

SÉCURITÉ DES BATTERIES LITHIUM-ION

Olivier CRAS
01 41 62 64 05
olivier.cras@afnor.org

afnor NORMALISATION

AFNOR

Cette présentation s’articule autour de 3 parties principales:

1. Ma vision des études Quanti & Quali
2. Les entretiens réalisés avec les parties prenantes
3. Conclusion et futures étapes

1.a ETUDE QUANTITATIVE



TYPE DE BATTERIE IMPACTÉE PAR L'ÉTUDE



Smartphone 99 %



Batterie externe 53 %



trotinette18 %



Ordinateur 90 %



Électroportatif 73 %



Cigarette, brosse à dents
26 %

QUANTITÉ DE BATTERIE LITHIUM-ION PAR FOYER

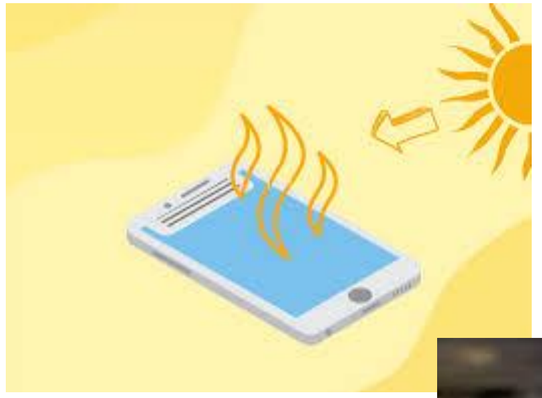
- Nombre de famille en France en 2023: 30 millions
- 15 objets alimentés par batterie par foyer
- Taille moyenne des ménages était de 2,18 personnes en 2021

  - ✓ 99 % de smartphone
  - ✓ 90 % pour les ordinateurs
  - ✓ 73 % pour l'électroportatif
  - ✓ 68 % pour les écouteurs et enceintes
  - ✓ 62 % pour les brosses à dents électriques
  - ✓ ….

Résultats (hors VE) :

de l'ordre de 450 millions de batteries

CAUSES D’ENDOMMAGEMENTS









Les causes relevées sont bien identifiées dans les normes

STOCKAGE LONGUE DURÉE SANS UTILISATION



Le stockage optimal d’une batterie Li-ion doit se faire sous une température autour de 20 °C.
Cette plage de température permet de maintenir la stabilité chimique de la batterie et d'éviter un vieillissement rapide.

Charge recommandée : entre 50 et 80 %
Laisser des batteries au lithium complètement déchargées ou complètement chargées entraînera la détérioration des cellules et un déséquilibre.

USAGES ET COMPORTEMENTS





40 % de personnes sondées ne font pas le lien entre le niveau d'utilisation et la sécurité de la batterie et donc de l'appareil

66 % des personnes interrogées pensent que l'usage d'un appareil d'occasion avec une batterie Li-ion peut être une cause probable d'incident. Donc 34 % des personnes n'y voient pas de problème

USAGES ET COMPORTEMENTS

- De manière générale les chiffres se tiennent pour les différents types de produits et le neuf est plébiscité par de l'ordre de 70 % des personnes interrogées;

  Le matériel d'occasion n'est pas le problème, c'est son contrôle. Ce qui est fait sur les véhicules électriques ne l'est pas pour un ordinateur ou une perceuse.

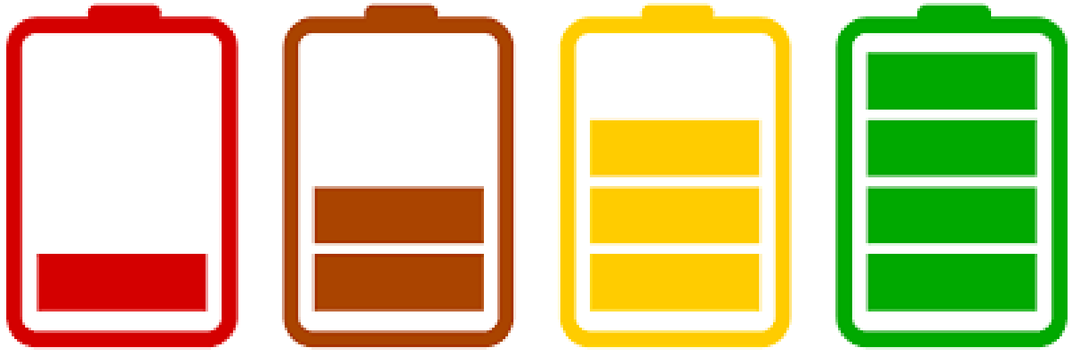
- On trouve 45 % des sondés avec un appareil en décharge complète;

