

Batteries lithium-ion

Un guide pratique pour comprendre les enjeux et les risques



A PROPOS DE MS AMLIN INSURANCE S.E.

Membre du groupe d'assurance MS&AD qui figure parmi le top 10 des assureurs non-vie dans le monde, MS Amlin Insurance Insurance S.E. est spécialisé dans l'assurance des risques d'entreprises en dommages aux biens, responsabilité civile et maritime/transport. En Europe et au Royaume-Uni, nos collaborateurs apportent leur expertise à nos partenaires courtiers pour offrir des solutions sur-mesure aux professionnels et entreprises de toutes tailles.

Les informations contenues dans le présent document sont fournies uniquement à titre d'information et ne constituent pas une offre d'assurance. Ce document n'est pas, et ne doit pas être interprété comme une offre de titres de MS Amlin Insurance aux États-Unis ou dans n'importe quel autre pays. Les services et les produits mentionnés au sein du présent document peuvent ne pas être disponibles dans certaines juridictions et les assurés éventuels doivent se rapprocher de leurs intermédiaires d'assurance pour obtenir des informations complémentaires. MS Amlin Insurance Insurance SE - Société Européenne de droit belge au capital de 1 321 489 euros, dont le siège social est situé 37 Boulevard Roi Albert II 1030 Bruxelles (Belgique) - Immatriculée à la BCE (Banque-Carrefour des Entreprises) à Bruxelles sous le numéro 0644 921 425 et soumise au contrôle de la BNB (Banque nationale de Belgique). Sa succursale en France est située 22 rue Georges Picquart 75017 Paris - T +33 (0)1 44 70 71 00 — www.msamlin-insurance.fr - RCS Paris 815 053 48

SOMMAIRE

Les batteries lithium

1	Avant-propos	04
2	Marché et contexte réglementaire	05
3	Applications et technologies des batteries lithium-ion	07
4	Comment fonctionnent les batteries lithium-ion ?	12
5	Les risques intrinsèques de la technologie lithium-ion	16
6	Systèmes de stockage stationnaires d'énergie par batteries	18
7	Stockage des batteries lithium-ion en entrepôts	23
8	Activité d'assemblage des batteries	26

Avant-propos

Les batteries lithium-ion, omniprésentes dans de nombreux secteurs industriels et technologiques, sont devenues un pilier essentiel de la transition énergétique mondiale. Leur capacité à stocker et délivrer de l'énergie de manière efficace les rend indispensables, que ce soit pour l'électrification des véhicules, les systèmes de stockage d'énergie stationnaire ou encore les dispositifs électroniques portables. Toutefois, cette technologie n'est pas sans risques.

Cet e-book se propose d'explorer les différents aspects entourant l'utilisation des batteries lithium-ion, en mettant l'accent sur le cadre réglementaire et normatif en vigueur, les risques intrinsèques associés à ces batteries, ainsi que les stratégies de gestion des risques déployées dans des secteurs d'activités spécifiques.

A ce titre, sont étudiées dans cet e-book les activités suivantes :

- Les batteries stationnaires pour le stockage d'énergie
- Le stockage de batteries dans le secteur de la logistique
- Les activités de démontage ou d'assemblage de batteries

À travers ces cas d'usage, ce e-book vise à fournir des recommandations pratiques et à sensibiliser les différents acteurs du secteur aux meilleures pratiques en matière de gestion des risques associés aux batteries lithium-ion.

Notre objectif, en tant qu'assureur, est de contribuer à rendre ces activités plus sûres et assurables, soutenant ainsi cette technologie essentielle à la transition énergétique.

Cet ebook et les fiches techniques détaillées associées ont été préparées par le centre d'expertise en ingénierie des risques de MS Amlin. Cette entité travaille sur les risques émergents pour en anticiper les évolutions rapides, en combinant une expertise technique collective et une veille technologique constante. Grâce à cette approche, nous avons la capacité d'accompagner nos assurés en proposant des solutions, leur permettant ainsi de renforcer leur résilience et de transformer les incertitudes en opportunités.

L'équipe du centre d'expertise

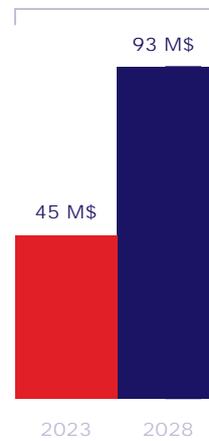
CHAPITRE 1

Marché et contexte réglementaire

Croissance du marché

Le marché mondial des batteries lithium-ion connaît une expansion rapide. En 2023, il était évalué à environ 45 milliards de dollars et devrait atteindre 93 milliards de dollars d'ici 2028, avec un taux de croissance annuel composé (CAGR) de 15,8 % (source : ReportLinker). Cette progression est largement stimulée par des réglementations favorables et des subventions qui encouragent l'adoption des véhicules électriques et des énergies renouvelables.

Croissance du marché mondial des batteries lithium-ion (2023-2028) en M\$



Impact de la réglementation sur les batteries lithium-ion

Le cadre réglementaire des batteries lithium-ion évolue constamment, reflétant l'engagement mondial en faveur de la transition énergétique. Il est crucial de bien comprendre ces évolutions réglementaires pour naviguer efficacement dans ce paysage en mutation et tirer parti des opportunités offertes par les technologies de batteries lithium-ion.

2008

Engagement de l'Union Européenne pour les énergies renouvelables

En 2008, l'Union Européenne (UE) a initié une transformation énergétique en s'engageant à réduire l'utilisation des énergies fossiles au profit des énergies renouvelables, qui représentaient alors plus de 80 % de la consommation énergétique totale de l'UE.

2015

Accord de Paris et objectif de neutralité carbone

Signé en décembre 2015, l'Accord de Paris vise à limiter le réchauffement climatique. Les pays signataires se sont engagés à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre pour atteindre la neutralité carbone d'ici 2050.

Loi de transition énergétique pour la croissance verte en France

Adoptée en août 2015, cette loi introduit des mesures incitatives telles que le bonus écologique pour les véhicules électriques et la création de zones de circulation limitées à 30 km/h pour réduire les émissions de CO₂.

2019

Directive (UE) 2019/1161 pour des transports propres

En juin 2019, l'UE a adopté une directive imposant qu'au moins 25 % des bus urbains nouvellement achetés soient des véhicules à faibles émissions ou à émissions nulles d'ici 2025.

Loi d'Orientation des Mobilités (LOM) en France

Adoptée en décembre 2019, la LOM prévoit la fin des ventes de voitures à énergies fossiles d'ici 2040 et encourage le développement des infrastructures de recharge électrique.

2022

Engagement de l'UE pour l'arrêt des ventes de voitures thermiques d'ici 2035

En juin 2022, l'UE a adopté une loi visant à interdire la vente des voitures thermiques d'ici 2035, avec un objectif de réduction des émissions de CO₂ de 55 % d'ici 2030 par rapport aux niveaux de 1990, soit une réduction d'environ 3,1 milliards de tonnes.

CHAPITRE 2

Applications et technologies des batteries lithium-ion

Introduction

Les batteries lithium-ion sont devenues indispensables dans de nombreux secteurs grâce à leur densité énergétique élevée, leur efficacité de charge et leur longue durée de vie. Cette section explore les principales applications des batteries lithium-ion, les technologies disponibles et les défis associés.



