

Afin de répondre aux exigences de nos clients, nos concepteurs ne cessent de surpasser les limites de performance du système, de taille, de consommation d'énergie et de coûts. Ces limites sont souvent étendues sans pour autant comprendre clairement les subtilités de la conception d'un compartiment de batterie ainsi que son rôle au sein du système. Au meilleur des cas, il en résulte le mécontentement de l'utilisateur vis-à-vis du rendement et de l'ergonomie. Les pires scénarios impliquent des défaillances catastrophiques du système donnant lieu à des retraits de produits, des coûts plus élevés et des blessures potentiellement dangereuses.

Si l'on parvient à mieux cerner les propriétés électriques et mécaniques, la dimension physique et les matériaux d'un compartiment de batterie, de tels scénarios peuvent être évités. De plus, en adoptant des bases solides en ce qui concerne les principes et la sélection de conception d'un compartiment, les concepteurs pourront mieux comprendre la manière dont les systèmes peuvent être améliorés à tous les niveaux, y compris le rendement, la taille et le coût, sans pour autant compromettre la sécurité et la fiabilité.

Viser plus haut dans la relation batterie-système

Malgré la prolifération des systèmes électroniques, qu'il s'agisse de gadgets ou de smartphones, ou d'applications industrielles, militaires, aérospatiales, médicales ou de transport, la performance standard des batteries est toujours à la traîne en termes de capacité et de durée de vie. Les batteries au lithium (Li-ion) ont largement remplacé les batteries alcalines et nickel-cadmium (NiCad) en raison de leur capacité naturellement supérieure et de leur faible autodécharge, ce qui leur accorde une durée de vie plus longue. Même si elles sont bien élucidées, les batteries au lithium sont proches de leurs limites de densité théorique. Pour plus d'informations sur les normes et les tests du lithium-ion, voir UL 1642.

Les concepteurs de système peuvent désormais améliorer davantage la performance, la fiabilité et la sécurité en adoptant une approche plus « globale » en ce qui concerne l'intégration de la batterie, en commençant notamment au point où cette dernière entre en contact avec le système, autrement dit, le compartiment de la batterie.

Premier contact : batterie et compartiment

Le premier point de contact entre la batterie et le système se situe, littéralement, au niveau du compartiment de la batterie. À ce stade, plusieurs innovations ont été mises en place pour réduire la résistance électrique et la corrosion galvanique, en combinant un contact fiable et une dimension réduite avec l'accessibilité et la sécurité pour les utilisateurs.

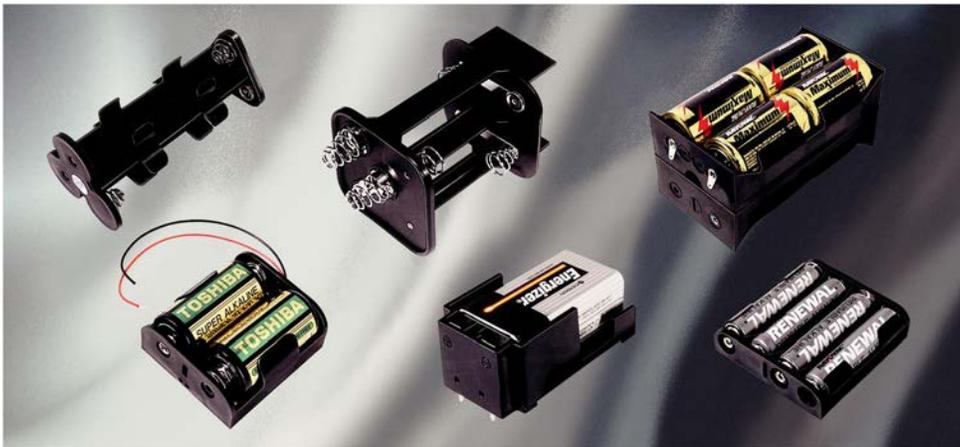


Schéma 1

Lorsque sa conception est dûment prise en considération lors de la phase de conception, le compartiment de la batterie peut aider à optimiser le rendement d'un système, sa consommation d'énergie, sa taille, son coût et sa fiabilité.

