

# ***Battery Management System (BMS)***

***Séminaire*** « État de l'art des piles et batteries  
pour les applications énergétiquement  
autonomes » 10 Avril 2014 Cap'Tronic

# Tronico en quelques mots

**TRONICO**  
ALCEN

## Certifications :

- ISO 9001:2010 et EN 9100:2009 (aéronautique) par le BVQI (Bureau veritas quality international)
- Accréditation COFRAC (Labo. Technologie des composants)

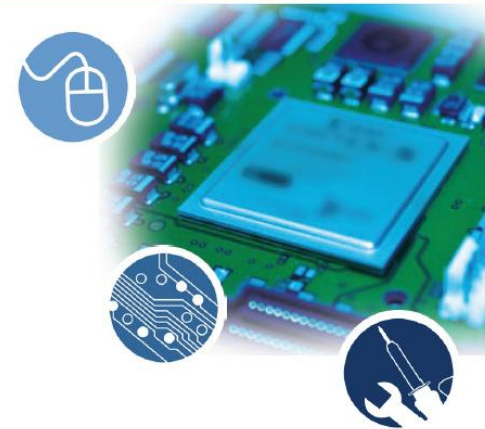


## Effectifs :

- 450 personnes à **TRONICO ATLANTIQUE** sur 6400 m<sup>2</sup>
- 250 personnes à **TRONICO ATLAS** (au Maroc) sur 5000 m<sup>2</sup>
- 10 personnes à **TRONICO Grenoble** sur 250m<sup>2</sup>

## Chiffre d'affaires :

Répartition du chiffre d'affaires par secteur d'activité

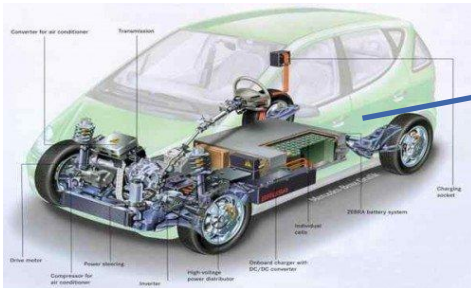


## Marchés :

**Aéronautique**  
**Défense**  
**Energie**  
**Ferroviaire**  
**Industrie**  
**Médical**

*Sociétés du groupe ALCEN spécialisées dans la mécanique de pointe : [www.alcen.com](http://www.alcen.com)*

# Préface – les batteries au quotidien



- Batteries pour équipement portables (mobiles, perceuse, montres,...)
- Batteries pour le transport (véhicules, spatial,...)
- Batteries pour stockage production d'énergie (tampon, UPS,...)

# Préface – Pourquoi un BMS

- Trois objectifs...
  - Protéger les cellules et la batterie contre les défaillances
  - Augmenter la durée de vie de la batterie
  - Maintenir la batterie dans un mode répondant entièrement aux spécificités de l'application
- ... pouvant amener à de nombreuses fonctionnalités
  - Protections des cellules
  - Equilibrage
  - Contrôle de la charge
  - Gestion de la demande
  - SOC,SOH
  - Communication
  - etc...