En résumé, pourquoi la technologie lithium-ion est-elle si intéressante ?

Densité énergétique (kw/kg) : la densité énergétique des batteries lithium-ion est actuellement la plus élevée parmi les technologies de batteries, ce qui en fait le principal moteur de leur développement.

Efficacité de charge et de décharge : les batteries lithium-ion offrent une efficacité de charge et de décharge de 95 %, contre 80 % maximum pour d'autres technologies.

Durée de vie : les batteries lithium-ion peuvent durer jusqu'à 15 ans ou supporter entre 2000 et 6000 cycles de charge.

Coûts d'exploitation : les batteries lithium-ion nécessitent peu ou pas d'entretien, ce qui réduit les coûts d'exploitation.

Encombrement : comparées à leur densité énergétique, les batteries lithium-ion ont un encombrement relativement faible.

Sensibilité aux conditions extérieures : les batteries lithium-ion sont sensibles à la température extérieure, ce qui peut affecter leur performance.

Recyclabilité : les batteries lithium-ion peuvent être recyclées à hauteur de 95 %. La réglementation européenne stimule la structuration des filières de recyclage, mais la dangerosité des batteries usagées ou endommagées pose des défis aux usines de recyclage.

Applications et technologies :

Les technologies NMC (Nickel Manganèse Cobalt) et LFP (Lithium Fer Phosphate) dominent actuellement le marché des batteries lithium-ion, principalement grâce à leur adoption dans les véhicules électriques et les systèmes de stockage d'énergie. Cependant, de nombreuses autres technologies de batteries lithium-ion existent, chacune avec ses propres caractéristiques et applications spécifiques.

	Application
LCO : oxyde de cobalt et de lithium (lithium cobalt oxide)	Smartphones, ordinateurs portables, appareils électroniques portables.
LMO : oxyde de manganèse et de lithium (lithium manganese oxide)	Véhicules électriques, outils électriques, appareils médicaux.
LFP : lithium fer phosphate (lithium iron phosphate)	Véhicules électriques, systèmes de stockage d'énergie, applications industrielles.
NMC : nickel manganèse cobalt (lithium nickel manganese cobalt oxide)	Véhicules électriques, outils électriques, systèmes de stockage d'énergie.
NCA : nickel cobalt aluminium (lithium nickel cobalt aluminium oxide)	Véhicules électriques haut de gamme, systèmes de stockage d'énergie.
LTO : oxyde de titanate de lithium (lithium titanate)	Véhicules électriques, systèmes de stockage d'énergie, applications industrielles.
LMP : lithium métal polymère (lithium metal polymer)	Véhicules électriques, applications de stockage d'énergie.

Applications des batteries lithium-ion



1

Véhicules électriques (VE) Les batteries lithium-ion sont essentielles pour les véhicules électriques en raison de leur haute densité énergétique et de leur longue durée de vie. Elles permettent des autonomies élevées et des performances fiables, faisant des VE une alternative viable aux véhicules à combustion interne. En 2023, les ventes mondiales de VE ont atteint 10 millions d'unités, soulignant l'importance croissante de cette technologie.



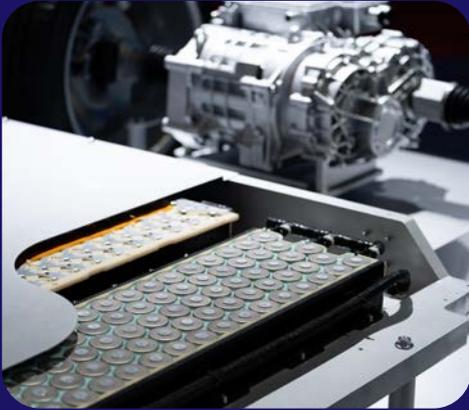
2

Électronique grand public Dans les smartphones, tablettes, ordinateurs portables et autres appareils électroniques, les batteries lithium-ion sont préférées pour leur capacité à fournir une puissance élevée dans des formats compacts. Leur efficacité de charge rapide et leur faible encombrement sont des atouts majeurs pour ces applications



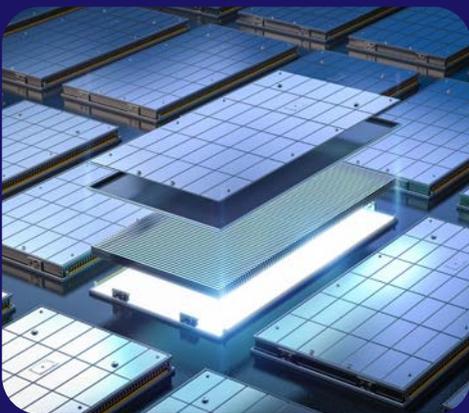
3

Systèmes de stockage d'énergie stationnaires Les systèmes de stockage d'énergie à base de batteries lithium-ion sont de plus en plus utilisés pour intégrer les énergies renouvelables comme le solaire et l'éolien dans le réseau électrique. Ils permettent de stocker l'énergie produite en excès pour une utilisation ultérieure, améliorant ainsi la stabilité et la fiabilité du réseau.



4

Applications industrielles Les batteries lithium-ion sont utilisées dans divers équipements industriels tels que les chariots élévateurs, les outils électriques sans fil et les systèmes de secours d'urgence. Leur capacité à fournir une énergie constante et fiable est cruciale pour ces applications.



5

Secteur aéronautique Les batteries lithium-ion commencent à être utilisées dans l'aéronautique, notamment pour les systèmes de propulsion des drones et des petits avions électriques. Leur légèreté et leur haute densité énergétique sont des avantages importants pour l'industrie aéronautique. Des projets exploitent déjà cette technologie pour réduire les émissions et les coûts opérationnels.

i

Les batteries lithium-ion offrent de nombreux avantages et sont au cœur de la révolution énergétique actuelle. Leurs applications s'étendent bien au-delà des véhicules électriques, touchant divers secteurs de l'économie mondiale. Cependant, leur haute densité énergétique, l'avantage majeur de cette technologie, pose également des défis en matière de sécurité, notamment pour la prévention et la protection contre les incendies.

Les innovations continues dans ce domaine sont axées sur la sécurité, la recyclabilité et la performance des batteries. Ces innovations renforceront leur position dominante sur le marché des technologies de stockage d'énergie.

Technologies en développement

Les batteries continuent d'évoluer grâce aux avancées technologiques et à la recherche. Les nouvelles technologies visent à améliorer la densité énergétique, la sécurité, la durée de vie et les performances globales des batteries. Voici un aperçu des principales technologies en développement.

Chimie LiS : Lithium-Soufre

Principe

Utilisation du soufre dans l'électrode positive et du lithium métallique dans l'électrode négative.

Avantages

Densité énergétique théorique très élevée, matériaux légers, coût des matériaux réduit.

Défis

Stabilité et durée de vie limitées, dégradation rapide des électrodes, gestion des polysulfures.

Perspectives

Technologie encore en développement, avec des prototypes en phase de test. Production industrielle attendue dans les prochaines années avec des progrès continus.

Applications

Véhicules électriques, aviation, applications spatiales.

Technologie de batteries Tout-Solide

Principe

Remplacement de l'électrolyte liquide par un composé solide permettant la migration des ions lithium.

