



ATELIER EN LIGNE

Fin de vie des produits solaires en Afrique de l'Ouest

SESSION 2



Session 2: Environnement et réglementation du secteur des DEEE et de la fin de vie des produits solaires en Afrique de l'Ouest



Loïc LONARDINI
Ingénieur-Chercheur, CEA



Ruweyda STILLHART
Cheffe de projet, dss+



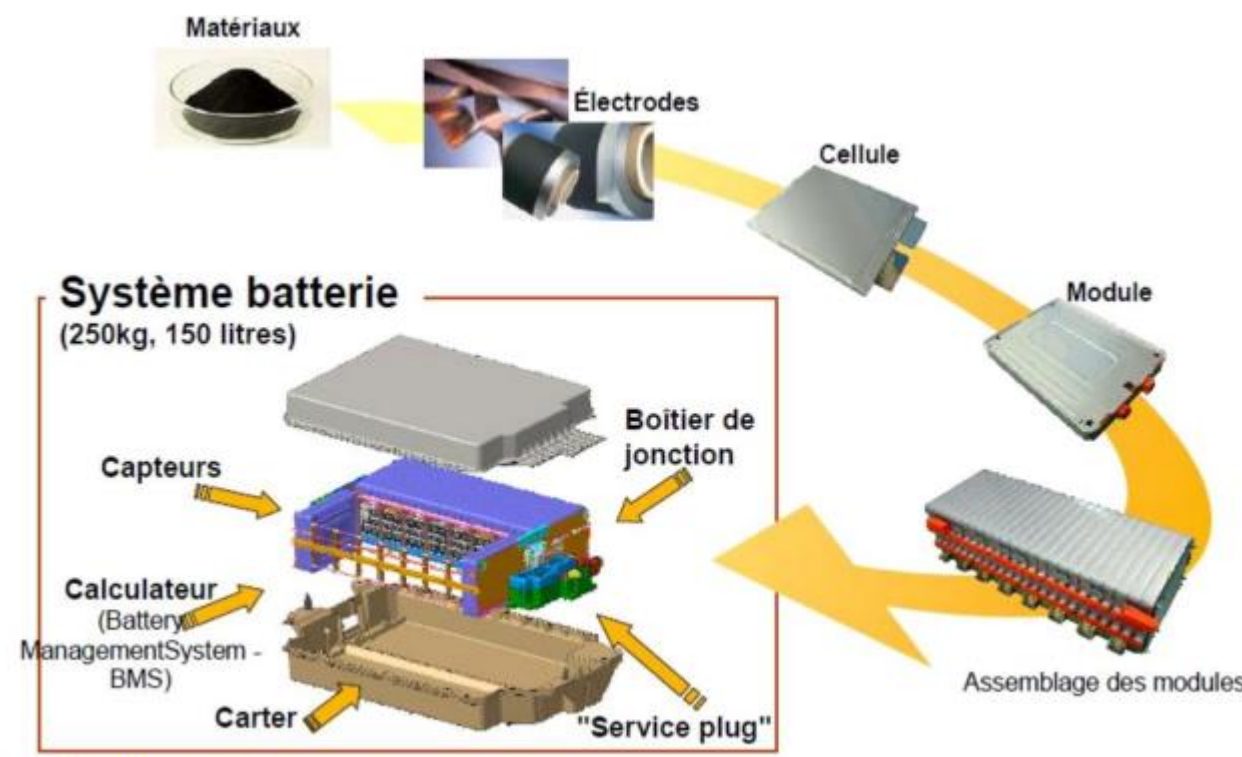
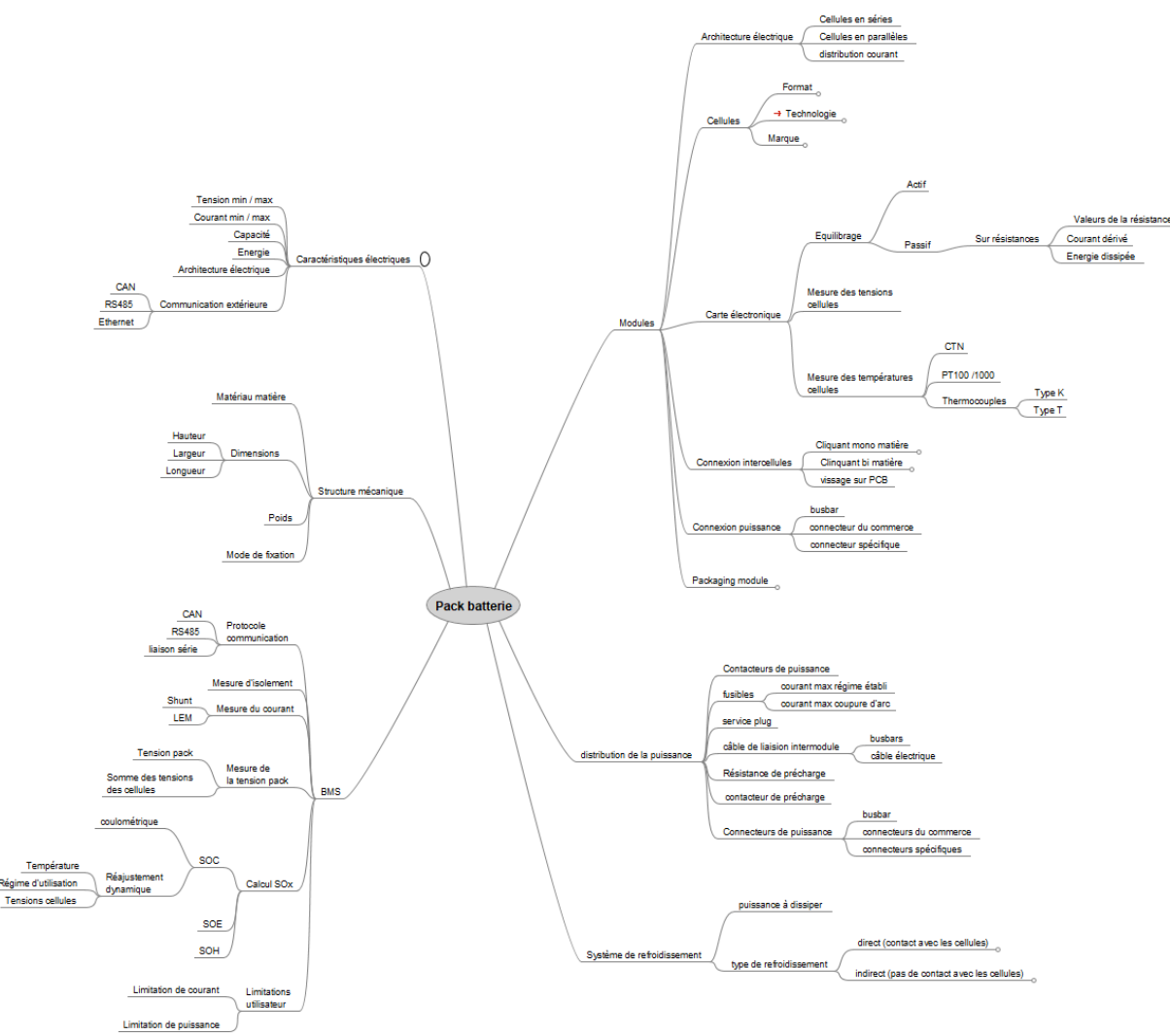
François AYOTI
Directeur Régional, IEC-AFRC (IEC pour l'Afrique)



Essais Abusifs sur cellules Li-Ion



RAPPEL: TERMINOLOGIE DES BATTERIES



De la cellule Li-Ion au pack batterie, source Renault

Différents constituants d'un pack batterie.

