

DOSSIER DE PRESSE

jeudi 19 juin à 11 h



ATTENTION

RISQUE D'INCENDIE - BATTERIE AU LITHIUM

Prévention des risques liés aux batteries Lithium-ion



SAPEURS-POMPIERS
du BAS-RHIN

INSA

INSTITUT NATIONAL
DES SCIENCES
APPLIQUÉES
STRASBOURG





BATTERIE AU LITHIUM



Prévention des risques liés aux batteries au Lithium

Voitures électriques, smartphones, ordinateurs, écouteurs, enceintes audio, outils, cigarettes électroniques, jouets, et, avec le développement des mobilités douces, vélos et trottinettes électriques... De nombreux objets du quotidien sont équipés de batteries au Lithium, mais leur utilisation n'est pas sans risque.

De ce fait, les sapeurs-pompiers sont de plus en plus régulièrement confrontés à des incendies impliquant des appareils équipés de batteries au Lithium.

Incendie, explosion, intoxication... quels sont les risques et comment s'en prémunir ?

Principe de fonctionnement d'une batterie Lithium-ion (Li)

Une batterie Lithium-ion est un type spécifique d'accumulateur électrochimique qui stocke l'énergie via des réactions électrochimiques entre trois composants principaux :

- **électrode négative (anode, généralement en graphite)** : libère des ions Lithium (Li^+) et des électrons lors de la décharge ;
- **électrode positive (cathode, ex. oxydes métalliques comme NMC, LFP, ou LCO)** : reçoit les ions Li^+ et les électrons ;
- **électrolyte** : liquide, polymère ou gel conducteur d'ions (sels de Lithium dans un solvant organique).

Le séparateur est quant à lui composé d'une membrane poreuse isolant électriquement l'anode et la cathode, tout en permettant le passage des ions.

Lors de la décharge de la batterie, les Li^+ migrent de l'anode vers la cathode via l'électrolyte, tandis que les électrons circulent dans le circuit externe (créant un courant). En charge, le processus est inversé sous l'effet d'une tension externe.

Qu'est-ce qu'un emballement thermique ?

Un emballement thermique est une réaction en chaîne incontrôlée durant laquelle la chaleur générée par la batterie accélère des réactions chimiques exothermiques, entraînant une montée rapide de la température (pouvant dépasser 600°C) et la libération de gaz inflammables, augmentant ainsi les risques d'incendie et d'explosion.

L'emballement thermique dans une batterie Li-ion est un processus en chaîne irréversible déclenché par une élévation excessive de température. Il suit généralement un ordre spécifique de réactions chimiques et physiques :

1. Décomposition de l'électrolyte (*vers $80-120^\circ\text{C}$*) : formation de gaz inflammables (CO , H_2 , hydrocarbures).
2. Dégradation du SEI (*Solid Electrolyte Interphase*) (*vers $120-150^\circ\text{C}$*) : libération de chaleur supplémentaire.
3. Réaction anode-électrolyte (*$150-250^\circ\text{C}$*) : réduction de l'électrolyte par le Lithium intercalé.



BATTERIE AU LITHIUM



4. Décomposition de la cathode (ex. $\text{LiCoO}_2 \rightarrow \text{O}_2$) ($180\text{-}300^\circ\text{C}$) : libération d'oxygène, alimentant une combustion.
5. Recombinaison exothermique des gaz et inflammation spontanée ($>300^\circ\text{C}$), pouvant atteindre $600\text{-}900^\circ\text{C}$.

Ce processus peut être ralenti ou stoppé aux premières étapes par un BMS (*Battery Management System*) efficace, un refroidissement actif ou des additifs retardateurs, mais devient irréversible une fois la réaction en chaîne engagée.

Quelles en sont les causes ?

Dommages physiques : un choc ou une perforation de la batterie peut abîmer le séparateur entre deux électrodes. Si elles se touchent, cela crée un court-circuit et peut entraîner une surchauffe ou un incendie.

