



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

INERIS

*maîtriser le risque
pour un développement durable*

TECHNOLOGIES RELATIVES AU STOCKAGE DE L'ENERGIE RISQUES – MESURES DE SÉCURITÉ

GP SUP – 30 Novembre 2023

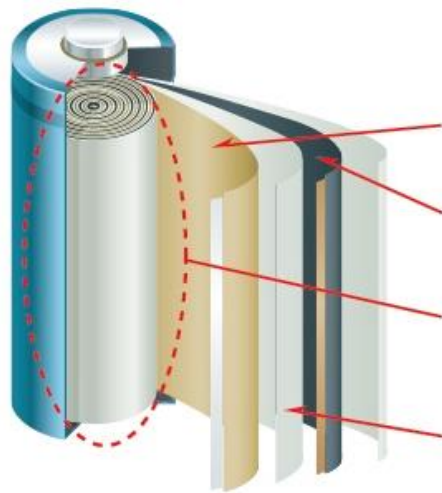
thierry.delbaere@ineris.fr



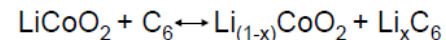
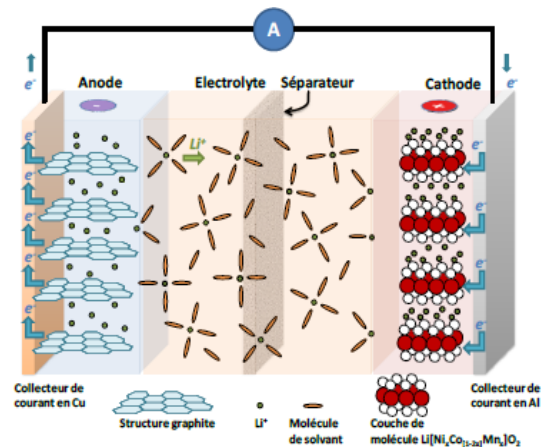
Les batteries Li-ion

Caractéristiques - Risques

La batteries Li-ion



Constituants	Matériaux
Cathode (+)	LiCoO ₂ , LiNi _{0,8} Co _{0,15} Al _{0,05} O ₂ , LiNi _{0,33} Mn _{0,33} Co _{0,33} O ₂ , LiMn ₂ O ₄ , LiFePO ₄
Anode (-)	carbone (graphite)
Electrolyte	sel de lithium (LiPF ₆) dissout dans solvants organiques liquides
Séparateur	polyéthylène/ polypropylène



