

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE



www.cea.fr

Sélection et gestion des batteries

Arnaud DELAILLE/Marion PERRIN | CEA
Chef du Laboratoire Stockage ElectroChimique (LSEC)
arnaud.delaille@cea.fr

Séminaire Cap'tronic « BATTERIES ET SYSTÈMES DE MANAGEMENT »
Montpellier le 23/09/2014

- Introduction
 - L'INES et le CEA, les laboratoires du CEA-LITEN dédiés au stockage
 - Les enjeux de la gestion des batteries
- Sélection et gestion des batteries
 - Performances en stabilité thermique (→ sécurité)
 - Performances en début de vie (→ dimensionnement)
 - Performances en endurance (→ lois de gestion)
- Conclusions

- **Introduction**
 - L'INES et le CEA, les laboratoires du CEA-LITEN dédiés au stockage
 - Les enjeux de la gestion des batteries
- **Sélection et gestion des batteries**
 - Performances en stabilité thermique (→ sécurité)
 - Performances en début de vie (→ dimensionnement)
 - Performances en endurance (→ lois de gestion)
- **Conclusions**



L'INES ET LE CEA



=



+



+



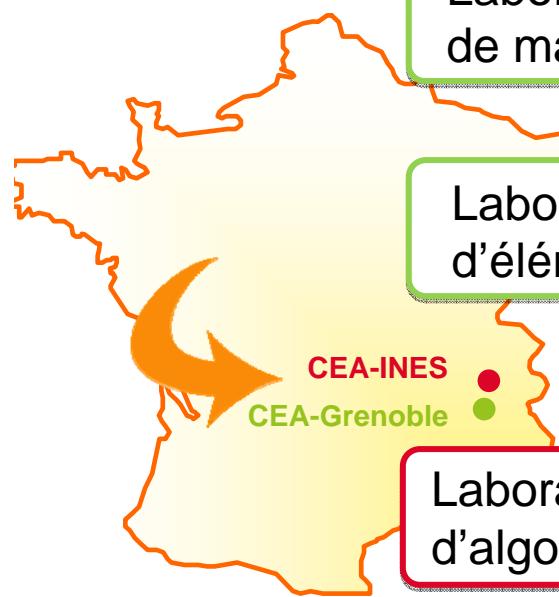
+



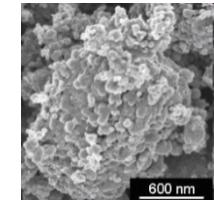
- ✓ Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives (CEA-LITEN)
- ✓ Centre National de la Recherche Scientifique
- ✓ Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
- ✓ Université de Savoie



LE CEA-LITEN ET LES BATTERIES



Laboratoire de caractérisation et développement de matériaux pour batteries Li-ion



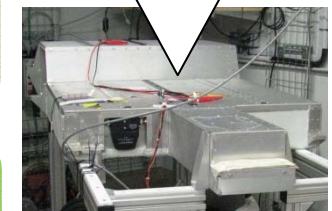
Laboratoire de conception et de prototypage d'éléments Li-ion



Laboratoire de caractérisations et développement d'algorithmes de gestion de toutes batteries



Laboratoire de conception et intégration de packs batteries Li-ion



Laboratoire de conception de lignes d'assemblage de packs batteries

PARMI LES OBJECTIFS DU LABORATOIRE CEA-LSEC



Quelle batterie pour telle ou telle application ?



Systèmes isolés

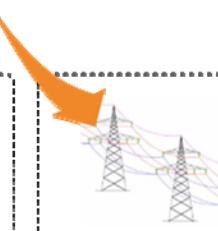
Systèmes connectés au réseau

Mobilité électrique

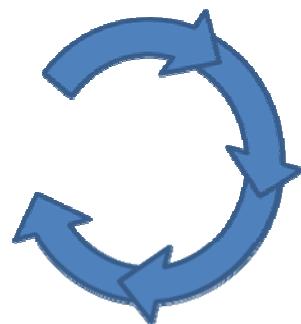
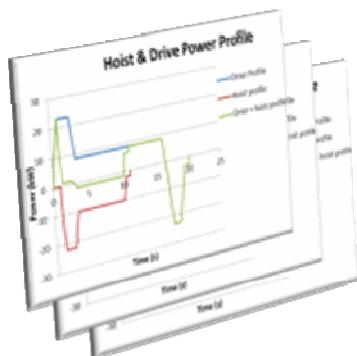
PARMI LES OBJECTIFS DU LABORATOIRE CEA-LSEC