*(Source de l'image :
BatteryHolders.com)*

Résistance électrique et corrosion galvanique : Pendant plusieurs années, les fabricants de batteries ont entrepris des recherches pour trouver les meilleurs matériaux à utiliser pour les contacts de la batterie. Alors que le plaqué d'or combine une faible résistance avec la plus haute tolérance de contact entre métaux dans des milieux extrêmes, les contacts nickelés offrent le meilleur équilibre en termes de coût, de résistance à la corrosion et de conductivité électrique. Pour empêcher la corrosion galvanique, les contacts d'un compartiment de batterie doivent donc être nickelés, généralement sur de l'acier inoxydable.

La corrosion galvanique se produit lorsque deux métaux différents entrent en contact en présence d'un électrolyte comme l'humidité. Pour vos choix de métaux de contact, veuillez consulter l'oxydation anodique (Schéma 2)



Type de métaux	Oxydation anodique (V)	
Or, solide ou plaqué : Alliage or-platine	0,00	<i>Schéma 2</i> <i>L'oxydation anodique indique la capacité électrique des différents métaux. De préférence, deux métaux en contact ne doivent pas avoir un écart de plus de 0,25 V. Pour des environnements hostiles ou des applications militaires, un écart inférieur à 0,15 est recommandé.</i> <i>(Source des données : EngineersEdge)</i>
Cuivre nickelé et plaqué rhodium	0,05	
Argent, solide ou plaqué, métal Monel. Alliages à forte teneur de nickel-cuivre	0,15	
Nickel, solide ou plaqué ; titane et alliage, Monel	0,30	
Cuivre, solide ou plaqué ; faible teneur de laiton et de bronzes faibles ; soudure à l'argent, alliages à forte teneur de nickel-cuivre d'argent allemand ; alliages nickel-chrome	0,35	
Laiton et bronzes	0,40	
Forte teneur de laiton et de bronzes	0,45	
Aciers résistants à la corrosion et chromés à 18%	0,50	
Chromé, étamé ; Aciers résistants à la corrosion et chromés à 12%	0,60	
Étamé ; alliage étain-plomb	0,65	
Plomb, solide ou plaqué ; alliages à forte teneur de plomb	0,70	
Aluminium, alliages corroyés des séries 2000	0,75	
Fer, forgé, gris ou malléable, charbon homogène et aciers à basse teneur en alliage	0,85	
Aluminium, alliages corroyés autres que les aluminiums des séries 2000, alliages coulés de type silicone	0,90	
Aluminium, alliages coulés autre que ceux de silicone, cadmium, plaqué ou chromé	0,95	
Zinc galvanisé à chaud, acier galvanisé	1,20	
Zinc, forgé ; alliages de zinc pour la coulée ; plaqué zinc	1,25	
Magnésium et alliage à base de magnésium, casé ou forgé	1,75	
Béryllium	1,85	

En fonction de l'utilisation et des exigences de fiabilité du client, il serait utile d'envisager une mise à niveau des contacts nickelés vers un métal plus noble tel que l'or. Si le système est conçu pour des climats extrêmes, comme par exemple pour des systèmes militaires d'usage extérieur dans une forêt tropicale, les contacts en or sont conseillés.

La corrosion galvanique peut éventuellement entraîner une perte de contact électrique. Mais avant que ne se produise, la résistance accrue ou la perte de conductivité peut épuiser la batterie plus rapidement que prévu. Cela est certes frustrant pour les clients. Mais pour les applications militaires ou médicales, les conséquences peuvent être encore plus graves.

Cela dit, un certain degré de résistivité du métal de contact est inévitable. Par exemple, la résistivité naturelle de l'or est de $2,4 \times 10^{-8} \Omega$. Le cuivre, l'aluminium et le nickel ont des résistivités de $1,7 \times 10^{-8}$, $2,8 \times 10^{-8}$, et $7 \times 10^{-8} \Omega$, respectivement. Les concepteurs d'applications à faible consommation d'énergie doivent prendre en compte les pertes résultant de la résistance à la conductivité du contact au fil du temps.

