

Chaque technologie de batteries est basée sur une composition chimique particulière (matériaux entrant dans la fabrication de la cellule, “recettes de cuisine” élaborées pour fabriquer la cathode, l’anode, le séparateur et l’électrolyte).

Ces technologies présentent des caractéristiques différentes en densité d’énergie, densité de puissance, durée de vie, sécurité, disponibilité), avec également des coûts de fabrication différents, qui sont synthétisées dans le tableau ci-après.

	LTO	LFP	NMC	Plomb	Sodium-ion
Densité énergétique					
Densité de puissance					
Durée de vie					
Sécurité					
Disponibilité					
Coûts					

La technologie sodium-ion apporte une densité de puissance élevée, et donc un temps de charge rapide, une durée de vie 5 à 10 fois plus longue que la majorité des autres technologies, une sécurité renforcée, une bonne disponibilité et performance à froid.

Plus précisément, les spécificités de chaque technologie de batterie sont les suivantes :

#### Batterie plomb

Une batterie au plomb est constituée de cellules appelées accumulateurs délivrant une tension de 2,1 volts (V). La mise en série de ces accumulateurs permet de délivrer une tension plus élevée, typiquement six accumulateurs permettront d’atteindre une tension d’environ 12,6 V, classique pour ce type de batteries.

Les accumulateurs sont quant à eux composés d'une succession de couples d'électrodes négatives et positives sous la forme de plaques ou de grilles de plomb. Des séparateurs microporeux sont intercalés entre chaque couple. L'électrode négative est constituée de plomb (Pb) à l'état de métal, éventuellement allié, tandis que l'électrode positive est constituée de dioxyde de plomb (PbO<sub>2</sub>). L'ensemble baigne dans une solution aqueuse d'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) dilué dans de l'eau (H<sub>2</sub>O) à une concentration située entre 29 et 32 %.

Les batteries Acide-Plomb sont caractérisées par une capacité élevée à délivrer une forte puissance instantanée, elles sont actuellement principalement utilisées dans les applications dites SLI (Starting-Lighting-Ignition), c'est à dire par exemple pour le démarrage des moteurs thermiques ou les différentes fonctions d'éclairage des véhicules.

Le technologie plomb-acide a l'avantage d'être **robuste et peu chère**. Ces batteries ont toutefois une **densité énergétique faible** à environ 30-50 Wh/kg, une **durée de vie courte en nombre de cycles** et une **gestion et maintenance plus difficiles** (elles nécessitent plus d'entretien pour vérifier par exemple le niveau d'électrolyte). Elles sont, par ailleurs, **peu efficaces** en raison de pertes importantes lors des cycles de charge et de décharge. Les filières de recyclage ayant déjà été développées, leurs composants sont pratiquement recyclables à 100%.

### **Batterie Lithium-ion – NMC et NCA**

Le principe repose sur l'échange réversible de l'ion lithium entre une électrode positive et une électrode négative pour créer et stocker de l'électricité. Mais pour cette même technologie, il existe différentes chimies de batteries, qui n'utilisent pas les mêmes matériaux pour les électrodes positives.

Les chimies NMC (nickel-manganèse-cobalt) et NCA (nickel-cobalt-aluminium) utilisent toutes deux du cobalt et du nickel comme base dans la cathode. Et dans une batterie NMC, l'électrode négative utilisée est faite de graphite.

Le nickel est un métal qui permet d'obtenir une grande densité énergétique. Sur des batteries NMC ou NCA, on a une **densité d'énergie de l'ordre de 200 à 250 Wh/kg au niveau de la cellule**. Les batteries qui utilisent cette chimie ont donc une plus grande autonomie, mais leur **coût** est également plus **élevé** par rapport à des batteries utilisant la chimie LFP car le nickel et le cobalt sont deux métaux très coûteux.

Ces batteries peuvent par ailleurs avoir des **emballements thermiques** violents du fait de leur haute densité énergétique et s'avérer dangereuses en cas de perforation. Ces emballements thermiques peuvent être à l'origine d'incendies.

## Batterie Lithium-ion – LFP

Les batteries lithium-fer-phosphate (LFP) ont émergé après les batteries NMC et NCA, pour des raisons économiques. En évitant l'utilisation des métaux les plus onéreux, la chimie LFP permet en effet de **réduire les coûts**, par rapport à une technologie NMC. Cependant, la **densité d'énergie** est **plus faible** dans une batterie LFP (160 à 180 Wh/kg).

## Batterie Lithium Titanate Oxide (LTO)

La batterie Lithium Titane Oxide est une batterie NMC où l'électrode négative est remplacée par une électrode négative LTO à la place du graphite. Les batteries lithium titanate oxide (LTO) se distinguent par une **longue durée de vie** et une **capacité de charge rapide**. Compte-tenu des matériaux utilisés, elle est particulièrement **couteuse**. De plus, elle ne permet de délivrer qu'une **tension nominale maximale** de 2,4 V et la **densité d'énergie** n'est que de 60 à 110 Wh/kg.

Cette technologie est utilisée dans les applications de recharge rapide (e-bus) et certaines applications industrielles (chariots élévateurs), mais elle ne trouve pas sa place dans l'automobile compte-tenu de son coût élevé.

## Batterie Sodium-ion

Le sodium est présent en grandes quantités sur l'ensemble de la planète, pour des coûts de production relativement faibles. La technologie Sodium-ion est une technologie alternative présentant des performances particulièrement adaptées à diverses applications de mobilité électrique, mais également industrielles et domestiques à un coût compétitif et tout en s'affranchissant des coûts et de la disponibilité des matériaux utilisés dans les batteries lithium-ion.

Cette technologie permet de fabriquer des batteries dont la **densité d'énergie moyenne** est comprise entre 100 et 160Wh/kg et une **capacité de charge rapide**. Elle offre une **sécurité plus élevée** liée à un moindre risque d'emballement thermique que les technologies Lithium-ion .