La batteries Li-ion

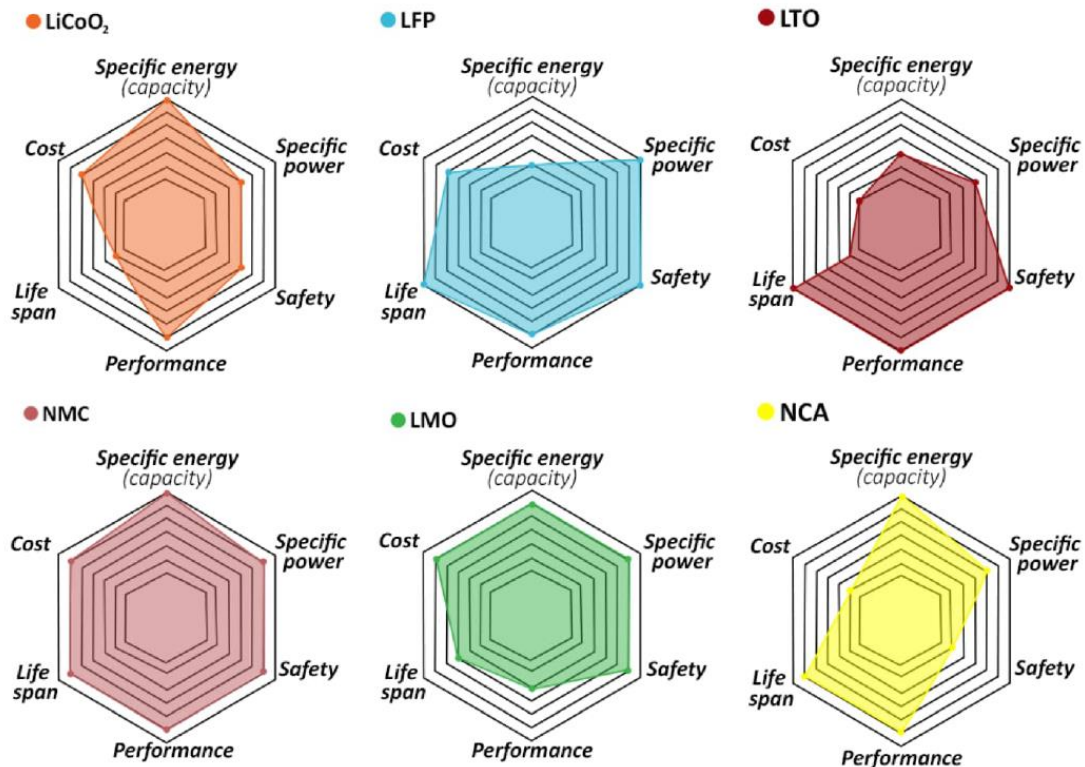


Avantages	Inconvénients
Densité d'énergie élevée	Coût élevé
Résistance interne faible	Besoin d'un circuit de protection (BMS)
Très bonne cyclabilité	Dégradation à haute température

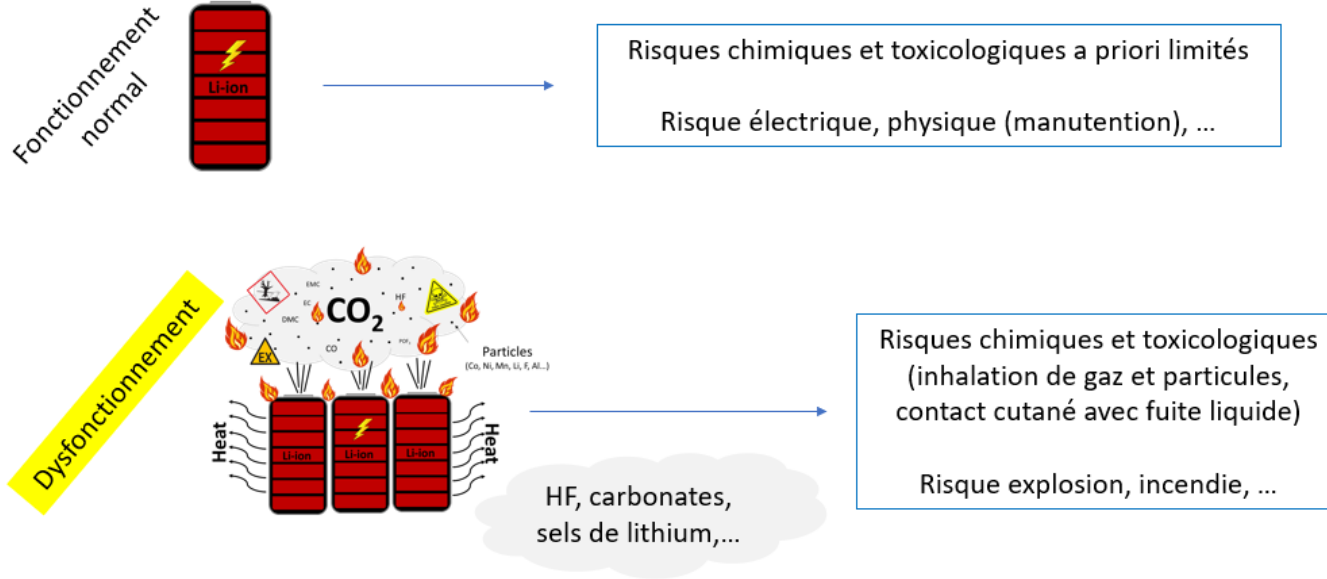
Applications principales :

- ✓ traction automobile,
- ✓ équipement portable,
- ✓ stockage stationnaire,
- ✓ militaire...