- 36 % des sondés utilisent un chargeur qui ne correspond pas au produit et avec un pic à 47 % des personnes ayant un ou des enfants de 11 à 15 ans.
  C'est aux parents à donner des règles.

USAGES ET COMPORTEMENTS

- Les recharges de trottinettes la nuit ou sans surveillance sont très fortement déconseillés, c'est une pratique peu sûre. La conception et fabrication de ces produits n'est pas toujours maitrisée
- Les lieux de charge doivent être sous contrôle et hors projection possible d'eau (pas de charge dans une salle de bain)
- Utiliser un port USB pour charger un autre ordinateur, une trottinette, un vélo ou un outil portatif. Pour près de 25 % des sondés, cela pose problème
- De 20 à 30 % des utilisateurs exposent leurs appareils rechargeables à la chaleur ou à l'humidité
- La responsabilité des adultes est importante dans les consignes d'utilisation et de recharge des appareils auprès des plus jeunes. Il est noté dans certaines notices, un âge minimal pour l'usage du produit ou sous la surveillance d'adulte

NIVEAU DE CHARGE



Décharger et recharger entièrement son smartphone est déconseillé car cela peut légèrement endommager la batterie.

Le BMS, système de contrôle et de pilotage ne devrait pas permettre de descendre à un seuil de décharge inférieur défini par le fabricant.

Règle des 80/20 à appliquer: elle consiste à maintenir le niveau de la batterie entre 20 et 80 % de sa capacité.

IDÉES REÇUES

- On peut laisser un téléphone branché toute la nuit ou en permanence
- On peut utiliser un autre chargeur que celui prévu par le fabricant
- Les batteries peuvent exploser mais chez les autres
- Utiliser un appareil en charge
- Il est possible de remplacer une batterie par celle n’ayant pas les mêmes caractéristiques

CAUSES D’ENDOMMAGEMENTS

- Quel est le % de ces personnes ayant lu les consignes de sécurité/usage de leurs appareils ?
- Comment améliorer cet aspect essentiel ?



ETUDE QUANTITATIVE: CONCLUSIONS

- Les plus jeunes sont plus sujets aux accidents car ils peuvent être moins soigneux et posséder plus d'appareils

- Les notices sont très claires sur le sujet sécurité/usage, les charges doivent être opérées avec le chargeur fourni par le fournisseur ou celui recommandé. Les conditions d'utilisations sont également notées dans les notices en ce qui concerne la chaleur et l'humidité et prendre son bain avec son téléphone n'est pas la meilleure idée qui soit

- 1 milliard de smartphone produits dans le monde par an, d'où le plus grand nombre de problèmes. A noter toutefois que les accidents ou incidents répertoriés le sont quasi exclusivement sur seulement quatre appareils (smartphone, ordinateur, cigarette et batterie externe).

- Les smartphones sont le plus impacté par usage intensif. Un appareil très ou trop rarement éteint qui qui a tendance à tomber plus que de raison, ce qui n'arrange rien. On retrouve dans les causes probables du problème, l'utilisation d'autre chargeur, des chocs et un appareil soumis à de forte chaleur en utilisation ou stockage.

- Tout ceci est bien noté dans les notices comme point particulier d'attention, ce qui ne dédouane pas les fabricants qui doivent prendre en compte un usage anormal mais prévisible.

- Les conséquences peuvent être graves mais sans hospitalisation.

1.b ETUDE QUALITATIVE



DÉTAIL DE L'ÉCHANTILLON - DÉFAUTS

20 participants (25 à 63 ans, parité H/F, diversité professionnelle)

→ 2 % de l'échantillon de l'étude quantitative

Les appareils en cause sont le reflet d'usage des smartphones provoquant 45 % des incidents/accidents.