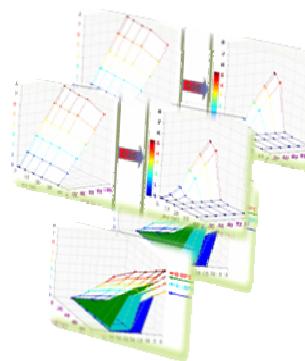
Quelle batterie pour telle ou telle application ?



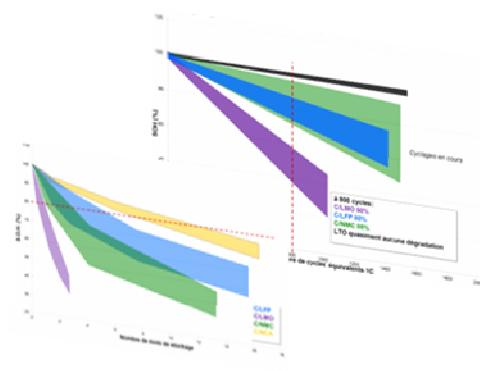
Quelle gestion optimale pour la batterie retenue ?



Profils d'usage



Performances instantanées



Performances en endurance



PLATEFORME DE CARACTÉRISATION DU CEA-LSEC



➤ Plateforme de caractérisation de batteries aqueuses (~50 voies)



➤ Plateforme de caractérisation de batteries essentiellement Li-ion + BMS (~250 voies)