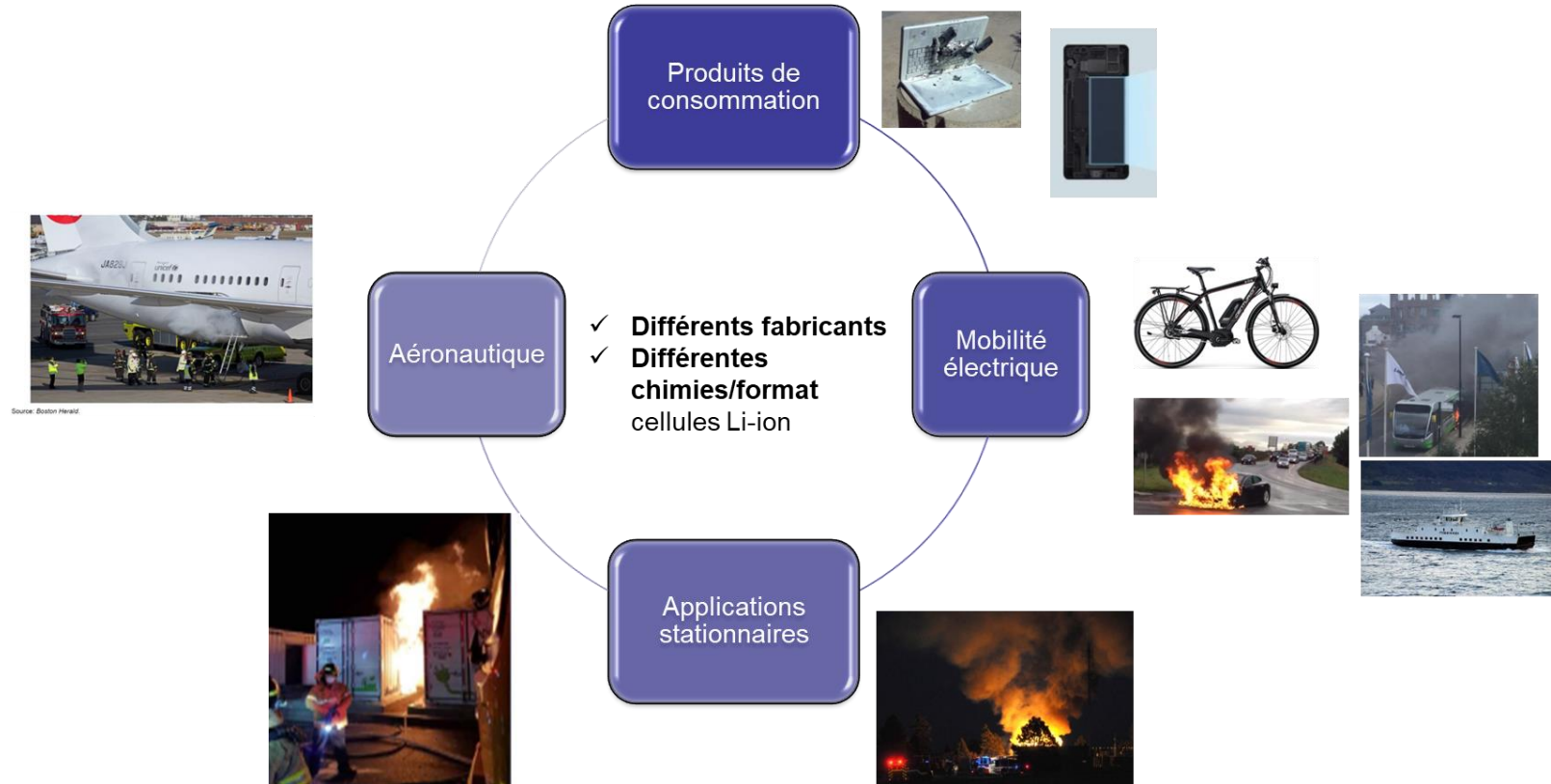
Comparaison des différentes technologies de systèmes de stockage