Stabilité du contact de la batterie : Dans certains cas, le contact du compartiment de la batterie peut se détacher complètement de la batterie, ce qui provoquerait une défaillance totale du système. Plusieurs raisons peuvent être à l'origine de ce problème, y compris :

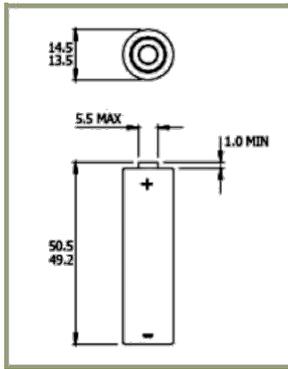
- La différence de taille entre le compartiment et la batterie. La vibration.
- La mauvaise conception du mécanisme de contact.
- L'intervention de l'utilisateur, par exemple l'endommagement du contact ou une batterie mal fixée.

Plusieurs de ces cas peuvent être évités à l'avance lors du processus de conception. Par exemple, ne conditionner pas la conception ou la sélection d'un compartiment de batterie en fonction d'une marque spécifique de batterie. En effet, les fabricants de batteries peuvent commercialiser des batteries d'une taille spécifique, comme par exemple AA ou 18650 pour des batteries rechargeables, en indiquant une durée de vie plus longue (bonne, meilleure, optimale). Loin d'être une amélioration de la composition chimique, ce fait se traduit souvent par des tailles différentes (standard, plus grande, la plus grande), une information qui n'est pas forcément recueillie dans la publicité.

Par conséquent, les clients pourraient acheter des batteries d'une autre marque qui devraient théoriquement être de la même taille pour ensuite se rendre compte qu'elle n'est pas adaptée à la dimension du compartiment.

Des dessins spécifiques de nos produits sont disponibles sur www.battery-contacts.com





Il faudrait donc plutôt concevoir le compartiment selon les spécifications de la norme IEC/ANSI (Schéma 3).

Schéma 3

Pour garantir une bonne compatibilité des batteries, réalisez votre conception en suivant les tailles standards de la norme IEC/ANSI (taille AA représentée ici) au lieu de l'adapter à une marque de batterie spécifique. Dimensions en millimètres.

(Source de l'image : IEC/ANSI)

Les normes IEC admet également des petites variations du type de batterie, comme par exemple les contacts négatifs qui peuvent être légèrement protubérants ou encastrés. Le compartiment de la batterie doit être bien structuré dans les deux cas.

Ventilation et positionnement : La structure du compartiment doit également prendre en compte la ventilation. Elle est requise pour faire face à l'accumulation de gaz au sein de la batterie. Plusieurs raisons peuvent être à l'origine de cela, y compris :

- L'oxydation du zinc provoquant le dégagement d'hydrogène depuis l'électrolyte.
- Lorsqu'une batterie est déchargée au-delà d'un niveau de décharge sûr.
- Chargement défectueux (renversement du sens du courant ou batterie insérée à l'envers).

La ventilation résulte généralement d'un circuit de charge / décharge défectueux ou d'une mauvaise manipulation de la part de l'utilisateur. Ces cas étant inévitables, les fabricants de batteries adaptent la ventilation au sein même de la batterie. Le degré de ventilation dépend de la composition chimique. Par exemple, une batterie au lithium de 2 / 3 A génère moins de 0,2 ml de méthane lors d'une décharge excessive ou d'une surcharge. Une batterie AA alcaline génère moins de 0,05 ml / jour suite à une oxydation, et 20 ml suite à une décharge excessive ou une surcharge. Contactez le fabricant de la batterie pour connaître leurs caractéristiques spécifiques de ventilation car celle-ci peut varier selon la composition chimique, la taille de la batterie et les matériaux utilisés.