Surcharge : si la batterie est trop chargée, du Lithium métallique peut se déposer sur l'électrode négative, ce qui peut provoquer un court-circuit et rendre la batterie dangereuse.

Court-circuit externe : lié à un câblage défectueux par exemple.

Défauts de fabrication : potentiellement liés à la présence d'impuretés, de dendrites. Ils peuvent créer un court-circuit interne progressif.

Exposition à une source de chaleur externe : si une batterie Lithium est exposée à une source de chaleur externe (incendie, soleil), ses composants se dégradent plus rapidement pouvant mener à un emballement thermique.

Avancées de la recherche pour des batteries plus performantes et sécurisées

Illustration par les activités de recherche menées par
l'INSA Strasbourg & le laboratoire ICube



Les batteries ont évolué à travers plusieurs générations, chacune répondant à des besoins spécifiques. Les batteries plomb-acide, utilisées depuis plus d'un siècle, sont économiques mais lourdes et peu denses en énergie. Les batteries nickel-cadmium (NiCd) et nickel-métal-hydrure (NiMH) ont ensuite amélioré la durabilité et la



BATTERIE AU LITHIUM



puissance, mais avec des limites environnementales et une moindre densité énergétique.

Aujourd'hui, les batteries Lithium-ion (Li-ion) dominent grâce à leur densité énergétique élevée, essentielle pour la mobilité électrique et le stockage stationnaire. Cependant, des défis subsistent, notamment en matière de sécurité, de durabilité et de coût. C'est pourquoi la recherche se concentre sur l'amélioration de ces technologies et sur le développement d'alternatives comme les batteries Sodium-ion ou à électrolyte solide, visant à répondre aux exigences croissantes de performance et de durabilité.

Les chercheurs s'engagent activement dans la transformation du stockage d'énergie en développant des **batteries de nouvelle génération**, alliant performance, durabilité et sécurité.

Les avancées majeures portent sur des **chimies innovantes** comme les batteries Sodium-ion et à électrolyte solide, désormais en phase de commercialisation, ainsi que sur des capteurs intelligents de dernière génération pour une gestion optimisée et une prévention accrue des risques. Au cœur de cette transformation, l'INSA Strasbourg et le laboratoire ICube (sous l'égide de l'Université de Strasbourg, du CNRS, de l'INSA Strasbourg et de l'ENGEES) réunissent deux communautés scientifiques complémentaires : l'équipe EM3 ([électronique, microélectronique et modélisation pour les systèmes multidomains](#)) en génie électrique et l'équipe SDC (sciences des données et connaissances) en informatique. Depuis 2017, leurs travaux s'articulent autour de deux axes stratégiques :

- **Hybridation des sources d'énergie** : améliorer l'efficacité des systèmes pour la mobilité et le stockage stationnaire en intégrant diverses technologies de conversion et de gestion énergétique.
- **Développement de BMS (Battery Management System** : système électronique essentiel pour la surveillance, la protection et l'optimisation des performances des batteries, notamment celles au Lithium-ion.) **avancés et du passeport numérique des batteries** : exploiter l'intelligence artificielle explicable (XAI), l'approche ontologique, les jumeaux numériques et la connectivité *cloud* pour une prédiction fine des indicateurs clés (SOH, SOC, SOT, SOS RUL...) et la prévention des risques, notamment l'emballement thermique.

Cette expertise se traduit par des collaborations stratégiques avec des partenaires industriels majeurs tels que **EDF R&D, Forsee Power, Socomec, RMT Eiffage** ainsi que des acteurs internationaux de premier plan via des projets européens de recherche. Parmi eux, les projets phares [Interreg VEHICLE](#) (2019-2022, 1M€, financé par les Fonds européen de développement régional et les régions Grand Est - France, Bade-Wurtemberg et Rhénanie-Palatinat - Allemagne ; soutenu par le programme INTERREG V et Offensive Science) et [Horizon Europe ENERGETIC](#) (2023-2026, 5M €, financé par l'Union européenne via le programme *Research and Innovation Actions* d'Horizon Europe) qui repoussent les frontières de l'innovation en stockage d'énergie. En parallèle, le laboratoire ICube joue un rôle clé dans le transfert technologique avec la [SATT Conectus](#), à travers des initiatives comme [OptHySource](#) et [SBOVA](#), tout en étant cofondateur de [BMS Alliance en Europe](#), un réseau européen dédié à la gestion avancée des batteries.