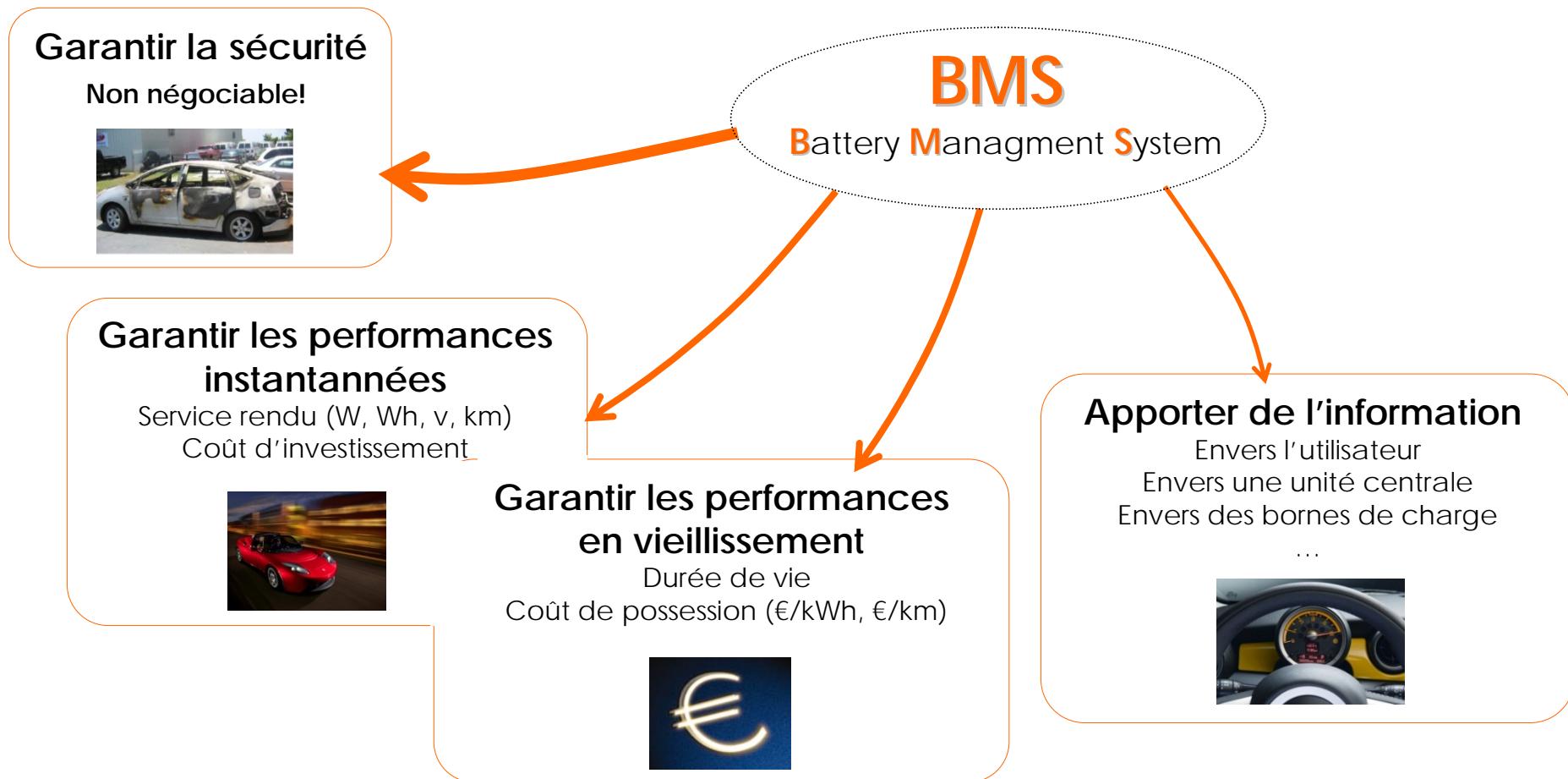
Batteries Redox Cellstrom
100kWh/10kW



Batterie Na/NiCl₂ Fiamm
140kWh/120kW

➤ Plateforme d'essais de systèmes de stockage en conditions d'usage réelles

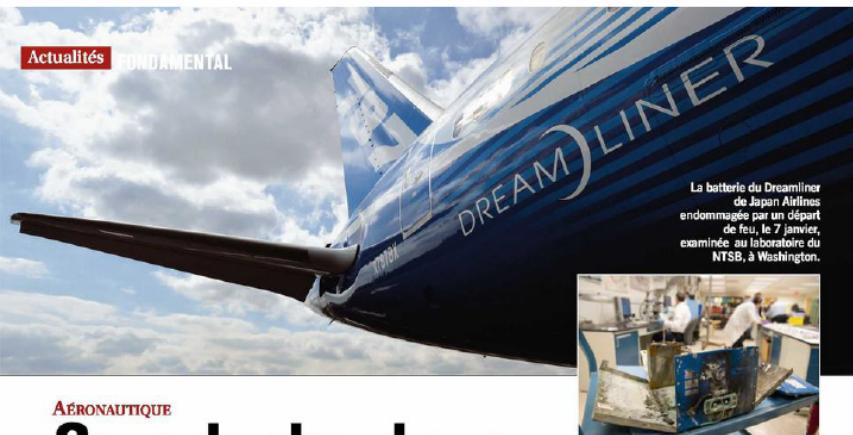
Principaux objectifs d'un BMS (Battery Management System)



Nécessité du BMS au travers de l'actualité récente

■ Assurer la sécurité :

Exemple du problème rencontré par plusieurs Boeing Dreamliner en 2013



Actualités FONDAMENTAL

AÉRONAUTIQUE

Coup de chaud sur les batteries du Dreamliner

http://my.pressindex.com/View.aspx



→ *Effet délétère sur la confiance des marchés !*

Nécessité du BMS au travers de l'actualité récente

■ Garantir les performances en endurance :

Exemple du problème rencontré par Nissan en 2013

Un collectif d'utilisateurs a intenté un procès en Californie contre Nissan suite à une perte d'autonomie de l'ordre de 30% après deux ans d'utilisation

<http://www.voitureelectrique.net/nissan-leaf-action-collective-sur-la-batterie-aux-etats-unis-4316>



→ *Effet délétère sur la confiance des marchés !*

- Introduction
 - L'INES et le CEA, les laboratoires du CEA-LITEN dédiés au stockage
 - Les enjeux de la gestion des batteries
- Sélection et gestion des batteries
 - Performances en stabilité thermique (→ sécurité)
 - Performances en début de vie (→ dimensionnement)
 - Performances en endurance (→ lois de gestion)
- Conclusions

Garantir la sécurité

Non négociable!