Conséquences:

- fumée, 45 %
- gonflement, 35 %
- surchauffe, 35 %
- Incendie, 25 %
- Explosion, 10 %

DÉFAUTS RELEVÉS

Pas de cause apparente avant défaut:

- ❑ Surchauffe
- ❑ Gonflement de la batterie
- ❑ Explosion

Causes identifiées avant défaut:

- ❑ Gonflement de la batterie suite à utilisation d’un chargeur par induction
- ❑ Multiples chocs, batterie percée
- ❑ Stockage non conforme et chocs
- ❑ Charge trop longue (plusieurs jours)
- ❑ Ordinateur branché sur secteur en permanence
- ❑ Surchauffe (température ambiante trop élevée)

MÉCONNAISSANCE DES SPÉCIFICITÉS DES BATTERIES LI-ION

Pour ma part, maintenant je recharge ma trottinette dans ma salle de bain [...] si jamais ça crame je peux éteindre le feu rapidement !



Que faire en cas de défaut ?

CHANGEMENT DE COMPORTEMENTS

- ❑ Non !!

- ❑ Eviter de recharger ses appareils la nuit et trop longtemps
- ❑ Eviter de recharger ses batteries > 80 %
- ❑ Surveillance de la température (coupure données mobiles, Wifi, supprimer les logiciels non indispensables et/ou éteindre le portable)
- ❑ Eviter les chocs

- ❑ Privilégie l'achat neuf et marque connue
- ❑ Se renseigne plus avant un achat
- ❑ Éducation des enfants

- ❑ Lecture de la notice concernant les consignes de sécurité ?

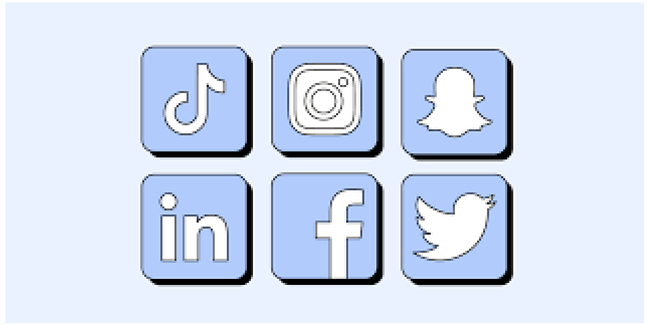


La prise de conscience est plus importante lorsque l'utilisateur se sent responsable du défaut

PROPOSITIONS DES UTILISATEURS

- Eduquer les consommateurs sur les bonnes pratiques, campagnes de sensibilisation (notice spécifique, lien Internet, campagne d'information nationale ..)
- Autocollants sur les emballages des produits avertissant des dangers des batteries
- Avertir l'utilisateur du comportement à tenir en cas de problème (surchauffe, gonflement, incendie)
- Information de la part de l'assureur du logement
- L'appareil se déconnecte seul en cas de défaut relevé
- Responsabilité des parents
- Contrôle aux frontières, marques de qualité, surveillance du marché

1ÈRE SOLUTION: RECHERCHE D'INFORMATIONS











Il faut centraliser ces informations pour une diffusion plus générale. La prolifération des lieux d'informations n'est pas propice

2. ECHANGES AVEC LES PARTIES PRENANTES DES BATTERIES

Echange avec les parties prenantes :

- ❑ Concepteurs, fabricants et intégrateurs de batteries pour le grand public et VE
- ❑ Laboratoire d’essais notifiés
- ❑ Distributeurs de produits

- ❑ 7 entretiens réalisés (LNE, VoltR, Ineris, Decathlon, Verkor, Somfy, CRITTM2A)
- ❑ 4 en attente (LCIE, INRS, SGS & Saft)
- ❑ 2 refus

2. ECHANGES AVEC LES PARTIES PRENANTES DES BATTERIES

Toutes ces organismes sont membres de la communauté de la normalisation française. L'objectif est d'avoir la vision industrielle pour évaluer les points d'améliorations au regard des points relevés par les utilisateurs.

