



**MINISTÈRE
CHARGÉ
DES TRANSPORTS**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



EMBALLEMENT DES APPAREILS ÉLECTRONIQUES À BATTERIE LITHIUM EN CABINE

Christophe MONTILLET, STAC/SE/E/LIA

Antoine ORTH, DGA TA



Contexte

- Multiplication du nombre de batteries
 - Intégrées au système (avionique)
 - En cabine (passagers, équipages)
 - En soute (cargo, fret)
 - Puissance (propulsion)
- Multiplication des incidents impliquant des batteries
 - Incendie cabine (tablettes, smartphones, vapo-teuse...)
 - Incendie cargo (Vol UPS Airlines 6 – Dubaï du 3 septembre 2010)
 - Accidents d'avions expérimentaux
- Pas ou peu de normes et de règles d'emploi
- Mais les batteries sont devenues indispensables



Contexte

➤ Intérêt du STAC et de la DGA

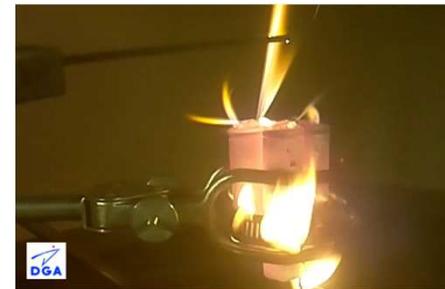
- En 2017 : lancement d'une campagne d'essais commune avec plusieurs objectifs :
 - étudier le phénomène d'emballement thermique sur un PED (déroulement, cinétique...),
 - identifier les PED les plus sensibles à l'emballement,
 - évaluer les facteurs de propagation de cet emballement,
 - Identifier les différents risques engendrés,
 - mesurer l'impact et les conséquences possibles sur le secteur aérien.



Contexte

➤ Etude STAC / DGA sur le phénomène d'emballement des PED

- Constatations :
 - Différences de comportements entre Li-ion et Li-Po
 - Différences de comportements entre PED
 - Pas ou peu de signaux perceptibles pour anticiper l'emballement
 - Difficulté accrue de détection de l'emballement si le PED est dans un milieu confiné ou semi-confiné
 - Complexité d'intervenir sur un PED qui s'emballe si détection trop tardive (fumées toxiques, présence de flammes)



Contexte

➤ Nécessité d'étudier des moyens pour faire face à cette nouvelle menace

➔ Lancement d'une nouvelle étude fin 2020 pour tester des solutions existantes

- Choix d'évaluer les dispositifs de confinement destinés aux personnels navigants
- Observer le comportement de ces équipements face aux phénomènes d'emballement (fumées, flamme, incendie...)
- Tirer des enseignements pour adapter les techniques et procédures d'intervention (ergonomie)



Présentation des batteries

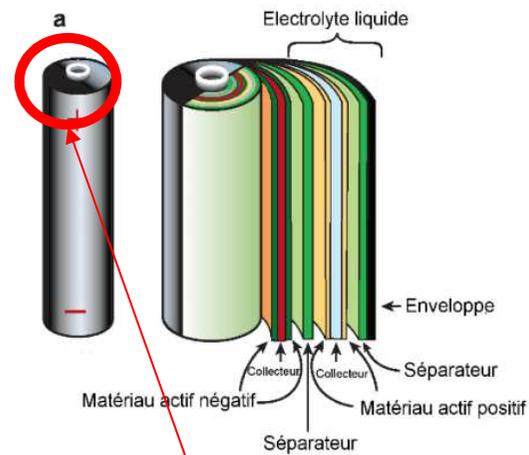
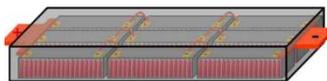
Cellule unitaire



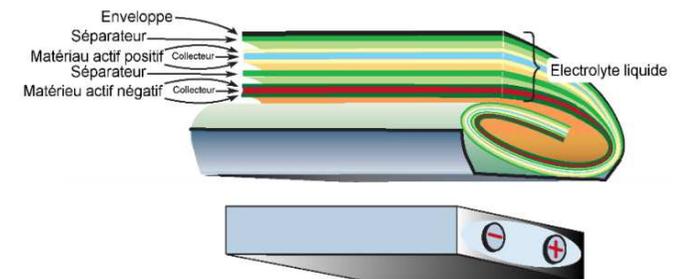
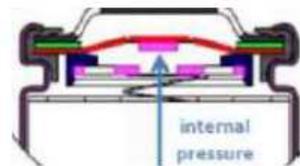
Module de cellules



