

Les batteries au Lithium-Ion : les comprendre et les utiliser

par [Anthony Nelzin \(Accueil\)](#)

Date de publication : 7 décembre 2008

Dernière mise à jour :

Notre univers est rempli d'objets utilisant des batteries. Et de plus en plus, celles-ci utilisent la technologie Lithium-Ion. Alors que les technologies évoluent très vite, le fonctionnement de ces batteries est mal connu du grand public, et même de certains experts. Puisque nous avons nous-même usé quelques batteries à ne pas les utiliser correctement, nous avons décidé de mettre sur pied une petite synthèse afin de vous aider à comprendre le fonctionnement des batteries Li-Ion pour mieux les utiliser. En effet, la tendance est au mobile. En France, cette année, il devrait se vendre plus d'ordinateurs portables que d'ordinateurs de bureau. C'est déjà le cas depuis quelques temps pour un constructeur comme Apple, et nous sommes en train de vivre une frénésie ultra-portable, dont l'initiateur a été l'eeePC. Mais de plus en plus d'appareils utilisent des batteries soudées, non remplaçables (comme l'iPod ou l'iPhone), et il est donc impératif d'en prendre soin. Et alors que nous avons à notre disposition des technologies comme le Wi-Fi, le Bluetooth, et bientôt le wUSB ou le WiMax, il serait dommage de se priver de couper le cordon (d'alimentation).



La majeure partie des batteries de nos appareils sont des batteries de technologie Li-Ion

Dedans et dehors.....	4
Un peu d'histoire.....	4
A l'intérieur du dedans.....	4
Le lithium.....	4
Le montage.....	5
Le circuit électronique.....	6
Le salaire de la peur.....	7
Charge et décharge.....	7
De vieille habitudes.....	7
Ordinateur tout neuf.....	7
La décharge.....	7
La charge.....	8
Les cycles.....	8
L'exception qui confirme la règle.....	8
La température.....	9
L'effet mémoire ?.....	10
La tension de charge.....	10
Usage sédentaire.....	11
Du salon à la chambre.....	11
Consommer sans bouger.....	12
Une histoire de température.....	12
Stockage prolongé.....	12
Calibration.....	12
Ce qu'il faut retenir.....	12

Dedans et dehors...

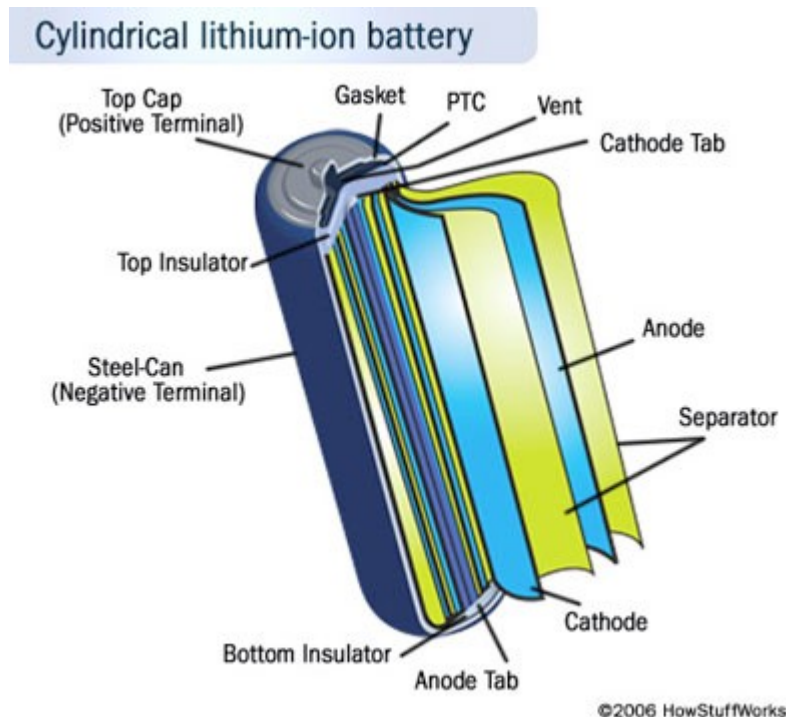
Un peu d'histoire...

