

Accumulateurs au lithium

NI-CD

Un accumulateur nickel-cadmium ou Ni-Cd est un accumulateur électrique rechargeable utilisant de l'hydroxyde de nickel et du cadmium comme électrodes.

À noter : l'appellation NiCad est usuelle, mais erronée, puisqu'un élément chimique s'abrège par une ou deux lettres maximum, mais elle est très employée dans la désignation grand public de ces accumulateurs.

Accumulateurs grand public

En ce qui concerne les accumulateurs grand public (appelés communément piles rechargeables, et nommés accumulateurs portables dans le jargon de la directive européenne 2006/66/CE1 qui encadre les piles et accumulateurs en UE), la technologie Ni-Cd est aujourd'hui relativement dépassée en termes de performance. Par ailleurs, cette technologie d'accumulateurs portables est interdite dans l'Union européenne à la suite de la directive

Accumulateur nickel-cadmium



Accumulateur nickel-cadmium de PSA au Museum Autovision, Altlußheim, Allemagne.

Caractéristiques

Énergie/Poids	40 à 60 Wh/kg
Énergie/Volume	50 à 150 Wh/ℓ
Rendement charge-décharge	70 à 90 %
Auto-décharge	10 % à 20 % /mois
Durée de vie	24 à 36 mois
Nombre de cycles de charge	1500 cycles
Tension nominale par élément	1,2 V

Accumulateurs au lithium

2006/66/CE1. Ces produits sont remplacés par les batteries NiMH, eux-mêmes concurrencés par les batteries Li-ion

NI-MH



Utilisation dans les véhicules hybrides

Batterie Ni-MH de Prius II.

Accumulateur nickel-hydrure métallique



Caractéristiques

Énergie/Poids	30 à 80 Wh/kg
Énergie/Volume	140 à 300 Wh/l
Rendement charge-décharge	66 %
Auto-décharge	10-15 % par mois, 10-15 % durant les premières 24 h
Durée de vie	environ huit ans
Nombre de cycles de charge	500 à 1000
Tension nominale par élément	1,2 V

Accumulateurs au lithium

Les batteries NiMH sont très utilisées dans les voitures hybrides (moteur à combustion + moteur électrique). En effet, malgré des performances en retrait par rapport aux batteries à base de lithium, elles gardent l'avantage de bien supporter de forts courants de charge et de décharge et sont beaucoup plus sûres en cas de surchauffe.

La Toyota Prius et la Honda Civic IMA, par exemple, sont toutes deux équipées d'une batterie Panasonic (Matsushita) NiMH, de 1,3 kWh (39 kg pour la première et de 28 kg pour la seconde). Ces batteries sont prévues pour durer toute la durée de vie du véhicule (garanties 8 ans).

Jusqu'en 2010, les batteries défectueuses sont renvoyées au Japon chez Panasonic, qui se charge du recyclage. Aujourd'hui, celui-ci devrait être effectué en France par la SNAM³, en vertu de l'accord⁴ sur le recyclage des batteries nickel-hydrure métallique (Ni-MH) des véhicules hybrides du groupe Toyota signé le 24 juin 2010 avec Toyota France pour la collecte et le recyclage des batteries nickel-hydrure métallique des véhicules hybrides des marques Toyota et Lexus sur le territoire français. Depuis le mois de juin 2011, le contrat a été étendu à tous les pays de l'Union Européenne. Les batteries en fin de vie sont collectées dans les garages puis recyclées dans les installations situées à Saint-Quentin-Fallavier (Isère) et à Viviez (Aveyron).

Honda Motor Europe a mis en place un programme similaire visant à collecter dans n'importe quel point de vente en Europe et à recycler les batteries NiMH et Li-Ion par le programme assuré par SNAM.

Accumulateurs au lithium

Li-Ion

Une batterie lithium-ion, ou accumulateur lithium-ion, est un type d'accumulateur lithium.



Ses principaux avantages sont une énergie massique élevée (deux à cinq fois plus que le nickel-hydrure métallique par exemple) ainsi que l'absence d'effet mémoire. Enfin, l'auto-décharge est relativement faible par rapport à d'autres accumulateurs. Cependant, le coût reste important et a longtemps cantonné le lithium aux systèmes de petite taille.



Historique

Commercialisée pour la première fois par Sony Energitech en 1991, la batterie lithium-ion occupe aujourd'hui une place prédominante sur le marché de l'électronique portable².