# Plan

1. Protection des cellules
2. Equilibrage
3. Architecture
4. Réalisations

# **Protection des cellules**

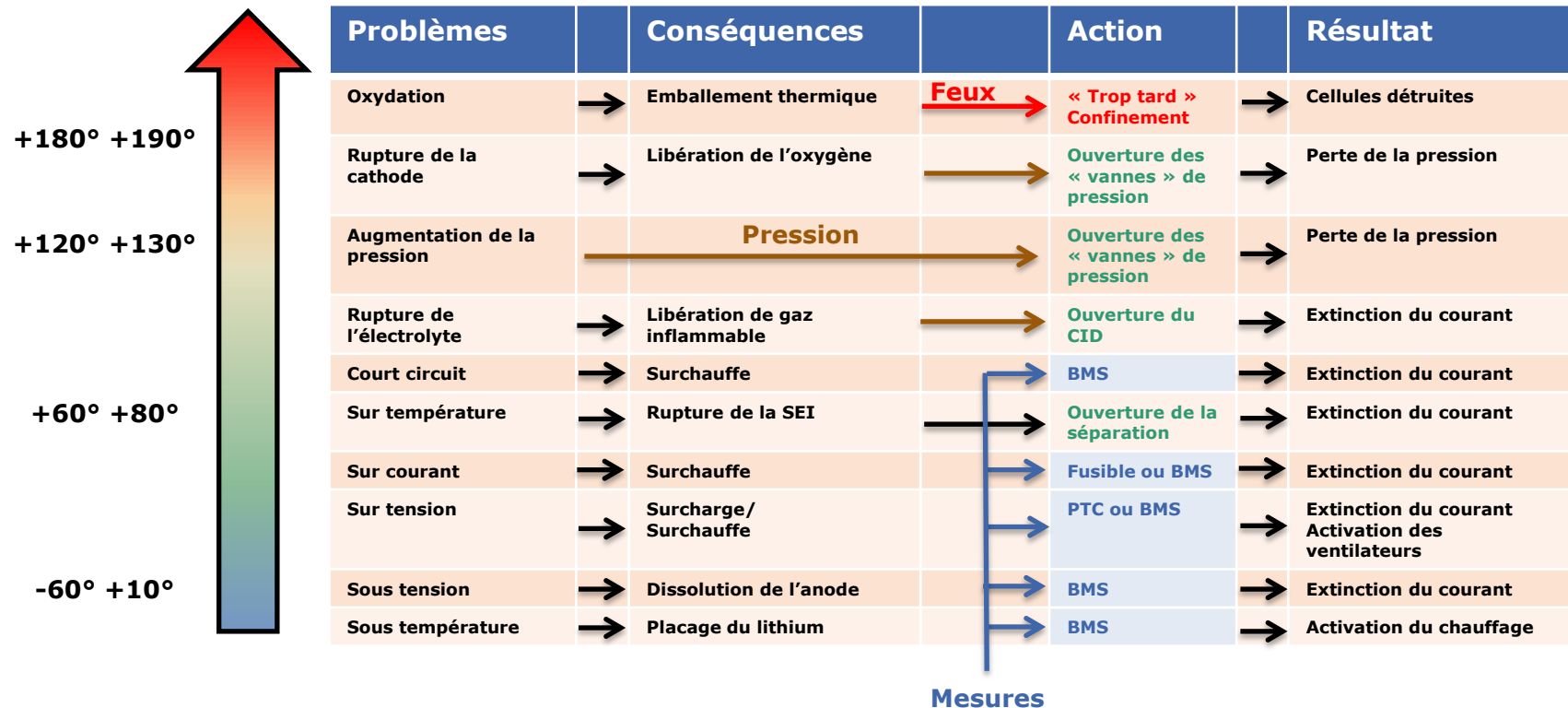
# Avant de protéger

- La conception d'un BMS commence par le choix de la technologie de la batterie

	Lead Acide (plomb)	NICD	NIMH	Li-ion
Nombre de cycles	400-800	1500-2000	800-1000	500-1000
Durée de vie (ans)	4-5	2-3	2-4	2-3
Encombrement	10-50 WH/Kg 50-100 WH/L	10-60 WH/Kg 80-180 WH/L	40-80 WH/Kg 210-300 WH/L	100-200 WH/Kg 240-600 WH/L
Tension	1,8-2,2V	1-1,5V	1-1,5V	3-4,2V
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>• peu chère</li> <li>• capable de fournir une grande intensité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charge simple et rapide</li> <li>• faible cout</li> <li>• Nombre de cycles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contient beaucoup plus d'énergie que le Nickel-cadmium</li> <li>• Peu sensible à l'effet mémoire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucun effet mémoire</li> <li>• Faible autodécharge</li> <li>• Haute densité d'énergie pour un poids très faible</li> </ul>
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>• faible quantité de stockage d'énergie</li> <li>• acide sulfurique dangereux</li> <li>• masse importante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S'auto-décharge rapidement (20%/mois)</li> <li>• Effet mémoire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ne supporte pas le dépassement de charge</li> <li>• Il ne faut pas les décharger complètement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Problème de sécurité</b></li> <li>• <b>S'use même quand on ne s'en sert pas</b></li> <li>• <b>Ne supporte pas les décharges profondes</b></li> </ul>
Utilisation	Industrie, automobile	Industrie	Véhicule hybride	Electronique portable