Avantages

Réduction des risques d'incendie, densité énergétique accrue, batteries plus légères, meilleure durée de vie.

Défis

Développement de matériaux solides conducteurs d'ions lithium, production industrielle complexe.

Perspectives

Production industrielle prévue pour 2030.

Applications

Véhicules électriques, stockage d'énergie, appareils électroniques portables.



Les technologies comme les batteries lithium-soufre et tout-solide promettent de surmonter les limitations actuelles des batteries lithium-ion en termes de densité énergétique, sécurité et durée de vie. Bien qu'encore en développement, elles pourraient révolutionner le marché des batteries et soutenir la transition énergétique mondiale.

CHAPITRE 3

Comment fonctionnent les batteries lithium-ion ?

Structure de base d'une batterie lithium-ion

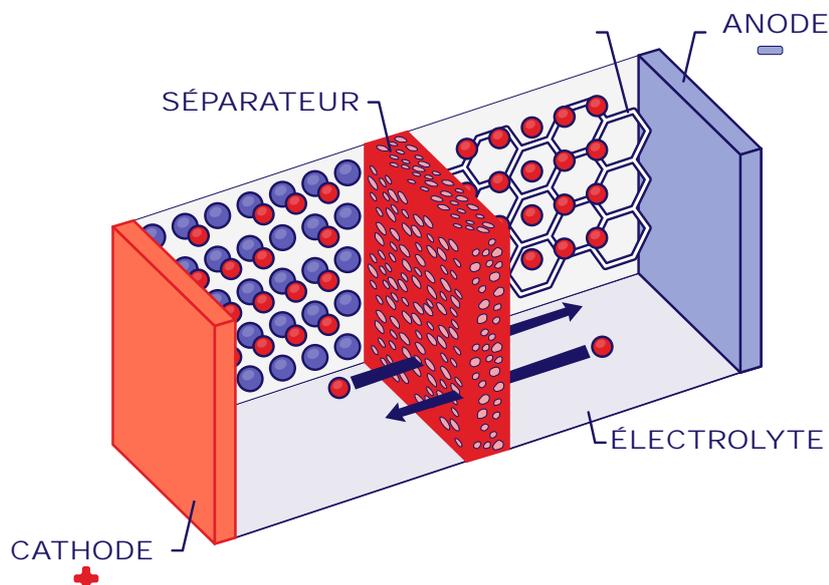
Une batterie lithium-ion est composée de plusieurs composants principaux :

L'anode, ou électrode négative, est constituée de graphite. Elle stocke et relâche les ions lithium générés par la cathode.

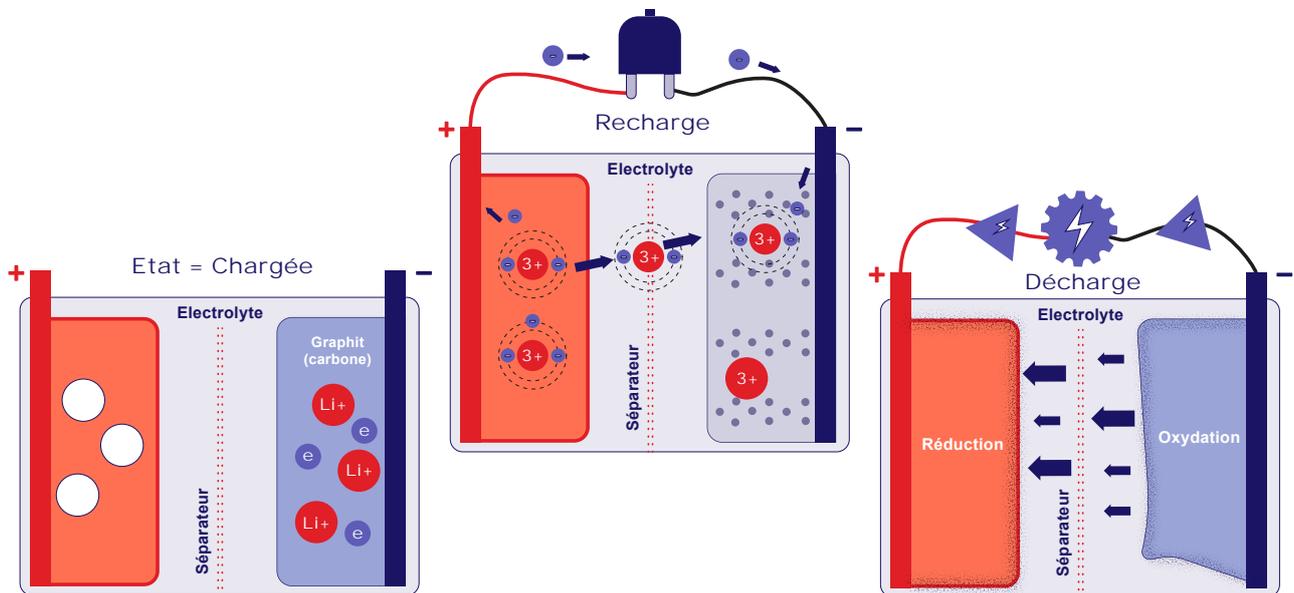
La cathode, ou électrode positive, est constituée d'un oxyde métallique de lithium, qui peut contenir différentes proportions de nickel, de manganèse et de cobalt.

L'électrolyte des batteries lithium-ion est composé principalement de solvants aprotiques. Les plus courants sont le diméthyle (DMC) et le carbonate d'éthylène (EC), très stables chimiquement et capables de dissoudre les sels de lithium. Le sel de lithium le plus couramment utilisé est l'hexafluorophosphate de lithium (LiPF₆), qui fournit les ions lithium nécessaires au fonctionnement de la batterie.

Le séparateur dans une batterie lithium-ion est une membrane poreuse placée entre l'anode et la cathode pour empêcher les courts-circuits en évitant leur contact direct. Il permet également le passage des ions lithium entre les électrodes, ce qui est essentiel au fonctionnement de la batterie. En résumé, le séparateur assure la sécurité en empêchant les courts-circuits tout en permettant le mouvement des ions nécessaires au fonctionnement de la batterie.



Principe de fonctionnement



Les batteries lithium-ion fonctionnent grâce aux mouvements des ions lithium entre l'anode et la cathode à travers l'électrolyte.



Lors de la charge :

- Déplacement des ions lithium : Les ions lithium se déplacent de la cathode (électrode positive) vers l'anode (électrode négative) à travers l'électrolyte, se logeant dans les interstices du matériau de l'anode.
- Accumulation d'électrons à l'anode : Les électrons, qui sont libérés de la cathode lors du déplacement des ions, circulent à travers le circuit externe (le chargeur) pour rejoindre l'anode, où ils s'accumulent, stockant ainsi l'énergie.
- Formation du film SEI : Un film passif appelé SEI (Solid Electrolyte Interphase) se forme sur l'anode pour protéger la surface contre les réactions indésirables avec l'électrolyte, stabilisant ainsi le fonctionnement de la batterie et prolongeant sa durée de vie.



