

[Il commence à gonfler le lithium](#)

Décidément les batteries au Lithium-Ion et Lithium-Polymère font couler beaucoup d'encre, et il se dit tout et n'importe quoi sur le sujet : on est un peu à l'époque d'Alfred NOBEL avec sa nitroglycérine, un produit instable, qui si il est mal utilisé vous saute au visage. Certaines rumeurs disent que le Li-Po s'enflamme et que le Li-Ion explose : ce n'est pas tout à fait exact. Pour le Li-Po, les éléments sont constitués d'une enveloppe **semi-rigide** qui va se déformer lors d'une surcharge (dégagement de gaz en interne créant une surpression) : si on poursuit la surcharge, l'élément va se déformer jusqu'à se transformer en ballon de baudruche, puis il va se « déchirer » et prendre feu. Coté Li-Ion, un élément normalement constitué est composé d'une enveloppe métallique **rigide** munie à son extrémité d'une soupape mécanique de sécurité : en cas de surcharge celle-ci va s'ouvrir, évitant par la même l'explosion . La réaction finale étant toutefois la même que le Li-Po, c'est **inflammation** causée par l'oxygène de l'air pénétrant dans l'élément (formation de lithium métal sur l'électrode négative) : c'est aussi pour cela qu'il ne faut JAMAIS tenter d'ouvrir ou de perfore un élément Li-Po ou Li-Ion. C'est évident, un fabricant peu scrupuleux qui supprime la soupape où qui la met là seulement en décoration, transforme un élément Li-Ion en mini-bâton de dynamite (tout est relatif bien sûr)

Concernant par exemple les incidents récents sur les baladeurs **ARCHOS** (ARCHOS 404) où la batterie Li-Po gonfle jusqu'à déformer le boîtier, cela ne doit pas laisser indifférent le fabricant. Même si a priori on est plus près de tuer la capacité de batterie que de mettre le feu à la maison, ce type d'incident doit rappeler l'essentiel de la mise en œuvre des technologies Li-Po et Li-Ion : qualité de fabrication des éléments, présence des dispositifs de protection (intégrés à l'élément et électronique externe), qualité du chargeur et pour finir usage de la batterie.

Si l'un de ces points est défaillant, mal quantifié, ou absent, on risque au minimum de **dégrader** la batterie prématurément et au pire de la transformer en **bombe** incendiaire. Un secteur très touché par les incendies, le radio modélisme ; gros consommateur de batteries Li-Po on ne compte plus les voitures et les avions en flammes. En cause, des chargeurs défaillants, des charges volontairement trop rapides, l'absence de protection électronique, des éléments de provenance douteuse ..

Il est quasiment impossible de mettre en défaut une batterie Li-Po ou Li-Ion disposant des protections appropriées : au pire cas, en surcharge la batterie ne se chargera pas et va se déconnecter automatiquement du chargeur. Pour mémo une batterie « professionnelle » de qualité comportera en interne une protection contre les **sur-intensités**, les **sur-tensions** (dépassement tension de charge), les **sous-tension** (protection décharge profonde) et la **température** (fusible thermique). En plus de ces protection s'ajoute les protections chimique et / ou mécanique dans l'élément (soupape, séparateur d'électrodes etc ..). Ne pas oublier que la charge est un élément essentiel pour la durée de vie d'une batterie Li-Ion / Li-Po ; lire aussi les cet article [[Durée de vie](#)], cet article [[sécurité](#)] et cet article sur la [[charge](#)].

Pour conclure, attention aux **copies** de batteries et de chargeur (courant sur les téléphones portables), aux provenances **douteuses** : toujours préférer dans ce domaine ce qui est vendu par le fabricant de l'appareil (même si parfois c'est pas terrible non plus), une batterie qui gonfle ce n'est pas normal : si la batterie est correctement protégée il s'agit probablement d'un défaut de fabrication de l'élément, si la batterie n'est pas protégée (c'est pas normal non plus !) c'est du coté du chargeur qu'il faut aller voir. Ne pas oublier que sur des appareils grand public (donc des grosses quantités) toutes les économies sont bonnes à faire pour

Durée de vie du Lithium Ion

Cet article éclaire un aspect bien souvent sujet à polémique, la **durée de vie** des batteries d'accumulateurs **Lithium-Ion** ou **Lithium-Polymère**. En effet, on peut lire ça et là quelque chose du genre : « *la durée de vie de ces accumulateurs n'est que de 2 à 3 ans après fabrication, indépendamment du nombre de cycles de charges et même si on ne l'utilise pas* ».

