

BATTERIES LI-MÉTAL, LI-ION ET LI-POLYMÈRE

Appareils portables et généralisation de ces batteries

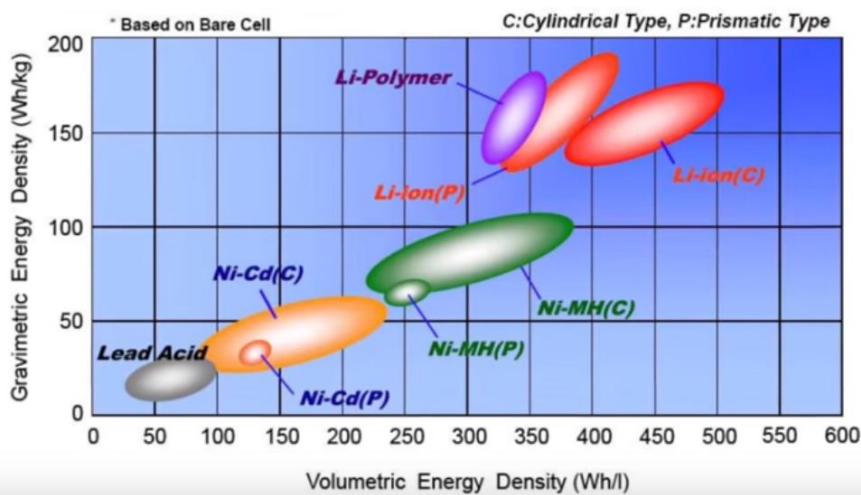
Dans notre monde actuel et technologique, les appareils portables fonctionnant sur batterie sont présents dans quasi toutes les familles. Et pas seulement les appareils portables d'ailleurs...

Que ce soit des ordinateurs portables, des tablettes, des smartphones, des cigarettes électroniques, des appareils photo, de l'outillage électroportatif, des modèles réduits radiocommandés, et de plus en plus de véhicules électriques ou hybrides, tous ces appareils sont présents dans le monde du travail comme dans la sphère privée.

La plupart des batteries concernées par ces équipements font partie de la famille des batteries au Lithium. Il existe 3 types de batteries : **Li-Métal**, **Li-Ion** et **Li-Polymère**.

Elles sont légères et offrent dans un volume faible une capacité importante. Elles ont un taux d'autodécharge de 10% par mois seulement, ce qui permet d'avoir des batteries chargées toujours prêtes à l'emploi.

Ces batteries peuvent accumuler une énergie électrique très importante et sont de ce fait, très prisées des constructeurs de matériel électronique et de véhicules.



Rien de particulier à en dire, penseriez-vous ? Erreurs...

Car l'usage de ces batteries n'est pas sans danger. Il est en effet arrivé qu'elles prennent feu ou explosent et provoquent ainsi dégâts et blessures. Lorsque l'on approfondit la question, on constate que les cas de dégâts causés par l'embranchement et/ou l'explosion d'une batterie ne sont pas rares.

Vraiment ? Lisez plutôt !

Cas évoqués dans la littérature – Quelques faits divers

Quelques vidéos illustratives (Youtube)

<https://www.youtube.com/watch?v=bgGNnGnD0ig>

<https://www.youtube.com/watch?v=RnzH2OneFGI>



Overpelt - « La batterie d'un ordinateur portable explose »,

...titrait Het Belang van Limburg le vendredi 18 novembre dernier.

Résultat : deux maisons inhabitables et de l'amiante projeté sur trois parcelles. Lors de son appel au 112, l'habitant a signalé l'explosion d'une batterie d'ordinateur portable. Victime de brûlures légères, il a été transporté à l'hôpital.

« Voitures électriques : un nouveau défi pour les pompiers » par **Henri-Pierre Penel** dans Sciences & Avenir du 14/02/2018

« Il y a peu, en Autriche, l'accident d'une Tesla Model S a encore illustré ce phénomène et les problèmes qu'il soulevait pour maîtriser l'incendie. Après avoir percuté le rail de sécurité de la route, le véhicule a subitement pris feu et il a fallu pas moins de 35 pompiers, cinq camions de lutte contre le feu et une intervention de plus de 5 heures pour maîtriser totalement la situation. »

Petit rappel sur les différences entre ces batteries à base de lithium

A. BATTERIE LI-MÉTAL

L'accumulateur lithium-métal est une batterie où l'électrode négative est composée de lithium métallique, matériau qui pose des problèmes de sécurité.