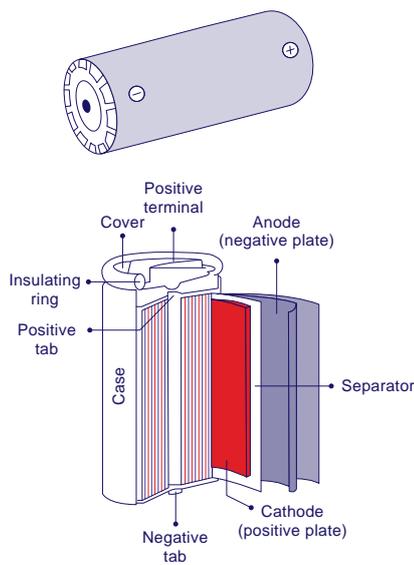
Lors de la décharge :

- Les ions lithium se déplacent de l'anode vers la cathode en traversant l'électrolyte.
- Les électrons circulent à nouveau via le circuit externe de l'anode à la cathode, produisant ainsi un courant électrique utilisable par l'appareil alimenté par la batterie.
- Les ions lithium se réinsèrent dans la structure de la cathode.

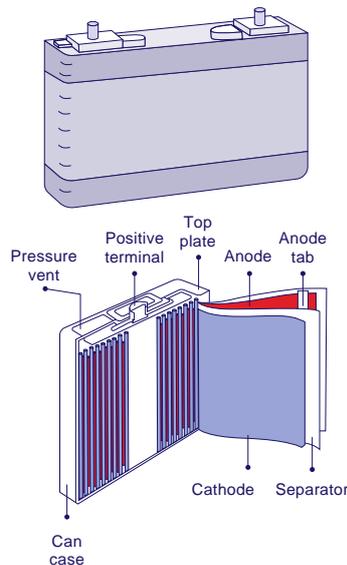
Formats des piles (**cellules**)

Les piles (cellules) lithium-ion (Li-ion) se déclinent en plusieurs formats, chacun étant adapté à des applications spécifiques en fonction de leurs caractéristiques de performance et de structure. Les trois formats les plus courants en production aujourd'hui sont les cellules cylindriques, prismatiques et de type "poche".

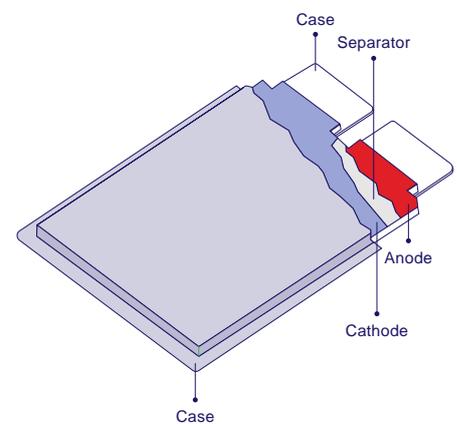
Cylindrique



Prismatique



Type "Poche"



Lexique

Piles : Cellules lithium-ion primaires. Ce sont les plus petits éléments d'une batterie ou d'un module.

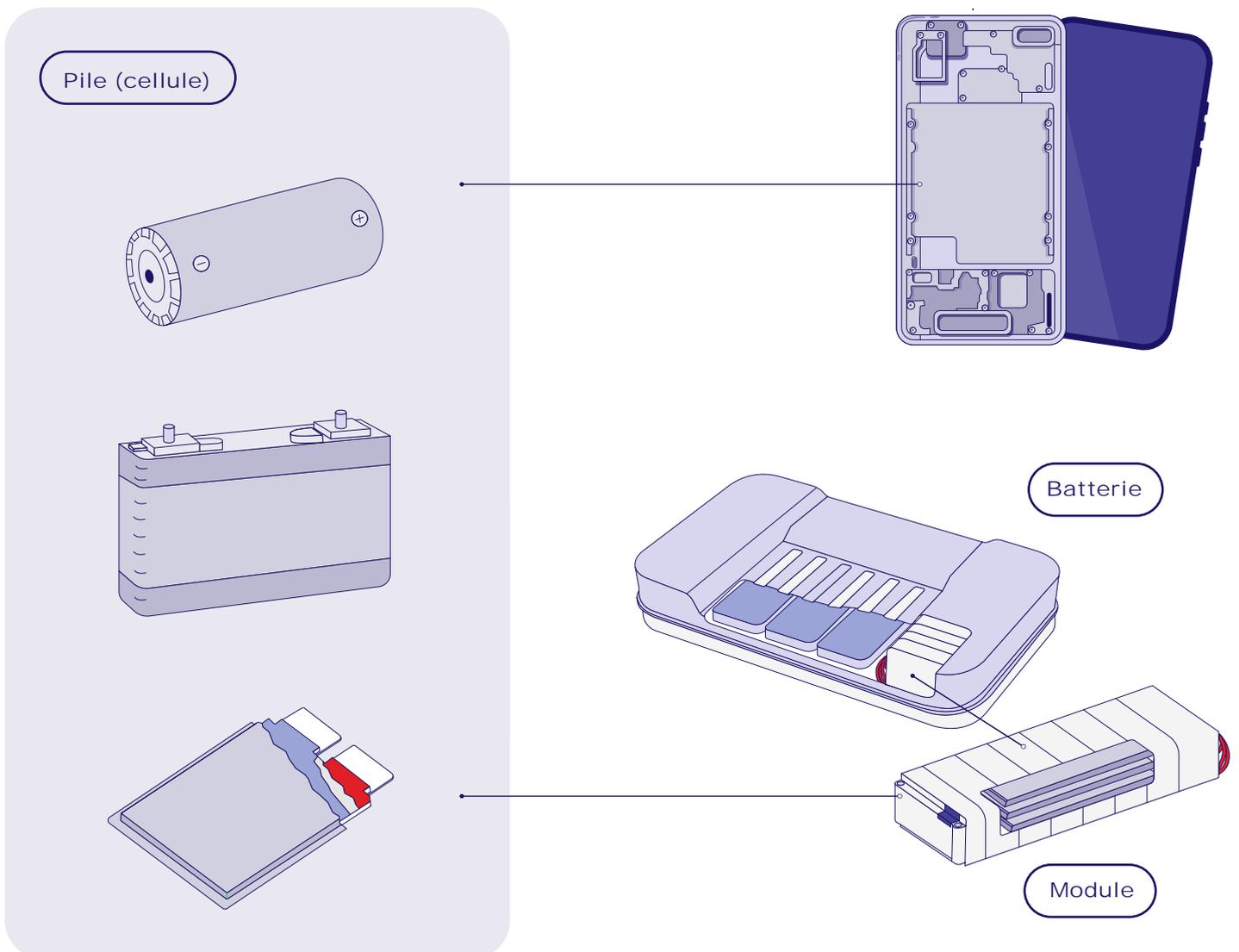
Batteries : Une batterie lithium-ion est composée de plusieurs cellules individuelles assemblées avec leurs systèmes électroniques de contrôle et de protection associés. Quant aux batteries de grande capacité, elles seront composées de plusieurs modules.

Modules : Piles empilées et interconnectées dans un boîtier rigide.