La durée de vie de ces accumulateurs est essentiellement basée sur la composition **chimique**, la **géométrie** de l'élément, la **qualité** de fabrication, la **température** et les profils de **charge / décharge**. Le fabricant de l'élément est le premier facteur déterminant : qualité de fabrication, maîtrise de la technologie, sécurités intégrées et qualité des matériaux utilisés. DELL et APPLE en ont fait la triste expérience avec des rappels de quelques millions de pièces, sur des accumulateurs basés sur des éléments SONY de faible facture : un défaut de fabrication entraînant l'échauffement, la dégradation prématurée, voir au pire la combustion de l'élément !

Le stockage des accumulateurs doit se faire si possible sous une température **stable** et de préférence **fraîche** : une température comprise entre **+10°C** et **+20°C** est idéale : une température élevée est un facteur aggravant pour l'autodécharge qui double (environ) par palier de 10°C, et pour « l'usure » de l'élément, qui correspond à la dégradation irréversible des composés chimiques (oxydation). Ces accumulateurs doivent être stockés **chargés** comme le NiMH par exemple, mais à un niveau de charge compris entre **40** et **60%** seulement : cela a pour but de limiter l'activité chimique et donc l'usure prématurée. Dans ces conditions un accumulateur peut rester stocké plus d'**1 an** avec la certitude de retrouver une capacité supérieure à **80%** (Capacity Recovery Rate) : à 60°C le délai de stockage tombe à 1 mois seulement !

En utilisation, la température est aussi importante : un accumulateur surchauffé aura une durée de vie limitée : une température en fonctionnement comprise entre **+10°C** et **+30°C** est idéale, la **fraîcheur** étant là aussi recommandée ; en standard, la plage de température autorisée **en charge** va de **0** à **+45°C** environ et **-20°C** à **+60°C** **en décharge**.

Du profil de charge / décharge dépend aussi la durée de vie : un courant de charge / décharge **faible**, et c'est la durée de vie qui augmente. Des courants **inférieurs à 0,5 C** (C = capacité nominale) sont préconisés pour arriver à ce résultat. Le **circuit de charge** doit lui aussi offrir toutes les caractéristiques pour garantir une charge **précise** (4,20 V maximum) par élément, stable et dans un régime de charge plutôt **lent** (3 à 5 heures) ; le fait de charger à une tension plus faible, 4,10 V par exemple, réduit la capacité de 10% environ mais prolonge la durée de vie dans le même temps. De même les circuits de protections électroniques intégrés (surintensité, décharge profonde et surcharge) doivent offrir toutes les garanties de sécurité que requière la technologie Lithium-Ion ou Lithium-Polymère. Il est aussi recommander de **charger** plus souvent que de **décharger** trop souvent : ne pas attendre la décharge complète avant de charger, une recharge régulière même si la décharge est faible, est plus « conservatoire » pour la durée de vie que l'inverse.

On peut aussi prendre en exemple des accumulateurs Lithium des satellites, qui avec des compositions chimiques un peu différentes et des décharges limitées, peuvent atteindre **15 ans** de durée de vie ! Restons sur terre, avec pour résumer les mesures conservatoires :

- Utiliser des éléments de qualité, d'un fabricant reconnu.

- Température de stockage et de fonctionnement la plus basse possible.
- Stocker chargé entre 40 et 60% de la capacité maximum.
- Courant de charge / décharge < à 0,5 C.
- Chargeur précis, stable et lent (3 à 5H de charge).
- Tension de charge de 4,20 V / élément maximum, voir plus faible avec perte de capacité.
- Recharger dès que la décharge est effective, même faible, ne pas attendre la décharge complète.
- Ne jamais faire de décharges profondes.
- Ne jamais stocker déchargé.
- Ne jamais oublier l'importance des circuits de protection nécessaires à cette technologie.