Risques lors de l'utilisation de batteries Li-ion

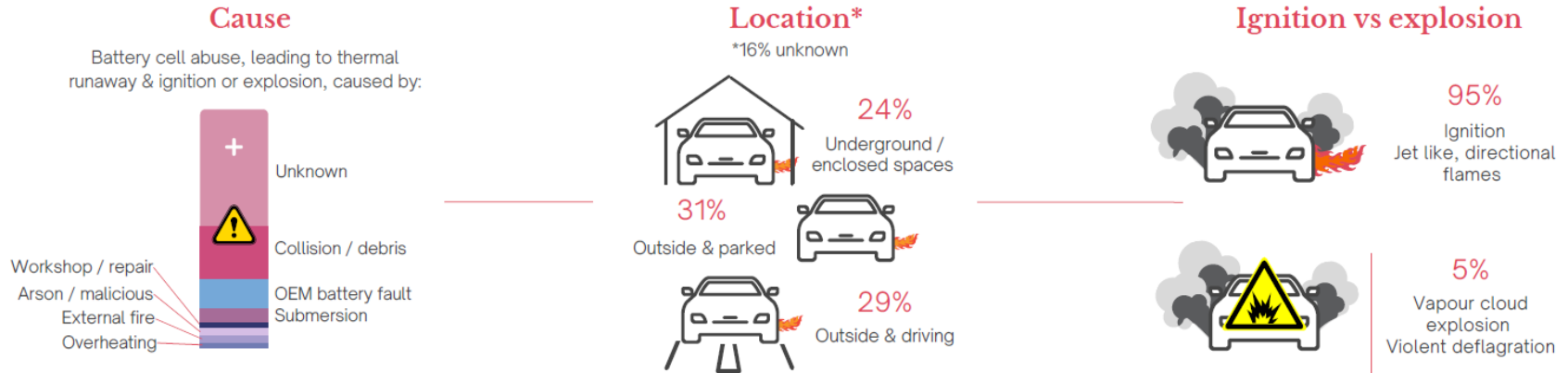


Risques lors de l'utilisation de batteries Li-ion



Incidents sur les véhicules électriques et hybrides

- **375 incidents avérés** répertoriés entre 2010 et 30 avril 2023 + **87** en cours d'investigation (source : EV fire Safe)
- Marché mondial : 10 millions de véhicules électriques vendus en 2022 et 14 millions prévus en 2023



Vapour cloud explosion

Of total vapour cloud explosion incidents:

72%
Underground /
enclosed space



28%
Open air



Charging

Of total EV battery fire incidents:

18%
EV connected
to energised
charging



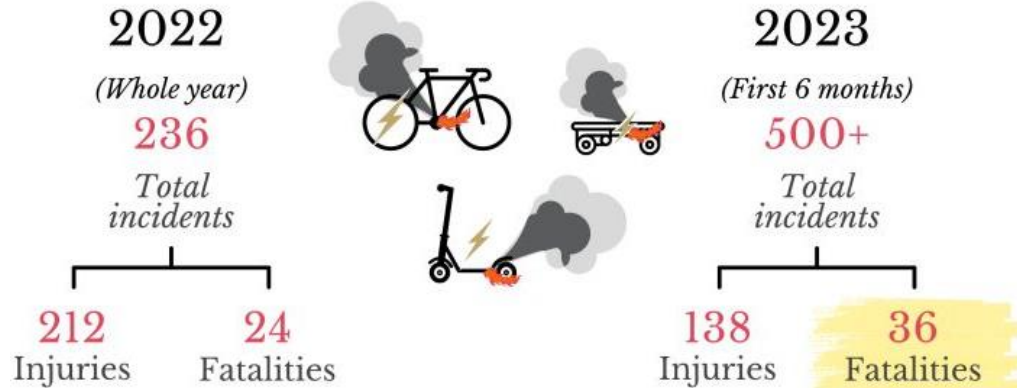
5%
EV disconnected
from energised
charging within
10 minutes of
incident



