

# FEUX DE BATTERIES LITHIUM-ION

## Enjeux opérationnels et stratégie de maîtrise du risque

Document de synthèse technique opérationnelle - Version optimisée premium - Avril 2026



3CJ INGÉNIERIE

### AVERTISSEMENT

Ce document est une synthèse technique et opérationnelle. Il ne se substitue pas aux doctrines officielles, aux réglementations applicables, aux consignes constructeurs ou aux ordres du commandement. Il vise à structurer une culture commune du risque lithium-ion.

**Rédaction initiale :** Bruno Saudemont - Prev Sécurité 62

Relecture technique et contribution : Johan Gavel - 3CJ Ingénierie

Optimisation rédactionnelle et structuration opérationnelle : Lieutenant-colonel Yves Olivier Urcz – SDIS 62

## Note d'intention

Le risque lithium-ion impose une rupture de posture. Il ne s'agit plus seulement de combattre un feu, mais de maîtriser un phénomène énergétique susceptible de produire chaleur, gaz toxiques, réinflammation, pollution et interruption durable d'activité.

La logique d'intervention doit donc être pensée de bout en bout : prévention, reconnaissance, engagement, refroidissement, isolement, surveillance, décontamination, retour d'expérience et continuité d'activité.

AXE DIRECTEUR	
Reconnaître vite. Refroidir fort. Isoler durablement. Surveiller longtemps. Capitaliser systématiquement.	
Objectif	Effet recherché
Acculturer	Donner aux décideurs, exploitants et intervenants une lecture claire du phénomène.
Structurer	Transformer les RETEX en réflexes opérationnels exploitables.
Sécuriser	Réduire l'exposition des intervenants aux gaz toxiques, risques électriques et reprises de feu.
Anticiper	Intégrer le risque lithium-ion dans la conception, l'exploitation et la continuité d'activité.

## Sommaire opérationnels

1. Changement de paradigme : du feu visible au risque énergétique
2. Phénoménologie du feu de batterie lithium-ion
3. Doctrine d'engagement : méthode 3R+S
4. Moyens d'extinction : choix, limites et arbitrages
5. Toxicité, effluents et sécurité des intervenants
6. Essais feu et ordres de grandeur techniques
7. RETEX 2020-2025 : signaux faibles et décisions fortes
8. Parkings souterrains : doctrine de conception et d'intervention
9. EDPM et habitat : risque domestique émergent
10. Centres de tri, recyclage et logistique : maîtrise du scénario majorant
11. Vers une classe de feu dédiée : prospective classe L
12. Prévention augmentée et modèle économique du risque
13. Fiches réflexes opérationnelles
14. Annexes Opérationnelles : RETEX, CODIS, grille Lithium-Safe
15. Grille de maturité "Lithium-Safe"
16. Conclusion générale

## 1. Changement de paradigme : du feu visible au risque énergétique

La diffusion massive des batteries lithium-ion dans les véhicules électriques, les EDPM, l'outillage, les équipements nomades et les stockages stationnaires modifie la nature du risque incendie. La batterie n'est pas seulement un objet qui brûle. C'est une réserve d'énergie structurée, compartimentée, parfois inaccessible et susceptible d'entretenir son propre phénomène thermique.

La doctrine opérationnelle doit intégrer ce déplacement : le feu visible n'est que la manifestation extérieure d'un processus interne. Éteindre la flamme ne signifie pas nécessairement neutraliser l'emballement thermique.

### MESSAGE DE COMMANDEMENT

Le lithium-ion ne se gère pas comme un feu classique. Il impose une stratégie de maîtrise du phénomène, pas une simple recherche d'extinction immédiate.

## 2. Phénoménologie du feu de batterie lithium-ion

L'emballement thermique correspond à une réaction en chaîne interne pouvant se propager de cellule en cellule. Selon les configurations, les températures internes peuvent atteindre des niveaux très élevés et produire des jets de flammes, des projections d'électrolyte, des ruptures de modules et des émissions gazeuses dangereuses.