Ce sont les Américains, dès 1912, qui ont commencé à travailler sur les batteries au Lithium, en la personne du chimiste Gilbert Newton Lewis. Les premières piles utilisant cette technologie ont été commercialisées dans les années 1970, tandis que les premières batteries rechargeables (ou accumulateurs) sont apparues dans les années 1980. Seul problème : les batteries au Lithium sont instables, notamment à la charge, et peuvent exploser. Bell Labs a travaillé sur ce problème, tout comme le professeur John Goodenough de l'Université d'Oxford, permettant à Sony d'inonder le marché dès 1991.

A l'intérieur du dedans...

Une batterie est composée de plusieurs éléments appelés accumulateurs. Ils ont vaguement la forme d'une pile classique (un cylindre), et sont destinés à emmagasiner l'énergie. Peu chers à fabriquer, ils sont résistants et stables. Dans le vocabulaire technique, on parle de cellules. Une batterie à 6 cellules contient 6 accumulateurs, et ainsi de suite pour les batteries à 9, voire plus, cellules.

Une cellule est composée de trois éléments : l'anode (le pôle négatif), la cathode (le pôle positif) et des couches de séparation, en général en polyéthylène ou en polypropylène. Ces couches possèdent des pores qui ont la faculté de se fermer à 130°C, permettant de stopper toute réaction chimique en cas de surchauffe de la batterie. Divers éléments viennent envelopper le cylindre, notamment des membranes qui peuvent casser pour réduire la pression en cas de choc important sur la batterie. Toujours dans le but de garantir la sécurité, les fabricants incluent, sous le pôle positif, un PTC (Positive Coefficient Temperature) qui réagit en cas d'élévation de la température en réduisant ou stoppant le flot de courant. Il est impossible de retirer le PTC sans détruire la batterie. Malgré tout, les batteries Li-Ion restent dangereuses, et peuvent gonfler ou exploser, comme l'a montré l'actualité technologique récente.



Le lithium

Le lithium trouve sa place dans les électrodes positives, négatives et dans l'électrolyte. Souvenez-vous de vos cours de chimie : le lithium est le métal le plus léger, et il possède des propriétés électrochimiques excellentes, lui permettant

de disposer d'une densité énergétique deux fois supérieure à celle du Ni/Cd qui composait les batteries de votre jeunesse. Le lithium pur est très instable; les industriels ont donc choisi sa forme ionique, d'où le nom de Li-Ion, plus stable, mais aussi un peu moins efficace.

La cathode est composée de dioxyde de cobalt ou de manganèse, tandis que l'anode utilise des MCMB (Meso Carbon Micro Beards), en fait des sphères de graphite mises au point par Bell Labs. L'électrolyte, elle, est composé d'un sel conducteur.