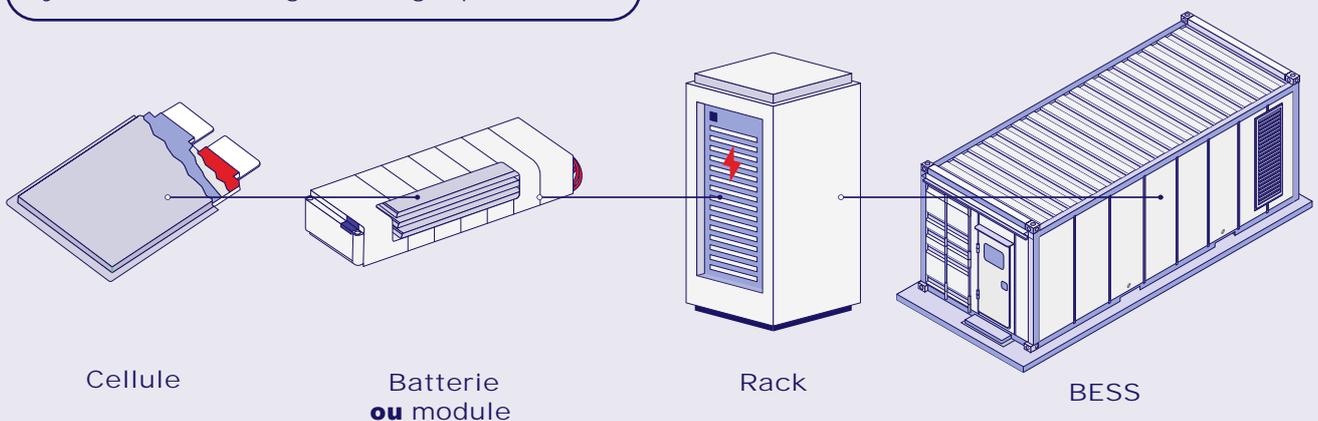
Racks : Ensemble de modules interconnectés électriquement dans une armoire fermée ou ouverte avec un espace réservé à la protection électrique et à un système de gestion de la batterie (BMS).

Système de stockage d'énergie (BESS) : Enceinte ou structure de salle contenant les modules de batterie, ainsi que toute structure qui lui est directement connectée, notamment : les systèmes de climatisation et de conversion d'énergie, les transformateurs, les unités de contrôle, les onduleurs et les systèmes d'extinction d'incendie. Le terme « enceinte » fait référence, par exemple, à un « conteneur maritime », à des structures en béton ou à des

Comprendre les cellules, modules et packs de batterie



Système de stockage d'énergie par batterie



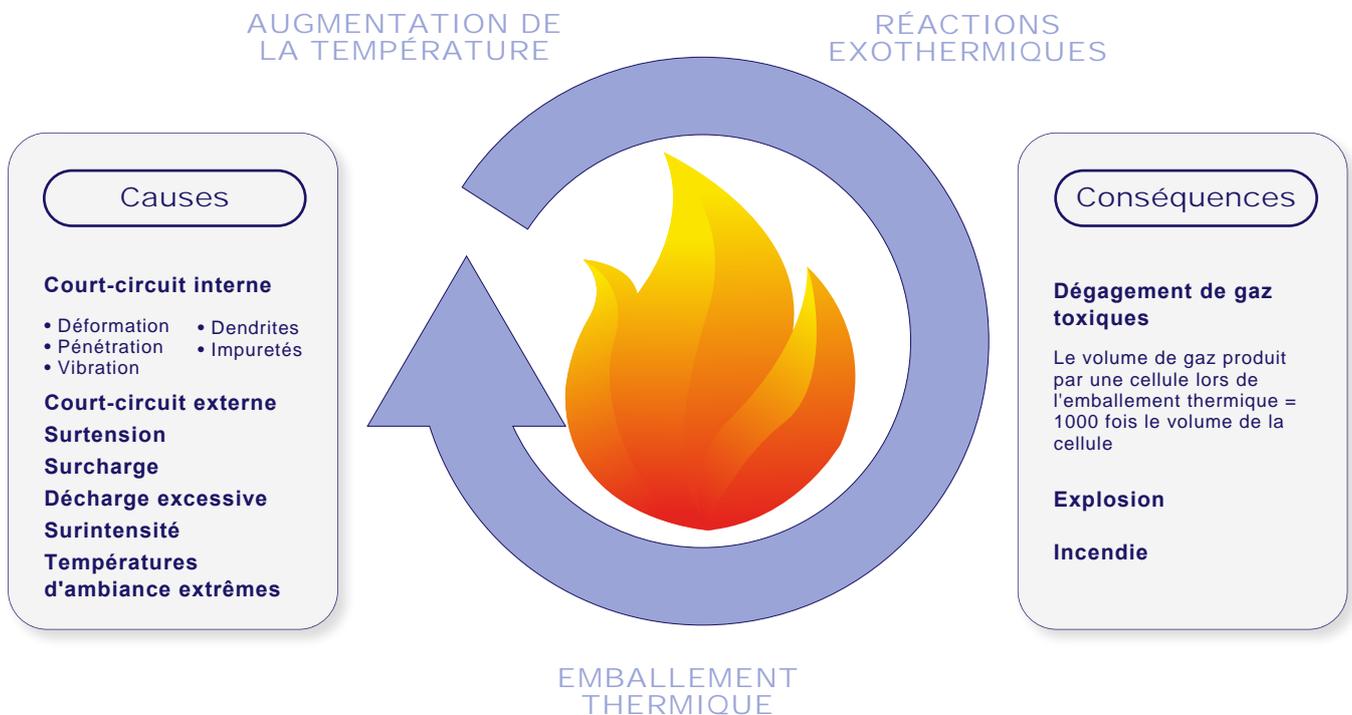
CHAPITRE 4

Les risques intrinsèques de la technologie lithium-ion

Plus la puissance d'une batterie est élevée, plus l'énergie accumulée est importante. Ainsi, en cas d'usage anormal, de défaut interne, d'agression externe mécanique ou de surchauffe, ces batteries peuvent devenir instables et entrer dans un mécanisme d'emballement thermique.

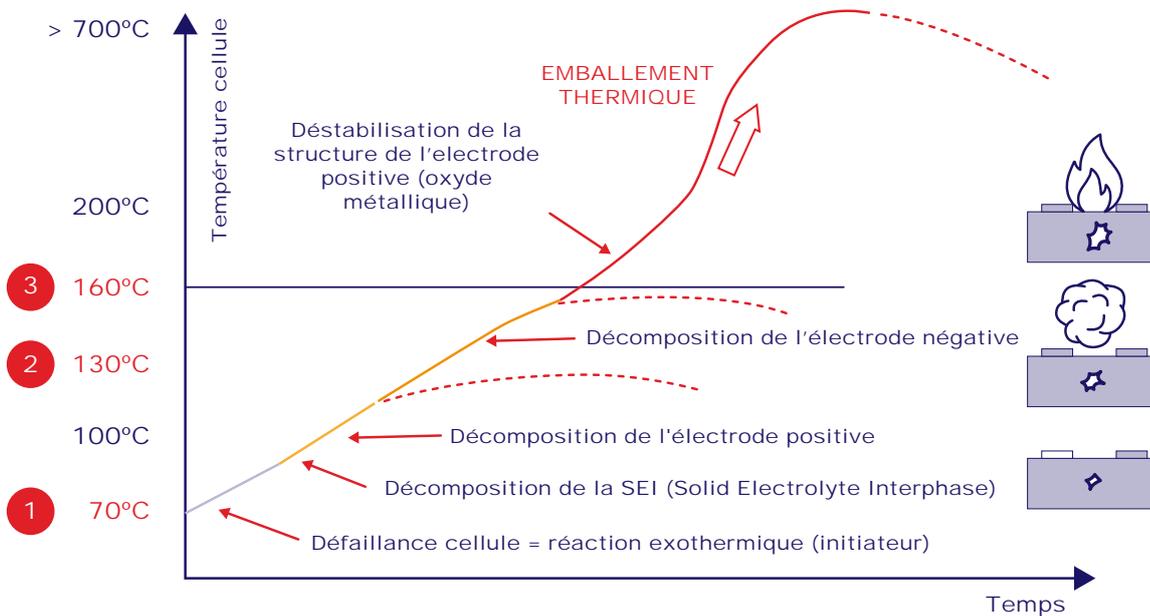
L'emballement thermique se manifeste par :