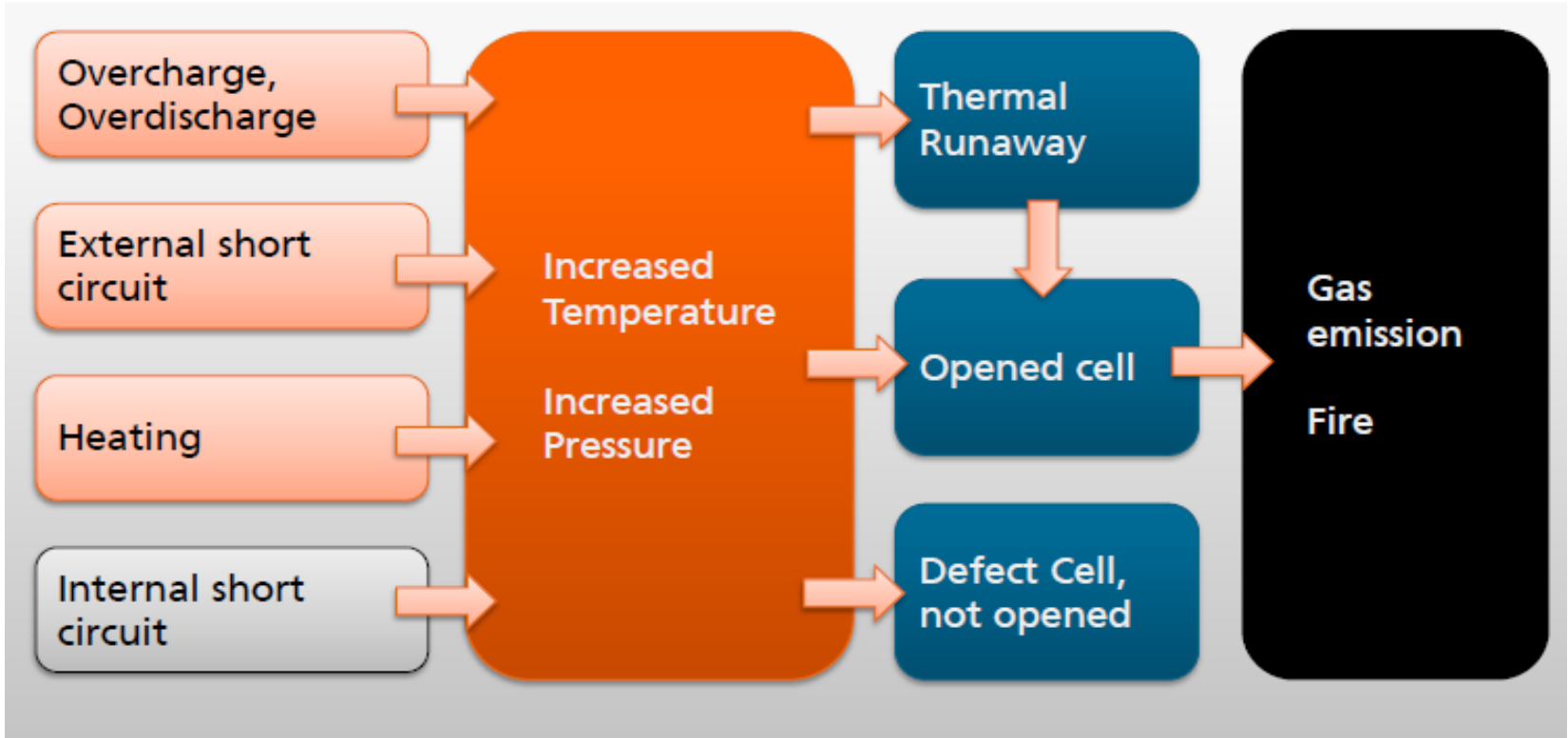
All information remains the property of EV FireSafe & any misuse will result in our taking necessary action

Source : EV Fire Safe

Accidentologie



Risques lors de l'utilisation de batteries Li-ion



Risques lors de l'utilisation de batteries Li-ion

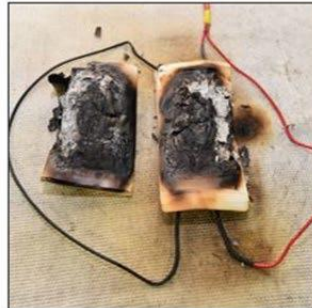
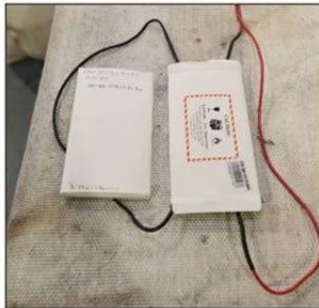
- Mélange gazeux variable selon l'état de charge de la batterie