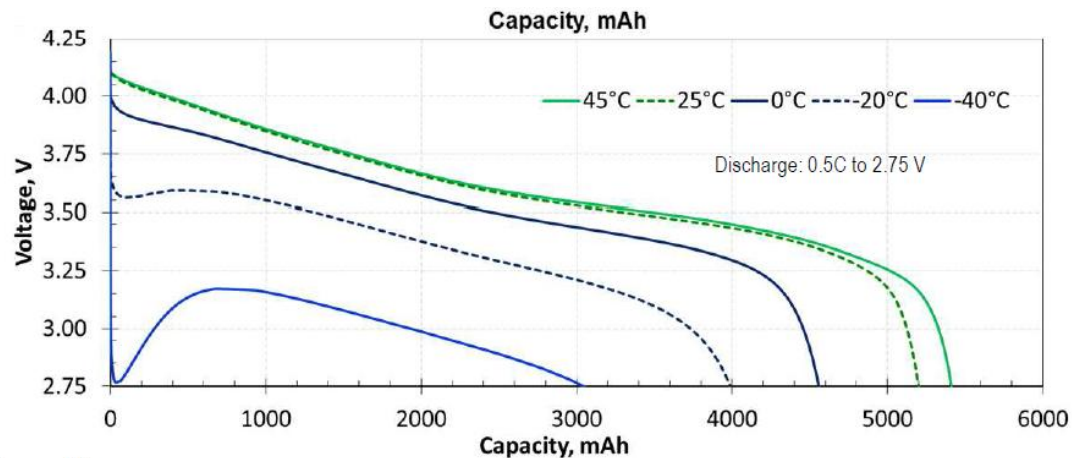
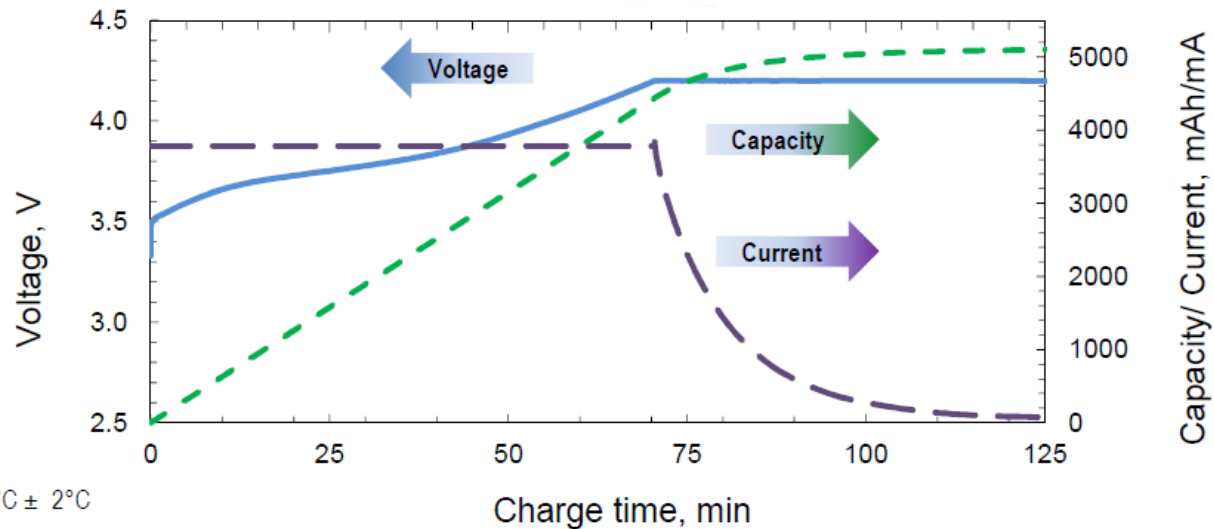
- Les batteries Lithium ion possèdent une haute densité d'énergie mais demandent plus de rigueur que les batteries aux plombs.