Accumulateurs au lithium

Le prix Nobel de chimie 2019 a été attribué aux inventeurs de la batterie lithium-ion : l'anglais Stanley Whittingham, l'américain John B. Goodenough et le japonais Akira Yoshino. Stanley Whittingham est à l'origine de la toute première batterie Li-ion, conçue dans les années 1970 avec le soutien financier du groupe pétrolier Exxon, inquiet par la crise pétrolière, qui finit par interrompre ses subventions au sortir de cette crise. John Goodenough modifie le prototype de Stanley Whittingham en remplaçant les électrodes en sulfure de tantale par de l'oxyde de cobalt, rendant la batterie au lithium plus efficace et permettant d'envisager une commercialisation. En 1986, le japonais Akira Yoshino la perfectionne en abandonnant le lithium pur dans l'anode, le mélangeant avec du coke de pétrole, ce qui permet à la fois d'alléger la batterie, de gagner en stabilité et en longévité³.

Aspect microscopique

La batterie lithium-ion est basée sur l'échange réversible de l'ion lithium entre une électrode positive, le plus souvent un oxyde de métal de transition lithié (dioxyde de cobalt ou manganèse) et une électrode négative en graphite (sphère MCMB)⁴. L'emploi d'un électrolyte aprotique (un sel LiPF_6 dissous dans un mélange de carbonate d'éthylène, de carbonate de propylène ou de tétrahydrofurane) est obligatoire pour éviter de dégrader les électrodes très réactives.

La tension nominale d'un élément Li-ion est de 3,6 ou 3,7 V (selon la technologie).

Accumulateurs au lithium

Cette équivalence : 1 élément Li-ion = 3 éléments Ni-MH est intéressante car elle permet parfois une substitution (du Li-ion par du Ni-MH uniquement, l'inverse pouvant s'avérer catastrophique). Le Ni-MH est d'une utilisation plus sûre, notamment lors de la charge.

Les problèmes de sécurité imposent d'intégrer un système électronique de protection embarqué (BMS), qui empêche une charge ou décharge trop profonde et permet l'équilibrage des tensions entre éléments dans les batteries constituées de plusieurs éléments en série ; à défaut, le danger peut aller jusqu'à l'explosion de la batterie. Les courants de charge et de décharge admissibles sont aussi plus faibles qu'avec d'autres technologies.

Cependant, certains accumulateurs Li-ion industriels de grande puissance (plusieurs centaines de watts par élément) durent jusqu'à 15 ans, grâce à une chimie améliorée et une gestion électronique optimisée. Ils sont utilisés en aéronautique, dans les véhicules hybrides et électriques, les systèmes de secours, les navires... EDF Énergies nouvelles a mis en service un ensemble de batterie Li-Ion de 20 MWh à McHenry (Illinois) destiné à réguler le réseau haute tension pour le compte de l'opérateur PJM Interconnexion (en)⁵. Les sondes spatiales Galileo par exemple sont équipées de batteries Li-ion prévues pour douze ans. L'utilisation de la technique Li-ion à ces échelles de puissance n'en était qu'à ses débuts dans les années 2000.

(2006 – Explosion note 6, surchauffe)

Accumulateurs au lithium

Li-Po

Accumulateur lithium-ion polymère (Li-Po)

L'électrolyte est un polymère gélifié. L'accumulateur Li-ion polymère utilise un principe de fonctionnement semblable aux accumulateurs Li-ion et a des caractéristiques proches.

La tension d'un élément Li-Po est de 3,7 V ; plusieurs éléments sont généralement assemblés en « packs » :

- dans un assemblage en série, les tensions sont additionnées, pour obtenir (3,7 V, 7,4 V, 11,1 V, etc.) ;
- dans un assemblage en parallèle, la capacité du pack est la somme de celle de chaque élément.

Avantages

- Accumulateur pouvant prendre des formes fines et variées (aéromodélisme, smartphones, tablettes).
- Peuvent être déposées sur un support flexible. [réf. nécessaire]
- Faible poids (le Li-Po permet d'éliminer la lourde enveloppe de métal).
- Plus de cycles de vie (200 à 300 cycles en général).

Accumulateurs au lithium

- Plus sûres que les Li-ion (plus résistantes à la surcharge et aux fuites d'électrolytes).
Attention fragile si pas de protection mécanique.

Faiblesses

- Plus cher que le Li-ion.
- Densité énergétique moins élevée que les Li-ion.