Pack de modules



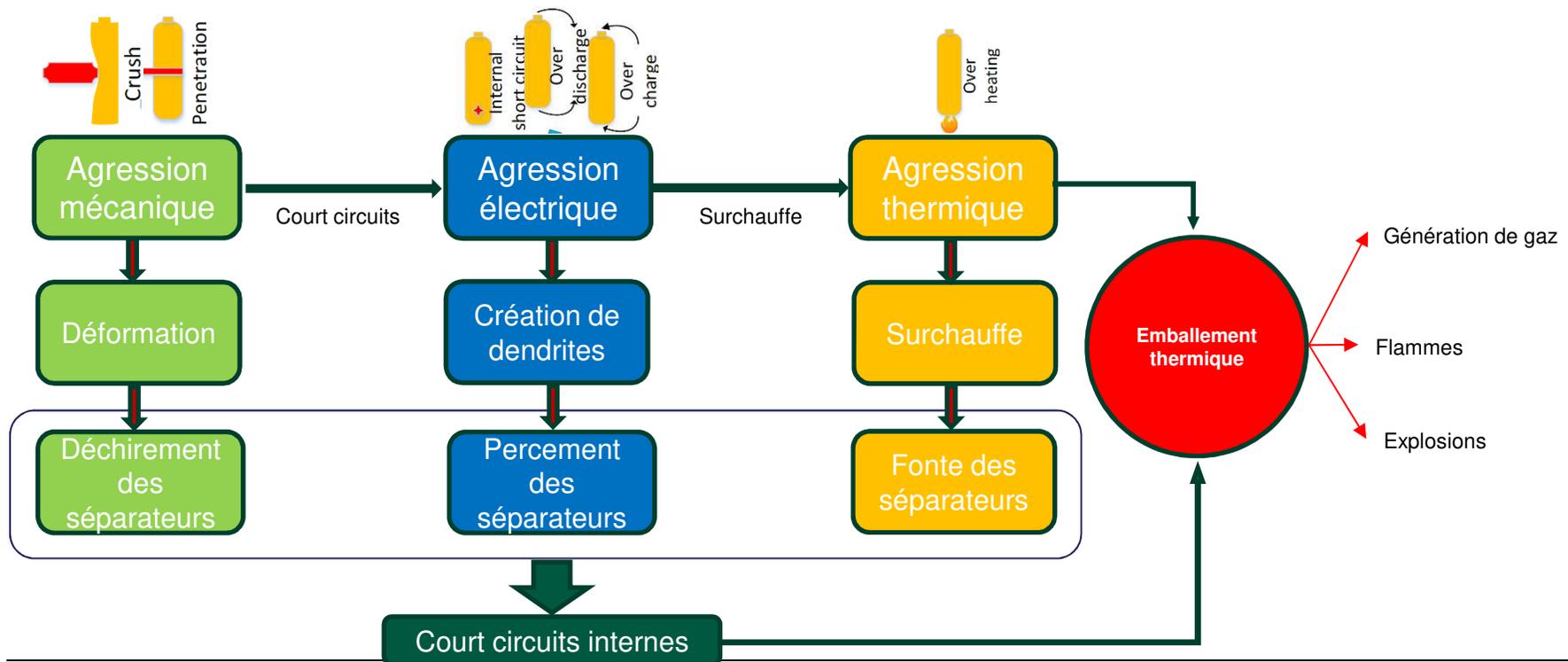
Lithium-ion



Lithium-polymère



Phénoménologie



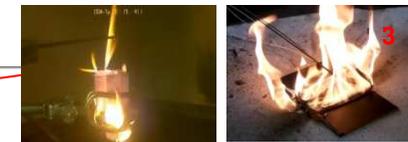
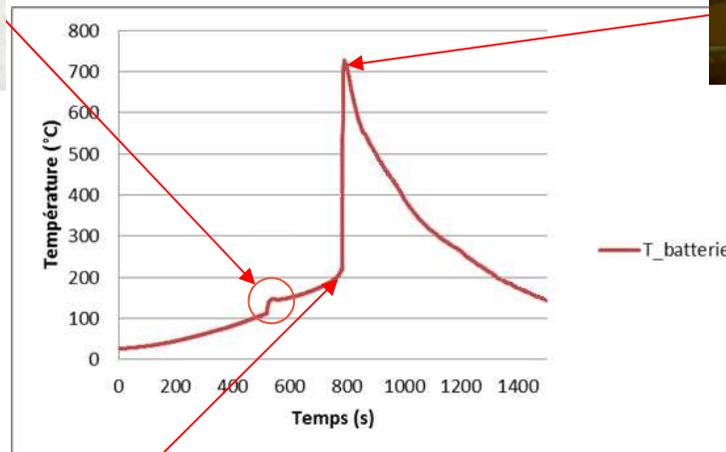
Phénoménologie