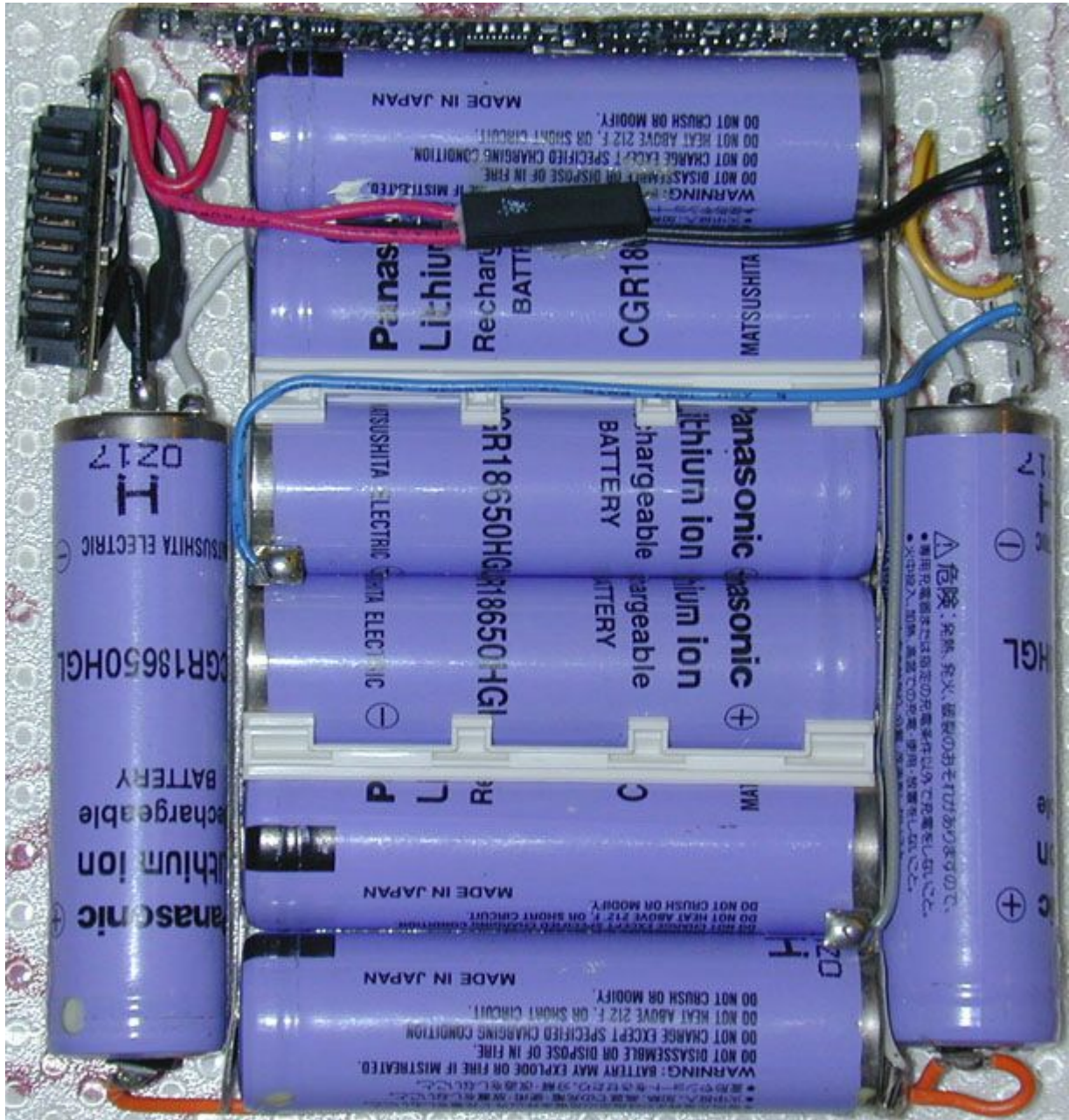
Le tout est enveloppé dans une couche d'isolant; le pôle positif reçoit ainsi un manteau d'aluminium, tandis que le négatif est enrobé de cuivre.

Le montage

Maintenant que vous savez tout sur les cellules, voyons comment elles sont disposées dans votre batterie.

Elles peuvent être placées en série ou en parallèle (des souvenirs ?). Dans les faits, on rencontre, dans nos batteries, un mélange des deux. Les batteries les plus courantes disposent de 8 cellules. Chaque cellule a les caractéristiques suivantes : 3,7V et 2200mAh. Quatre accus (ou cellules) ont montés en série afin d'obtenir une tension de 14,8V (4 x 3,7). On met ensuite les deux packs de quatre accus en parallèle afin d'accroître cette fois-ci la capacité, qui passe à 4400mAh.

Ceci n'est qu'un exemple d'une configuration de type 4S2P (4 en série, 2 parallèles). On trouve des batteries à 9 cellules en 3S3P (3 packs de 3 accus), ou même des batteries 12 cellules en 4S3P. Les accus sont différents d'un modèle à l'autre, avec des variations sur leur tension ou leur intensité.



Le circuit électronique

La dernière pièce de la batterie, à part habillage final, et un circuit électronique à la fonction vitale, puisqu'il est chargé du bon fonctionnement de la batterie, et est censé prévenir tout problème.