# Risques et conséquences





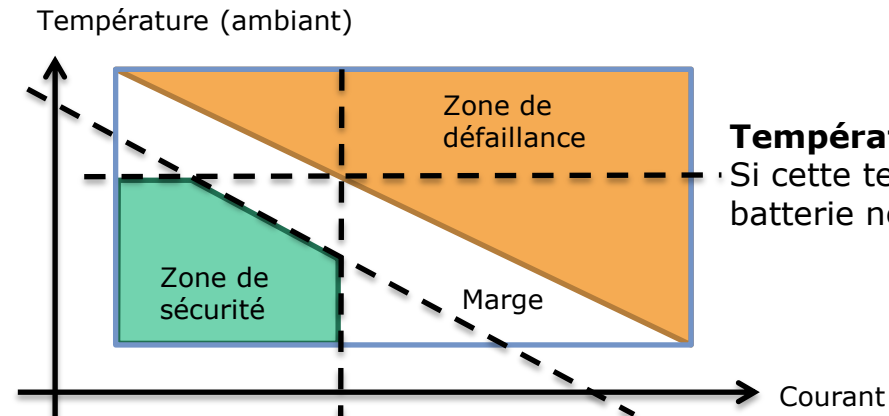
# Cycle de charge / décharge



# Protection

## Protection contre la surchauffe

La température ambiante et le courant doivent être pris en compte pour éviter la surchauffe.



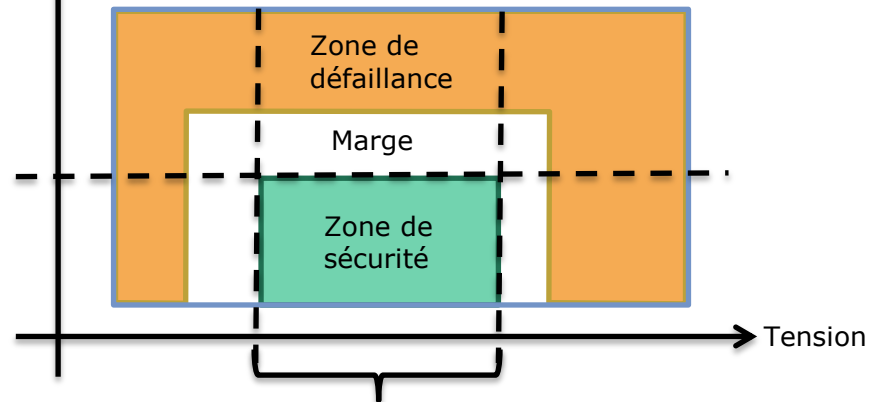
## Température max

Si cette température est atteinte la batterie ne doit plus être utilisée.

## Limite de courant

Au dessus de cette valeur la fourniture de courant est interdite

## Température max



## Plage de tension

En dehors de cette zone la charge ou la décharge est interdite

# Equilibrage

# Problématique

- Les tolérances de productions, la distribution de la température ou la courbe de vie des cellules font que les cellules ne sont pas toutes égales.
- En charge, une cellule ayant une capacité plus faible risque d'être surchargée avant que les autres atteignent leurs charges complète. La conséquence est une augmentation de la pression et de la température et donc un risque de dommage.
- En décharge, la cellule la plus faible aura la plus grande profondeur de décharge et risquera de s'endommager avant les autres cellules.
- A chaque cycle de charge-décharge la cellule la plus faible deviendra encore plus faible.
- L'équilibrage permet de résoudre ce problème en égalisant le stress sur chacune des cellules