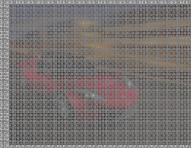


BMS

Battery Management System

Garantir les performances immédiates

Service rendu (P, Wh, v, km)
Coût d'investissement



Garantir les performances en vieillissement

Durée de vie
Coût de possession (€/kWh, €/km)



Apporter de l'information

Envers l'utilisateur
Envers une unité centrale
Envers des bornes de charge

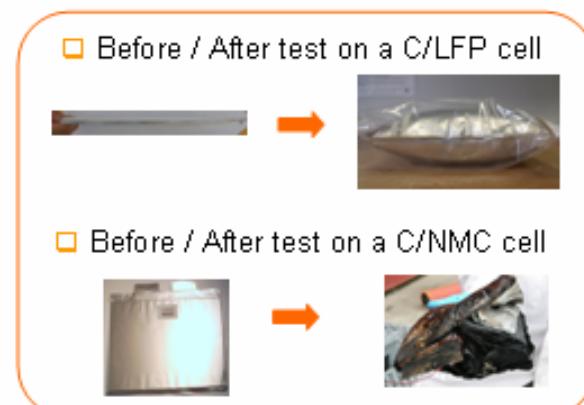
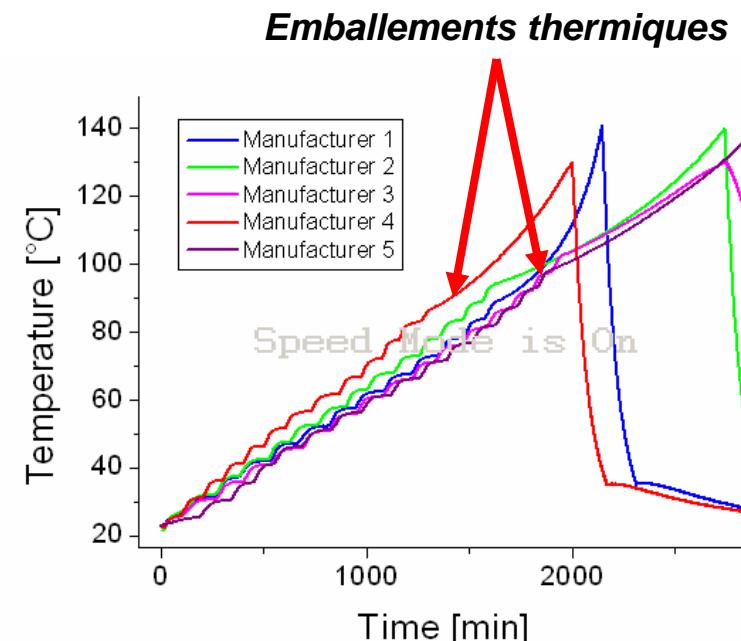