Paramètre	Caractéristiques opérationnelles
Déclenchement	Choc mécanique, surcharge, défaut de fabrication, court-circuit, vieillissement ou charge dégradée. Départ parfois discret.
Emballement thermique	Propagation rapide de cellule en cellule. La montée en puissance peut intervenir en quelques minutes.
Gaz émis	HF, CO, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> , COV et particules. Risques associés : toxicité, inflammabilité, explosion en volume confiné.
Comportement	Projections, sifflements, crépitements, jets de flammes, ruptures de modules, reprise différée.
Extinction	La maîtrise repose sur refroidissement, limitation de propagation, isolement et surveillance prolongée.

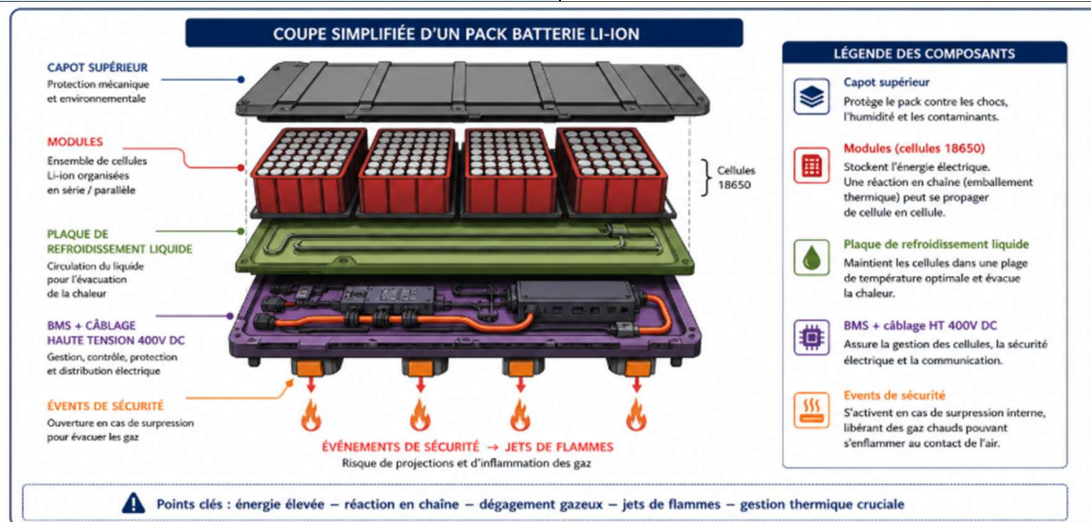


Figure 1 - Coupe simplifiée d'un pack batterie lithium-ion : modules, refroidissement, BMS, câblage HT et événements de sécurité.

## 3. Doctrine d'engagement : méthode 3R+S

Pour rendre la doctrine mémorable et exploitable sur intervention, l'approche proposée repose sur quatre verbes : Reconnaître, Refroidir, Retirer/Isoler, Surveiller. Cette séquence ne remplace pas la doctrine locale ; elle offre une grille de lecture tactique.



Figure 1 : Schéma simplifié d'intervention sur feu de batterie lithium-ion – approche "Reconnaître / Refroidir / Isoler" (illustration pédagogique issue de RETEX).

**À retenir :** L'objectif n'est pas toujours l'extinction immédiate mais la maîtrise du phénomène, le refroidissement durable et la sécurité des intervenants.

Figure 2 - Approche 3R : reconnaître, refroidir, isoler/sécuriser.

Étape	Action attendue	Point de vigilance
<b>R1 Reconnaître</b>	Détecter fumée blanche, odeur irritante, sifflements, crépitements, chaleur localisée.	Information CODIS explicite. ARI selon conditions. Périmètre évolutif.
<b>R2 Refroidir</b>	Engager l'eau en quantité adaptée, au plus près du pack lorsque possible.	L'objectif peut être le refroidissement et la limitation de propagation, non l'extinction immédiate.
<b>R3 Retirer / Isoler</b>	Écarter les enjeux, déplacer si possible, organiser quarantaine.	Ne pas déplacer un système instable. Risque électrique et reprise thermique.
<b>S Surveiller</b>	Maintenir suivi thermique, traçabilité des températures, durée post-intervention.	24 à 72 h peuvent être nécessaires selon configuration et doctrine locale.

## 4. Moyens d'extinction : choix, limites et arbitrages

Les retours d'expérience montrent que l'eau demeure la référence opérationnelle pour refroidir. Les autres agents ont des apports ciblés, mais doivent être appréciés lucidement. L'erreur serait de confondre efficacité sur les flammes et efficacité sur l'emballement thermique interne.