- Un dégazage avec dispersion de gaz inflammables et toxiques
- L'incendie suivi d'explosions avec projections



Quelle est la cinétique de l'emballement thermique ?

Cinétique de développement de l'emballement thermique :



A.W. Golubkov et al. Thermal runaway of commercial 18650 Li-ion batteries with LFP and NCA cathodes - impact of state of charge and overcharge, RSC Adv, 2015

1. Phase d'initiation du phénomène d'emballement thermique
2. Dégradation interne des électrodes et de l'électrolyte
3. Emballement thermique

La sécurité des batteries lithium-ion repose sur une série de mesures visant à prévenir les risques d'incendie et d'emballement thermique. Ces mesures comprennent des certifications rigoureuses, l'utilisation de matériaux de haute qualité, des conceptions robustes, et des procédures de sécurité strictes.

CHAPITRE 5

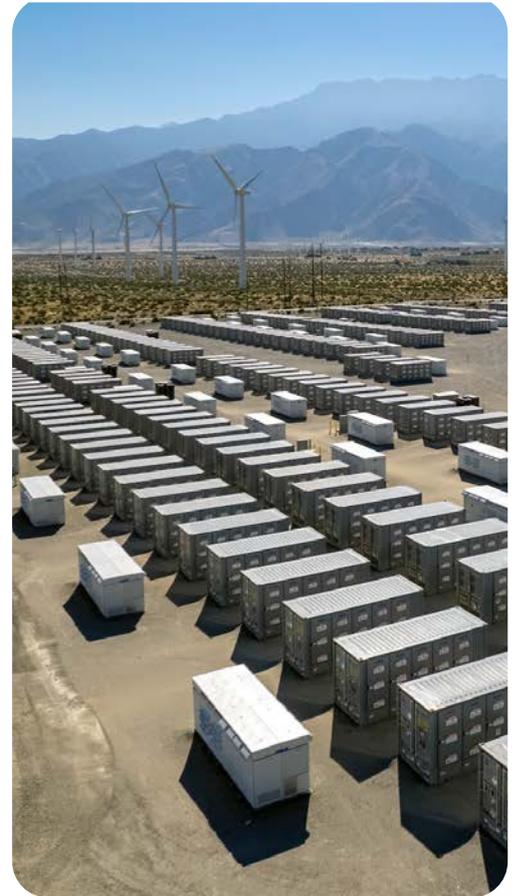
Systèmes de stockage stationnaires d'énergie par batteries

La décarbonation de la production d'énergie électrique nécessite une augmentation de l'utilisation des énergies renouvelables, tout en assurant l'efficacité et la résilience du réseau électrique à des coûts maîtrisés.

Pour relever ce défi, l'utilisation des systèmes de stockage d'énergie, comme les systèmes de stockage par batteries (BESS), est cruciale.

Ces systèmes permettent de compenser l'intermittence des énergies renouvelables, comme le solaire et l'éolien, en lissant l'approvisionnement énergétique et en répondant aux besoins lors des pics de demande ou des coupures.

Cependant, ils requièrent une bonne gestion des risques dès la phase de conception pour assurer leur sécurité.



De quoi est composé un BESS ?

Un système de stockage d'énergie par batterie (BESS) est composé de batteries ou modules installés dans des racks, dont le nombre détermine la puissance du système.

Il comprend également un système de conversion de puissance (PCS) pour convertir le courant continu (DC) en courant alternatif (AC) et vice versa, ainsi qu'un système de gestion de batterie (BMS) pour surveiller et contrôler l'ensemble.

Tous ces éléments sont regroupés dans une salle ou un conteneur équipé de systèmes de ventilation, de conditionnement d'air et de dispositifs de détection et de protection incendie.

Quels sont les dangers de ces installations ?

Outres les risques d'incendie électriques classiques, les systèmes de stockage d'énergie par batterie (BESS) présentent plusieurs dangers, notamment l'emballement thermique, où une cellule lithium-ion libère de l'énergie de manière incontrôlée, provoquant des incendies et une réaction en chaîne.

En cas d'emballement, des gaz toxiques et inflammables peuvent être libérés, créant un risque d'explosion sans ventilation adéquate.

Les incendies de batteries sont difficiles à éteindre en raison des boîtiers des batteries qui peuvent faire obstruction aux moyens d'extinction et nécessitent de grandes quantités pour les refroidir.

De plus, même après un incendie, les batteries peuvent encore contenir de l'énergie, augmentant les risques d'électrocution et de réactivation de l'incendie, compliquant les interventions et les expertises.

Accidentologie

L'étude de l'**EPRI (*)** (Electric Power Research Institute) sur les incidents des BESS révèle que la majorité des défaillances (**72 %**) sont dues à des problèmes survenant lors des phases de conception, de fabrication, et d'intégration/assemblage, plutôt que pendant l'exploitation (**28 %**).

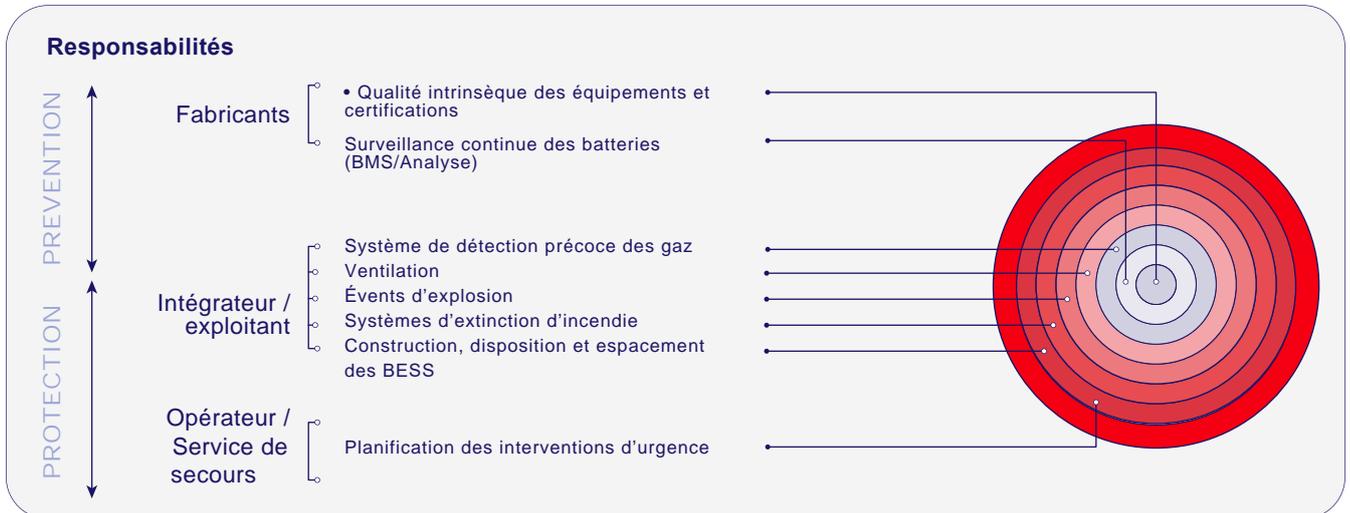
Environ **50 %** des incidents se produisent dans les trois premières années du cycle de vie du BESS. Contrairement aux idées reçues, les cellules lithium-ion ne sont pas les causes premières d'incendies, grâce à des normes de fabrication plus robustes (**UL 1973 et UL 1642**).