DIFFÉRENTS FORMATS DE CELLULES ÉLECTROCHIMIQUES

Samsung



Capacité: 3A.h
Dimension: Ø18mm x 65mm
Format 18650
Poids: 46g

Capacité: 2.5A.h
Dimension: Ø26mm x 65mm
Format 26650
Poids: 76g



A123 systems

Formats Cylindriques



SAFT

Capacité: 39A.h
Dimension: Ø53mm x 250mm
Poids: 1100g



Format Prismatique
souple

A123 Systems

Capacité: 14A.h
Dimension: 160mm x 227mm x 7 mm
Poids: 510g

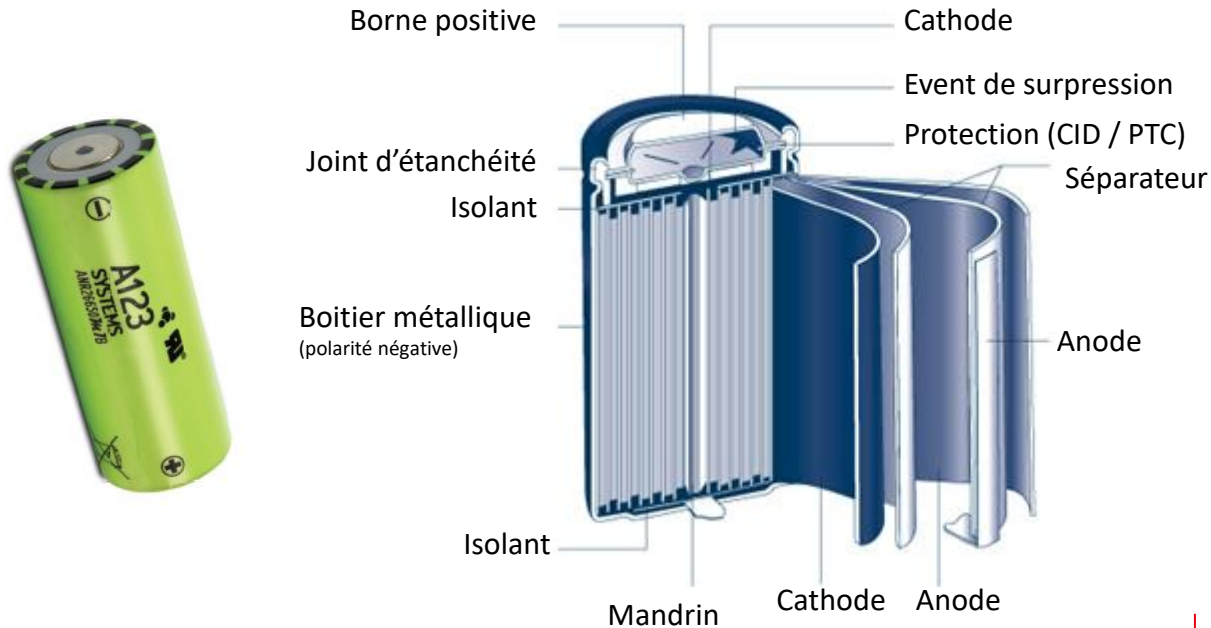


Format Prismatique
rigide

CATL

Capacité: 202A.h
Dimension: 54mm x 174mm x 200mm
Poids: 5000g

CONSTITUANTS DES CELLULES ÉLECTROCHIMIQUE



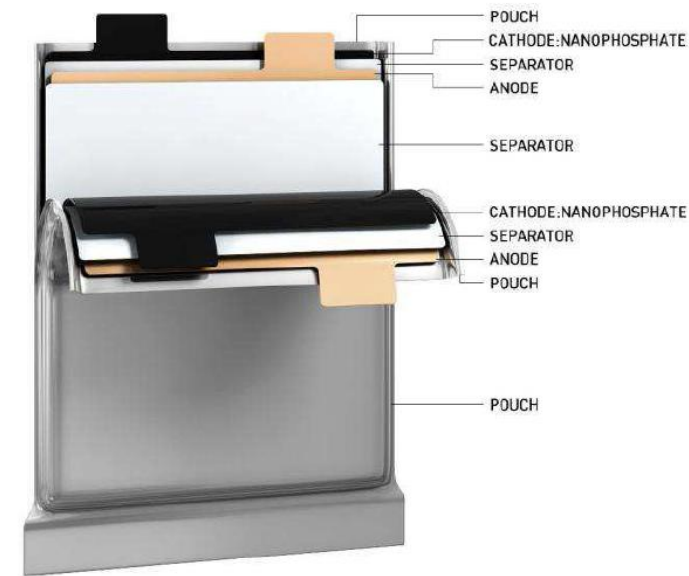
Formats 18650 / 26650 / 21700 ...

Avantages:

- Ces formats sont utilisés dans des produits de grande consommation.
- Le « multi sourcing » est facilité par de nombreux fabricants.
- Intégration de dispositifs de protection.

Inconvénients:

- La forme cylindrique n'est pas forcément adaptée pour un packaging parallélépipédique.
- Il faut un grand nombre de cellules pour atteindre de fortes capacités.



Format « pouch »

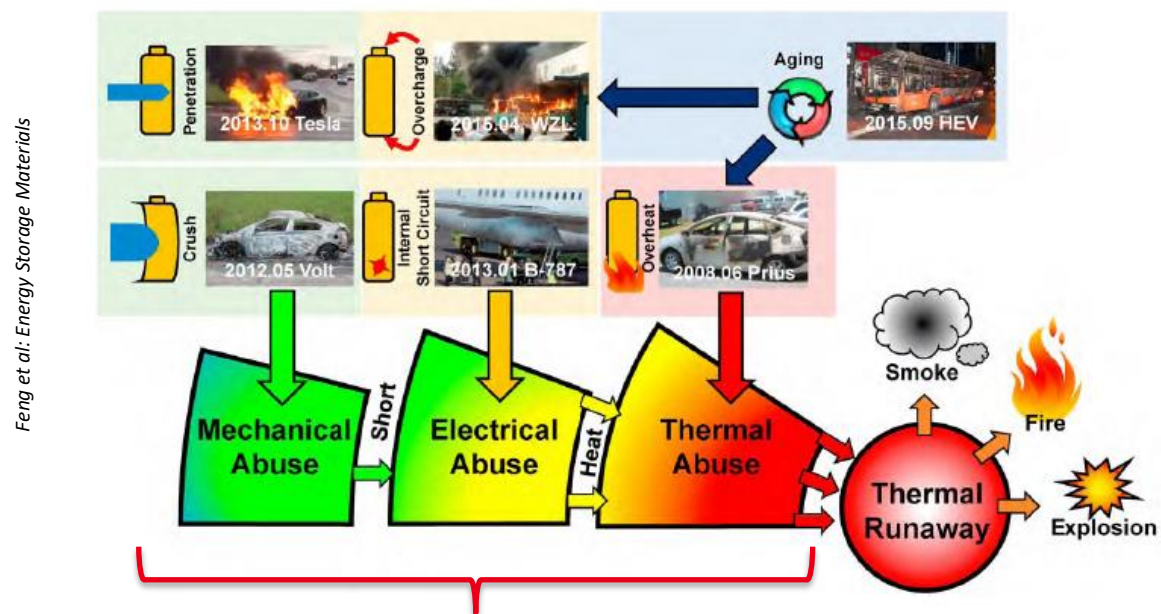
Avantages:

- Du fait d'un packaging léger ces cellules ont une bonne densité d'énergie (Wh/kg).
- Intégration en module assez simple.

Inconvénients:

- Il est nécessaire de comprimer les cellules lors d'un assemblage en modules / pack.
- Peu de formats « normalisés » existent.