Méthode	Efficacité observée	Limites opérationnelles
<b>Eau en grande quantité</b>	Refroidissement des cellules, maîtrise de propagation, solution de référence dans la majorité des RETEX.	Durée longue, volumes élevés, effluents contaminés, accessibilité au pack déterminante.
<b>Immersion</b>	Stabilisation thermique par noyage complet dans certains protocoles.	Logistique lourde : levage, transport, volume d'eau, rétention, pollution.
<b>Agents encapsulants</b>	Mouillage, refroidissement de surface, action partielle selon produit et configuration.	Efficacité variable ; absence de consensus universel.
<b>Couvertures anti-feu</b>	Limitation du rayonnement et de la propagation visible.	N'agissent pas sur le cœur du pack ; vigilance sur accumulation de gaz.
<b>CO2 / poudre</b>	Action ponctuelle sur flamme visible ou périphérique.	Efficacité limitée sur emballement thermique ; effet temporaire.

### ARBITRAGE TACTIQUE

Le bon moyen n'est pas celui qui fait disparaître la flamme le plus vite. C'est celui qui abaisse durablement la température, protège les enjeux et évite la reprise.

## 5. Toxicité, effluents et sécurité des intervenants

Le risque lithium-ion est aussi un risque chimique et environnemental. Les émissions potentielles de fluorure d'hydrogène, de monoxyde de carbone, de composés organiques volatils et de particules exigent une discipline stricte de protection respiratoire, de zonage et de décontamination.

Risque	Effet opérationnel	Mesure de maîtrise
HF et gaz toxiques	Exposition respiratoire et cutanée possible, notamment en volume confiné.	ARI selon conditions, limitation durée d'exposition, ventilation maîtrisée.
Risque électrique résiduel	Tensions élevées en courant continu, notamment sur packs véhicule.	Éviter action intrusive non maîtrisée ; respecter données constructeur.
Eaux contaminées	pH acide possible, composés polluants, volumes importants.	Rétention, neutralisation, filière déchets, coordination environnementale.
Décontamination	Tenues et matériels exposés aux fumées et dépôts.	Procédures de rinçage, isolement, traçabilité, gestion des EPI.
<b>POINT DE VIGILANCE</b>		
L'absence de flamme ne vaut pas absence de danger. Toxicité, tension résiduelle et reprise thermique peuvent persister après la phase spectaculaire.		

## 6. Essais feu et ordres de grandeur techniques

Les essais cités dans le document source donnent une base d'acculturation. Les valeurs restent des ordres de grandeur : technologie, état de charge, conception du pack, ventilation, confinement et accès au foyer modifient fortement la réponse.