En effet, les éléments les plus souvent défaillants sont les systèmes auxiliaires (systèmes électriques, connectiques, système de refroidissement, etc.) et les dispositifs de contrôles des batteries et de l'énergie qui représentent **89 %** des incidents. Ces défaillances mènent parfois à l'emballement thermique des cellules lithium-ion.

(*) Insights from EPRI's Battery Energy Storage Systems (BESS) Failure Incident Database: Analysis of Failure Root Cause, 2024

Quelles sont les points à considérer pour maîtriser les risques de ces installations ?

Présentation des différents dispositifs de sécurité des ESS



● Qualité intrinsèque des équipements, maintenance et certifications

Les systèmes de stockage d'énergie par batteries lithium-ion doivent répondre à des normes internationales strictes, telles que les normes IEC, UL, NFPA ou FM Global.

Ces normes couvrent l'ensemble du cycle de vie des BESS, de la conception jusqu'à son exploitation en passant par les phases de construction et de mise en service.

Il est crucial de maintenir la conformité aux certifications tout au long de la construction mais également lors de l'exploitation pour éviter les risques accrus d'emballement thermique ou d'incendie. A ce titre, toutes les modifications de ces installations doivent être gérées via un processus de management des changements (MoC).

Enfin, un plan de maintenance et d'inspection doit être mis en œuvre pour assurer le maintien de la capacité des batteries et le bon fonctionnement des systèmes de surveillance et de protection.

● Surveillance continue des batteries

La gestion des systèmes de stockage d'énergie repose sur un Système de Management de la Batterie (BMS), qui surveille en continu les indicateurs de sécurité et peut isoler ou déconnecter des modules en cas de déviation.

Le BMS doit être certifié selon des normes de sécurité fonctionnelle reconnues afin de garantir la fiabilité de ce dispositif crucial.

Des solutions prédictives existent et devraient se développer, elles utilisent l'intelligence artificielle pour anticiper les défaillances potentielles par l'identification des signaux faibles des données de fonctionnement provenant des BMS.

● Les moyens de détection des gaz et la ventilation

En cas d'emballement thermique, les batteries libèrent des gaz inflammables et toxiques, nécessitant un système de ventilation d'urgence déclenché par des systèmes de détection.

Afin d'éviter un risque d'explosion dans le conteneur ou la salle où se trouvent les batteries, la ventilation doit donc pouvoir maintenir la concentration en gaz inflammables sous le seuil de 25% de la limite inférieure d'explosivité (LIE) du mélange gazeux.

● Events d'explosion

Les événements d'explosion sur les conteneurs sont obligatoires pour prévenir l'éclatement incontrôlé des conteneurs de batteries en cas d'explosion interne et doivent être dimensionnés selon les règles NFPA 68 ou EN 14994.

● Implantation et distances de séparation

Les conteneurs de batteries doivent être espacés de manière à minimiser les risques de propagation d'incendie entre les installations. Les distances de séparations vont dépendre des caractéristiques des conteneurs de batteries, des installations environnantes et de la configuration du site.

Une analyse au cas par cas est requise.

● Dispositions de construction des BESS et moyens de protection incendie

Seuls des matériaux incombustibles doivent être utilisés pour la construction des conteneurs. Les compartiments de batteries doivent être séparés de ceux des onduleurs et transformateurs.

Un système de détection automatique de fumées doit être installé et surveillé à distance pour assurer une réponse rapide en cas d'incendie.

Concernant la protection incendie, les agents d'extinction gazeux ne sont pas efficaces pour les feux de batteries; seul un refroidissement par l'eau est efficace. Les systèmes fixes, automatiques ou manuels, de noyage des modules ou d'aspersion sont les solutions mises en œuvre le plus couramment.

● Gestion des situations d'urgence

Un plan d'urgence détaillé doit être élaboré avec les services d'incendie.

A ce titre, il est nécessaire de prévoir des dispositifs de coupure d'urgence déportés par conteneur et un accès aux données de température, de concentration de gaz dans l'enceinte des BESS pour les secours.

Les ressources en eau et les moyens de confinement des eaux d'extinction sont également des éléments cruciaux à considérer et ce, dès la phase d'avant-projet sommaire.

CHAPITRE 6

Stockage des batteries lithium-ion en entrepôts

Le stockage en masse de batteries lithium-ion

Les logisticiens sont de plus en plus sollicités pour stocker des batteries lithium-ion ou des équipements en contenant.

Bien que ces batteries soient classées comme marchandises dangereuses pour le transport, avec des réglementations strictes (ADR, classe 9), il n'existe pas de règles spécifiques pour leur stockage en entrepôt.

Elles sont donc traitées à tort comme des marchandises combustibles classiques alors qu'elles représentent un danger spécifique.



Les risques du stockage de batteries dans les entrepôts

Le risque premier est l'emballement thermique d'une cellule lithium-ion. Ces phénomènes sont imprévisibles et peuvent provoquer des flammes, des projections incandescentes et libérer des gaz toxiques et inflammables.

Les batteries stockées en entrepôt ont un niveau de charge compris entre 10% et 60%, ce qui les rend toujours actives et sujettes au risque d'incendie.

Les facteurs aggravant la fréquence et/ou la propagation d'un incendie sont les suivants :

- Le stockage de batteries de forte puissance, pour des véhicules électriques par exemple.
- Le stockage de batteries usagées, non conformes ou endommagées qui peuvent présenter une probabilité d'emballement thermique plus élevée que les batteries neuves.

- L'absence d'emballage ou l'utilisation d'emballages très combustibles en plastique expansé combiné à une forte densité de stockage, peuvent entraîner des vitesses de propagation de l'incendie très importantes.
- Les stockages en racks sur des hauteurs importantes peuvent aggraver le risque également.

Gestion des risques liés au stockage de batteries lithium-ion en entrepôt

La gestion des risques liés au stockage des batteries lithium-ion dans un entrepôt repose sur plusieurs actions essentielles pour prévenir les emballements thermiques, en détecter les premiers signes et en limiter les conséquences.