B. BATTERIE LI-ION

Développée en 1912 mais 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 portable.

On retrouve souvent ce type de batterie dans les appareils électroniques grand public (ordinateurs portables, tablettes, téléphones portables, matériel de bricolage), en raison de sa densité énergétique élevée. Ces accumulateurs fonctionnent sur base des mêmes réactions que celles des batteries Li-Po.

Les accumulateurs lithium-ion, où le lithium reste à l'état ionique grâce à l'utilisation d'un composé d'insertion aussi bien à l'électrode négative, généralement en graphite qu'à l'électrode positive, dioxyde de cobalt, manganèse, phosphate de fer.

En général, la batterie d'un smartphone est équipée d'une batterie d'une cellule Li-Ion. Un ordinateur portable, du fait de sa consommation plus importante, est composé d'une batterie à plusieurs cellules. Evidemment, plus il y a de cellules, plus les risques d'incendie et d'explosion sont importants ainsi que leurs conséquences !

- 3.7 volt battery = 1 cell x 3.7 volts (1S)
- 7.4 volt battery = 2 cells x 3.7 volts (2S)
- 11.1 volt battery = 3 cells x 3.7 volts (3S)
- 14.8 volt battery = 4 cells x 3.7 volts (4S)
- 18.5 volt battery = 5 cells x 3.7 volts (5S)
- 22.2 volt battery = 6 cells x 3.7 volts (6S)
- 29.6 volt battery = 8 cells x 3.7 volts (8S)
- 37.0 volt battery = 10 cells x 3.7 volts (10S)
- 44.4 volt battery = 12 cells x 3.7 volts (12S)

Alors, que dire des batteries installées dans les véhicules électriques ou hybrides, dont la tension est de l'ordre de 400 V, voire plus !

✓ Avantages

Une telle batterie offre également les avantages suivants :

- une densité énergétique élevée ;
- une absence d'effet mémoire (aucun ou presque) ;
- une faible décharge spontanée (uniquement pour les modèles avec système de régulation intégré) ;
- une capacité élevée ;
- elle est plus écologique (en terme environnemental) que d'autres types de batterie ;
- une durée de vie importante.

✗ Inconvénients

Elles présentent toutefois aussi une série d'inconvénients. La batterie ne peut pas être trop déchargée et doit donc être utilisée dans un appareil équipé d'un système de régulation qui contrôle la tension afin d'éviter toute décharge excessive. Ce type de décharge survient quand la batterie se vide de manière excessive et subit des dégâts internes. Le système de régulation coupe l'alimentation électrique quand la tension interne menace de chuter sous le seuil minimal.

Autres inconvénients :

- leur prix élevé ;
- une perte de capacité en cas de non-utilisation ;
- un **risque d'explosion et d'incendie** quand elles sont **exposées à des températures élevées**.

Le plus petit composant d'une batterie est une cellule. Cette cellule peut être considérée comme un condensateur qui stocke l'énergie au moment de la charge. Si un téléphone portable ne dispose que d'une seule cellule, une batterie de laptop, en revanche, en compte de 3 à 12. Plus il y a de cellules, plus l'appareil peut fonctionner longtemps. Mais cela augmente aussi le temps nécessaire pour le charger complètement – et de plus grands dégâts en cas de dysfonctionnement.

C. BATTERIE LI-PO

Les accumulateurs Li-Po ont une tension nominale de 3,7V par élément. Un élément chargé à 100% aura une tension de 4,20V, valeur qu'il ne faut pas dépasser sous peine de destruction. Il ne faut pas descendre en dessous de 2,8v - 3,0V par élément. La tension de destruction est à 2,5V. Ce sont des accumulateurs basés sur des réactions électrochimiques.