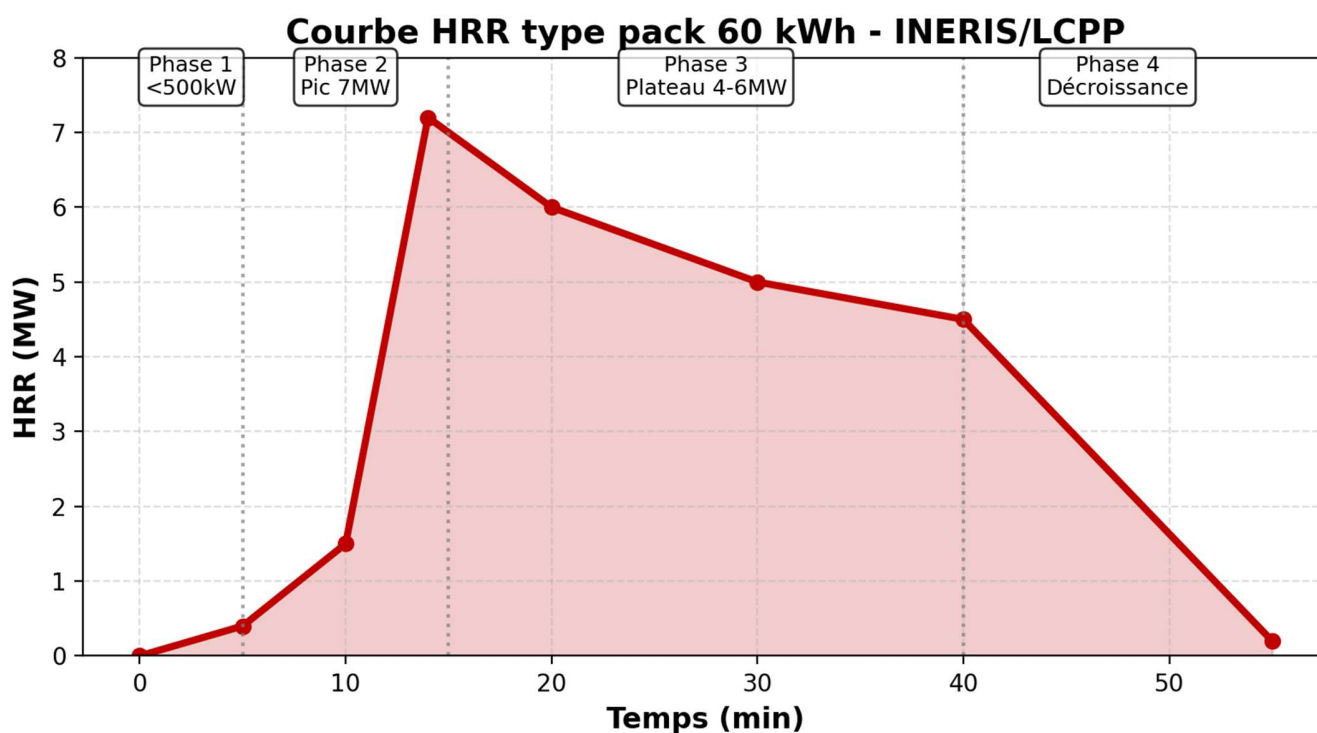


Figure 3 - Courbe indicative HRR pack batterie ~60 kWh : montée, pic, plateau et décroissance.

Échelle	Ordre de grandeur	Lecture opérationnelle
Cellule	Inflammation possible autour de 150 à 200°C ; jets de flammes de 1 à 2 m selon essais.	Détecter tôt les signaux faibles.
Module 5 à 10 kWh	Propagation en quelques minutes ; surfaces pouvant dépasser 600°C.	Refroidissement précoce et isolement indispensables.
Pack VE ~60 kWh	Embrasement possible en 15 à 25 min ; HRR pouvant atteindre 6 à 8 MW.	Engagement durable, débit, protection des volumes adjacents.
<b>ENSEIGNEMENT ESSAIS</b>		
La puissance thermique compte. La durée du phénomène, la toxicité et le risque de reprise comptent autant.		

## 7. RETEX 2020-2025 : signaux faibles et décisions fortes

Les RETEX exploités confirment une tendance : la fenêtre d'action utile est courte. Plus l'identification du risque est tardive, plus la stratégie bascule vers la protection, la limitation de propagation et la surveillance longue.