Il est composé d'un transistor à effet de champ chargé de couper l'alimentation si la tension de charge excède la valeur nominale de 0,1V. Divers fusibles sont présents, pouvant sauter si la température excède les 90°C. On trouve enfin un dispositif qui surveille la pression interne de la batterie, et qui coupe le courant si celle-ci dépasse 10 Bars.

Le circuit veille aussi à la tension de chaque cellule et à la bonne connexion entre les cellules. Si la surcharge est un problème, la sur-décharge en est aussi un : le circuit surveille donc aussi ce paramètre, et coupe tout si celle-ci est trop forte.

Le salaire de la peur

Malgré toutes ces précautions, vous l'aurez compris, il faut toujours se méfier d'une batterie.

L'électricité statique, un chargeur défectueux, des composants endommagés... sont tous des pièges qui peuvent causer la mort prématurée de votre batterie, voire un accident tel qu'un gonflement, une explosion, voire un incendie.

Les constructeurs d'ordinateurs portables sont les plus précautionneux. Non seulement leur batteries sont de très bonne qualité, avec une électronique irréprochable, mais en plus, il est quasiment impossible de les ouvrir sans les détruire. Et même ouvertes, ces batteries sont particulièrement dures à disséquer, et leurs secrets sont bien gardés. Les incidents peuvent néanmoins survenir. Ainsi, en 2005/6, chez Sony, du nickel avait été introduit dans les batteries à l'assemblage, ce qui provoquait l'instabilité de la batterie, et de possibles incidents. Heureusement, les batteries ont toutes été rappelées. Cette exemplarité n'est malheureusement pas présente dans tous les domaines, et certains fabricants, en tirant les coûts vers le bas, tirent aussi la qualité vers le bas. C'est notamment le cas chez certains fabricants de jouets, et l'on se souvient d'hélicoptères miniatures télécommandés qui étaient des copies du modèle de référence, dont la batterie, défectueuse, avait provoqué de nombreux accidents sur des enfants.

Charge et décharge...

De vieille habitudes...

Le Macintosh Portable utilisait une batterie au plomb, lui permettant d'afficher une autonomie record de 10h, mais un poids de 7kg... Vous avez aussi souvent entendu parler des batteries Ni/Mh ou Ni/Cd, et pris des réflexes datant de cette époque.

Le problème : avec les batteries Li-Ion, vos réflexes sont devenus mauvais, et il va falloir les combattre.

Ordinateur tout neuf

A la réception de votre ordinateur, vous constaterez que sa batterie est remplie à environ 40% de sa capacité totale. Nous verrons plus tard pourquoi.

Vous ne devez pas décharger votre batterie dès la réception, sous peine de perdre, en un cycle, 20 à 25% de sa capacité. Vous devez au contraire la charger une bonne fois, puis la décharger jusqu'à que votre système d'exploitation vous prévienne qu'il faut brancher votre ordinateur, et même jusqu'à que votre ordinateur s'éteigne.

En usine, les batteries sont en effet chargées très rapidement, et l'électronique interne a du mal à suivre. De même, à l'intérieur de la batterie, un peu de lithium s'oxyde et se dépose sur l'anode. En faisant cette opération, vous allez calibrer votre batterie, c'est-à-dire synchroniser l'état réel de votre batterie et l'électronique, ce qui permettra de vous donner une estimation plus précise de la capacité restante. Vous allez aussi consommer encore un peu de lithium, qui viendra se déposer, ce qui a pour conséquence de perdre (très) légèrement en capacité, mais de gagner en stabilité. Vous remarquerez que lors des premières charges, vous perdrez peut-être quelques pour-cent de capacité; c'est normal, vous consommez encore un peu de lithium, qui va former une véritable couche protectrice. Si par contre, vous observez une très forte perte, allez immédiatement au SAV faire changer votre batterie.

La décharge

La règle est simple : ne déchargez **jamais** complètement votre batterie.

