

Sinistre d'une Batterie Lithium Fer Phosphate

Le Mot du Conseil

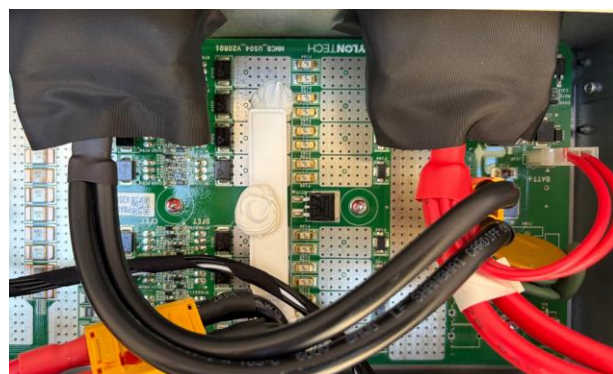
Cette fiche a pour objet de fournir une lecture technique synthétique et vulgarisée des mécanismes, causes possibles et enjeux associés à un sinistre de batterie lithium fer phosphate, dans un contexte contentieux.

1. Vue générale d'une batterie lithium fer phosphate (zones à risque)

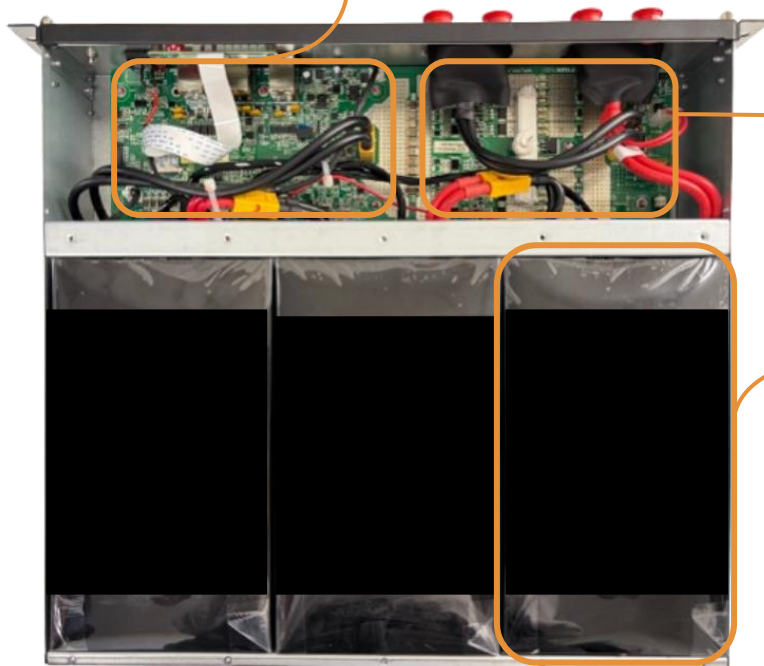
Une batterie lithium fer phosphate moderne comporte plusieurs sous-ensembles critiques susceptibles d'être impliqués dans un départ de feu :



Carte de contrôle



BMS (Battery Management System)



Cellule

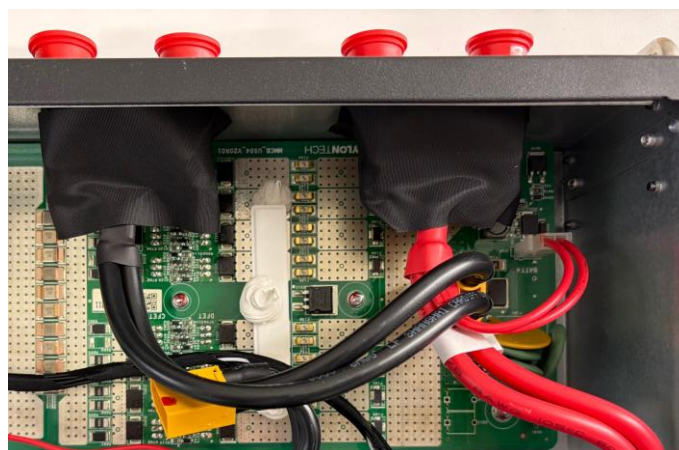
Éléments clés

→ Les batteries lithium fer phosphate comportent plusieurs sous-ensembles critiques dont la défaillance peut conduire à un sinistre (cellules, BMS, carte de contrôle).