# Avant l'équilibrage

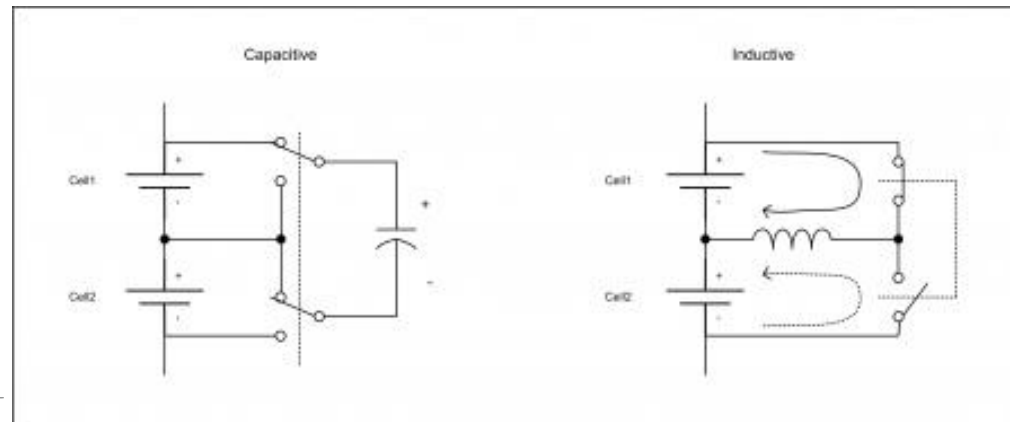
- Limiter les risques
  - Même topologie, même fabricant et si possible du même lot de fabrication
  - Tester les cellules pour les classer dans des tolérances plus fines
  - Construction du pack : évacuation de la chaleur
- Préférer les cellules à faible capacité.
  - Grande production → coût plus faible et surtout moins de disparités
  - La mise en parallèle des blocs permet d'obtenir les mêmes caractéristiques que les grandes capacités
  - Danger en cas de panne plus faible (moins d'énergie)
  - Plus de connexions → plus de surveillance

# Méthode

## I. Equilibrage Actif

Le principe est de distribuer l'énergie des cellules les plus élevées aux cellules les plus faibles.

1. Un condensateur est séquentiellement commuté sur chaque batterie. Ainsi la tension est moyennée en prenant de l'énergie aux cellules les plus élevées et en la redistribuant aux cellules les plus faibles
2. Un transformateur a son enroulement primaire relié aux bornes de la batteries. Son enroulement secondaire est commuté séquentiellement sur chaque cellule. La tension est moyennée en prenant des impulsions d'énergies sur la batterie et en les redistribuant séquentiellement sur les cellules.

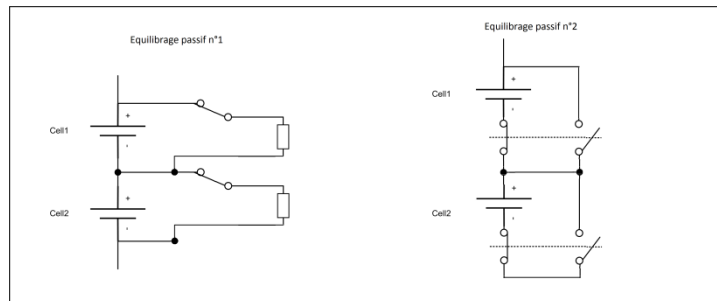


# Méthode

## II. Equilibrage passif

Les cellules les plus fortes sont déchargées sous un courant faible.

1. Arrêt du chargement dès qu'une cellule est pleine, puis décharge des cellules les plus fortes pour les amener au niveau des plus faibles
2. Lorsqu'une cellule atteint sa tension de fin de charge, elle est déconnectée du circuit (bypass) pour permettre aux autres de terminer leur cycle.



## IV. Limitation de charge

La charge s'arrête à la première cellule chargée. La décharge s'arrête lorsque la cellule la plus faible a atteint son niveau minimal de profondeur de décharge (DOD : Depth Of Discharge). L'équilibrage n'est plus nécessaire mais les performances de la batterie sont limitées par les éléments les plus faibles.