Les Li-Po ne sont guère employés qu'en modélisme. Ils sont en effet assez **instables** et ont une **propension à l'emballement thermique incontrôlable**. De plus, il faut précisément contrôler très régulièrement la charge, la décharge.

Les accumulateurs Li-Po ont une tension nominale de 3,7V par élément. Un élément chargé à 100% aura une tension de 4,20V, valeur qu'il ne faut pas dépasser sous peine de destruction. Il ne faut pas descendre en dessous de 2,8v - 3,0V par élément. La tension de destruction est à 2,5V.

En revanche, ils sont relativement bon marché et présentent une forte capacité massique, mais sont quand même plus chers que les accumulateurs Li-Ion.

Ils sont proscrits en raison des risques thermiques dans les appareils portatifs. On les remplace dans ce cas par du Li-Ion.

Les Li-Po ont une faible durée de vie, à la fois en âge (ils commencent à vieillir avant même d'avoir servi) et en nombre de cycles.

De nouvelles variantes - toujours au Lithium - permettent d'obtenir une meilleure stabilité et une meilleure durée de vie : adjonction de fer, de manganèse, etc.

✓ Avantages

- Batterie pouvant prendre des formes fines et variées (carte de crédit) ;
- Batterie pouvant être déposée sur un support flexible ;
- Faible poids (le Li-Po permet parfois d'éliminer l'enveloppe de métal lourde) ;
- Plus sûre que les Li-Ion (plus résistante à la surcharge et aux fuites d'électrolytes) ;

✗ Inconvénients

- Densité énergétique plus faible que les Li-ion ;
- Plus cher que le Li-ion (pour le moment) ;
- Charge soumise à des règles strictes sous peine de risque d'inflammation ;
- Moins de cycles de vie que le Li-ion.

Risques

Les cellules au Lithium sont en général encapsulées hermétiquement. Elles sont fermées de manière étanche de telle manière qu'aucun composant ne puisse s'échapper durant le fonctionnement normal et régulier de celles-ci. **Si le boîtier est endommagé mécaniquement, ou si suite à un incendie (ou une brusque élévation de température) une charge thermique se produit, des composants combustibles peuvent s'échapper sous forme de poussière, gaz ou liquide.**

Les batteries que l'on retrouve dans les véhicules électriques ainsi que les smartphones sont en réalité hautement inflammables. Ces batteries font partie de la famille des batteries Li-Ion. Lithium + un ion en solution

Lorsque l'on approfondit la question, on constate que les cas de dégâts causés par l'embrasement et/ou l'explosion d'une batterie ne sont pas rares.

Emballement thermique : réaction chimique exothermique qui se renforce d'elle-même, où les températures peuvent atteindre des valeurs très importantes et le lithium intercalé lui-même chimiquement peut enflammer

Inflammabilité des composants : Premièrement, le liquide électrolytique est composé bien souvent de solvants organiques combustibles et d'un sel conducteur. Ces solvants sont facilement inflammables et peuvent donc former des mélanges explosifs avec l'air. Le lithium lui-même est un composé hautement réactif et est enclin à de violentes réactions auto-catalytiques. Ensuite, le contact avec l'eau d'extinction (en cas d'incendie) représente un autre danger. En effet, la molécule d'eau se décompose rapidement du fait de la réactivité élevée du Lithium et peut entraîner la formation d'hydrogène gazeux, hautement inflammable et explosif !

Risques électriques : principalement pour les véhicules électriques. Les tensions nominales élevées (400 V, voire 800 V parfois) requises par ces véhicules peuvent causer un choc électrique par contact (une tension de 120 V en courant continu peut déjà être mortelle).

De même, les batteries devant fournir des courants élevés de plusieurs centaines d'ampères,

Dilatation des batteries : Les batteries lithium-ion, mais aussi d'autres types de batterie utilisée sur les ordinateurs portables, présentent un risque inhérent à leur nature.

Lorsque ces batteries ne sont pas utilisées pendant un laps de temps prolongé (p.ex. : > 2 semaines) et qu'elles ne contiennent plus qu'une charge résiduelle inférieure à 10 %, certaines réactions chimiques peuvent se produire à l'intérieur des cellules.