Essais d'emballement thermique

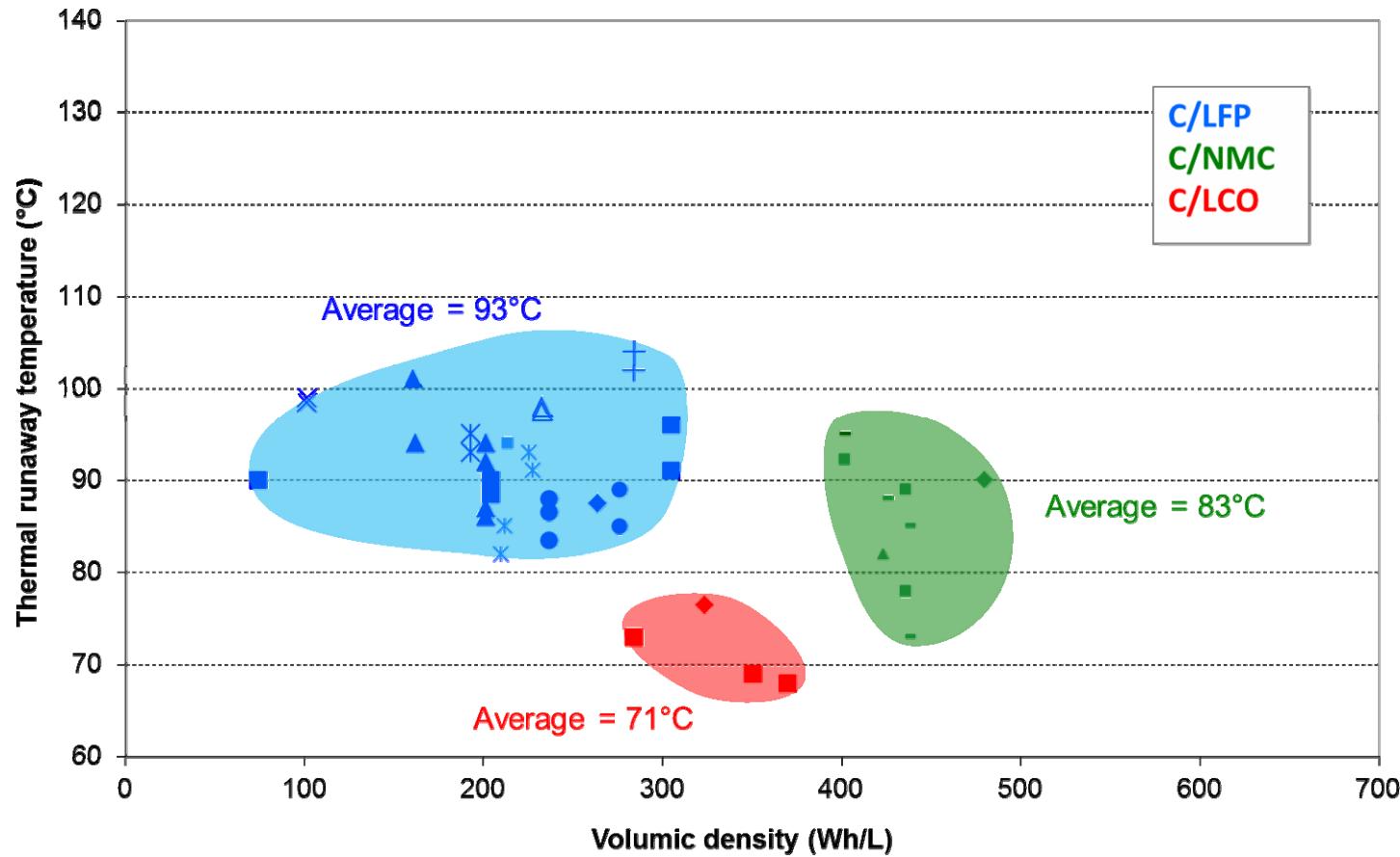


Calorimètre adiabatique

- ✓ Températures et vitesses d'emballement thermique
- ✓ Données d'entrée pour le BMS