# Synthèse

	+	-
<b>Equilibrage actif (condensateur)</b>	Pas de perte d'énergie	Electronique complexe Lent
<b>Equilibrage actif 2 (transformateur)</b>	Pas de perte d'énergie + rapide que la 1 <sup>ère</sup> méthode	Nécessite des transformateurs de très bonne qualité
<b>Equilibrage passif 1</b>	Méthode la moins chère	Perte d'énergie Lent
<b>Equilibrage passif 2</b>	Rapide Stockage d'énergie maximal	Résistance de puissance et interrupteur de courant très chers
<b>Limitation de charge</b>	Batterie moins chère	Capacité de batterie bridée Cycle de vie réduit

Toutes ces méthodes nécessitent de connaître l'état de charge de chaque cellule



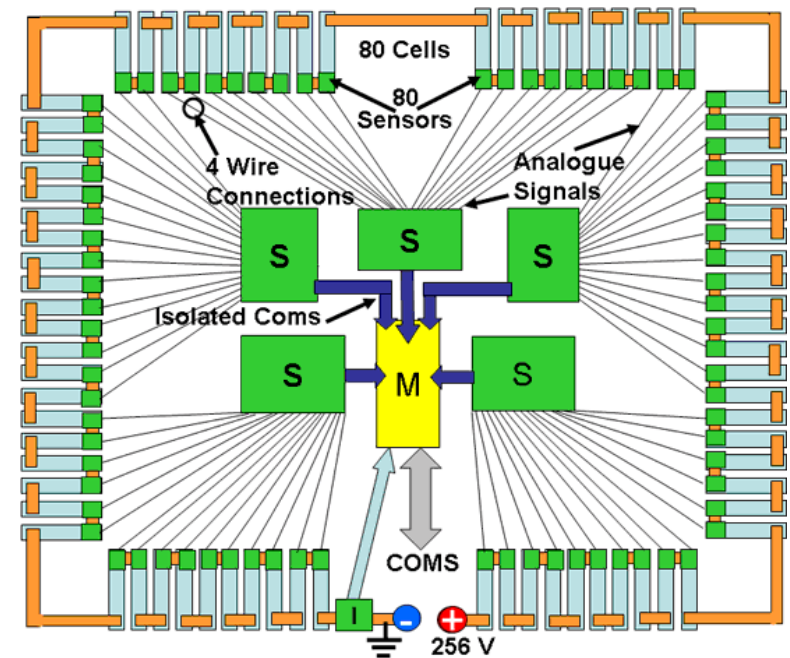
# Architecture

# Architecture générale

- Ils existe de nombreuses méthodes pour implémenter des systèmes de gestion de batterie.
- Les méthodes communes utilisent deux systèmes électroniques appelés Maître et Esclave.
  - La mission de l'esclave est de surveiller les conditions opérationnelles (tension/température) des cellules et de gérer leurs équilibrage
  - Le maître à pour vocation de surveiller le courant et la tension de l'ensemble de la batterie. Il contrôle les contacteurs principaux de l'application en fonction des informations renvoyées par l'esclave et de ses propres mesures.
- Ces méthodes sont généralement employées dans des topologies en anneau ou en étoile.