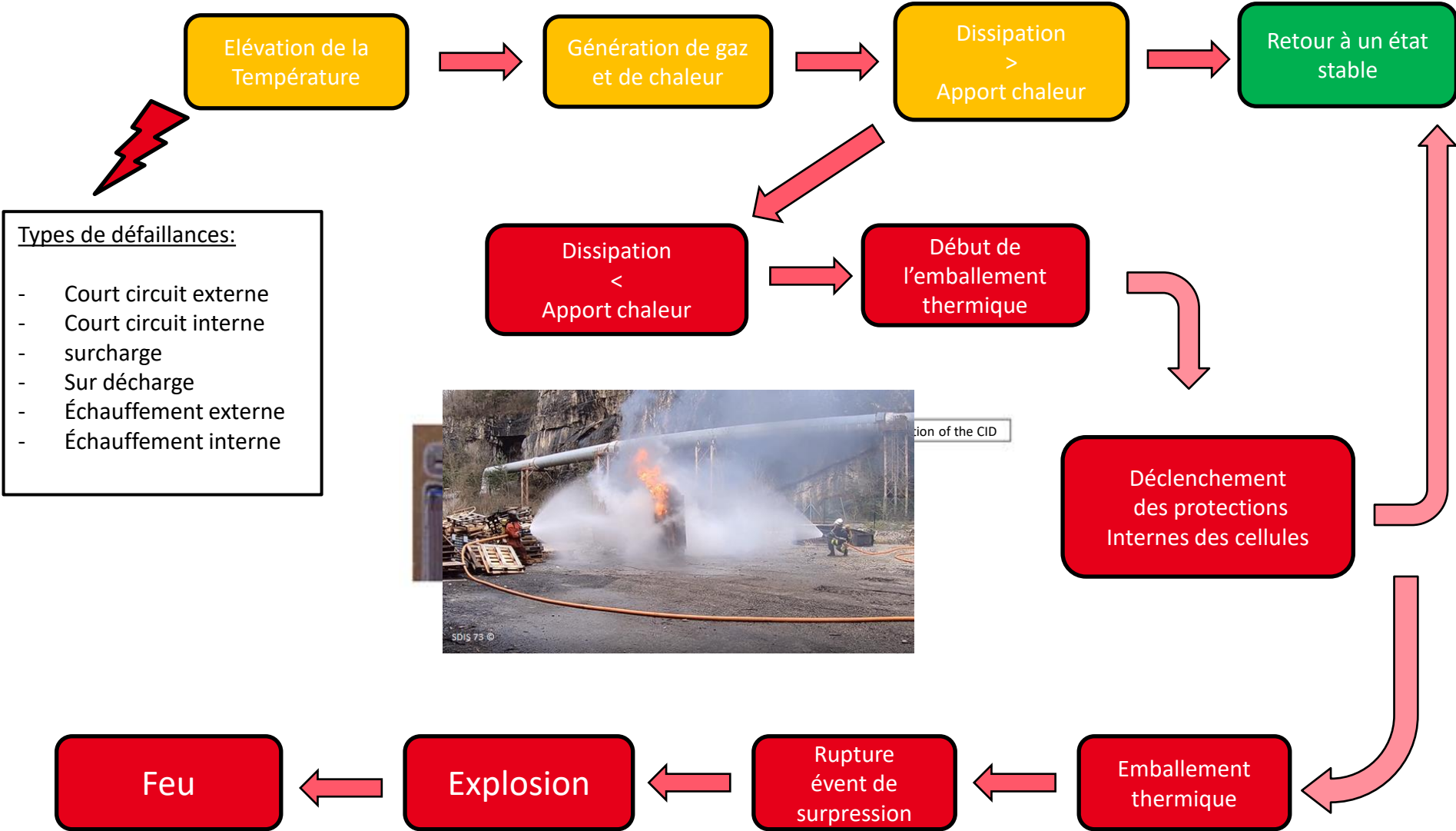
DIFFÉRENTES CAUSES CONDUISANT À UN ÉVÈNEMENT REDOUTÉ



Les essais destructifs ou abusifs ont pour but de reproduire les défaillances potentielles afin de connaître la réactivité de la batterie / cellule pour les comparer et mettre en place des systèmes de sécurité afin de réduire le risque d'apparition d'un évènement redouté.



DIFFÉRENTES ÉTAPES AMENANT À UN EMBALLEMENT THERMIQUE



ESSAI ABUSIF: SURCHARGE

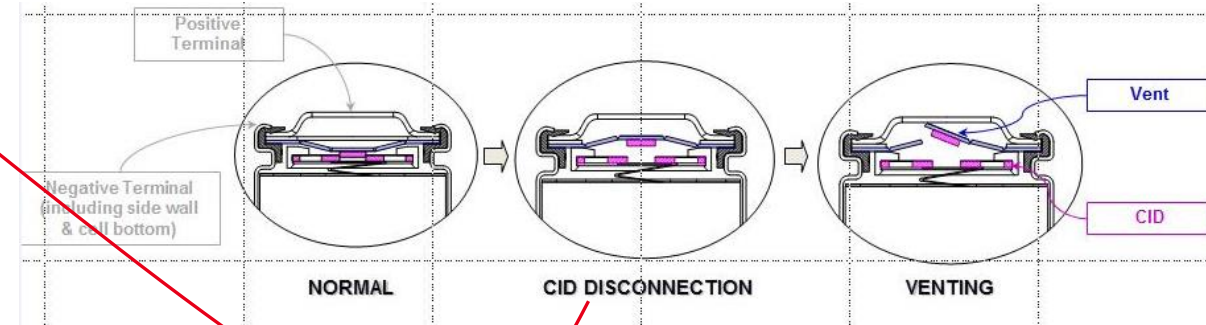
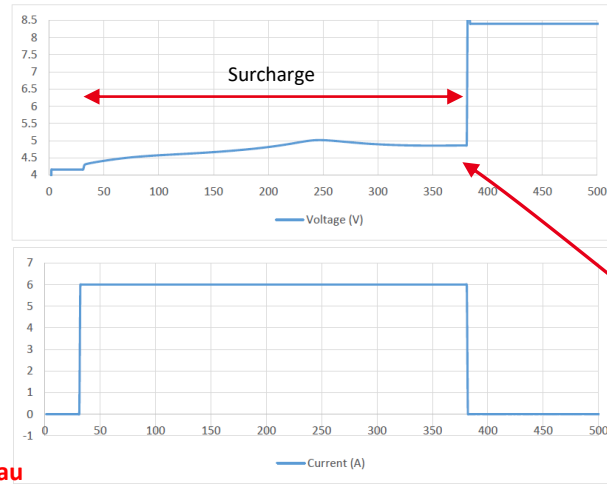


Courant de charge

Température de peau

Test de surcharge typique:

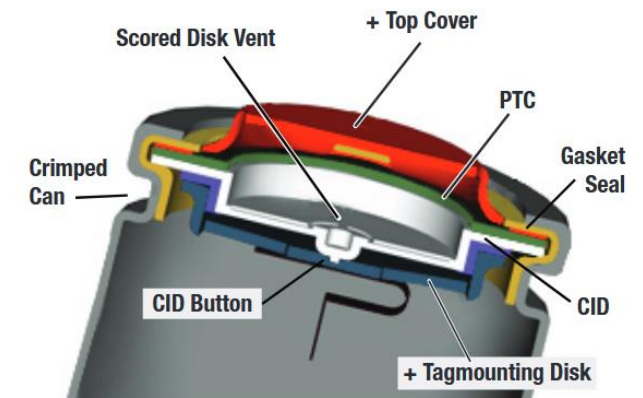
- Tension de surcharge: $2 \times U_{nom}$
- Courant de surcharge: $2 \times I_{nom}$



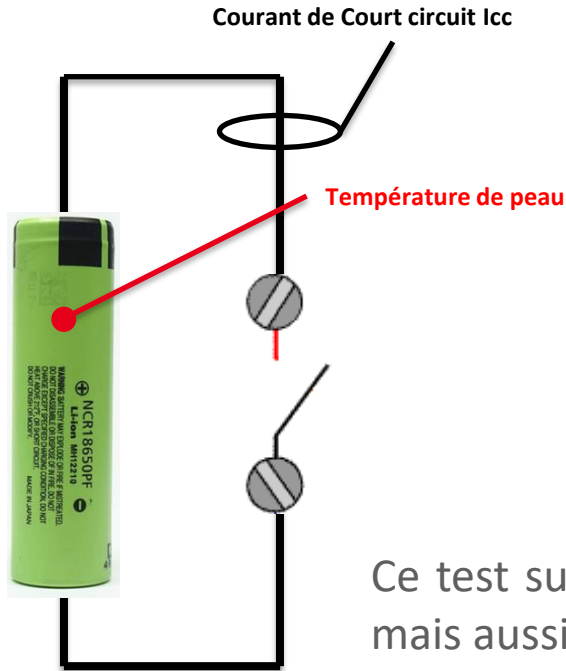
Ce test sur une cellule permet de connaître les effets d'une utilisation ne correspondant pas aux recommandations du fabricant (tension de charge élevée).