Pour les systèmes sous-marins ou étanches, comme par exemple une simple lampe torche, la ventilation représente un défi intéressant. Comme solution, nous utiliserons un boîtier fabriqué avec un matériau perméable au gaz, comme du polypropylène ou polyéthylène. Si les exigences de conception sont pensées pour un autre type de matériau de boîtier, comme par exemple du métal, il est peut être possible de réserver une portion ou une surface du boîtier à un matériau perméable au gaz.

C'est pourquoi il serait utile d'avoir les spécifications de ventilation du fabricant de batterie, puisque la taille et l'épaisseur du matériau dépendra du volume de gaz à évacuer. Par exemple, une plaque de polypropylène de 2 mm d'épaisseur et ayant une superficie de 0,07 cm² suffira pour chaque batterie alcaline AA utilisée.

Une explosion peut avoir lieu si une quantité suffisante de gaz d'hydrogène s'accumule dans le compartiment d'une batterie étanche. Si un matériau de ventilation ne peut pas être utilisé, une autre option serait d'utiliser des pellets catalyseurs d'hydrogène. Ces derniers réagissent avec l'hydrogène pour produire de la vapeur d'eau.

La ventilation est aussi étroitement liée au positionnement : un compartiment peut permettre une ventilation ; mais cette dernière serait inefficace si le compartiment est placé trop près de la carte mère ou des éléments du système qui l'entourent. Pour des raisons strictement sécuritaires, le compartiment devrait être correctement isolé des composants électroniques qui l'entourent. Le conteneur métallique des substances chimiques de la batterie est un élément actif du circuit.

De plus, la chaleur dégagée par les composants électroniques peut affecter l'état de la batterie et sa durée de vie, et en cas de gavage, les éventuelles fuites de liquides de la batterie peuvent entraîner des courts-circuits, voir même détruire les composants électroniques.

La garantie d'un contact fiable

Pour des raisons diverses, ce thème mérite une section à lui seul, car tout le reste ne sert à rien si la batterie ne peut pas maintenir le contact avec les contacts de la batterie. L'usage excessif, l'abus, la vibration et le manque d'attention de l'utilisateur lors de l'installation des batteries sont des facteurs pouvant contribuer à un mauvais contact entre le compartiment et la batterie.

Du coup, de nombreuses innovations ont vu le jour en matière de contacts entre la batterie et son compartiment ainsi que pour les structures des batteries en général.



Toutefois, les concepteurs devraient se pencher sur la structure des contacts et se poser la question suivante : s'agit-il de contacts à ressorts, à point fixe, à pression, ou est-ce une combinaison de tout cela ? Voici donc une règle de base à suivre lors de cette sélection :

- **Bon** : Un ressort et un point fixe (zone plate).
- **Mieux** : Un contact à pression.
- **Optimale** : Deux contacts à pression : un de chaque côté.

Bien entendu, le coût peut être un facteur. Un contact à ressort peut coûter entre 0,03 \$ et 0,04 \$, alors que les contacts à pression coûtent 0,04 \$. Cependant, si l'on souhaite développer des solutions de grande fiabilité, la durée de vie doit être prise en considération : les contacts à ressort durent entre 6 et 7 ans, tandis que les contacts à pression peuvent facilement durer plus que n'importe quelle conception de système.

La mobilité et la vibration sont d'autres facteurs à prendre en compte : si l'appareil est destiné à être trimbalé, des contacts à pression sont conseillés pour réduire les risques de cassage/de contact lors d'un rebondissement. Voici une courte liste des types de contact les plus utilisés :

- **Mini bornes à encliquetage** : Recommandé lorsque la batterie doit être remplacée fréquemment.
- **Broches à plaque sur un circuit imprimé** : Utilisé lorsque la batterie est un composant permanent.
- **Bornes plates à ongles nickelés de 0,005** : Utilisé pour une connexion soudée permanente.
- **Ressort ou clip à un point unique** : À utiliser avec des piles minuscules ou à faible consommation de courant. Le matériau doit produire une pression de 50 à 80 g (0,49 à 0,78 N) sur les petites piles boutons. (Faites attention de ne pas cabosser les piles en appliquant une pression trop forte.)
- **Contact à plusieurs points** : Ici, le point de contact se divise en plusieurs points ou broches uniques. Cette approche est recommandée pour les piles à forte consommation de courant. Pour les piles cylindriques plus grandes, une pression de 150 à 175 grammes (14,7 to 1,72 N) est recommandée.
- **Connecteur électrique standard** : Les bornes sont fabriquées par un fabricant de contact.