2. Détail de l'architecture d'une batterie lithium fer phosphate (zones à risque)

2.1. BMS (Battery Management System)

- Mesurer en continu la tension de chaque cellule, le courant global circulant dans le pack, ainsi que la température interne pour détecter toutes dérives.
- Protéger la batterie d'un emballement thermique.
- Contrôler l'ensemble des informations essentielles (SOC, alarmes températures, état des MOSFETs) qui vont à la carte de contrôle.



2.2. Carte de contrôle

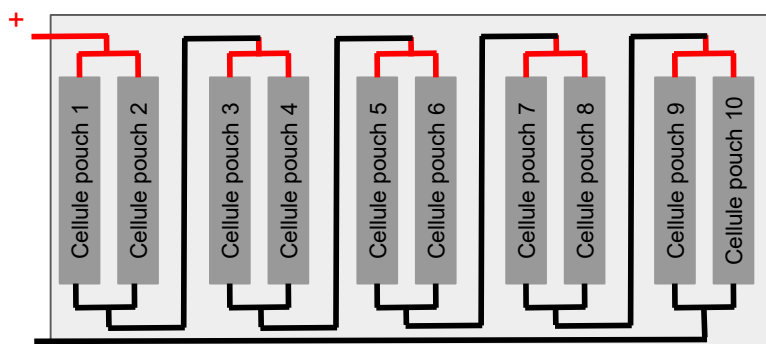
- Collecter l'ensemble des données issues du BMS (tensions, températures, alarmes) et les informations externes (Port RJ45, CAN).
- Interpréter et prioriser les alarmes, valider la cohérence des mesures.
- Communiquer les informations entre la batterie et les équipements externes.
- Piloter l'interface IHM, voyants RUN/ALM, bouton SW, interrupteur Power et LED d'état du système.



2.3. Cellules

- Stocker l'énergie du pack batterie,
- Fournir de l'énergie lors de la décharge du pack. Son montage 5S-2P permet à chaque cellule pouch, qui fournit entre 3.2 et 3.3 V, de fournir 16V au total. Les 3 cellules montées en série fournissent au total 48V.