30% SOC

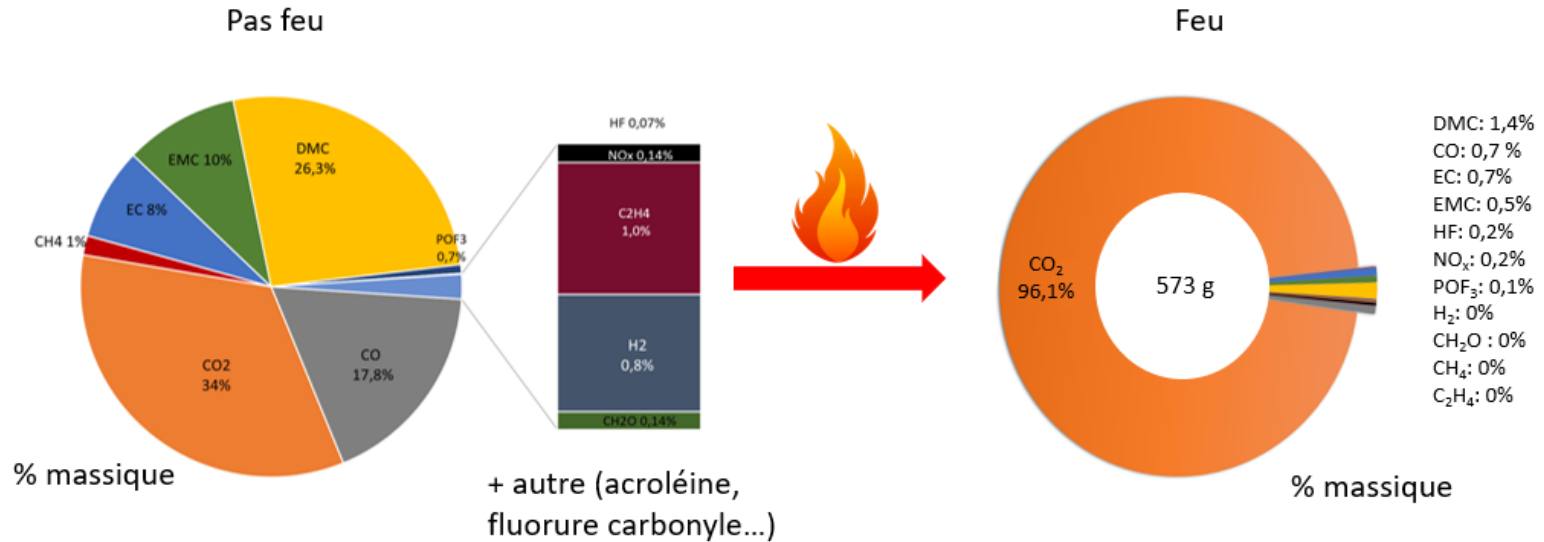
70% SOC

100% SOC



Risques lors de l'utilisation de batteries Li-ion

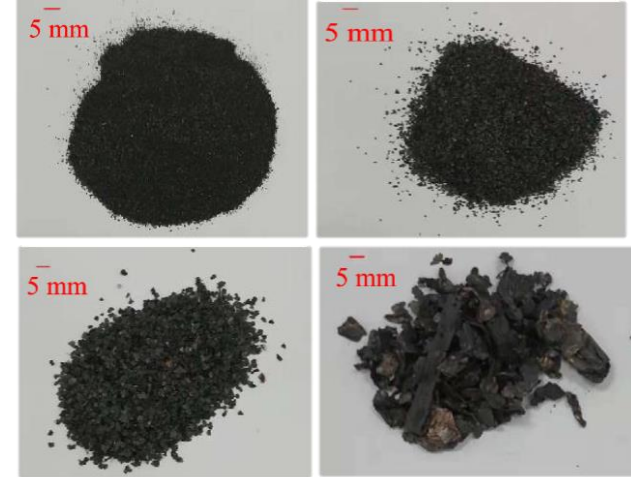
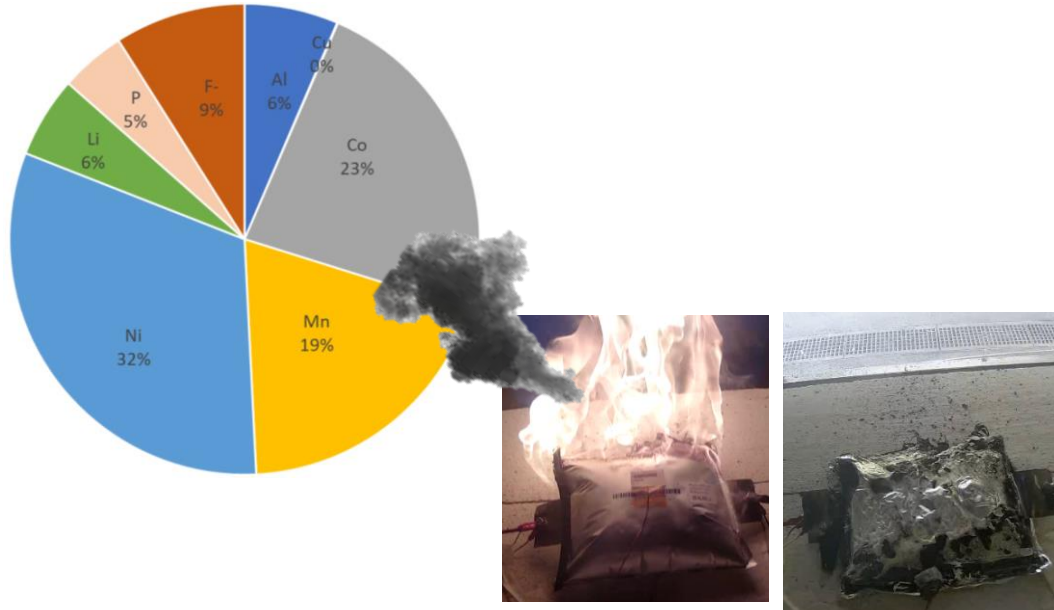
- Mélange gazeux variable selon beaucoup de paramètres et difficilement généralisable



Risques lors de l'utilisation de batteries Li-ion

Emissions particulaires :

- Tailles variables et nature variable selon les chimies de batteries
- Présentes dans les fumées et éparpillées à proximité des lieux de l'incident



Les moyens de maîtrise des risques