Les accus sont reliés, nous l'avons vu, à un système électronique complexe. Celui-ci doit être constamment alimenté, et, de plus, une décharge totale entraîne la dégradation chimique des éléments contenus dans les accus. Une charge après une décharge totale peut être très dangereuse, car vous n'avez alors plus de circuit de protection, et les éléments sont instables.

Heureusement, votre système d'exploitation vous prévient quand vous approchez la zone dangereuse. Soyez prudent, n'allez pas plus loin, et trouvez-vous une prise, ou éteignez votre ordinateur (éteignez le, ne le mettez pas juste en veille, car cette veille consomme de l'énergie). Ce dispositif permet de ne pas décharger sa batterie à plus de 95%.

La charge

L'idéal est donc d'effectuer de courtes recharges.

La situation idyllique est celle du cadre habitant en banlieue, utilisant son ordinateur dans le RER, et le branchant en arrivant au bureau. Ou de l'étudiant qui utilise son ordinateur dans un amphithéâtre (un cours d'une heure), puis le branche en arrivant dans sa salle de travaux dirigés, en général équipées de prises.

Pour votre téléphone, n'hésitez pas à le brancher une fois votre journée finie, et faites de même pour votre baladeur.

Les cycles

Contrairement à une opinion répandue, un cycle n'équivaut pas à une opération de charge.

Votre batterie est chargée. Vous partez, et utilisez 50% de sa capacité. Vous la rechargez, puis re-belote. Vous avez chargé votre batterie deux fois, mais n'avez utilisé qu'un seul cycle. Deux charges de 50% font un cycle, comme quatre charges de 25%. Et comme il est conseillé de faire des charges partielles, vous aurez compris que sur ce plan là, vous pouvez y aller.

On estime la durée de vie d'une batterie à près de 1000 cycles, mais on constate plutôt une durée de vie à 300-500 cycles selon les conditions d'utilisation. Bref, de quoi voir venir (quelque chose comme 3 ans).

L'exception qui confirme la règle

A toute règle, son exception, et les batteries n'y coupent pas.

L'électronique interne de la batterie a tendance à mal percevoir l'état réel de la batterie, notamment quand nous faisons de courtes recharges, parce que le bouillon de culture des accus est un joyeux bazar réactionnel. Il faut donc, de temps à autres, calibrer la batterie.

L'intervalle moyen entre deux calibrages est de 30 cycles. Le plus simple est de vous y astreindre une fois par mois, un dimanche (comme ça, vous passerez au moins un dimanche par mois ailleurs que le nez collé sur votre écran).



Pour calibrer votre batterie, vous devez d'abord la décharger entièrement (il faut donc qu'elle soit pleine, à la base), même après le message d'avertissement, et laisser l'ordinateur s'éteindre. Votre batterie est donc complètement vide (il doit lui rester quelque chose comme 8% de capacité, juste assez pour alimenter le circuit interne). Laissez la reposer deux heures environ (nous verrons pourquoi juste en dessous). Branchez votre ordinateur, et, contrairement à ce que disent les fabricants, laissez-le éteint pendant cette charge. Une fois la charge complète, vous pouvez à nouveau vous amuser, mais veillez à ne pas le débrancher avant cinq bonnes heures. Vous comprenez maintenant pourquoi il faut calibrer le dimanche, ce n'est pas une histoire de chimie, mais de temps.

La température

Mais le temps est ici lié à la chimie. Pourquoi en effet charger sa batterie ordinateur éteint lors de la calibration ?

En fait, histoire de compliquer la chose, la température est un facteur critique. L'idéal serait que la batterie ne dépasse pas les 20°C. Malheureusement, ce ne sera jamais le cas, ce qui explique que malgré toutes vos précautions, irrémédiablement, votre batterie perdra de sa capacité.

En-dessous de 0°C, charger votre batterie entraînerait une migration du lithium contre les électrodes, et sa cristallisation. De quoi tuer une batterie en moins de deux. Et au-dessus de 45°C, vous jouez sur la pression interne de la batterie. D'ailleurs, souvent, un circuit interne va couper l'alimentation parce que votre batterie est trop chaude, vous faisant croire que la charge est terminée, alors qu'en fait, elle ne l'est pas...