Points traités:

- ❑ BMS
- ❑ Réglementation – Certification
- ❑ Usages et conseils
- ❑ Divers
- ❑ Conclusion
- ❑ et maintenant

BMS: BATTERIE MANAGEMENT SYSTÈME

Durant les échanges, le BMS est clairement sorti comme un élément fondamental pour la sécurité des batteries.

- Les batteries Li-ion permettent de petites charges régulières sans que cela nuise à la batterie;
- VE, téléphone et ordinateur, BMS de très haut niveau: et les autres ?
- BMS différent selon le produit avec un BMS redondant sur VE;
- BMS obligatoire mais pas de mesure de température sur un point chaud. Point d'amélioration mais générant un surcoût important;
- Les BMS sur étagères ne répondent aux exigences européennes, d'où des modifications à faire.
- La notoriété de la société et son positionnement produit est en lien direct avec la qualité de la batterie.

BMS: BATTERIE MANAGEMENT SYSTÈME

- Conception optimale des batteries et du BMS de manière intégrée à l'entreprise :
  - contrôle total de la conception;
  - choix des composants;
  - choix et contrôle du fabricant;
  - contrôle de la fabrication et certification.

- En cas de défaillance de mesure de tension avec un BMS de base, gros risque car les batteries Li-ion on une faible marge en tension (valeur mini comme maxi).

RÉGLEMENTATION - CERTIFICATION

- Règlement international R100 pour les VE pour la batterie et non la cellule;
- Certification obligatoire pour le transport (UN 38-3);

- Certaines batteries ne respectent pas les normes. Seule obligation: le marquage CE;

- Les normes ne sont pas faites pour le seconde vie et l'économie circulaire. Le changement de cellule même identique devrait imposer une nouvelle certification. Les projets de normes sur ce sujet sont annulés au niveau européen car non conforme par rapport au règlement batterie 2023/1542.
  - IEC 63330-1:2024 Repurposing of secondary batteries - Part 1: General requirements
  - IEC 63338:2024 General guidance on reuse and repurposing of secondary cells and batteries

- EN 50604, µ mobilité, norme difficile à respecter. Objectif d'améliorer la sécurité et d'apurer le marché. Problème pour réaliser les essais d'accidents pour les laboratoires.

RÉGLEMENTATION - CERTIFICATION

- Ouverture de la batterie par le client ou un réparateur en accord avec la réglementation. L'ouverture d'une batterie est une opération qui risque de blesser l'enveloppe de la cellule;

- Aux US, la réutilisation des batteries est interdite;

- Nouveaux acteurs qui réutilisent les batteries ou cellules avec un risque de contrôle léger en fonction de l'application. Une norme ou réglementation devrait améliorer cela ;

- Certification: il faut une quarantaine de batteries. Cellules en seconde source, attention à l'équivalence entre les cellules: manque d'homogénéité.

INSTALLATION - REMPLACEMENT

- **Volets roulants:**

  - propres essais d'environnement réalisé le fabricant;
  - le produit passe par un installateur ou intégrateur;
  - Différent niveau de qualification des intégrateurs et sans précautions particulières pour certains;
  - Former et informer les installateurs. La phase de remplacement des batteries est un moment sensible pour la sécurité de l'installation.

- Le type de chargeur est très important.

LABORATOIRE D'ESSAIS

- **Points problématiques relevés lors d'essais:**
  - Problème d'isolement en cas de variation de température, déplacement de cellules
  - Propagation thermique, circonscrire la propagation du feu à une seule cellule
  - Certaines cellules ne tiennent pas assez longtemps lors d'un essai de CC

- Le simulateur de batterie pourrait aider à simuler le BMS

- Des essais de seconde vie sont en cours avec une université pour étudier le vieillissement des batteries

- Le recyclage des cellules/batteries est délicat car le contrôle est cher.
- Norme EN 16081:2025 Road vehicles - Rechargeable batteries with internal energy storage - Steps, conditions and protocols for the safe repair and re-use and preparation for repurposing of modules and batteries designed for EV applications

DIVERS

- Selon la qualité de la cellule, elle est dirigée vers telle ou telle application. Risque accru pour un produit low-cost;
- Difficulté pour les concepteurs d'avoir de la part des clients les phases d'utilisations;
- Amélioration de la précision des mesures des cellules (C, U, R), cela pourrait limiter les problèmes et améliorer les réactions optimales du BMS;
- Une batterie ne prend que très peu feu toute seule, presque toujours un élément déclencheur externe;
- Décathlon: projet de notice spécifique pour l'usage des batteries avec recommandations d'usages (disponibilité pour les clients fin 2025 et à disposition sur le site);
- Utilisation de pictogrammes sur les notices des vélos.