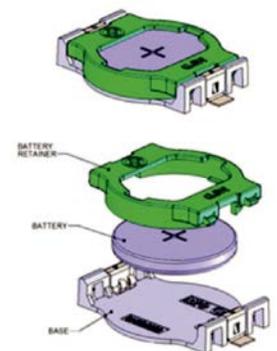
Les piles prismatiques posent un défi encore plus important en termes d'exigences de contact car les contacts de la batterie doivent avoir une longueur suffisante pour pénétrer la niche tout en produisant une pression de contact suffisante pour minimiser la résistance de contact. Une longueur minimale de 2,5 mm et une force minimale de 200 gramme sont utilisées pour garantir un rendement fiable chez les appareils à forte consommation d'énergie.

Outre sa faible résistance et sa compatibilité en termes d'oxydation anodique avec les contacts de batteries nickelés, le compartiment doit également préserver sa structure sur de longues périodes et pendant plusieurs cycles d'installation et retrait de batteries. Cette capacité de résistance permanente est une des caractéristiques des contacts à pression, même si tous les contacts sont plus ou moins exposés à plusieurs modes de défaillance, comme par exemple la relaxation de contrainte liée à la température ou l'usure. L'usure est le résultat de variations à petite échelle qui entraînent l'accumulation d'oxyde et une résistance accrue.

Bien qu'il existe plusieurs types de contact, les concepteurs doivent commencer avec les contacts nickelés et d'acier laminé à froid, qui ont l'avantage d'être très soudables. Cela est d'autre part utile là où le contact est soudé au montage en surface de la carte PC dans les processus de soudage par refusion. Toutefois, pour certains concepteurs au stade du prototypage, le fait de pouvoir souder un fil d'alimentation à un contact vide du compartiment peut aussi être utile.

Les concepteurs peuvent pousser les limites pour maximiser l'intégrité du contact. On doit également faire en sorte de prévoir un espace de manœuvre aux utilisateurs pour pouvoir remplacer les batteries. Trouver cet équilibre n'est pas du tout évident et il s'agit d'un domaine en cours d'innovation pour les concepteurs de compartiments de batteries. Par exemple, le compartiment de piles en forme de pièce « Snap Dragon » maintient la batterie en place à l'aide d'un cache amovible (Schéma 4).

Schéma 4 : La conception des compartiments de batteries est en plein processus d'innovation. En effet, les fournisseurs travaillent coude à coude avec les concepteurs de systèmes pour répondre des applications de plus en plus exigeantes. Par exemple, le Snap Dragon maintient fermement en place les piles en forme de pièce tout en permettant à l'utilisateur d'y accéder facilement. (Source de l'image : BatteryHolders.com)



Néanmoins, les utilisateurs peuvent y accéder facilement en désenclenchant le cache pour retirer la pile. Il ne rajoute que 1 mm à la hauteur totale de la pile en forme de pièce, sa base LCP est convient au processus de soudage par refusion, et son cache en polypropylène est à la fois résistant et assez flexible pour durer plusieurs cycles de remplacement de batteries.

Une conception pour les utilisateurs négligents

Étant une des interfaces du système aux yeux de l'utilisateur, les concepteurs de compartiments de batteries doivent prendre en compte la facilité d'accès, l'erreur et l'imprudence des utilisateurs. Cela se traduit par un accès plus facile aux compartiments, mais également par l'adoption de nuances telles que des rubans en dessous des batteries pour que les utilisateurs n'aient pas à utiliser d'outils pour retirer les batteries, chose qui risquerait d'endommager le placage des contacts.