Bref, sur ce terrain, malheureusement, il n'y a pas grand chose à faire, à part, si vous le pouvez, recharger votre batterie le plus souvent ordinateur éteint, ou au moins en veille. De quoi, encore une fois, vous permettre de dîner avec votre famille, et non pas devant votre écran.

L'effet mémoire ?

Une idée reçue veut qu'une charge partielle endommage les accus.

Quant la NASA a lancé ces premiers satellites, ceux-ci se chargeaient le jour, et se déchargeaient la nuit. La durée de charge/décharge était exactement la même, jour après jour. Mais au bout de quelques temps, les savants se sont aperçu que les batteries refusaient de délivrer toute l'énergie qu'elles avaient en réserve, et n'allaient en fait plus au-delà du précédent seuil de recharge. Voici ce qu'est l'effet mémoire, qu'il est impossible de reproduire dans la vie courante, puisque vos durées de charges et de décharges sont toujours différentes.

Il existe un faux effet mémoire, que les fabricants de batteries Ni/Cd ont lancé à la face de ceux de batteries Ni/Mh, et réciproquement. C'est en fait un phénomène de dépression de tension, qui apparaît lorsqu'on laisse branchée sa batterie Ni/Cd ou Ni/Mh alors qu'elle est pleine. Le courant va alors endommager la structure de l'accumulateur, qui va perdre en tension. On obtient alors des accus qui ne pourront délivrer la tension nominale requise pour le fonctionnement de l'appareil, et on pensera à l'effet mémoire. D'ailleurs, si vous utilisez des batteries Ni/Cd qui présentent ce phénomène, il suffit de les décharger jusqu'à leur seuil critique puis de les recharger pour les restaurer.

Les batteries au Li-Ion n'ont pas d'effet mémoire, y compris quand elles restent connectées au secteur (cas d'une batterie qui resterait dans un ordinateur portable). Au moment de la charge, le 'chargeur' alloue partie du courant au fonctionnement de l'ordinateur, et une partie pour la charge de la batterie. Ce qui explique que les chargeurs envoient environ 19V, alors que la batterie ne nécessite que 14V pour être chargée (pertes électriques comptées), et qu'une batterie est plus vite chargée ordinateur éteint. Une fois la batterie chargée, l'électronique interne coupe le courant envoyé aux accumulateurs, évitant ainsi toute surcharge.

Encore heureux, car la moindre surcharge causerait la perte immédiate de votre batterie, et peut-être de vos mains. La surcharge provoque en effet une production d'hydrogène, qui augmente la pression de la batterie, puis son explosion.

C'est pourquoi vous devez toujours utiliser le chargeur fourni d'origine avec votre matériel, qu'il s'agisse d'un ordinateur portable, d'un téléphone ou d'un baladeur. Et si vous devez vous procurer un chargeur de remplacement, vous pouvez utiliser un autre chargeur, à la condition expresse que sa tension de sortie ne dépasse pas celle du chargeur d'origine.

La tension de charge

Pour finir ce chapitre sur la charge, intéressons-nous à cette fameuse tension de charge, pour vous les curieux...

La tension moyenne de charge d'un ordinateur portable est de 4,2V par cellule. Sur une batterie à 8 cellules, vous remarquerez que le chargeur indique 20V. En général, ces batteries sont constituées de deux packs de quatre cellules. La tension est donc divisée par quatre, mais, à cause des pertes électroniques, on est plus proche de 4,2V par cellule que des 5V.

Ainsi, évitez tout chargeur qui clame charger plus vite ou qui aurait un pouvoir de restauration des cellules (on ne restaure pas une cellule, mais on change une batterie entière). Ou sentez-vous libre de ne pas respecter ce conseil, et de vous faire très, très mal...



Usage sédentaire...

Du salon à la chambre...

De plus en plus de gens achètent un ordinateur portable pour être mobile... de la chambre au salon, et inversement. Et la plupart du temps, ces ordinateurs restent longtemps, très longtemps sur le secteur. Alors, faut-il enlever leur batterie ?