USAGE - CONSEILS

- En cas de décharge profonde, il faut alimenter la batterie avec un très faible courant et par petit cycle, sinon risque: mais avec quel chargeur ?
- Attention aux multiprises et aux batteries chargées en même temps proche des fenêtres (augmentation de la température);
- Utiliser des multiprises avec interrupteurs et écrêteurs de surtensions;
- Charger sa batterie dans un environnement non propagateur de la flamme;
- Decathlon : Information aux clients ciblées selon le produit.
  - Notice = exigences réglementaires
  - guide batterie = risques et les dangers de la manipulation.

USAGE - CONSEILS

- Chargeur non conforme à proscrire;

- Les zones ou locaux de charge doivent être ventilé mécaniquement en permanence pour diluer les éventuels dégagements gazeux;

- Ne pas essayer d'éteindre le feu et s'éloigner de la batterie et d'appeler les pompiers;

ou

- Une couverture anti-feu peut être utilisée pour recouvrir une batterie de taille moyenne (vélo, électroportatif, ...).

CONCLUSION

Actions potentielles de l’écosystème:

- ❑ Information sur les risques des batteries et comment s’en prémunir (picto sur produit/notice spécifique, communication nationale, ...)
- ❑ Lister les comportements à risque
- ❑ Responsabiliser les usagers et parents
- ❑ Renforcer la qualité des BMS par la normalisation / réglementation
- ❑ Communiquer fortement sur le lien chargeur - batterie

- ❑ Réutilisation des cellules/batterie, normalisation à renforcer
- ❑ Mise à jour de certaines normes ?
- ❑ Création d’une marque de qualité ?

ANALYE DES RESULTATS DES ESSAIS DE PPRIME



TERMINOLOGIE

- **C-rate** : vitesse à laquelle la cellule se décharge par rapport à sa capacité totale

La décharge avec un courant de 50 A pour une batterie de 100 Ah donne un C-rate de 0.5C. Cela indique que la batterie se déchargera dans deux heures.

Pour une batterie de 10 Ah avec un courant de décharge de 10 A, le taux C est : C-rate = 10 A / 10 Ah = 1C

- **SoC** : *State of Charge* = niveau d'énergie disponible dans une batterie à un instant donné exprimé en %