Schéma de fonctionnement d'une cellule



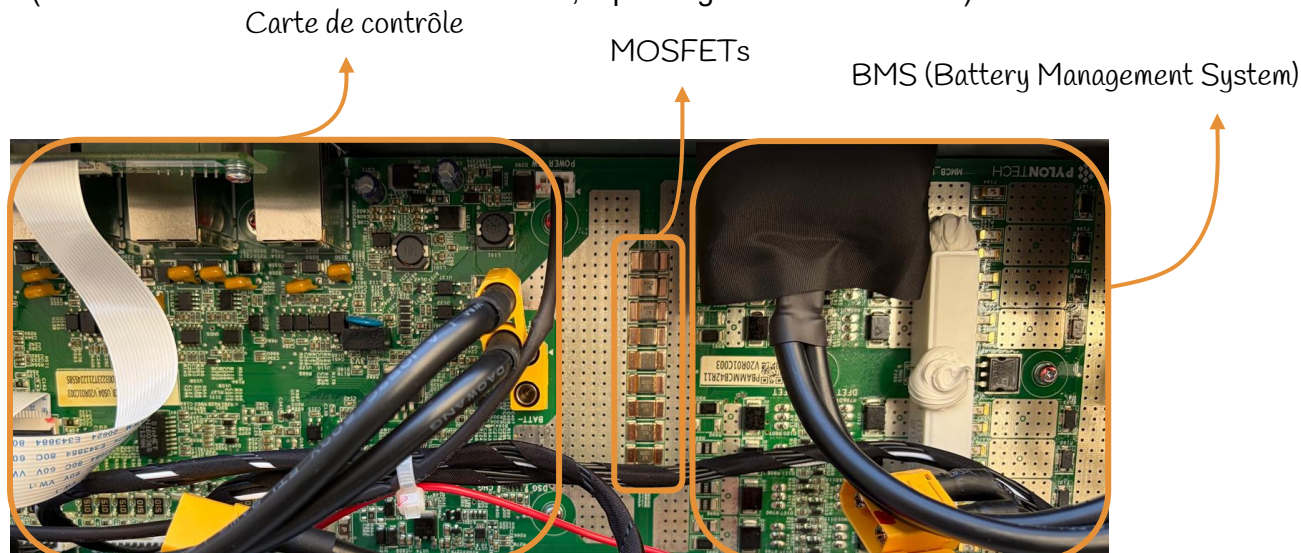
Éléments clés

- Chaque sous-ensemble (BMS, carte de contrôle, cellules) joue un rôle spécifique et complémentaire dans la sécurité et le fonctionnement du pack.
- Une défaillance sur l'un de ces éléments peut entraîner une dérive électrique ou thermique susceptible de provoquer un sinistre.

3. Causes techniques d'un sinistre de batterie lithium fer phosphate

3.1. Sur-tension

- BMS (MOSFET, mesure de tension ou défaillant).
- Carte de contrôle (transmission alarmes au BMS défaillant, seuil de tension mal paramétré).
- Cellules (vieillessement : entraîne des sur-tensions, équilibrage cellules défaillant).



Qu'est ce que les MOSFETs ?

Un MOSFET est un composant électronique de commutation qui permet de laisser passer ou non un courant en le contrôlant avec une très faible puissance.

3.2. Sur-intensité

- BMS (MOSFET, shunt ou mesure de courant défaillant)
- Cellules (échauffement interne : gonflement)
- Connexions de puissances (serrage insuffisant, câblage endommagé)
- Causes externes (court circuit en aval)

3.3. Court-circuit

- BMS (MOSFET bloqué, défaut isolation du BMS, humidité, corrosion)
- Carte de contrôle (humidité, corrosion)
- Cellules (dendrites, défaut de fab, vieillissement : court circuit interne)
- Connexions de puissances (câble dénudé, corrodé ou mauvais serrage)
- Isolants internes (perforation isolant, dégradation thermique : risque court circuit secondaire)

3.4. Sur-chauffe

- BMS (défaillance détection surchauffe)
- Cellules (environnement : gonflement, vieillissement : augmentation résistance interne)
- Connexions de puissances (mauvais serrage : point chaud, corrosion : résistance accrue donc échauffement)

Éléments clés

→ Les principales causes de dérives proviennent soit d'une défaillance interne (cellule, BMS, MOSFET), soit d'un défaut externe (connexion, environnement, installation).

→ L'identification de la cause nécessite d'analyser l'interaction entre les sous-ensembles : cellules, BMS, carte de contrôle et connexions de puissance.