Ce test simule un défaillance du chargeur de la batterie.

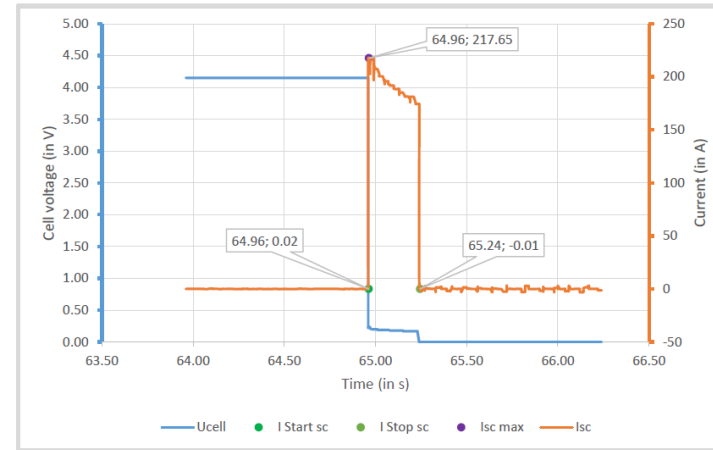
Cet essai permet aussi de caractériser les nouveaux moyens de protection des cellules tel que le CID (current interrupt device) pour la surcharge



ESSAI ABUSIF: COURT CIRCUIT EXTERNE



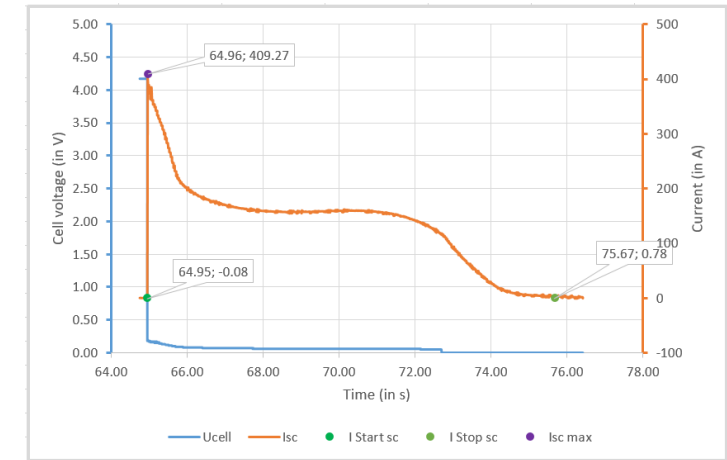
Activation rapide de la protection.



Durée du CC: 0.28s

Capacité déchargée: 0.01 A.h

Activation plus lente de la protection.



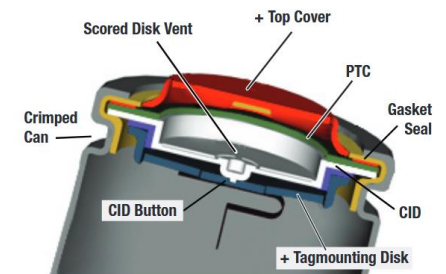
Durée du CC: 10.7s

Capacité déchargée: 0.39A.h

Ce test sur une ou plusieurs cellules permet de connaître la valeur du courant lors d'un court circuit, mais aussi la durée du court circuit avant que la tension de la cellule ne tombe à 0V.

Ces valeurs permettent le dimensionnement des moyens de protection du système (fusibles, disjoncteurs...).

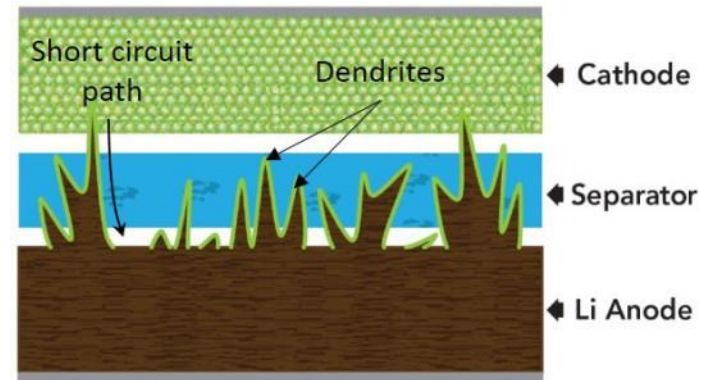
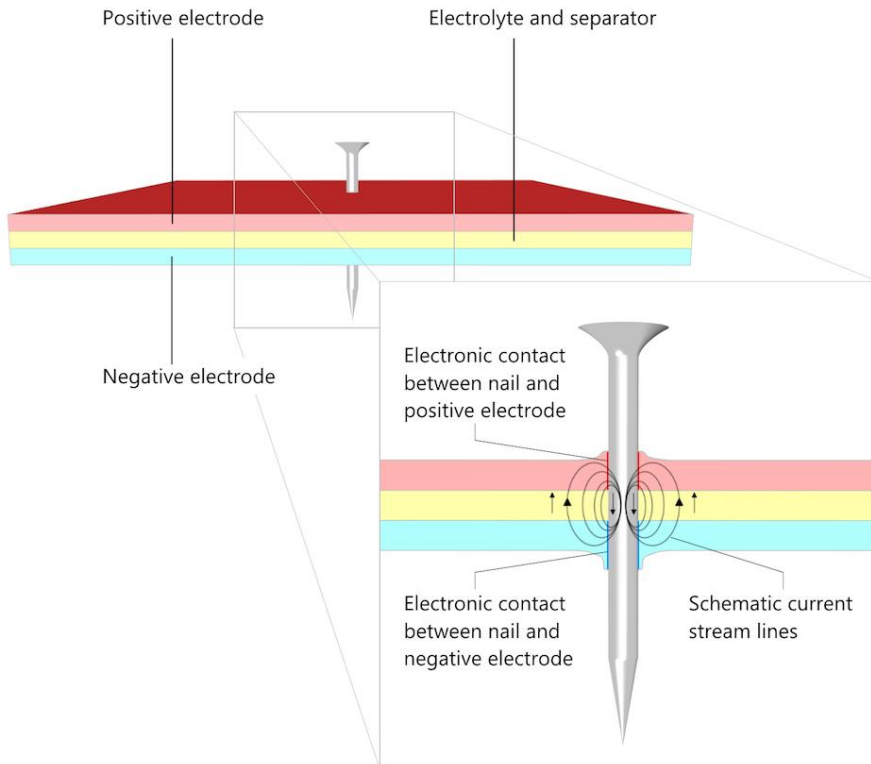
Cet essai permet aussi de caractériser les nouveaux moyens de protection des cellules tel que la PTC (positive temperature coefficient) pour le court circuit.