BATTERIE AU LITHIUM



En combinant recherche appliquée, partenariats stratégiques et innovation technologique, **ces travaux ouvrent la voie à des batteries plus performantes, sûres et durables, accélérant ainsi la transition énergétique et l'électrification des usages.**

En savoir plus :

<https://fondation.insa-strasbourg.fr/programmes/chaire-electrification-et-batteries-intelligentes/>

<https://videos.insa-strasbourg.fr/video/1091-capsule-video-de-la-specialite-ge-insa-strasbourg-ines-jorge-et-theo-heitzmann/>

À propos de l'INSA Strasbourg

Placée sous la tutelle du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, l'INSA Strasbourg est la seule école française à former à la fois des ingénieurs et des architectes. Elle accueille 2000 étudiants et délivre chaque année 390 ingénieurs, dans 13 spécialités dont six en alternance, et 50 architectes. Elle propose également quatre masters, un master spécialisé Eco-conseiller, la filière franco-allemande DeutschINSA et un centre de formation continue. Ses 87 enseignants-chercheurs mènent leurs travaux dans trois unités de recherche. L'école est représentée dans de nombreux réseaux, elle est notamment membre du Groupe INSA, du réseau Alsace Tech et est associée au site alsacien de l'Université de Strasbourg avec six autres établissements de l'enseignement supérieur en Alsace.

www.insa-strasbourg.fr

À propos d'ICube

ICube est un laboratoire de recherche sous la tutelle de l'université de Strasbourg, du CNRS, de l'INSA Strasbourg et de l'ENGEES. Le laboratoire rassemble à parts égales deux communautés scientifiques à l'interface entre le monde numérique et le monde physique, lui donnant ainsi une configuration unique. Avec près de 750 membres et 17 équipes, il est une force de recherche majeure du site de Strasbourg. Fédéré par l'imagerie, ICube a comme champs d'application privilégiés l'environnement et le développement durable ainsi que l'ingénierie pour la santé.

<https://icube.unistra.fr/>



BATTERIE AU LITHIUM



Conseils de prévention

Matériels :

- Privilégiez le matériel d'origine, homologué et de bonne qualité et respectez les consignes du fabricant.
- Vérifiez que le chargeur respecte les normes européennes. Directives de basse tension (2014/35/UE), de compatibilité électromagnétique (2014/30/UE) et de sécurité (EN62368-1).

Stockage et recharge :

- Protégez les batteries de la chaleur, du rayonnement solaire direct, de l'humidité et du gel.
- Ne rechargez jamais les batteries la nuit ou pendant votre absence.
- Ne pas chargez l'appareil s'il est endommagé ou qu'il a subi un choc, ou si la batterie est déformée ou fissurée. Ne pas essayer de le réparer soi-même, l'isoler dans un endroit sûr et contacter un service agréé pour le recyclage ou l'élimination sécurisée.
- Surveillez les signes de dégradation (diminution significative de l'autonomie de la batterie, surchauffe anormale, gonflement de la batterie, problèmes de charge...). Dans ce cas, faire remplacer la batterie par un professionnel.
- Redoublez de vigilance lorsque vous rechargez une batterie qui n'a pas été utilisée durant un certain temps : une décharge profonde de la batterie augmente le risque d'incendie lors de la recharge.
- Chargez vos appareils sur une surface résistante au feu et éloignés d'objets inflammables.
- Évitez de stocker ou recharger les appareils dans les circulations, couloirs ou entrée, cela pourrait empêcher l'évacuation de votre domicile en cas d'incendie.
- Évitez de recharger vos vélos, trottinettes ou autres engins de mobilité douce dans un lieu de vie.