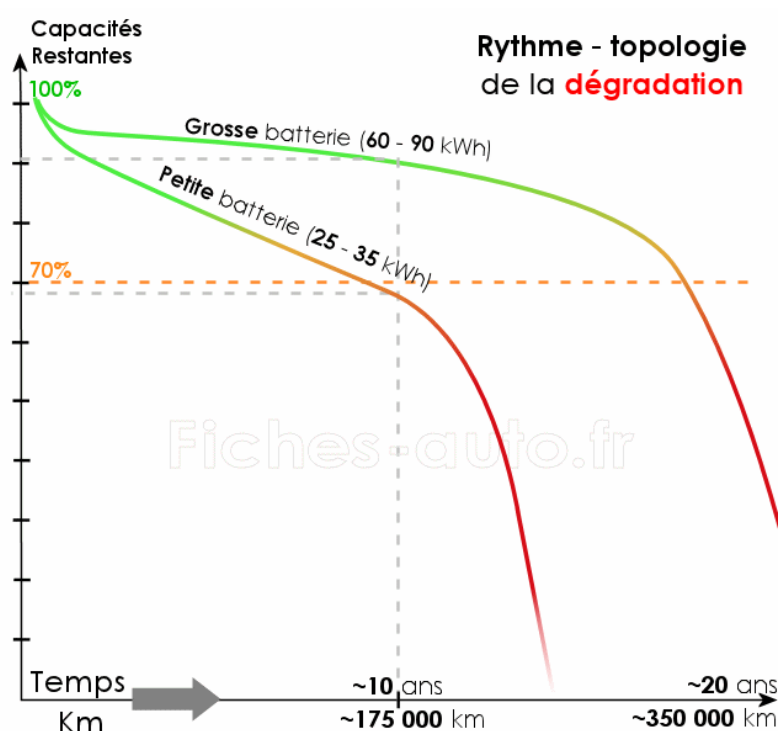
3.5. Fatigue cyclique des cellules

- Cellules :
 - Cycles de charge décharge max : 1000 cycles, 2000 cycles à 50% de décharge, 4000 cycles à 25% de décharge
 - Perte progressive de capacité de charge

3.6. Dégradation interne des cellules

- BMS : Déséquilibre entre les cellules que le BMS ne peut pas ré équilibrer
- Cellules : Endommagement irréversible

Problème principal : il n'y a aucun moyen de savoir que les cellules sont endommagées et d'arrêter le fonctionnement du pack en cas d'endommagement.



3.7. Bonnes pratiques

- Éviter les charges et décharges profondes : maintenir la batterie entre 20 et 80% de charge
- Éviter l'exposition à des températures supérieures à 40°C
- Ne pas stocker une batterie avec un SOC élevé ou faible : stocker la batterie entre 40% et 60% de charge
- Éviter les courants de décharge trop élevés : privilégier des courants inférieurs à 0.5C
- Éviter les chocs et vibrations lors de l'utilisation ou du transport

Éléments clés

- Les cellules se dégradent progressivement sous l'effet des cycles charge/décharge, avec une perte de capacité accélérée lorsque les profondeurs de décharge sont importantes.
- Les dégradations internes (déséquilibre, résistance accrue, endommagement irréversible) sont invisibles et souvent impossibles à détecter avant qu'un incident ne survienne.
- Les bonnes pratiques d'usage (température, profondeur de charge, limitation des courants, absence de chocs) jouent un rôle déterminant dans la durée de vie et la sécurité du pack.

Synthèse Juridique

4. Enjeux juridiques typiques

Un sinistre de batterie peut engager différentes responsabilités :

4.1. Responsabilité des fabricants des éléments principaux

- Défaut de conception : cellules défaillantes, BMS non conforme, défaut interne latent
- Défaillance de contrôle qualité : absence de tests avant mise sur le marché

4.2. Responsabilité de l'intégrateur

- Défaut de conception : cellules défaillantes, BMS non conforme, défaut interne latent
- Défaillance de contrôle qualité : absence de tests avant assemblage des éléments principaux

4.3. Responsabilité de l'utilisateur / exploitant

- Utilisation non conforme : surcharge, environnement thermique inadapté, sollicitation excessive
- Intervention non autorisée sur le système : remplacement de composants, altération du câblage, suppression de protections

5. Points d'attention pour les conseils

- L'origine du feu est **souvent difficile à déterminer avec certitude**
- Plusieurs causes peuvent être **concomitantes**
- L'absence de preuve d'entretien peut peser lourdement
- Les sinistres laissent des **traces techniques interprétables mais fragiles**

6. Synthèse opérationnelle

Dans la majorité des cas, les sinistres de batterie résultent :

- Défaillance interne d'une cellule : court-circuit interne, gonflement, emballement thermique
- Défaillance ou inefficacité du système de protection : BMS, MOSFETs, équilibrage, détection thermique

L'enjeu principal de l'expertise consiste à :

- **Localiser** le point de départ
- **Reconstituer** la chaîne causale
- **Attribuer ou non** une responsabilité technique identifiable

Synthèse

- Un sinistre de batterie peut engager la responsabilité de plusieurs acteurs (fabricant, intégrateur, exploitant), chacun intervenant à un niveau différent de la chaîne technique.
- L'analyse juridique repose sur la capacité à relier une défaillance technique identifiée à un manquement précis : conception, intégration, usage ou maintenance.
- Les conclusions restent souvent probabilistes : les traces techniques sont fragiles, les causes peuvent être multiples et la preuve d'un défaut ou d'une faute n'est pas toujours accessible.