De plus, il est important de clairement étiqueter les compartiments de batteries de sorte que l'utilisateur ne puisse pas installer de batteries non compatibles ou des batteries à l'envers. Cela pourrait provoquer un chargement accidentel de la batterie dans une configuration en série ou en parallèle. Souvent, les étiquettes ou les inscriptions ne suffisent pas. Il est donc obligatoire de prévoir des bornes pour éviter une installation à l'envers.

Si un concepteur choisi de ne pas installer de bornes pour éviter les installations à l'envers, il est recommandé de limiter le nombre de piles : le plus il y a de piles, le moins de temps sera consacré à évacuer une pile en train d'être chargée accidentellement. Un bon guide serait de donner à l'utilisateur suffisamment de temps pour vérifier si l'appareil fonctionne ou pas, pour ensuite ajuster le placement de la batterie si besoin. Avec quatre piles, une pile en train d'être chargée par les trois autres prend 2 minutes pour être évacuée.

Prise en compte des facteurs humains dans la conception d'appareils

Les glucomètres, les thermomètres ou les systèmes d'administration de médicaments portables sont quelques exemples d'appareils médicaux mobiles. Ces appareils doivent être conçus conformément aux normales de la FDA (FDA-21) en prenant en comptes les facteurs humains comme l'âge et les capacités fonctionnelles pouvant influencer la sécurité et l'efficacité du dispositif. Il est très difficile de concevoir un appareil pour une utilisation sûre et efficace, étant donné les nombreuses manières dont l'être humain peut accidentellement ou intentionnellement mal utiliser ou abuser d'un appareil. En effet, c'est tellement compliqué et varié que le fait de déterminer et prendre en compte le facteur humain est une discipline en elle-même que l'on appelle Ingénierie des facteurs humains (IFU). La FDA a publié un document de recommandations non contraignantes intitulé « Applying Humans Factors and Usability Engineering to Medical Devices (Applications de facteurs humains et ingénierie ergonomique) pour aider les concepteurs d'équipements médicaux. Dans ce document, la FDA définit les IFU comme l'application des connaissances liées au comportement, aux capacités, aux limitations de l'être humain ainsi que d'autres caractéristiques des utilisateurs d'équipements médicaux. Il couvre tout, de la conception mécanique à la documentation. Cependant, comme le savent tous les concepteurs, on peut le résumer à la loi de Murphy : pour ce qui est du facteur humain, ce qui peut mal se tourner se tournera mal, et les concepteurs doivent tenir compte de chaque éventuel faux pas. Par conséquent, le guide FDA est une bonne ressource, mais chaque application et chaque utilisateur est différent, et cela doit être pris en compte.

Sélection d'un fournisseur de compartiments de batterie

Il est important de comprendre les nuances des compartiments de batterie, or souvent ce n'est pas une valeur ajoutée aux yeux de la société ou du concepteur. Il serait raisonnable comprendre cette expertise et de l'appliquer lors de la sélection d'un bon fournisseur. Un bon fournisseur est souvent réputé pour répondre aux besoins de marchés et d'applications complexes, comme par exemple les domaines militaire et aérospatiale. Vérifiez leurs références et demandez-leur des échantillons.

Un bon fournisseur est aussi capable de conseiller un concepteur pour trouver le produit dont il a besoin si ce dernier est en vente libre ou s'il y a un besoin d'une conception personnalisée est requis. Obtenez des renseignements en les appelant directement et en vérifiant leurs capacités techniques et leur connaissance du domaine.

Finalement, un fournisseur de compartiments de batterie devrait comprendre marché visé par le concepteur ainsi que le rôle du concepteur. Par exemple, si l'application est de nature médicale, ils devraient être au courant des exigences internes, comme le fait que le plastique n'est pas apte pour la croissance organique.

Conclusion

Les concepteurs sont constamment sous pression pour réduire la taille, le coût et la consommation d'énergie tout en améliorant la performance, la sécurité et la fiabilité. Avec une bonne compréhension de la conception et des options d'un compartiment de batterie, et en travaillant coude à coude avec un fournisseur connaisseur, il est possible d'intégrer un compartiment de batterie globalement à une conception de système pour mieux répondre à tous ces objectifs.