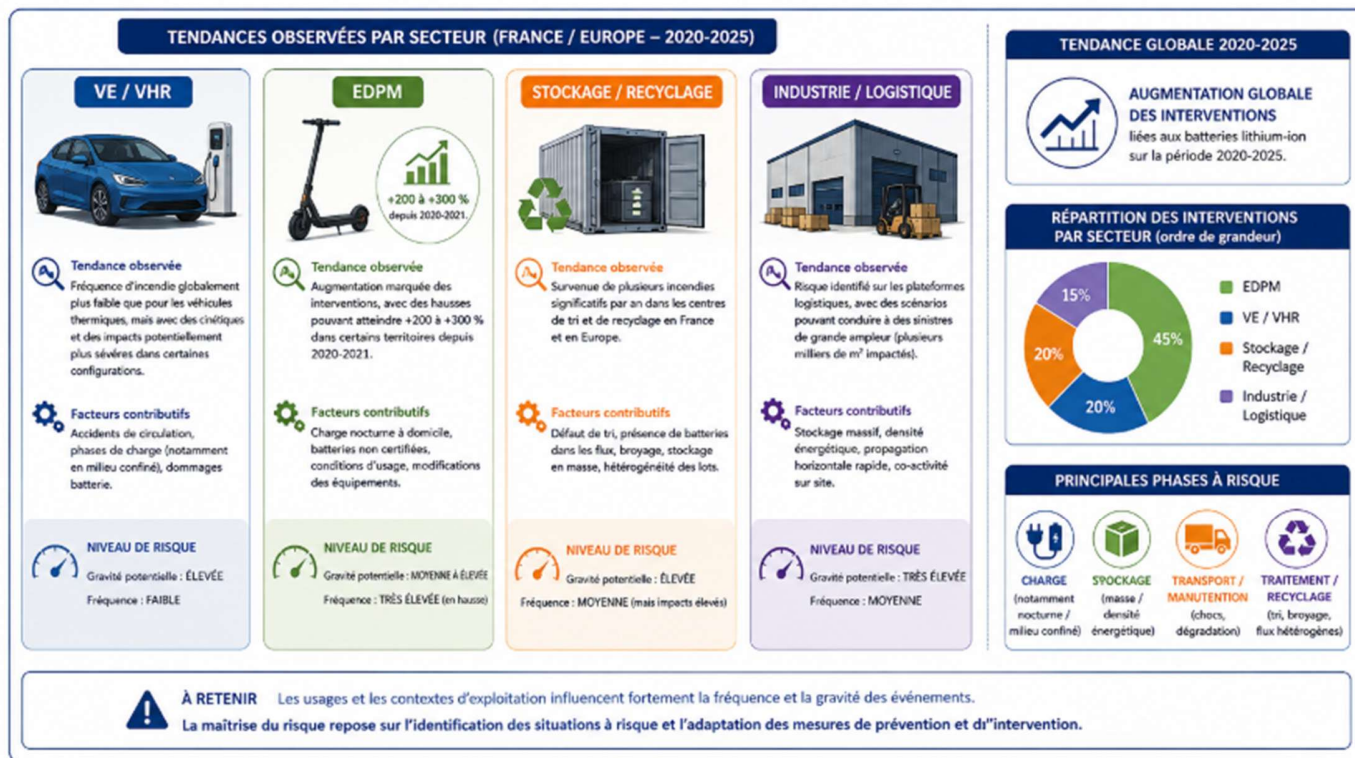


Figure 4 - Tendances observées par secteur : VE/VHR, EDPM, stockage/recyclage et industrie/logistique.

Cas	Contrainte majeure	Décision à retenir
VHR parking souterrain	Accès difficile, chaleur, fumées, propagation véhicules, volumes d'eau importants.	Prévoir débit, désenfumage, accès pack, rétention et surveillance longue.
Centre de recyclage	Batterie non triée, broyage, propagation rapide, surface importante.	Détection amont, tri, compartimentage et procédure batterie suspecte.
EDPM habitation	Charge nocturne, absence détection, batterie non certifiée.	Prévention grand public : charge surveillée, équipement certifié, DAAF.

## 8. Parkings souterrains : doctrine de conception et d'intervention

Le parking souterrain est un scénario défavorable : confinement, évacuation complexe, visibilité nulle, forte densité de véhicules, accès au pack difficile, propagation horizontale et traitement des fumées. La conception de l'ouvrage devient une partie de la réponse opérationnelle.

## Périmètre de sécurité PS niveau -2 Doctrines RETEX Lyon 2023



Prévoir colonne sèche 100mm et extraction >10 vol/h

Figure 5 - Périmètre indicatif issu d'un RETEX : zones 5 m, 25 m et 50 m à adapter selon configuration.

Zone	Lecture tactique
0 à 5 m	Danger direct : projections, chaleur, risque électrique. Accès réservé aux intervenants équipés et engagés.
5 à 25 m	Zone d'attaque opérationnelle : ARI, caméra thermique, moyen hydraulique, gestion fumées.
25 à 50 m	Zone de repli public, évacuation, contrôle des flux, adaptation ventilation.
<b>CONCEPTION À ANTICIPER</b>	
Colonnes sèches dimensionnées, désenfumage performant, IRVE accessibles, coupure déportée, rétention des effluents et signalétique claire doivent devenir des standards de maîtrise du risque.	

## 9. EDPM et habitat : risque domestique émergent

Les EDPM déplacent le risque lithium-ion au cœur de l'habitat. La phase de charge nocturne, les batteries reconditionnées ou non certifiées, l'absence de détection incendie et le stockage en pièce de vie constituent un cocktail défavorable.