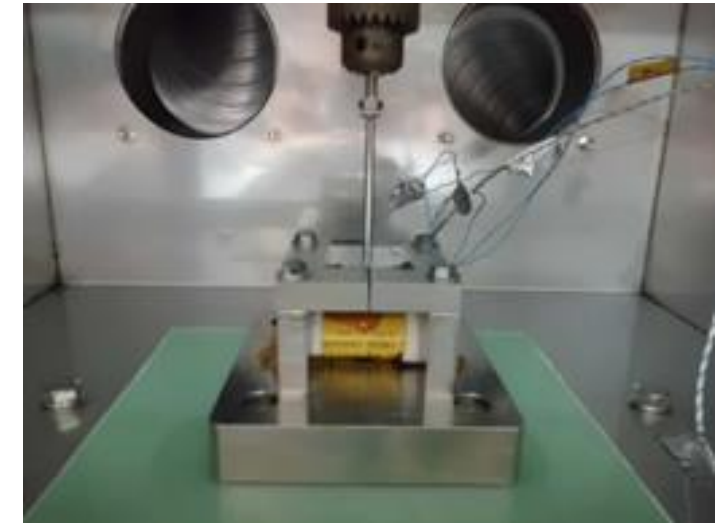
ESSAI ABUSIF: TEST AU CLOU

Le test au clou permet de simuler un court circuit interne de la cellule. En venant mettre en contact les électrodes positive et négative.

Le clou peut être instrumenté afin de mesurer la température au plus proche du court circuit.



Création de dendrites lors du vieillissement des cellules électrochimiques



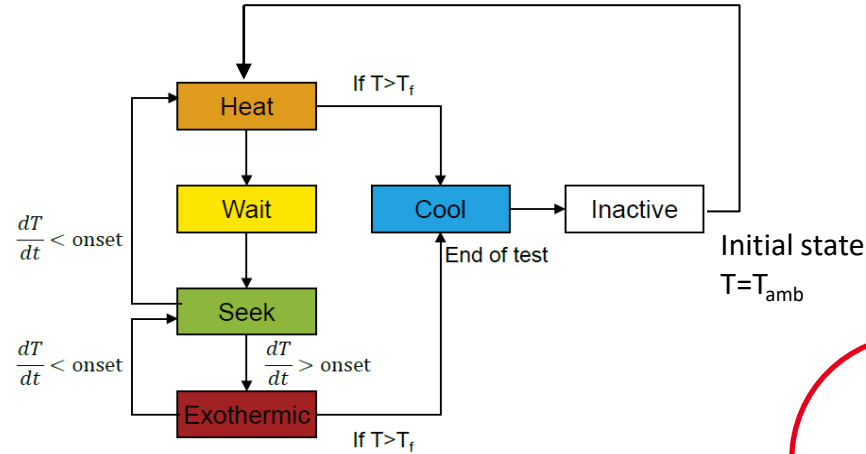
Ce test simule par exemple, l'apparition de dendrites causées par un vieillissement ou une mauvaise utilisation de la cellule.

ESSAI ABUSIF: SUR-TEMPÉRATURE (STABILITÉ THERMIQUE OU ARC)

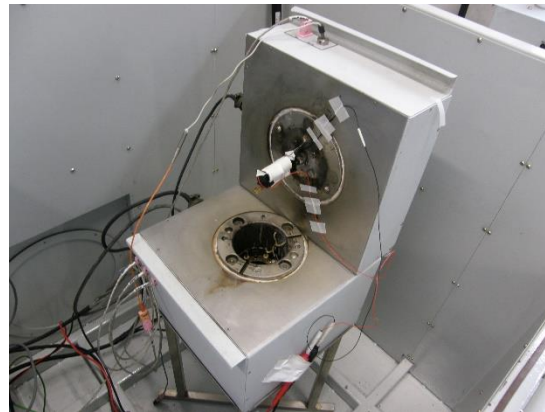
Extra large calorimètre



Dimensions: Ø40cm x h44 cm
Plage de température: Amb → 250°C
Sensibilité détection exotherme: 0.02°C/min

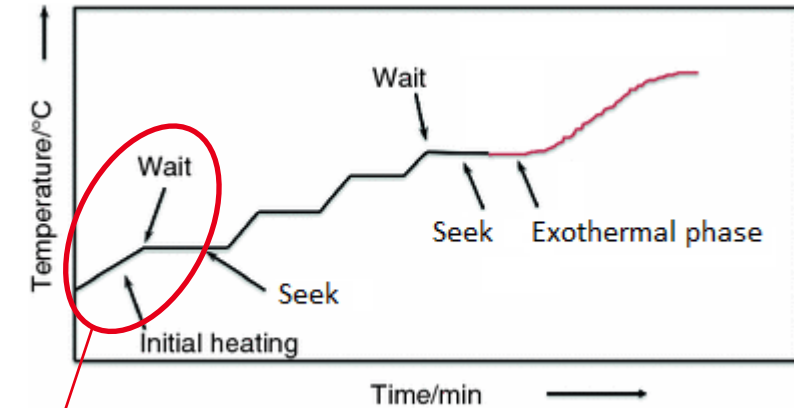


petit calorimètre

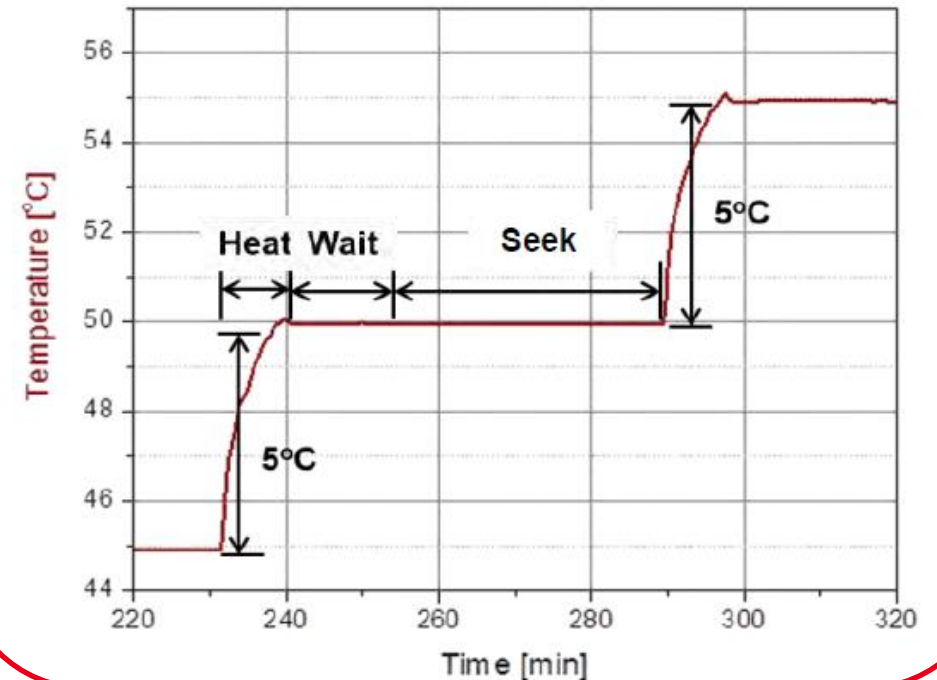


Dimensions: Ø10cm x h10 cm
Plage de température: Amb → 250°C
Sensibilité détection exotherme: 0.02°C/min