CELLULES CYLINDRIQUES

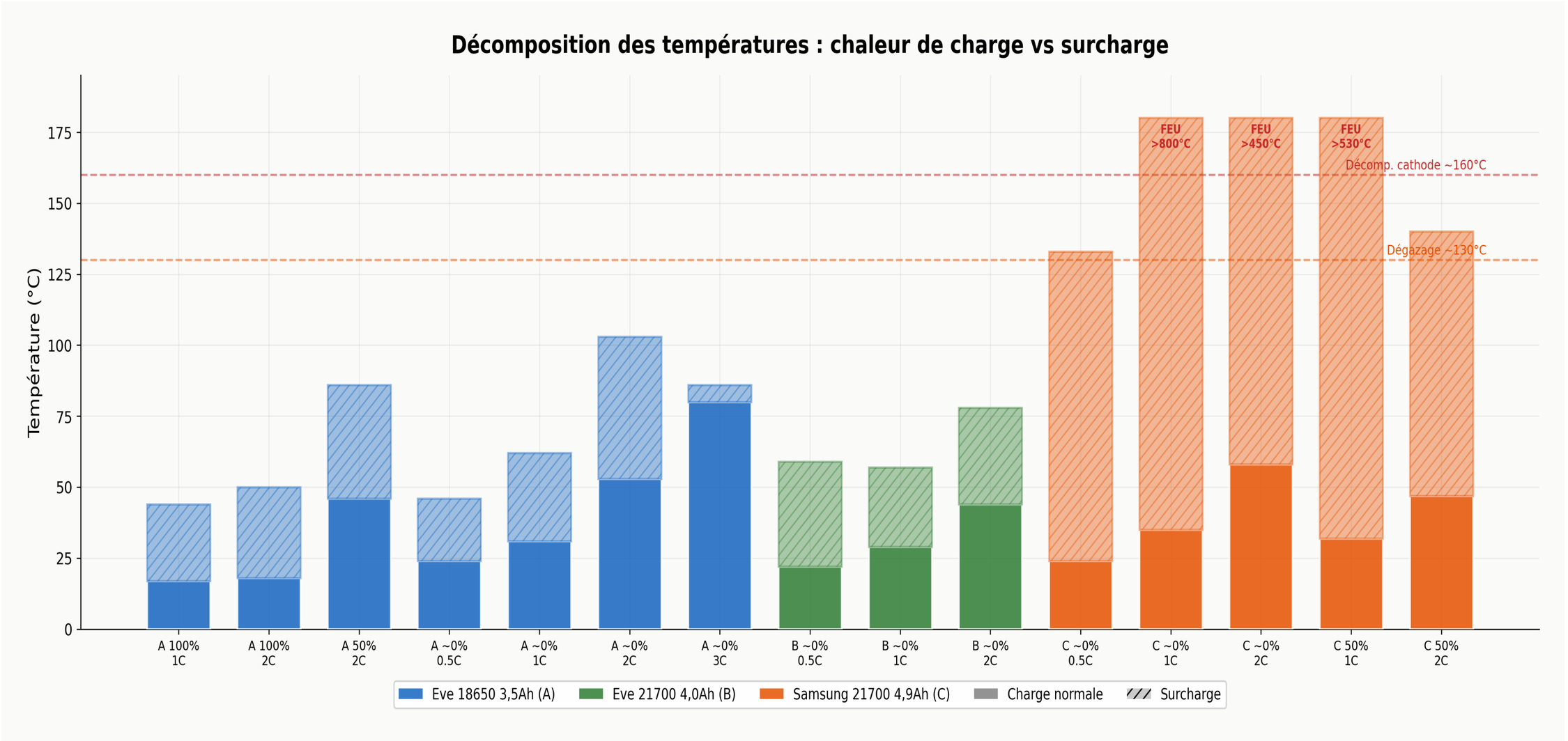


Essai thermique



- Le SoC: paramètre dominant en cas de défaut avec risque d'emballement
- C-rates modérés peuvent être plus dangereux que des niveaux plus élevés
- Le lien est avéré entre la densité d'énergie et le volume de la cellule. La cellule type 21700 absorbe plus d'énergie de surcharge avant défaillance grâce à sa densité énergétique plus faible par rapport à la cellule 18650
- La densité d'énergie: facteur critique pour les cellules en surcharge
- Une masse thermique et une surface plus importante ralentissent la dégradation de la cellule
- Une charge/décharge à 1C peut être plus dangereuse qu'à 2C ou 3C (effet d'accumulation thermique)
- Une phase de charge plus longue génère une accumulation de davantage de chaleur, d'où des essais à faire également à SoC faible

CELLULES CYLINDRIQUES



CELLULES CYLINDRIQUES



Essai mécanique par percement

- de 0 % et 10 % de SoC, aucune cellule ne présente de danger significatif
- de 50 % et 100 % de SoC, emballement thermique avec des jets de flammes
- La sévérité de la réponse thermique augmente avec l'énergie totale stockée dans la cellule
- Le passage de 10 % à 50 % de SoC multiplie la température de surface par un facteur 5 à 10, et le flux thermique par un facteur 50 à 250, marquant un seuil critique de dangerosité

L'impact mécanique n'est gérable que par le renforcement mécanique de l'enceinte batterie pour en limiter les risques

CELLULE POUCH



Batterie utilisée dans les smartphones, tablettes, appareils connectés et l'électronique portable

Ce format présente des défis de sécurité spécifiques par rapport aux formats cylindrique et prismatique :