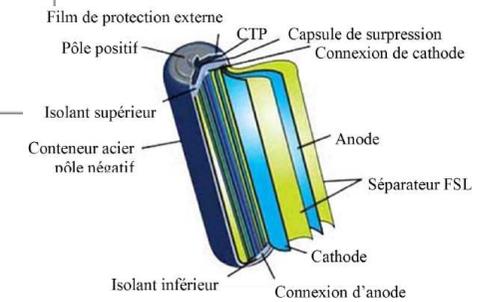
- T~100°C** → Vaporisation de l'électrolyte
→ rupture de l'évent et émission de gaz
- T~130°C** → Fonte des séparateurs
→ Création de CC internes



- T~200°C** → Emballement de réaction et projection de matière

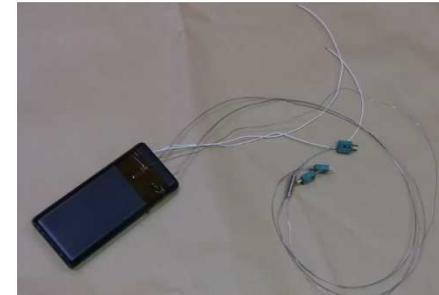


- T~750°C** Fin de réaction, incendie des matières combustibles



Essais des équipements de confinement

- Technique expérimentale
 - PED choisi : Powerbank Li-ion 26 800 mAh (100 Wh, limite autorisée)
 - Dispositifs testés disponibles sur le marché ou fournis par des partenaires
 - Instrumentation
 - Rampe de température de 20°C/min (norme DO-311A)
 - Mesures des températures extérieures des équipements
 - Observation de la présence de flammes, fumées, projections
 - 3 essais prévus par équipement
 - Sécurité des essais (destruction après essai si nécessaire)



Essais des équipements de confinement

- Évènements observés

- Pour tous les essais :

- Pas de signes précurseurs
- Protection relative contre les projections
- Non étanche aux fumées



Essais des équipements de confinement

- Évènements observés

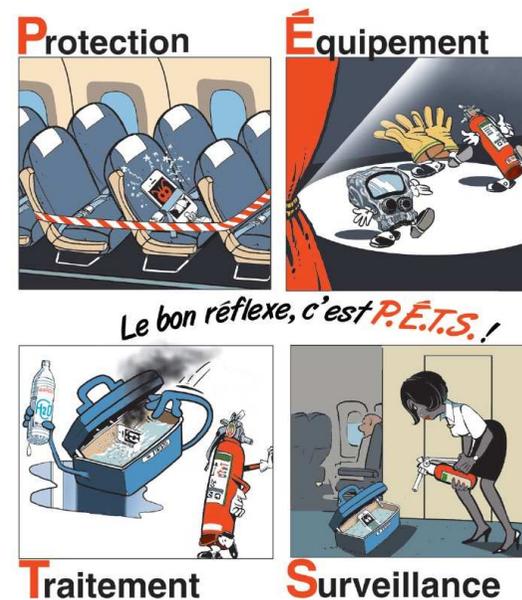
- Dans certains cas :

- La montée en pression provoque la rupture mécanique de l'enveloppe → apparition de flammes
- Génération d'une atmosphère dangereuse liée à la production de gaz en atmosphère confinée → risque de déflagration
- Risque de propagation étalée dans le temps



Enseignements à tirer

- La méthode PÉTS :
 - **P**rotection
 - Sécuriser la zone où se produit l'incident
 - **É**quipement
 - S'équiper avec des protections (gants, couverture...)
 - **T**raitement
 - Traiter l'incident avec le matériel disponible
 - **S**urveillance
 - Surveiller l'appareil traité jusqu'à la fin du vol



Quelles perspectives ?

- Nécessité d'étudier d'autres moyens d'intervention
 - Utilisation d'eau, extincteurs spécialisés...
- Aider les opérateurs aériens à adapter leurs procédures d'intervention
 - Les sensibiliser à la nécessité de s'entraîner
- Réfléchir avec les autorités compétentes à la pertinence d'une norme ou de critères sur ces équipements

Merci pour votre attention