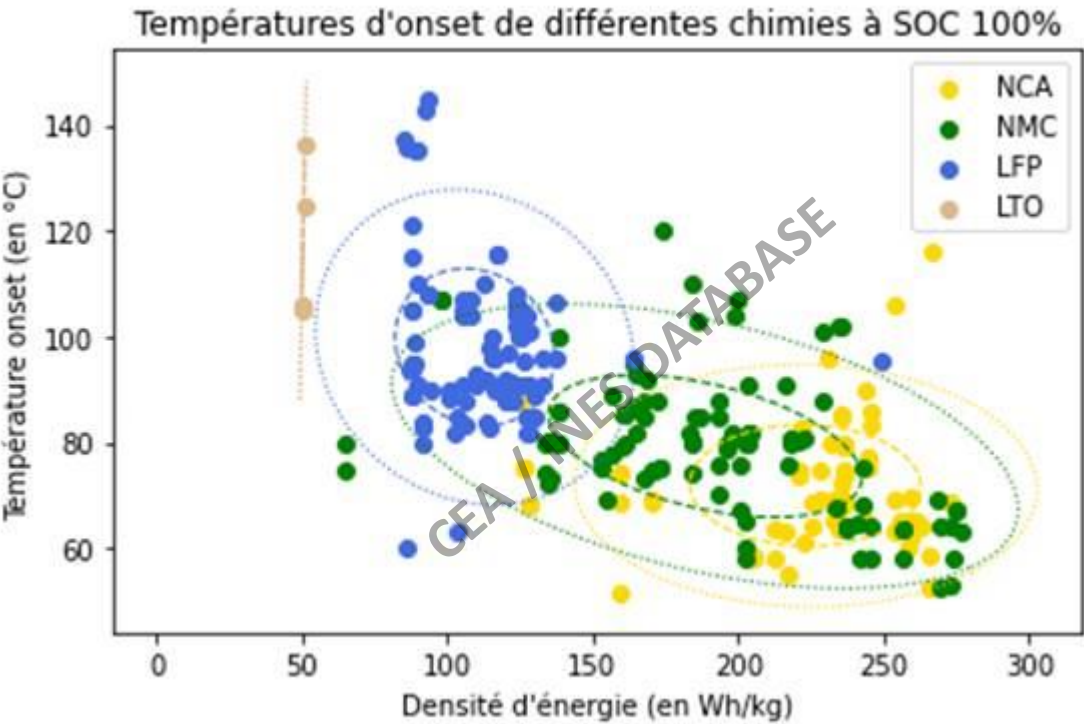
Exemple of Heat Wait Seek cycle



Temperature vs Time



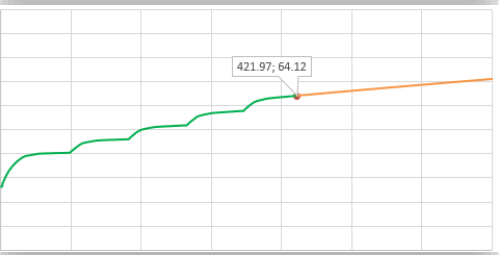
RÉSULTATS DES ESSAIS DE STABILITÉ THERMIQUE



Répartirions des températures de démarrage de la réaction selon
Les différentes technologies de cellules.

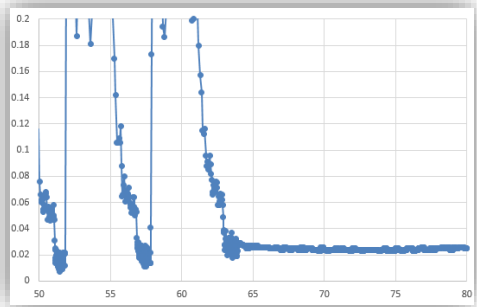
Plus la température d'Onset est basse et plus la cellule peut être considérée comme réactive.

Température en fonction du temps

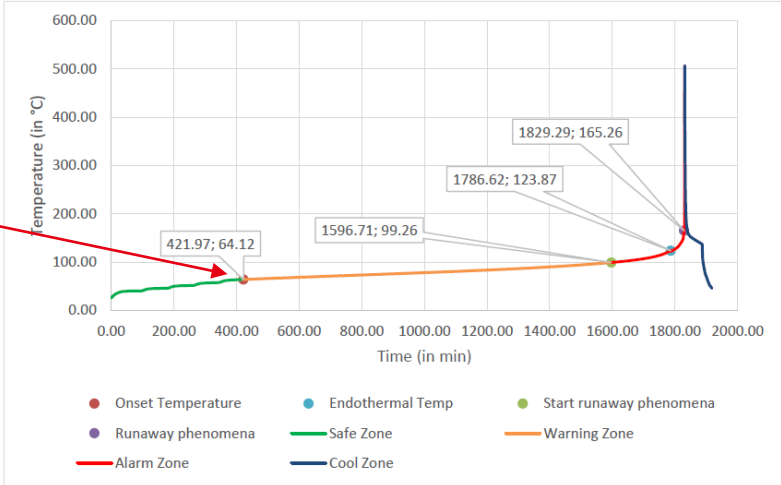


Démarrage de la réaction exothermique

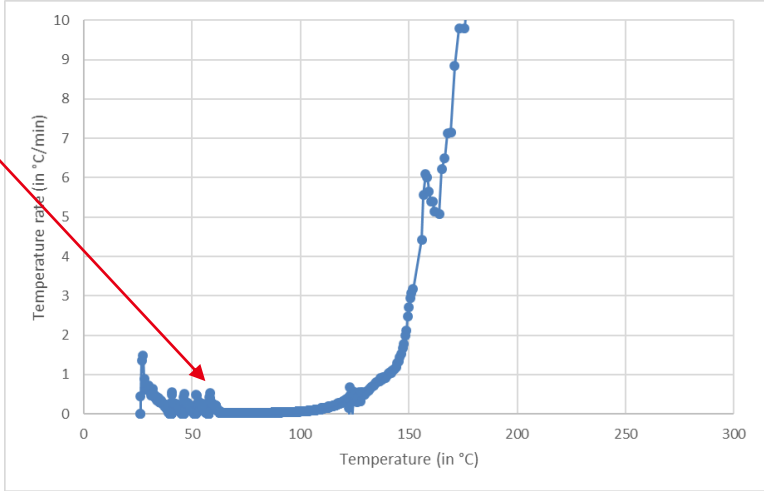
Vitesse de la température en fonction de la température



Détection du phénomène exotherme



Evolution de la température en fonction du temps



Evolution de la vitesse en fonction de la température

DIFFÉRENCES DE COMPORTEMENT DES CELLULES LORS D'UN ESSAI ARC

Avant



Après



Conclusions:

- Ouverture de l'évent de sécurité
- Plastique fondu sur la borne positive

Avant



Après



Conclusions:

- Gonflement de la cellule
- Feu et flammes.
- Éjection de matière
- Ouverture du sachet souple

Avant



Après



Conclusions:

- Gonflement de la cellule.
- Feu et flammes.
- Éjection de matière lors de l'ouverture de l'évent

Questions?



Merci de votre attention.
Loic.lonardoni@cea.fr

The CEA logo consists of the lowercase letters "cea" in a white, stylized font on a red rectangular background. A thin green horizontal line is positioned below the letters.

Session 2: Environnement et réglementation du secteur des DEEE et de la fin de vie des produits solaires en Afrique de l'Ouest



Loïc LONARDINI
Ingénieur-Chercheur, CEA



Ruweyda STILLHART
Cheffe de projet, dss+



François AYOTI
Directeur Régional, IEC-AFRC (IEC pour l'Afrique)

Fin de vie des produits solaires en Afrique de l'Ouest : quelle place pour le reconditionnement des batteries cylindriques ?

ENVIRONNEMENT ET RÉGLEMENTATION

Nous nous concentrons sur l'impact du développement durable et la valeur commerciale en développant les capacités pour des projets transformationnels

100+

Professionnels du développement durable

Intégration avec les équipes industriels du secteur

Renforcer les capacités de transformation

Une expérience pratique en matière d'ESG et de durabilité, combinant un héritage solide et une expertise technique et industrielle de DuPont, KKS Advisors et Sofies.



DuPont
Sustainable
Solutions

kks advisors
reshaping markets

sofies

dss+

Protect. Transform. Sustain.