Constituants des cellules

Matériaux d'électrodes présentant une meilleure sécurité

Séparateur plus résistant à la chaleur

Electrolyte possédant une meilleure résistance au feu

Cellule

Haute qualité de fabrication

Event de sécurité

CID

PTC

Module/Pack

BMS

Fusibles thermiques

Casing

Gestion thermique

Système

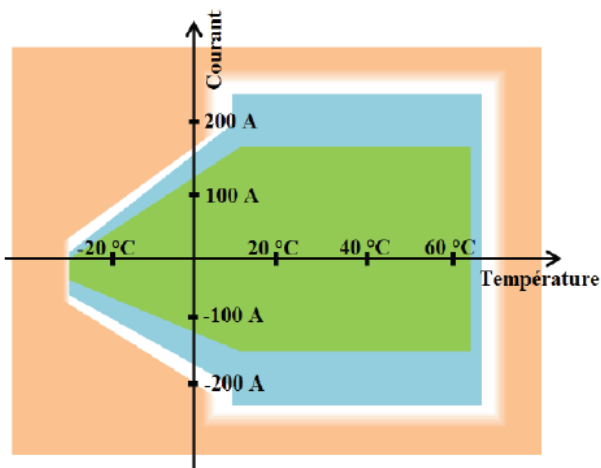
Panneau coupe-feu / matériaux isolants

Système d'extinction / inertage

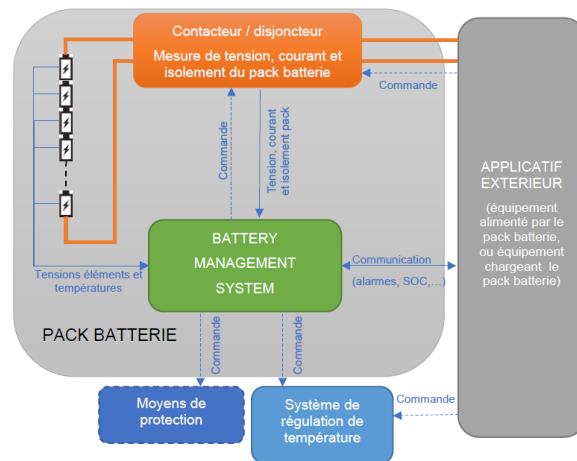
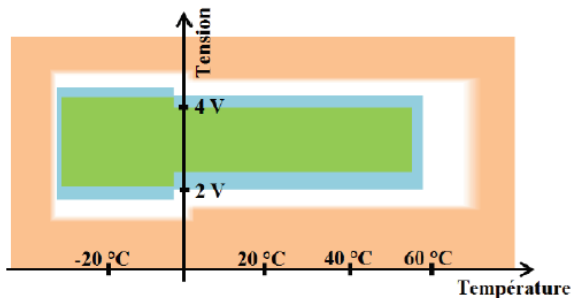
BMS