En appliquant ces mesures la durée de vie pourra facilement s'étendre de **3 à 5 ans** sans problèmes ; c'est la **combinaison** de ces mesures qui augmente la durée de vie de façon durable et il ne faut pas se contenter de respecter une ou deux mesures seulement.

Sécurité des batteries Li-Ion ou Li-Po

On a pu entendre ça et là des rappels fait par des fabricants tels que APPLE ou DELL (4 millions de batteries pour ce dernier – [Rappel DELL](#) - sur des batteries qui présentaient des risques et où des cas d'échauffements anormaux, voir d'incendies avaient eu lieu. Dans les deux cas cités c'est **SONY** qui est directement en cause : en effet il ne faut pas oublier que les éléments Lithium-Ion constituant les packs batteries, sont fabriqués pas des spécialistes du domaine que sont SONY, VARTA, SANYO, SAMSUNG et d'autres, et que le fabricant de l'appareil n'est pas directement concerné.

Mais il faut bien se garder de mettre en cause la technologie **Lithium-Ion** ou **Lithium Polymère**, bien que par nature plus sensible du fait de sa **densité d'énergie** plus élevée et des **réactions chimiques** mises en jeu. Il faut plutôt mettre en cause la qualité de fabrication des éléments Li-Ion, les dispositifs de protection intégrés à l'élément et au pack batterie, le dispositif de charge et les conditions de fonctionnement. Des éléments Li-Ion utilisés seuls, sans protection, ou avec une protection faible sont et resteront potentiellement dangereux. Une réduction de coûts sur ces aspects, ou de la mauvaise qualité, conduira fatalement à ouvrir une brèche dans la sécurité de la batterie.

L'un des principal mode de défaillance d'un élément Li-Ion c'est la **surcharge** en tension : charger un élément non protégé avec une tension > à 4,2 V conduit à provoquer une réaction chimique entre les éléments actifs et l'électrolyte organique, la pression augmente, la soupape s'ouvre et l'oxygène pénètre dans l'élément, formation de Lithium métallique sur l'électrode négative qui réagit avec l'oxygène et la réaction finale c'est l'explosion incendiaire de l'élément (production d'environ 1 M3 de flammes). On peut trouver d'ailleurs sur Internet un certain nombre de vidéos de petits malins qui font exploser des éléments ou des batteries : aller sur [YouTube](#) et taper dans recherche : **lithium battery explosion**.

Dans toutes ces vidéos il faut préciser que toutes les protections ont été inhibées et que l'élément Li-Ion est **VOLONTAIREMENT** placé dans un état instable par une action mécanique ou électrique anormale. Ces manipulations ne sont biens sûr pas à reproduire, car très, très **DANGEUREUSES**.

D'autres opérations telles que la charge ou la décharge hors des plages de températures spécifiées, le court circuit direct de l'élément, la charge ou la décharge à des courants trop importants, soit encore une dégradation mécanique de l'élément Li-Ion va conduire à endommager, voir détruire le pack batterie. Il est illusoire de croire ou de faire croire qu'un élément Li-Ion peut se passer de circuits de protection. En aucun cas les causes de dégradations normales (autodécharge, augmentation de la résistance interne, perte de capacité) ne peuvent présenter de risques majeurs. Par contre, un **défaut de fabrication**, avec la présence de particules indésirables dans l'élément Li-Ion par exemple peut conduire à un risque, allant de l'échauffement jusqu'au feu. (cas de SONY évoqué au début)

La première barrière de protection se situe au niveau de l'élément Li-Ion : une **soupape de sécurité** mécanique qui se déclenche sur une augmentation de la pression interne. Chez SAFT, le séparateur d'électrodes fond à 120°C bloquant ainsi le transfert d'Ions et arrêtant le processus chimique lors d'un emballement thermique.

La deuxième niveau de protection se situe dans le pack batterie : un **circuit électronique de protection** associé à des dispositifs électromécaniques tels que fusibles thermiques, et fusibles réarmables. Ce niveau de protection assure une protection contre les surtensions, les décharges profondes, les surintensités et les températures excessives.