- La géométrie plane permet une grande surface qui facilite la dissipation de la chaleur
- les gaz et les flammes sont éjectés préférentiellement du côté de la borne à plus de 600°C
- ce format génère intrinsèquement plus de fumée visible que les formats cylindriques en raison de la plus grande surface d'éclatement et de l'épaisseur réduite du boîtier. Fumée très toxique
- Le retrait du BMS a géré des températures de 900°C

CELLULE POUCH



Rôle du boitier plastique

- Le boîtier plastique joue un rôle déterminant dans la propagation de l'emballement thermique. Son influence se manifeste à travers plusieurs mécanismes distincts qui, combinés, en font un facteur clé de la sévérité des essais à 100% SoC.

- Confinement thermique. Le boîtier en plastique enveloppe étroitement les 6 cellules, créant un volume confiné qui limite la dissipation thermique vers l'extérieur.

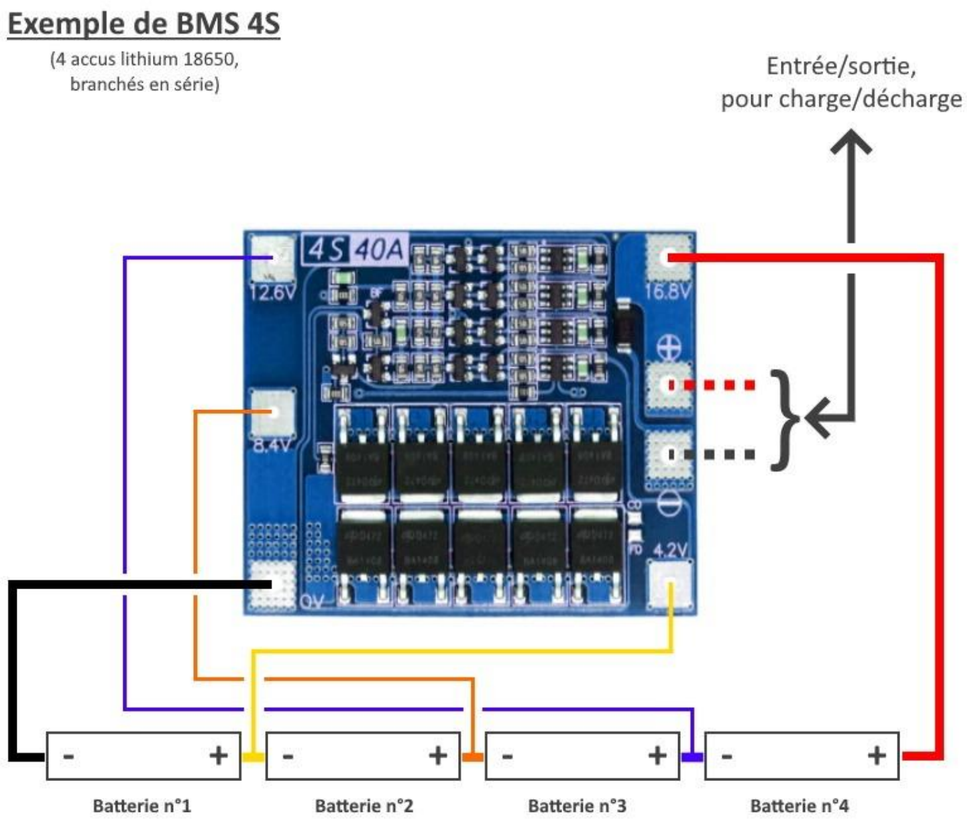
- La chaleur générée par emballement d'une cellule est directement transmise par conduction à vers les cellules adjacentes.