Figure 6 - Scénario EDPM en appartement : charge nocturne, emballement thermique, fumées toxiques.

- Ne pas charger un EDPM en sortie ou sur un chemin d'évacuation.
- Éviter la charge nocturne non surveillée.
- Utiliser un chargeur constructeur ou certifié.
- Ne pas utiliser une batterie gonflée, endommagée, chauffante ou odorante.
- Installer et maintenir les détecteurs avertisseurs autonomes de fumée.
- Informer le public : le risque domestique est encore sous-estimé.

#### MESSAGE PRÉVENTION

Dans l'habitat, la première ligne de défense n'est pas la lance. C'est le comportement de charge.

## 10. Centres de tri, recyclage et logistique : maîtrise du scénario majorant

Les centres de tri, les sites de recyclage et les entrepôts logistiques présentent une vulnérabilité forte : batteries dispersées, volumes importants, propagation rapide par effet domino, projections et difficulté de tri préalable. Le scénario majorant doit être contenu à l'îlot, pas subi à l'échelle du bâtiment.

Levier	Objectif opérationnel
Tri amont	Éviter l'introduction de batteries dans des flux non adaptés.
Détection thermique / gaz	Identifier le signal faible avant propagation.
Îlotage	Limiter le sinistre à une cellule fonctionnelle.
Compartmentage REI	Empêcher la propagation horizontale et protéger les structures.
Rétention	Maîtriser les eaux contaminées et préserver l'environnement.
Formation exploitant	Créer les bons réflexes avant l'arrivée des secours.
PRINCIPE LITHIUM-SAFE	
Le but n'est pas de rendre impossible tout départ de feu. Le but est d'empêcher qu'un départ de feu localisé devienne une crise industrielle.	

## 11. Vers une classe de feu dédiée : prospective classe L

La notion de classe L, proposée à titre prospectif, vise à qualifier les feux impliquant des dispositifs de stockage d'énergie électrochimique lithium-ion. Elle n'est pas normalisée à ce stade dans les référentiels européens, mais elle présente un intérêt pédagogique et doctrinal évident.

Spécificité	Conséquence attendue
Emballement thermique	Formation dédiée à la cinétique propre aux batteries.
Gaz toxiques	Signalétique, EPI et mesures atmosphériques renforcés.
Réinflammation	Intégration obligatoire de la surveillance post-intervention.
Énergie active	Ne pas traiter la batterie comme un combustible passif.
Effluents	Rétention et traitement intégrés dès la conception.
FORMULATION PROPOSÉE	
Feux impliquant des dispositifs de stockage d'énergie électrochimique lithium-ion, caractérisés par un emballage thermique, des émissions de gaz toxiques et un risque de réinflammation.	

## 12. Prévention augmentée et modèle économique du risque

Le risque lithium-ion est aussi un sujet économique. Un sinistre mal maîtrisé génère des coûts directs, indirects, assurantiels, environnementaux, réputationnels et d'exploitation. La prévention constitue donc un investissement stratégique.

Poste	Configuration standard	Configuration adaptée
Dommages véhicules	Extension possible à plusieurs véhicules adjacents.	Dommages localisés.
Bâtiment	Dégradation structurelle et fermeture longue.	Impact limité, reprise plus rapide.
Exploitation	Immobilisation de plusieurs semaines à plusieurs mois.	Indisponibilité réduite.
Effluents	Volumes élevés et traitement coûteux.	Rétention et volumes maîtrisés.
Assurance	Surprime ou contentieux selon situation.	Meilleure maîtrise du risque et de l'image.
LECTURE DIRIGEANT		

La prévention lithium-ion n'est pas une ligne de dépense. C'est un dispositif de protection de la valeur, de la continuité d'activité et de l'assurabilité.

## 13. Fiches réflexes opérationnelles

### Fiche 1 - Reconnaître

- Qualifier le type d'équipement : VE, VHR, EDPM, batterie portable, stockage stationnaire, entrepôt ou centre de tri.
- Identifier les signes : fumée blanche dense, crépitements, sifflements, odeur irritante, chaleur localisée.
- Demander lecture thermique et transmettre la suspicion lithium-ion au CODIS.
- Adapter immédiatement les EPI et le périmètre.