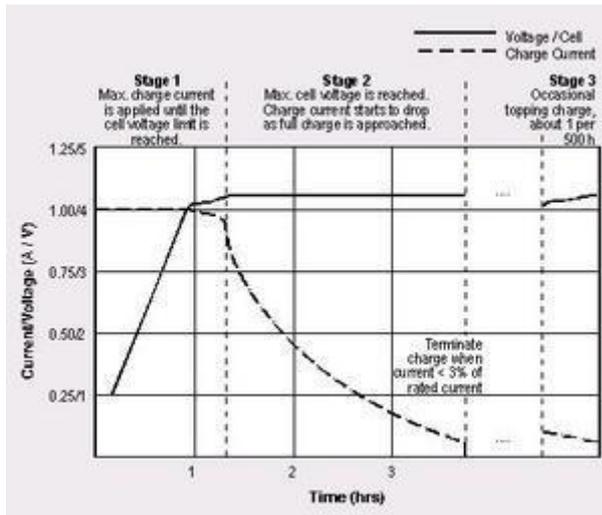
Le troisième niveau de protection se situe au niveau du dispositif recevant le pack batterie : un circuit de charge adapté et précis, des limitations de courants (en charge et décharge), un contrôle de la température du pack (par une CTN intégrée dans le pack), complétera l'ensemble et permettra de garantir un fonctionnement sécurisé.

Qualité et maîtrise de fabrication de l'élément Li-Ion, présence de circuits de protection correctement dimensionnés et design général en rapport avec les caractéristiques de la batterie (charge, décharge, contrôle), tels sont les points essentiels pour garantir une sécurité sans faille. La technologie Lithium supplante actuellement le NiMH par une densité d'énergie exceptionnelle et une baisse des prix tirée par des volumes toujours plus importants : sur les **4 milliards d'accumulateurs vendus en 2005**, la moitié c'est du Lithium Ion et Lithium Polymère !

[La charge du Lithium expliquée ...](#)

Phase au combien importante et critique des accumulateurs Lithium Ion ou Lithium Polymère, la **charge** doit être comprise, maîtrisée et précise. Quelque soit la technologie (Ion ou Polymère) le principe de charge est le même : la charge se fait à **tension constante et courant constant**.

La tension de charge est le paramètre principal : les éléments Lithium récents ont une tension nominale de **3,7 V** nominal. La tension de charge préconisée est de **4,2 V +/- 50 mV** ; c'est en effet précis, car une tension plus faible ne chargera pas complètement l'élément, alors qu'une tension trop élevée entraîne une surcharge qui peut provoquer une dégradation de l'élément, voir sa destruction. [[lire article](#)]



Au début de la charge et pendant toute la première partie le courant est constant, la tension de l'élément augmente alors lentement jusqu'à atteindre la tension régulée de 4,2V. Il faut noter que contrairement au NiMH, la température de l'élément augmente de seulement 1 à 2°C : cela est dû à la constitution chimique et au **rendement** excellent d'un élément Lithium.

Après cela, la tension reste stable et régulée à 4,2V, tandis que le courant décroît. La détection de fin de charge est effective lorsque le courant à travers l'élément passe en dessous de 0,03 C, soit 3 % de la capacité nominale.

Le courant de charge doit rester **faible**, au maximum 0,5 C afin d'améliorer la durée de vie [[lire article](#)]. Un courant trop important ne va pas forcément accélérer le temps de charge : si la première phase sera plus rapide, la seconde sera allongée, et donc un temps global quasi identique. A 0,5C la durée de charge est d'environ 3 heures, 6H environ à 0,25C.

Dès que la fin de charge est détectée, il faut couper le chargeur pour éviter toute **surcharge**. Sur un appareil connecté régulièrement au secteur, il est tout à fait possible de mettre en œuvre une charge d'entretien en détectant la baisse de la tension nominale de l'élément, puis en activant la chargeur jusqu'à la détection de fin de charge ; l'autre solution consiste à activer le chargeur de façon périodique toute les 500 heures environ, jusqu'à la détection de fin charge., puis arrêt du chargeur, et ainsi de suite