Consommer sans bouger

Même si votre batterie reste constamment sur secteur, elle perd légèrement de sa capacité, environ 10% par mois. Sur ces 10%, 8% sont imputables à une paresse des accumulateurs, tandis que les 2% restants sont dus au rôle de pseudo-onduleur que joue votre batterie (de même, si vous expérimentez une coupure de courant, votre ordinateur ne s'éteindra pas, car la batterie alimente constamment celui-ci, et prendrait automatiquement le relais). Votre ordinateur va en fait alimenter votre batterie dès qu'elle aura perdu 5% de sa capacité. Ainsi, chaque mois, en usage sédentaire, votre ordinateur effectue deux recharges de 5%, sans vous en avertir.

Une histoire de température


Dès lors, comme les batteries Li-Ion n'ont pas peur des petites recharges, et ne craignent pas d'être branchées grâce à leur électronique interne, on peut se demander si l'idée reçue qu'il faut enlever la batterie de son ordinateur portable en usage sédentaire est bien valable.

Cela dépend en fait de l'utilisation que vous faites de votre ordinateur. Si vous vous contentez d'Internet et de la bureautique, et que votre ordinateur chauffe donc peu, vous pouvez laisser votre batterie à sa place. En plus, elle jouera son rôle de pseudo-onduleur.

Si votre ordinateur chauffe beaucoup, ou si vous l'utilisez de manière intensive, la température de votre batterie va dépasser certainement les 20°C recommandés. Dès lors, il est plus judicieux de la retirer.

Stockage prolongé

Si vous partez souvent en vadrouille avec votre ordinateur, vous laisserez certainement la batterie dans son logement.

 *Mais si vous n'utilisez jamais votre ordinateur en déplacement, vous allez certainement vouloir stocker votre batterie. Si c'est pour quelques jours, ou quelques semaines, vous la placerez dans un tiroir ou dans une armoire, où la température ne dépasse que rarement les 20°C, et vous veillerez à ce qu'elle ne soit chargée qu'à 40% (40% atteints en chargeant la batterie, et non pas en la déchargeant). En-dessous, compte tenu de la perte naturelle de capacité, vous pourriez endommager le circuit interne. Au-dessus, vous risqueriez une surdécharge, tout aussi néfaste. Enfin, si vous pensez stocker votre batterie plusieurs mois, l'idéal est de la stocker dans un endroit sec et froid (0°C), pour stabiliser l'électrolyte. Par exemple, vous pouvez la mettre dans un sachet étanche au frigo. Une batterie ainsi stockée ne perdra que 2% de sa capacité par an, contre 4% pour une batterie stockée à 25°C, et 20 à 25% pour une batterie stockée en plein soleil ou près d'un chauffage.*

Calibration

En usage sédentaire aussi, la calibration est indispensable. Il en est de même pour les batteries que vous avez stocké. Voir ci-dessus.

Ce qu'il faut retenir...

Une batterie est un élément fragile et capricieux.

Vous ne devez jamais :

- ouvrir une batterie
- tenter de réparer une batterie
- utiliser un chargeur qui n'est pas celui d'origine
- utiliser des batteries non certifiées ou inadaptées

Si votre ordinateur est neuf (1^{ère} utilisation) :

- chargez complètement sa batterie
- déchargez-la jusqu'au message d'alerte
- chargez-la à nouveau totalement

Ensuite, pour toutes les autres utilisations :

- ne déchargez jamais complètement votre batterie
- n'ayez pas peur de faire des recharges partielles
- essayez de recharger ordinateur éteint ou en veille
- une fois par mois, calibrez votre batterie

En usage sédentaire prolongé :

- si votre ordinateur chauffe peu, vous pouvez y laisser la batterie
- s'il chauffe beaucoup, retirez la batterie
- le stockage se fait batterie chargée à 40%, dans un endroit frais et sec
- il faut aussi calibrer une batterie stockée

Durée de vie moyenne : 500 cycles