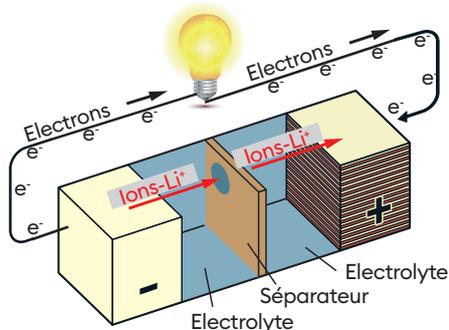


Electrolyte

Dans une batterie lithium-ion, les électrons doivent traverser le circuit et les ions doivent traverser l'électrolyte à l'intérieur de la batterie. La conductivité de l'électrolyte doit donc être la plus élevée possible pour les ions et la plus faible possible pour les électrons.



L'électrolyte permet la circulation des ions mais empêche la conduction des électrons.

Conducteur de 2^e classe

Les métaux et le graphite sont des conducteurs de première classe. Ils ont des électrons qui ne sont que faiblement liés et peuvent se déplacer. Les conducteurs ioniques, c'est-à-dire les matériaux solides ou liquides qui contiennent des ions mobiles, appartiennent aux conducteurs de 2^e classe. Leur conductivité est inférieure à celle des conducteurs métalliques connus.

L'électrolyte d'une batterie doit répondre à diverses exigences. Ceci comprend :

- stabilité chimique. L'électrolyte ne doit pas réagir avec les électrodes et provoquer de la corrosion.
- bonne conductivité ionique. La conductivité des ions doit être élevée sur une large plage de températures.
- isolant pour les électrons. Le flux d'électrons entre les deux électrodes ne peut s'effectuer qu'à travers le consommateur.
- bonne résistance à la température. L'état d'agrégation doit rester le même dans toute la zone d'utilisation.
- haute sécurité. Idéalement, l'électrolyte est non toxique, ininflammable et ne crée pas de pression dans la batterie lorsqu'il est chauffé.
- faible coût. La production en grande série doit être aussi simple et peu coûteuse que possible.
- écologique. L'extraction des matières premières et le recyclage ou l'élimination doivent être respectueux de l'environnement.

Pour atteindre une norme minimale pour les batteries au lithium, les États-Unis ont fixé les critères suivants pour l'électrolyte : tension stable à 5 V, point d'éclair supérieur à 100 °C, pureté supérieure à 99,99 %, coût inférieur à 10 \$/kg, conductivité à -30 °C plus de 4 mS/cm et à 30 °C plus de 12 mS/cm, pression de vapeur à 30 °C maximum 1 mmHg, et une viscosité à -30 °C maximum 20 cP.

Hexafluorophosphate de lithium

Dans presque toutes les batteries lithium-ion, le sel conducteur hexafluorophosphate de lithium ($LiPF_6$) est utilisé, il est dissous dans un mélange de solvants non aqueux composé principalement de carbonates organiques. Divers additifs sont ajoutés pour améliorer les propriétés. La bonne conductivité électrique de cette solution compense l'inconvénient qu'une réaction de décomposition ait lieu au-dessus d'environ 160 °C et que du fluorure d'hydrogène dangereux soit libéré en cas d'incendie ou au contact de l'eau. La recherche s'intéresse donc intensément à d'autres sels, tels que des composés à base de bore et de soufre.



L'hexafluorophosphate de lithium ($LiPF_6$) est une poudre blanche utilisée comme sel conducteur dans la plupart des électrolytes des batteries au lithium.

Les solvants couramment utilisés sont le carbonate d'éthylène (EC), le carbonate de propylène (PC), le carbonate de diméthyle (DMC) et le carbonate de diéthyle (DEC). Chaque fabricant de batteries a besoin d'un mélange et d'additifs différents pour obtenir l'effet souhaité. La composition exacte de l'électrolyte est donc très spécifique et dépend de l'application.

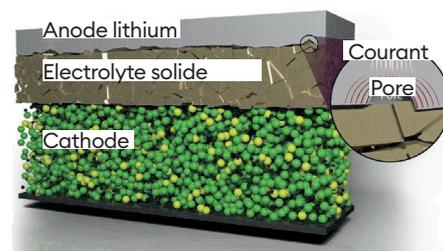
Environ 5 % de l'électrolyte sont des additifs. Leurs tâches principales sont : l'amélioration du comportement à la corrosion, une plus grande sécurité contre le feu, la protection contre le vieillissement et la stabilisation des propriétés chimiques dans toute la plage de température. De plus, l'objectif est d'optimiser la couche SEI (Solid Electrolyte Interface) avec un additif adapté. La couche SEI est une interface passive entre l'électrolyte et l'anode en graphite. Il se forme essentiellement lors de la première charge. D'une part, il empêche le contact direct entre l'anode et le solvant et assure ainsi une plus grande sécurité, d'autre part, il augmente la résistance électrique interne.

Des additifs dits d'arrêt sont également ajoutés à l'électrolyte, qui soit libèrent un gaz lorsque la cellule de la batterie est surchargée, ce qui oblige à son tour un pressostat à interrompre la ligne électrique, soit influence le courant ionique. En général, les électrolytes $LiPF_6$ autorisent une tension de cellule maximale de 4,5 V.

Stockage de la charge

Polymères et électrolyte solide

Les électrolytes polymères sont très similaires aux mélanges de solvants courants. Cependant, le liquide est absorbé comme un gel dans une armature en plastique. Les plastiques utilisés comprennent l'oxyde de polyéthylène (PEO), le polyfluorure de vinylidène (PVDF) et le polyméthacrylate de méthyle (PMMA). Il en résulte une batterie nettement plus stable et plus sûre. Cependant, l'inconvénient est la conductivité plus faible, ce qui a un effet négatif sur les performances. Les batteries de ce type sont appelées batteries au lithium polymère, ou LiPo en abrégé. Les électrolytes solides, également connus sous le nom d'électrolytes à l'état solide (SSE), sont encore plus cohérents. La technologie est connue depuis un certain temps et est utilisée dans les stimulateurs cardiaques et les sondes lambda. Des recherches intensives sont menées sur des applications avec des courants et des capacités plus importants. Un problème est la fabrication de la batterie, car il ne doit pas y avoir de pores entre les électrodes et l'électrolyte solide.



L'électrolyte solide doit être un matériau qui doit très bien conduire les ions. De plus, il ne doit y avoir aucun espace entre les électrodes et l'électrolyte pendant la production, car ceux-ci augmentent la résistance interne.

Les avantages sont évidents. Aucun liquide ne peut s'échapper, aucun incendie ne peut se produire et la formation de dendrites est empêchée. De plus, une anode peut être fabriquée à partir de lithium pur, ce qui augmente considérablement les performances de la batterie. Divers grands fabricants de batteries et de véhicules ont annoncé que les premières applications à grande échelle dans les voitures seraient disponibles à partir de 2025.



En janvier 2022, Dongfeng a présenté 50 véhicules de pré-série avec une batterie au lithium à l'état solide. Le fabricant de la batterie est la société Ganfeng.