### Fiche 2 - Refroidir

- Engager un moyen hydraulique adapté à la configuration.
- Rechercher le refroidissement durable au plus près du pack si accessible.
- Surveiller l'efficacité par caméra thermique et évolution des fumées.
- Anticiper la consommation d'eau et les effluents contaminés.

### Fiche 3 - Isoler / Surveiller

- Déplacer uniquement si la situation est stabilisée et les risques évalués.
- Mettre en quarantaine extérieure, à distance des enjeux.
- Maintenir surveillance thermique selon doctrine locale.
- Tracer heures, températures, actions, reprises éventuelles et décisions.

## 14. Annexes opérationnelles

### Annexe A - Check-list CTA/CODIS

Question	Finalité
Quel équipement est impliqué ?	Identifier le potentiel lithium-ion.
L'équipement était-il en charge ?	Déterminer un facteur aggravant.
Le feu est-il en volume confiné ?	Adapter ARI, désenfumage, périmètre.
Présence de fumée blanche, sifflement, crépitement ?	Suspecter emballement thermique.
Accès au pack possible ?	Déterminer stratégie offensive ou défensive.
Présence d'effluents ou ruissellement ?	Préparer rétention et dépollution.

### Annexe B - Modèle RETEX

Rubrique	Données à collecter
Chronologie	T0, appel, arrivée, première eau, maîtrise, surveillance, reprises.
Phénoménologie	Fumées, flammes, projections, températures, propagation.
Moyens	Débits, volumes d'eau, agents, durée, matériels spécifiques.
Sécurité	ARI, périmètre, exposition, décontamination.
Environnement	Effluents, pH, déchets, dépollution.
Capitalisation	Écarts, bonnes pratiques, doctrine, formation.

## 15. Grille de maturité "Lithium-Safe"

Domaine	Exigence cible	Maturité
Inventaire	Identifier batteries, puissances, volumes, emplacements.	Initial / Structuré / Maîtrisé
Implantation	Séparer zones de charge, stockage et circulation.	Initial / Structuré / Maîtrisé
Détection	Mettre en place détection fumée, chaleur, gaz selon contexte.	Initial / Structuré / Maîtrisé
Hydraulique	Garantir débit, points d'eau, colonnes, accès secours.	Initial / Structuré / Maîtrisé
Rétention	Prévoir collecte et traitement des eaux contaminées.	Initial / Structuré / Maîtrisé
Formation	Former exploitants et personnels de sécurité.	Initial / Structuré / Maîtrisé
Post-sinistre	Quarantaine, suivi thermique, dépollution, RETEX.	Initial / Structuré / Maîtrisé
<b>OBJECTIF</b>		
Permettre à un exploitant, un préventeur, un assureur ou un service de secours de situer rapidement le niveau de maîtrise d'un site exposé au risque lithium-ion.		

## 16. Conclusion générale

Les incendies impliquant des batteries lithium-ion introduisent une complexité nouvelle dans la gestion du risque incendie. Ils associent énergie embarquée, toxicité, tension résiduelle, propagation rapide, difficulté de refroidissement interne, reprises différées et impacts environnementaux.

La réponse doit donc devenir systémique. Elle commence à la conception des ouvrages, se poursuit dans l'exploitation quotidienne, s'exprime dans la doctrine d'intervention et se termine par le RETEX et la continuité d'activité.

### MOT DE CLÔTURE

Le véritable enjeu n'est plus d'éteindre un feu. Il est d'empêcher qu'un phénomène énergétique devienne incontrôlable.

### Bibliographie indicative

- PNRS - Notes opérationnelles relatives aux feux de batteries lithium-ion, 2023-2025.
- INERIS - Études et rapports sur le comportement au feu des batteries lithium-ion, 2022.
- LCPP - Synthèse des essais incendie sur véhicules électriques, 2024.
- GESTES - Travaux et publications sur la sécurité des systèmes énergétiques.
- SDIS 13, SDIS 77, SDIS 69 - Retours d'expérience opérationnels, 2023-2025.
- Document source : Feux de batteries lithium-ion - Enjeux opérationnels et stratégie de maîtrise du risque, avril 2026.