- Prévenir le risque d'emballement thermique

Il est crucial de stocker uniquement des batteries certifiées (IEC, UN, UL) provenant de fabricants réputés, tout en respectant scrupuleusement les conditions de stockage spécifiées par ces derniers, telles que la température et l'humidité.

Les batteries doivent être protégées contre les chocs, les vibrations, et les sources de chaleur externe. Cela inclut des mesures pour empêcher toute manutention inappropriée, grâce à une formation adéquate du personnel sur les risques associés à ces marchandises sensibles.

- Détecter un emballement thermique

Afin de détecter au plus tôt un emballement thermique, l'utilisation de caméras thermiques permet de repérer rapidement les hausses anormales de température. Cette mesure n'est toutefois pas toujours possible selon le conditionnement des batteries.

Il est nécessaire de disposer d'une installation de détection incendie à haute sensibilité (par aspiration) dans les zones de stockage.

● Limiter les conséquences d'un emballement thermique

Pour limiter les conséquences d'un emballement thermique, il est recommandé de stocker en premier lieu les batteries dans des conteneurs externes incombustibles, idéalement éloignés des bâtiments.

Toutefois, si les batteries doivent être stockées à l'intérieur de l'entrepôt, les mesures suivantes doivent être considérées :

- Les batteries doivent être entreposées dans une cellule en périphérie de l'entrepôt, séparée du reste du bâtiment par des murs coupe-feu.
- Selon l'analyse par le service d'ingénierie, une protection sprinkleur suivant les standards NFPA ou FM, adaptée à la configuration du stockage et aux caractéristiques des batteries, peut être requise.
- D'une manière générale, il est important de réduire la charge calorifique des emballages et d'utiliser des matériaux de calage incombustibles.
- Garantir un espacement des stockages de batteries vis à vis des autres marchandises combustibles.

Enfin, un plan d'urgence qui tienne compte de ce risque spécifique est indispensable. Celui-ci doit inclure une stratégie d'intervention conjointe avec les pompiers, en précisant les protocoles d'alerte, la localisation exacte des batteries, les types et les états de charge, ainsi que des plans pour la collecte des eaux d'extinction.

CHAPITRE 7

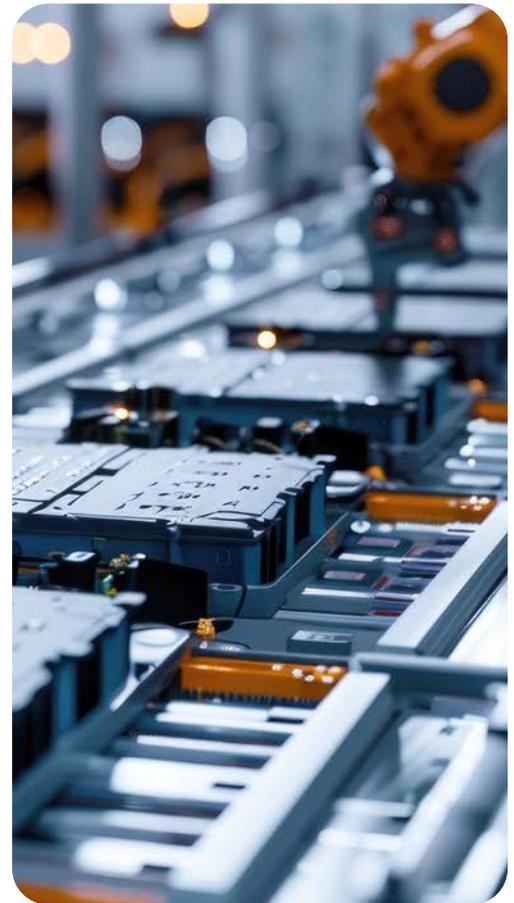
Activité d'assemblage des batteries

Introduction

Les activités d'assemblage de batteries lithium-ion pour la mobilité électrique (voitures, trottinettes, vélos, etc.) se développent à une échelle industrielle en réponse à l'électrification croissante des usages.

Ces activités d'assemblage de batteries nécessitent des opérations de soudure laser, l'assemblage des cellules en série, l'installation de circuits électroniques, des tests électriques, d'étanchéité et de charge et de décharge.

Ces activités comportent des risques inhérents à la nature instable de la technologie lithium-ion, notamment d'incendie en cas d'emballlement thermique d'une cellule. Comme évoqué précédemment, ces phénomènes peuvent être provoqués par des courts-circuits, des défauts internes ou des agressions externes.



Prévention des emballlements thermiques

Pour prévenir les emballlements thermiques des batteries lithium-ion, il est conseillé d'utiliser des technologies stables comme le Lithium-Fer-Phosphate (LFP).

Les batteries doivent être certifiées selon des référentiels reconnus IEC ou UL.

Il faudra veiller à stocker et manipuler les cellules et batteries lithium-ion avec un état de charge le plus bas possible pour limiter leur réactivité et cela tout au long du parcours de fabrication.

Une attention particulière doit être portée quant aux spécifications des fabricants concernant les conditions de stockage (hygrométrie et température) des cellules et batteries lithium-ion.

Enfin, afin d'éviter les erreurs de manipulations pouvant entraîner un risque pour le personnel et mener à un emballlement thermique (mise en court-circuit, chocs, etc.), la formation et l'habilitation du personnel chargé d'assembler les batteries sont impératives.

Sécuriser le bâtiment pour limiter les conséquences d'un incendie

Les activités d'assemblage de batteries lithium-ion, doivent se dérouler dans des bâtiments incombustibles. Si l'atelier d'assemblage est installé dans un bâtiment avec d'autres activités, son compartimentage par des murs coupe-feu est à étudier.

Afin de limiter les conséquences dans l'atelier, les postes de travail devront être conçus avec des matériaux également incombustibles. La surveillance peut également jouer un rôle important dans la détection précoce d'un échauffement. La surveillance par caméras thermiques des postes de travail pour détecter une cellule chaude ainsi que la détection de monoxyde de carbone sont des dispositions permettant de détecter un début d'emballement thermique.

Les postes de travail à risque devront disposer d'un dispositif de noyage (table à eau) qui dans certain cas peut être automatisé par les moyens de détection évoqués.

Bien entendu, le stockage de matériaux combustibles dans l'atelier, notamment les matériaux d'emballages, doivent être interdits ou tolérés en faible quantité et positionnés à bonne distance des postes de travail.

Les tests électriques, de charge et de décharge devraient se faire dans des salles dédiées, ventilées et coupe-feu.

Les batteries ou cellules non-conformes devraient être stockées soit dans une zone de quarantaine sécurisée (armoire coupe-feu, local spécifique coupe-feu), soit dans des conteneurs incombustibles à l'extérieur du bâtiment.

Le bâtiment devra par ailleurs être équipé d'un système de détection d'incendie haute sensibilité et d'un système de ventilation dimensionné pour empêcher la création d'une atmosphère explosive en cas de dégazage d'une cellule.

Enfin, selon les enjeux assurantiels, un sprinkleur peut être préconisé et reste le moyen le plus efficace pour réduire les conséquences d'un incendie.



Votre courtier :

Adresse :

Téléphone :

Email :

MS Amlin Insurance S.E.

22 Rue Georges Picquart

75017 Paris

+33 (0)1 44 70 71 00

<https://msamlin-insurance.fr/>

MS  **Amlin**