Expertise appliquée au secteur



- ESG et finance durable
- Transition énergétique et décarbonisation
- Economie circulaire et éco-conception
- Terrains, aménagement et éco-zones
- Impact social et chaînes de valeur
- Engagement des parties prenantes



Se concentrer sur la mise en œuvre et le renforcement des capacités d'exécution. Formation, parcours organisationnels et capacités technologiques pour accélérer la mise en œuvre.

Expertise dans la gestion de D3E et produits solaires

Les consultants dss⁺ (auparavant Sofies) ont travaillé sur plusieurs centaines de projets sur les déchets électroniques dans le monde



Boîtes à outils opérationnelles (toolkits) sur la gestion des déchets électroniques pour les entreprises énergie hors-réseau

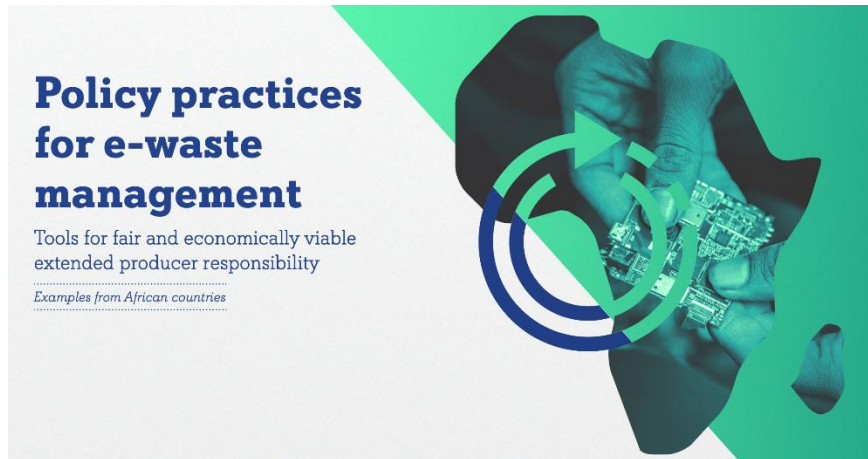
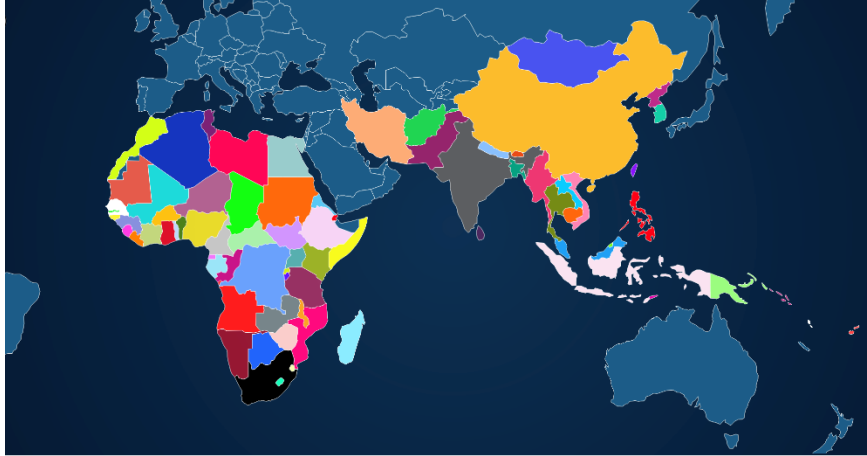


Soutenir la mise en place d'organisations de responsabilité élargie du producteur (REP) en Afrique et Europe



Suivi des évolutions juridiques en matière de gestion des déchets électroniques dans plusieurs régions

Références de projets



GSMA - 2020

- Cartographie des politiques de gestion des déchets électroniques dans plusieurs pays d'Afrique et d'Asie (85+ pays)
- Création d'une base de données consultable sur la législation ainsi que les initiatives volontaires

ITU -2021

- Pratiques politiques pour la gestion des déchets électroniques - outils pour une responsabilité élargie du producteur équitable et économiquement viable
- Entretiens et ateliers avec les principaux décideurs politiques et parties prenantes

Références de projets



GOGLA - 2022

- Développement d'une boîte à outils pour les entreprises solaires hors réseau
- Renforcer la circularité dans le secteur de l'énergie solaire hors réseau:
 - réduire les déchets en prolongeant la durée de vie des produits
 - améliorer la réparation, la remise à neuf, la reprise et le recyclage

Client Confidentiel – 2012- présent

- Évaluation de la conformité juridique pour le client sur les législations environnementales, y compris les règles relatives aux déchets électroniques, sur plusieurs régions (Afrique, Asie, Europe)

Introduction



- Le paysage des politiques relatives aux déchets électroniques en Afrique est naissant mais en pleine croissance
- L'étude de GSMA a révélé que dix pays d'Afrique disposaient de politiques nationales en matière de déchets électroniques en 2017

→ Zoom sur Ghana et Nigéria

Ghana

Loi Contrôle et gestion des déchets dangereux et électroniques, (Loi 917) 2016

Traite spécifiquement de la gestion des déchets électriques et électroniques. Les principaux éléments sont des dispositions visant à mettre en place une "taxe sur les déchets électriques et électroniques" auprès des fabricants et des importateurs d'EEE neufs et usagés

Règlement de 2016 sur les déchets dangereux, électroniques et autres (classification, contrôle et gestion) (L.I. 2250)

Les règlements établissent un mécanisme et une procédure pour la liste des activités de gestion des déchets qui ne nécessitent pas de permis de gestion des déchets, réglementent la classification, le contrôle et la gestion des déchets, prescrivent des exigences pour l'établissement de systèmes de reprise, etc.

Directives techniques sur la gestion écologiquement rationnelle des déchets électroniques pour les collecteurs, les centres de collecte, les transporteurs, les installations de traitement et l'élimination finale au Ghana, 2018

Lignes directrices sur les opérations dans le domaine de la collecte, du stockage, du transport, du traitement et de l'élimination finale des déchets électroniques, etc.

Nigeria

Règlement national sur l'environnement (secteur électrique/électronique) SI n° 23 de 2011

Ce règlement s'applique aux équipements électriques/électroniques (EEE/UEEE) neufs et usagés.

Les fabricants, importateurs, distributeurs ou détaillants doivent reprendre les EEE en fin de vie et mettre en place des points/centres de collecte. Les importateurs d'EEE neufs et/ou usagés doivent payer des frais administratifs pour promouvoir la gestion écologiquement rationnelle des DEEE

→ EPRON: éco-organisme pour la gestion des D3E

Importation d'équipements électriques et électroniques usagés (UEEE), Lignes directrices, 2011

Ce document d'orientation met en évidence certaines des choses à faire et à ne pas faire lors de l'expédition des appareils électroniques usés au Nigeria. Il est destiné à aider les importateurs, y compris les particuliers, les entreprises, les organisations et les compagnies maritimes, à faire la différence entre les D3E et la seconde main

Quelques autres

Sénégal

Projet de décret sur les équipements électroniques et électriques, 2019 - brouillon
→ pas en ligne et discussions pendant quelques années

Bénin

Décret n°2003-332 du 27 août 2003 relatif à la gestion des déchets solides au Bénin
→ pas de précisions sur D3E

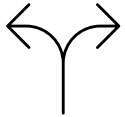
Burkina Faso

Loi n° 006-2013 portant code de l'environnement du Burkina Faso
→ pas de précisions sur D3E

Opportunités



- Le renforcement du cadre politique des déchets électroniques
- Le cadre doit convenir au contexte socio-économique national, régional et continental augmentera les chances de succès de la politique



- Les parties prenantes impliquées choisiront le cadre politique approprié pour la gestion des déchets électroniques (par exemple la REP, responsabilité élargie du producteur)

Exemples

- ITU → projet d'implémentation Namibie sur la REP (régulations + calculs des coûts)
- Développement d'un éco-organisme au Kenya pour D3E (incluant produits énergie hors-réseau)

CONCLUSIONS

Éco-organisme Kenya

Pourquoi création de ce éco-organisme?