Et lorsqu'on remet brusquement la batterie en charge, la substance libérée par la réaction chimique se transforme lentement en gaz, ce qui fait gonfler la batterie et en altère considérablement son fonctionnement. L'équipement devient par la suite difficilement utilisable et de plus **le risque d'explosion évoqué par ailleurs ci-après augmente considérablement.**



Explosion : Les batteries des ordinateurs portables peuvent surchauffer et causer un risque d'incendie. Plusieurs facteurs peuvent expliquer l'embrasement ou l'explosion d'une batterie. Il s'agit généralement de batteries de remplacement (souvent bon marché et provenance pas toujours facile à établir), ou d'une batterie présentant un problème technique interne.

Comme les batteries lithium-ion possèdent une puissance relativement élevée, le moindre défaut peut avoir des conséquences impressionnantes.



Que faire ? Quelques mesures de prévention ...

Pour éviter la dilatation et l'altération des batteries

1. Ne négligez pas vos batteries et **mesurez-en régulièrement la tension**.
2. Il est important que la **charge résiduelle** de la batterie soit toujours comprise entre **50 et 80 %** lorsque l'appareil reste inutilisé longtemps.
3. Entretenez votre ordinateur portable et sa batterie.
4. Contrôlez les batteries tous les 3 mois en les déchargeant à fond puis en les rechargeant entre 50 et 80 %.
5. Redoublez d'**attention** si une batterie est restée **si plus de deux semaines sans être rechargée**.
6. Au fil du temps, la batterie de n'importe quel ordinateur portable perd progressivement sa capacité. En règle générale, pour ce type d'appareil, ce phénomène apparaît après 2 ans environ.
7. Remplacez-les donc à temps pour prévenir le phénomène de dilatation de la batterie. Si vous vous en tenez à ce principe, le risque de gonflement est très faible!
8. Utilisez une prise de courant correctement protégée (fusible de protection anti-surtension).
9. Evitez de laisser un appareil en charge sans **surveillance** (p.ex. si vous vous absentez ou la nuit).
10. Eviter de laisser un appareil en charge trop longtemps.
11. Eviter de laisser votre appareil charger sur un matelas, un coussin ou tout autre support facilement inflammable.

12. À la fin de votre journée de travail, débranchez vos ordinateurs portables et tous les appareils qui abritent une batterie.
13. Si vous vous absentez pendant longtemps, sortez la batterie du laptop et rangez-la dans un endroit sec.
14. Remplacez une batterie Li-Ion ou Li-Po qui a plus de deux ans. Si ce n'est plus possible, enlevez la batterie et n'utilisez plus votre appareil que via l'alimentation directe sur le réseau électrique.
15. Remplacez la batterie de votre équipement dès que vous constatez une perte de capacité.
16. Si votre ordinateur portable reste allumé durant votre absence, installez un minuteur pour l'éteindre automatiquement (par exemple après 60 minutes). Vous économiserez ainsi de l'énergie et vous réduirez le risque d'incident.
17. Utiliser toujours un chargeur d'origine et éviter les accessoires bon marché de provenance douteuse.
18. Si possible et disponible, utiliser des sacs spéciaux pour garder la chaleur dégagée en cas de problème.

Petite bibliographie pour poursuivre sur la question

- « Batteries au Lithium – Sécurité des batteries au Lithium : Connaître les risques et mieux prévenir les sinistres » - Dr Michaël Buser, Risk Experts Risiko Engineering GmbH, Wien et Dr. Jochen Mähliß, Batteryuniversity GmbH, Karlstein.
- « Batteries Lithium-Polymère (LiPo) : Un risque incendie élevé ! » - Centre RISC –Arnaud Courti – Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire (France).
- « Quelle est la différence entre le lithium-ion et le lithium-polymère ? » - Jean-Luc Coulon – site web <https://fr.quora.com/Quelle-est-la-différence-entre-le-lithium-ion-et-le-lithium-polymère>
- <http://cerysholmes541207.wikidot.com/>