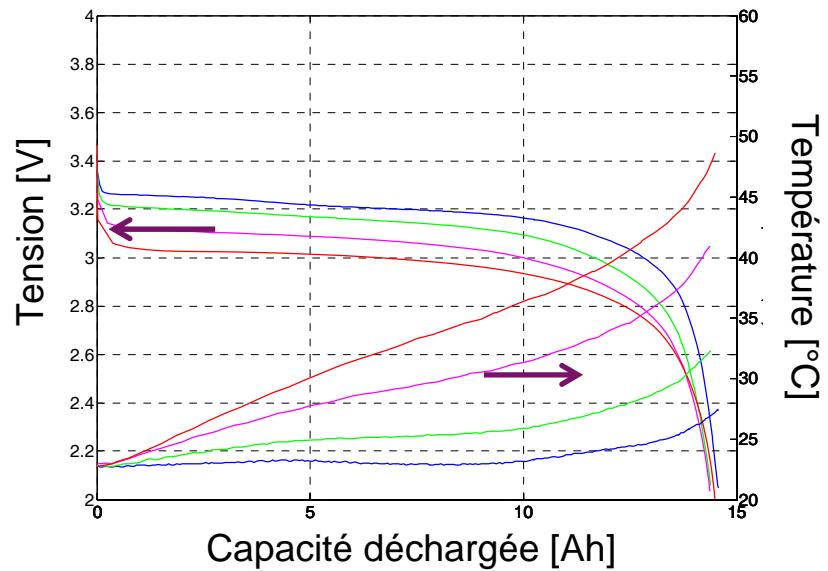
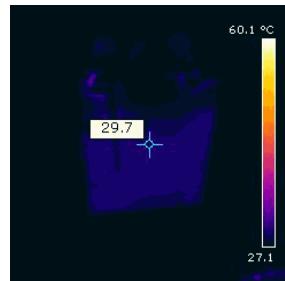
Résultats d'emballement thermique



*Résultats mesurés au CEA sur plus d'une
trentaine d'éléments Li-ion*

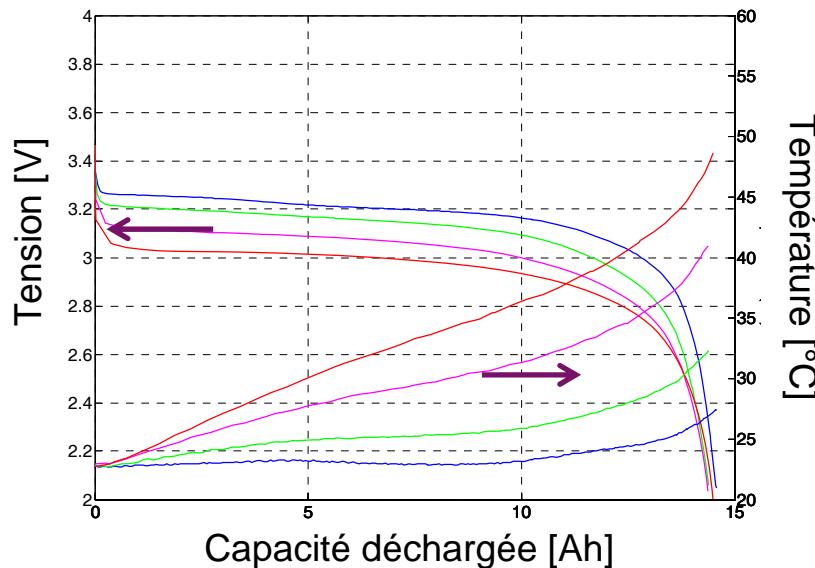
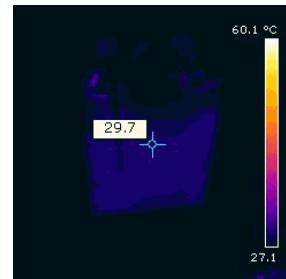
Modélisation du comportement thermique