- Durcissement de la législation sur les déchets électroniques en Afrique et au Kenya : Ratification imminente du projet de loi sur la REP au Kenya (d'ici le milieu de l'année 2022)
- Une organisation pour traiter efficacement et collectivement les déchets électroniques de ses membres en coordonnant et en centralisant les efforts
- Rôle : assurer des opérations de fin de vie efficaces et conformes, sans coûts supplémentaires

→ Une initiative d'un groupe comprenant des membres de GOGLA et conseillers (incluant dss+) qui ont voulu agir collectivement pour relever le défi des D3E au Kenya



Établir un
mécanisme de
collecte



Négocier
avec les
recycleurs



Assurer un
démantèlement
et un recyclage
respectueux de
l'environnement



Mener des
programmes de
sensibilisation auprès
des consommateurs
pour la collecte des
déchets



Fournir un plan de
responsabilité élargie du
producteur comme
l'exige la loi.

Merci!

Ruweyda Stillhart

ruweyda.stillhart@consultdss.com

Session 2: Environnement et réglementation du secteur des DEEE et de la fin de vie des produits solaires en Afrique de l'Ouest



Loïc LONARDINI
Ingénieur-Chercheur, CEA



Ruweyda STILLHART
Cheffe de projet, dss+



François AYOTI
Directeur Régional, IEC-AFRC (IEC pour l'Afrique)



Vue d'ensemble des travaux de l'IEC sur la réutilisation des batteries et cellules secondaires

François Ahoti
IEC-AFRC Director
fya@iec.ch

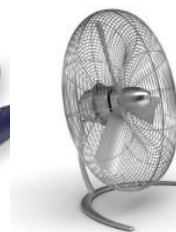
Atelier Lagazel
10 Mars 2022
En ligne

**L'IEC est une organisation à but non lucratif,
quasi-gouvernementale, ouverte à tous les pays**



100 années d'expérience

Fondée en 1906 pour promouvoir la coopération internationale sur toutes les questions touchant la normalisation et l'évaluation de la conformité dans le domaine de l'électrotechnologie



...L'IEC fait marcher l'électrotechnique pour vous

Mission de l'IEC

- Arriver à une utilisation mondiale des normes Internationales IEC et des Systèmes d'évaluation de la conformité pour assurer la sécurité, l'efficacité, la fiabilité et l'interopérationnalité des équipements électriques et électroniques et des technologies de l'information
- Appuyer le commerce international
- Faciliter un plus grand accès à l'électricité
- Favoriser un monde plus durable.

Domaines d'activité de l'IEC

Les millions de produits et de systèmes utilisés pour utiliser ou produire l'électricité et contenant de l'électronique.

Interoperabilité, sûreté, sécurité, performance, EMC, gestion des déchets, normes pour l'environnement



Importance des batteries pour le développement

- Facilite la vie en général
- Nombreuses applications (voitures, portables, stockage de l'énergie)
- Support pour les énergies renouvelables
- Utilité particulière en Afrique (peut faciliter l'accès à l'électricité pour des millions de personnes, dans les zones reculées sans réseau électrique)
- Afrique = un vaste marché

Déchets de batteries et impacts

- Extraction des minerais impacte les ressources naturelles, peut polluer l'environnement et contribue aux changements climatiques.
- Des matières dangereuses, toxiques et corrosives sont contenues dans les batteries. Possibilité de contamination de l'air, des eaux, des sols avec des conséquences sur la santé des déchets.
- Nécessité d'encourager la réutilisation ou le recyclage
- En Afrique, absence de réglementation appropriée

Que fait l'IEC? (Solutions)



1- Des normes pour mieux produire les batteries et gérer la fin de vie

- TC 21, SC21A, TC35. La norme [IEC 63218](#) du TC 21 donne des recommandations, notamment pour le recyclage des batteries à usage portable.
- Transformer les déchets électroniques en ressource: ACEA, IEC TC111
- IEC ACEA travaille sur l'économie circulaire en poussant à avoir de plus en plus des composants recyclables et surtout réutilisables. Un guide est publié à cet effet (*IEC GUIDE 109:2012*) dont une nouvelle édition est prévue pour la fin de l'année
- TC 111 prépare des guides et des normes horizontales dans le domaine environnemental – projet en cours sur la gestion durable des déchets des équipements électriques et électroniques

1- Des normes pour mieux produire les batteries et gérer la fin de vie

- **Normes publiées**
 - IEC 63218: Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes - Secondary lithium, nickel cadmium and nickel-metal hydride cells and batteries for portable applications - Guidance on environmental aspects. Elle vient d'être publiée et deux autres projets sont en cours. (<https://etech.iec.ch/issue/2021-06/how-to-assess-the-environmental-impact-of-batteries>)
 - IEC 61429: Marking of secondary cells and batteries with the international recycling symbol ISO 7000-1135
 - IEC 60086-6:2020 Primary batteries - Part 6: Guidance on environmental aspects

1- Des normes pour mieux produire les batteries et gérer la fin de vie

- **Normes en cours de développement**
 - IEC 63369: Methodology for the Carbon Footprint calculation applicable to lithium-ion batteries
 - IEC 63338: General guidance for reuse of secondary cells and batteries
 - IEC 63330: Requirements for reuse of secondary batteries
 - IEC 63333 ED1: General method for assessing the proportion of reused components in products
 - IEC 63366 ED1: Product category rules for life cycle assessment of electrical and electronic products and systems.
 - IEC 63395 ED1: Sustainable management of waste electrical and electronic equipment (e-waste).
 - IEC TS 63428 ED1: Guidance on material circularity considerations in environmentally conscious design

2- Des systèmes d'évaluation de la conformité pour donner la preuve de l'application des normes

- IECEE a un schéma de certification des batteries (58 normes internationales IEC sont utilisées comme référence pour la certification et les essais – Des milliers de certificats sont délivrés).
- IECQ prévoit un schéma de certification sur les quantités acceptables de substances dangereuses dans les batteries.
- IECQ encourage l'éco-conception pour améliorer la durée de vie des produits et promouvoir leur réutilisation ou recyclabilité.
- Ce système permet aux entreprises de développer des processus permettant d'identifier, de contrôler, quantifier et faire connaître les quantités de matières dangereuses ou toxiques dans les produits fabriqués.

3- IEC Global Impact Fund (une initiative concrete)

- Approuvé par le Conseil de l'IEC le 25 Février 2022
- Secteurs prioritaires
 1. Utiliser les déchets électroniques comme des ressources (1er projet sur les batteries : réparation, réutilisation, recyclage)
 2. Accès à l'énergie dans le milieu rural pour promouvoir l'éducation, la santé et le développement économique
 3. Promotion de la transition vers les énergies propres
 4. Efficacité énergétique, changement climatique, net-zero

Conclusion

- **L'impact environmental des batteries est un sujet important pour l'IEC.**
- **Normalisation et évaluation de la conformité pour produire mieux**
- **Prise en charge de la gestion de la fin de vie avec des solutions dans les normes faisant la promotion de l'économie circulaire (reparation, réutilisation, recyclage)**
- **Un projet concret pour impacter la réduction du volume de batteries à mettre à la poubelle**

Merci



International
Electrotechnical
Commission

Session 2: Environnement et réglementation du secteur des DEEE et de la fin de vie des produits solaires en Afrique de l'Ouest



Loïc LONARDINI
Ingénieur-Chercheur, CEA



Ruweyda STILLHART
Cheffe de projet, dss+



François AYOTI
Directeur Régional, IEC-AFRC (IEC pour l'Afrique)