Utilisation

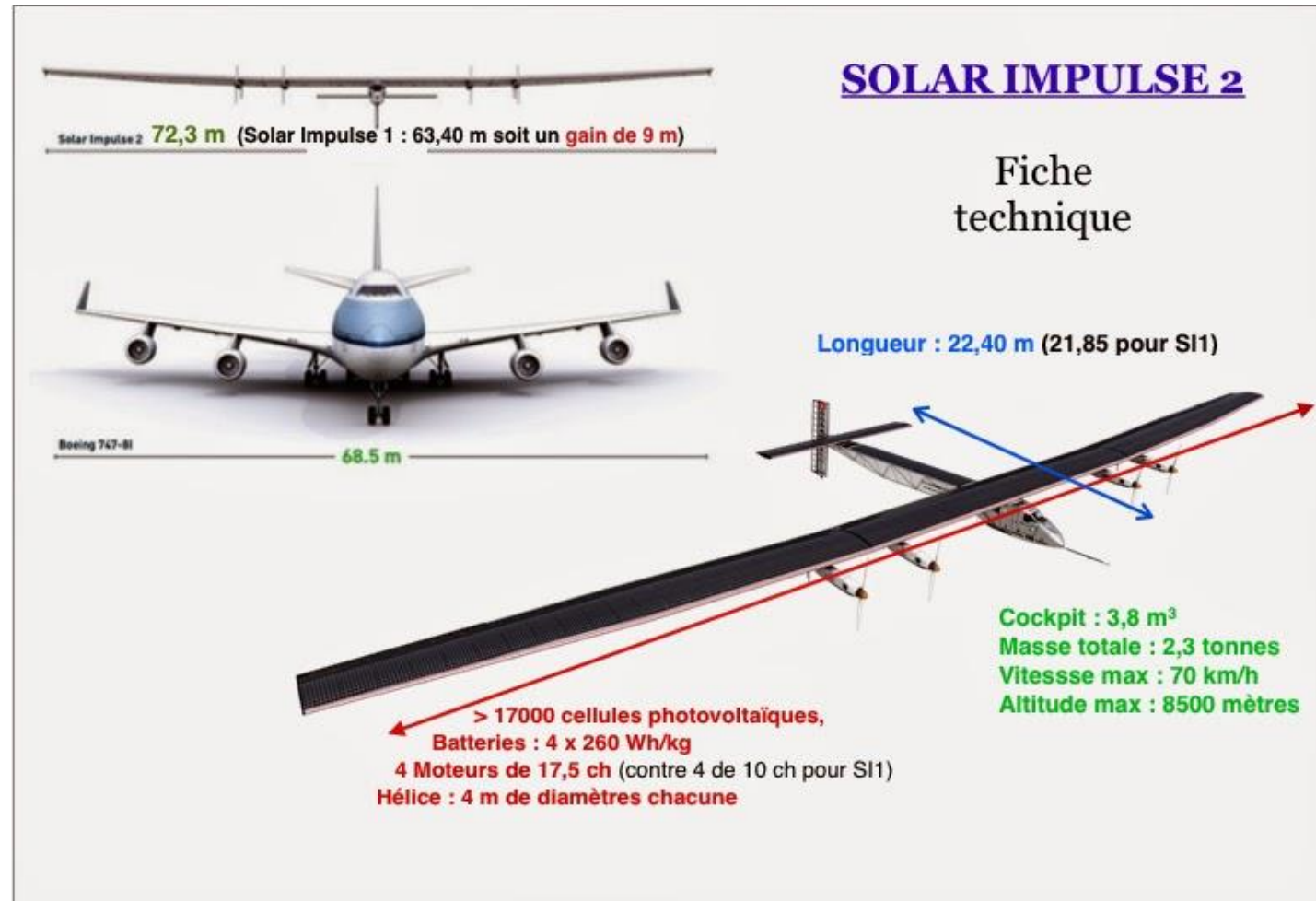
Les accumulateurs au lithium sont la source d'énergie de la plupart des smartphones, tablettes et ordinateurs portables modernes.

Des accumulateurs lithium-polymère sont couramment utilisés pour la fourniture d'énergie aux modèles réduits (voitures, avions, drones, etc.), aux ULMs et paramoteurs[réf. souhaitée], vélos à assistance électrique, motos, scooters, karts, ainsi qu'en motorisation principale ou de secours des bateaux.

Dans le domaine aéronautique, certains modèles (par exemple les produits des sociétés Yuneec (Chine) et Electravia (France)) utilisent depuis 2007 des batteries lithium-polymère industrielles comme source principale d'énergie.

Accumulateurs au lithium

C'est également grâce à cette technologie que, le 7 avril 2010, le Solar Impulse, un prototype d'avion solaire suisse, a effectué avec succès son premier vol.



Solar impulse 2 est resté bloqué à Hawaï de juin 2015 jusqu'au 21 avril 2016, à la suite de dommages irréversibles sur ses batteries lors du trajet de Nagoya à Hawaï