Mesure de la température en cours d'usage

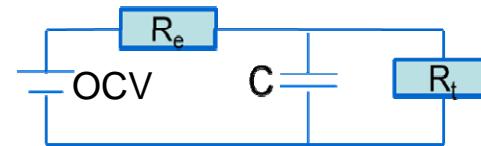


Modélisation du comportement thermique

Mesure de la température en cours d'usage

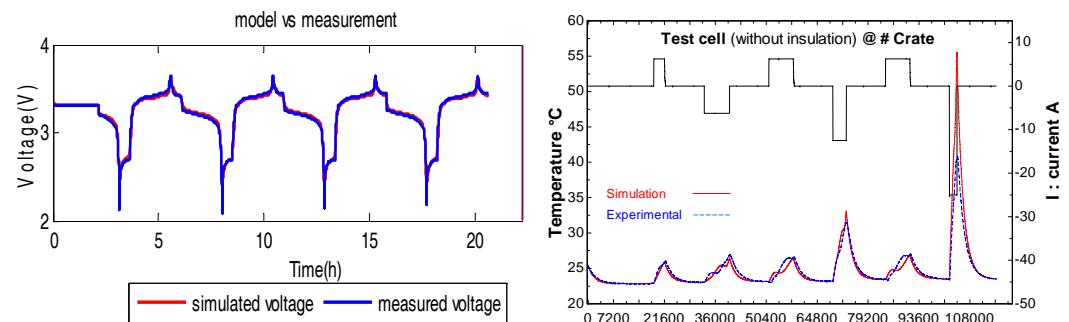


Simulation de la température en cours d'usage



CEE : Circuit Electrique Équivalent

$$\left. \begin{aligned} S_r &= Q_{irr} + Q_{rev} + Q_{connect} \\ Q_{irr} &= I^2 \operatorname{Re} s_{elec} \\ \operatorname{Re} s_{elec} &= f(SOC, T^\circ) \\ Q_{rev} &= -IT \frac{dE_{oc}}{dT} \end{aligned} \right\}$$

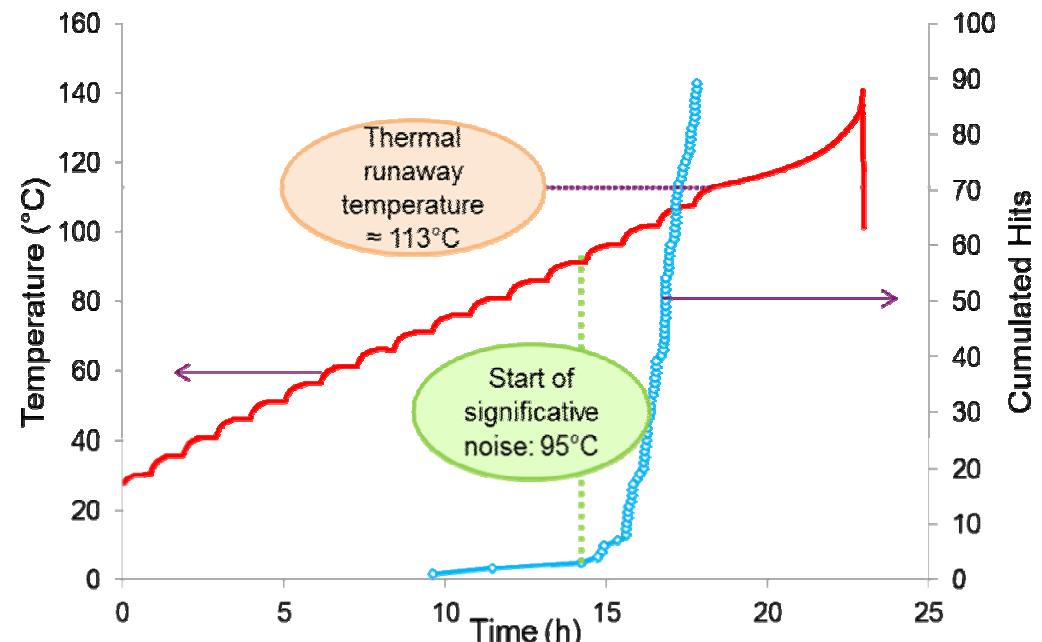


- Tension : erreur moy. <2% et erreur max. <10%
- Température : erreur moy. <2°C et erreur max. <5°C
- ➔ Modèle utilisable pour prédire correctement la réponse de la batterie

Recherche de nouveaux indicateurs



Acoustic measurements of a Li-ion cell
(between 100kHz and 300kHz)



Acoustic Measurements Performed on a Li-ion cell
during a Thermal Runaway Test

*Etude de mesures acoustiques permettant d'obtenir des
signes précoce de l'emballage thermique*