Gestion thermique

Battery Management System (BMS)

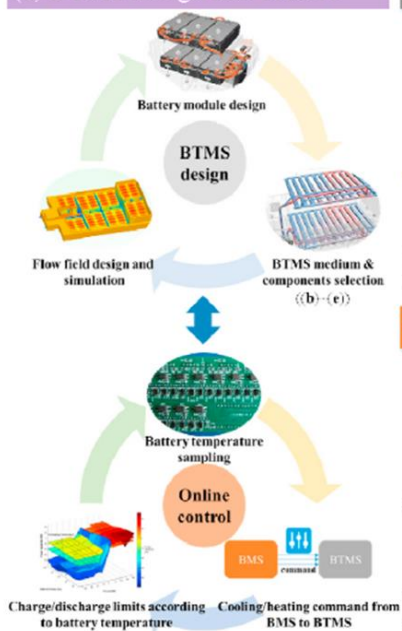


- Zone préjudiciable
- Zone de sécurité
- Zone tolérée en impulsionnel
- Zone d'utilisation

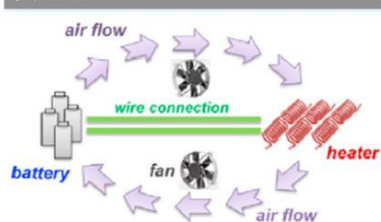


Gestion thermique (BTMS)

(a) BTMS design and control

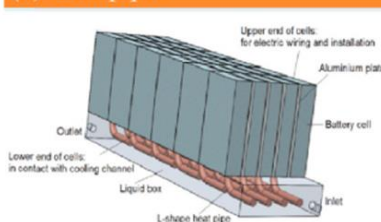


(b) Air



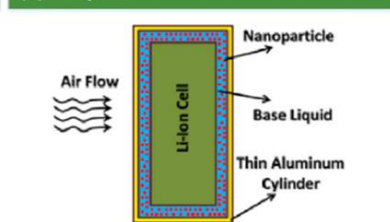
- Improved temperature uniformity
- Low heating efficiency

(d) Heat pipes



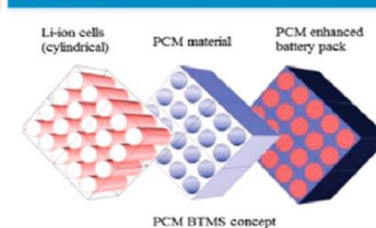
- Better heat conductivity
- Special-designed configuration

(c) Liquid



- Improved temperature uniformity
- Low heating efficiency

(c) PCMs



- Delay in temperature change
- Poor thermal conductivity

Moyens de maitrise des risques



Directive
2066/66/CE qui
devient Règlement
Européen UE 2023/1542



Transport – ONU 38.3



R100
rev.3



Règlementation
Française (ICPE, ...)

En résumé :

- Les batteries Lithium sont sûres dans leur plage de fonctionnement normal
- Une fois la batterie en emballement thermique => réaction incontrôlable car libération d'O₂, de matières inflammables et de chaleur (triangle du feu)
- L'état de charge d'une batterie modifie fortement les effets en cas d'incendie
- l'utilisation d'eau est recommandée pour refroidir la batterie (sauf lithium métal) et limiter la propagation de l'incendie
- Le Battery Management System est un organe clé de la sécurité de la batterie
- Les normes et réglementations permettent de renforcer la sécurité des systèmes intégrant des batteries



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Merci de votre attention

thierry.delbaere@ineris.fr



Les batteries au lithium
Connaître et prévenir les risques

60 6407