- Une meilleure isolation des cellules et un boitier ignifugé doit réduire la gravité d'un emballement de cellule

BMS Battery Management system

BMS (Battery Management System)

- Protection contre la surcharge (coupure à 4,2–4,5 V)
- Protection contre la décharge profonde (coupure à environ 2,5–3,0 V)
- Protection contre les courts-circuits (déconnexion en microsecondes, seuil de 5 à 10 A pour 4 Ah)
- Protection contre les surintensités en charge et décharge
- Une surveillance de température via des thermistances



IMPACTS SUR LES NORMES

1. Inclure des essais depuis 0% et 50% SoC (pas seulement 100%)
2. Tester à plusieurs C-rate incluant 0,5C et 1C
3. Baser les conditions d'arrêt sur la défaillance ou absence de défaillance de la cellule, pas sur des seuils
4. Introduire des seuils de densité d'énergie déclenchant des conditions plus strictes
5. phase de charge plus longue génère une accumulation de davantage de chaleur.
6. EN 50604, µ mobilité, norme difficile à respecter. Objectif d'améliorer la sécurité pour apurer le marché. Problème pour réaliser les essais d'accidents pour les laboratoires.

IMPACTS SUR LES NORMES

EN 50604-1:2016 ***Batteries d'accumulateurs au lithium pour applications liées aux véhicules électriques légers - Partie 1 : Exigences générales de sécurité et méthodes d'essai***

6.103 Essai de chute uniquement à 100 % de SoC

6.102 Choc mécanique, exigences : lors de l'essai et pendant une période d'observation de 1 h après l'essai, trop court

8.101 Essai d'écrasement, DUT complètement chargés doivent être utilisés

8.103 Essai de condition de sous-température avec un SoC de 80 %

IEC 62133-2:2017 ***Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide - Exigences de sécurité pour les accumulateurs portables étanches, et pour les batteries qui en sont constituées, destinés à l'utilisation dans des applications portables - Partie 1: Systèmes au lithium***

7.3.4 Température abuse: essai uniquement batterie complétement chargée

7.3.8 Essais de vibrations batteries d'essai, complètement chargées

IEC 60335-2-114:2022 Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 2-114: Exigences particulières pour les engins de déplacement personnel motorisés

B.19.101 La partie fonctionnelle équipée d'une batterie complètement chargée est soumise à une condition de surcharge, où la charge sur les roues motrices est augmentée jusqu'à ce que la protection contre les surcharges ou la commande moteur se déclenche.

IEC 62368-1:2023 2 Equipements des technologies de l'audio/vidéo, de l'information et de la communication – Partie 1 : Exigences de sécurité

M.4.4 Essai de chute de l'équipement contenant une batterie d'accumulateurs au lithium

L'équipement avec une batterie totalement chargée installée doit être soumis à l'essai de chute de l'Article T.7.

SUITE DES ACTIONS

- **Présentation du rapport Pprime en commission U21 avec les principaux résultats début 2027**

- **Organisation d'une réunion en hybride lundi 23 novembre 2026 de 9 h à 17 h, au ministère de la Transition écologique à Paris-La Défense**

https://www.afnor.org/evenements/risques-fournisseurs/des-normes-volontaires-pour-la-securite-au-feu-des-batteries/



Événement

Des normes volontaires pour la sécurité au feu des batteries

Le 23 novembre 2026, AFNOR vous invite à comprendre comment les normes volontaires accompagnent les acteurs dans la maîtrise des risques d'incendie des batteries.

22 novembre 2026

13h00

ÉVÈNEMENT AFNOR

L’accélération de l’usage des batteries fait aussi émerger un défi de taille : garantir la sécurité incendie des batteries à chaque étape de leur cycle de vie.
Conception, fabrication, transport, stockage, utilisation, seconde vie, recyclage… Autant de nouvelles situations qui nécessitent de nouvelles approches, des pratiques harmonisées et des référentiels adaptés.

Pour mieux comprendre ces enjeux, AFNOR Normalisation a interrogé les professionnels de la sécurité incendie. Leur message est clair : les acteurs de la filière ont besoin de partager leurs connaissances, de mieux caractériser les risques et de construire ensemble les référentiels qui accompagneront le développement des batteries en toute sécurité.

Concepteurs, fabricants de batteries, de cellules, d’accumulateurs, de détection incendies, intégrateurs de systèmes de stockage, équipements, laboratoires d’essais, syndicats professionnels, acteurs du transport ferroviaire, aéronautique, fluvial, maritime…

Réunion hybride le lundi 23 novembre 2026 de 9 h à 17 h, au ministère de la Transition écologique à Paris-La Défense