Véhicules électriques :

- Pour les véhicules électriques, assurez-vous que les bornes de recharge soient conformes à la NF C 15-100 et installées par un technicien certifié « IRVE ».
- Recharger un véhicule électrique sur une prise classique est possible, mais déconseillé pour un usage régulier en raison des risques de surchauffe, de lenteur et de sollicitation excessive du circuit électrique.
- Pour une recharge sûre et efficace, privilégiez une prise renforcée (Green-Up/IEC 60309) ou une borne murale dédiée installée par un professionnel.
- En cas d'utilisation occasionnelle, vérifiez que la prise et le câblage sont en bon état et ne chauffent pas. À éviter : prises anciennes, multiprises et utilisation prolongée sans contrôle.



BATTERIE AU LITHIUM



Signes précurseurs d'un incident

Avant un incident, il peut y avoir des signes précurseurs :

- appareil ou batterie anormalement chauds, gonflés ou bombés,
- émission d'un sifflement ou d'un bruit sec,
- dégagement d'une odeur inhabituelle ou de fumée.

Néanmoins, la cinétique d'un emballement thermique étant extrêmement rapide, en quelques secondes seulement, une surchauffe peut dégénérer en un incendie ou même provoquer une explosion.

Conduites à tenir en cas d'incident

Et si, malgré toutes ces précautions, un incendie se déclenche : que faire ?

- Ne vous mettez pas en danger en essayant d'éteindre vous-même l'incendie. En effet, si l'emballement thermique est déclenché, la réaction peut être violente et extrêmement rapide ;
- évacuez le logement avec tous les occupants ;
- fermez les portes ;
- une fois en sécurité, composez le 18.

Rappel : le DAAF (détecteur avertisseur autonome de fumée) est un complément de sécurité. Son installation a été rendue obligatoire dans tous les lieux d'habitation (décret n°2011-36 du 10 janvier 2011).

Pour une protection optimale, il est recommandé d'installer plusieurs DAAF (couloirs ou paliers, chambres, pièces de vie et sous-sol).

Fin de vie des batteries

Les batteries contiennent des matériaux dangereux et toxiques et doivent donc être recyclées de manière adaptée.

Rapportez vos batteries dans des points de collectes adaptés ou en déchetteries.

Le risque d'incendie est fortement accru lorsqu'une batterie se retrouve parmi les déchets classiques.

Action des sapeurs-pompiers

La prévention est essentielle, d'une part pour réduire au maximum les conséquences humaines (blessures, décès) mais également car les interventions sur feux de batteries au Lithium est complexe. Outre la lutte contre la propagation de l'incendie, la principale mesure à prendre pour stopper l'emballement thermique est le refroidissement de la batterie et son noyage par une quantité d'eau importante. Après un incendie, des reprises de feu peuvent se produire après plusieurs heures ou même plusieurs jours.

 **ATTENTION** RISQUE D'INCENDIE

BATTERIE AU LITHIUM



Je ne laisse pas un appareil en charge la nuit ou pendant mon absence

Je ne charge pas mon appareil s'il est endommagé

J'évite de stocker ma trottinette ou mon vélo électrique dans un lieu de vie ou de les charger à proximité de la porte d'entrée au risque d'empêcher l'évacuation en cas d'incendie



DANGER

J'utilise toujours un chargeur d'origine ou homologué et je respecte les consignes du fabricant 

 Je protège ma batterie de la chaleur, des rayons du soleil, de l'humidité et du gel

Je charge mon appareil sur une surface résistante au feu et éloigné d'objets inflammables

Je surveille les signes de dégradation de ma batterie



Pour recharger ma voiture électrique, je fais installer une borne de recharge conforme à la NF C 15-100 par un professionnel certifié « IRVE »