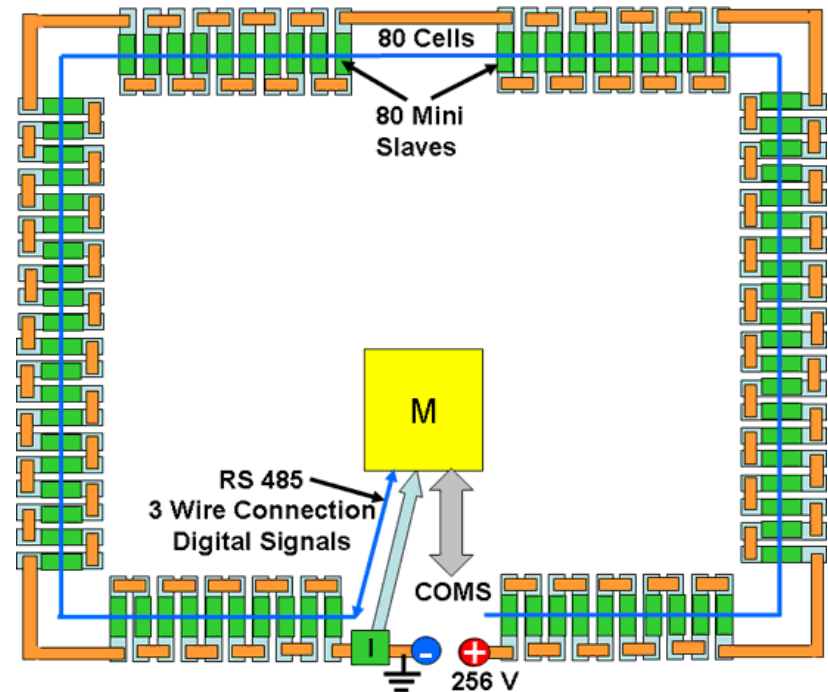
# Architecture en étoile

- Avantages:
  - Peu de cartes électroniques
  - Ajout de module aisé
  - Le courant ne passant pas au travers des esclaves, une forte puissance peut être envisagée
  - Le traitement est partagé entre maître et esclave facilitant la gestion de l'information et la charge de travail du maître
- Inconvénients:
  - De nombreuses connections analogiques entre l'esclave et les cellules ; risque de bruit
  - Une isolation électrique est souvent nécessaire entre le maître et les esclaves



# Architecture en anneau

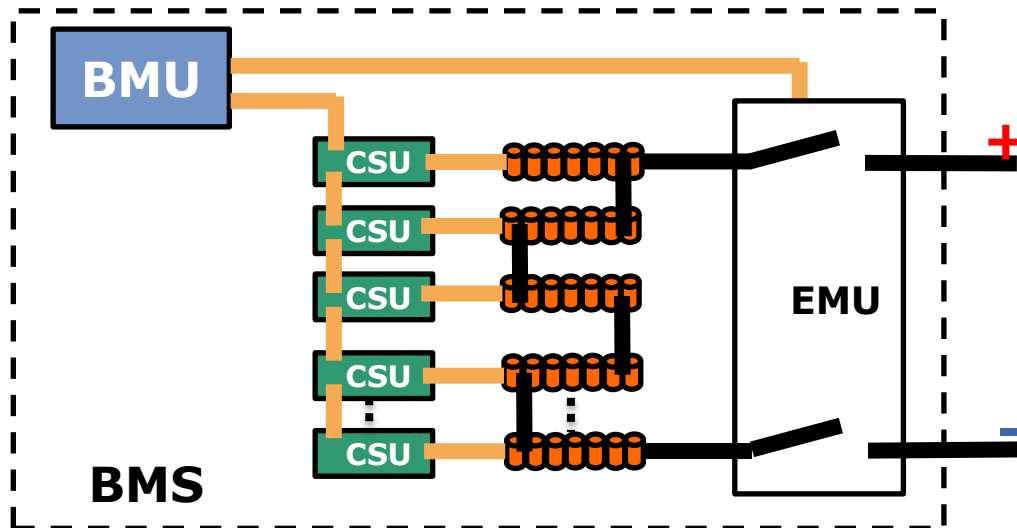
- Avantages:
  - Simplicité de design
  - Simplicité de construction
  - Meilleure fiabilité
- Inconvénients:
  - Charge de travail importante par le maître
  - Electronique sur chaque cellule
  - L'assemblage peut être difficile sur certaine d'entre-elles



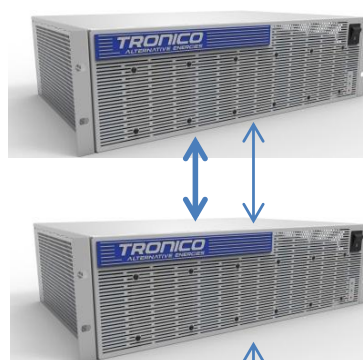
## **Exemples de réalisation**

# BMS Roi LiON

- Application haute tension 850V-150A
- Modulaire
  - De 1 à 36 esclaves
  - 1 esclave gère de 6 à 12 cellules
  - 4 types de chimie au lithium acceptées
- Sécuritaire : conçu au niveau SIL2 (Safety Integrity Level)
- Architecture « mixte »
- Equilibrage passif

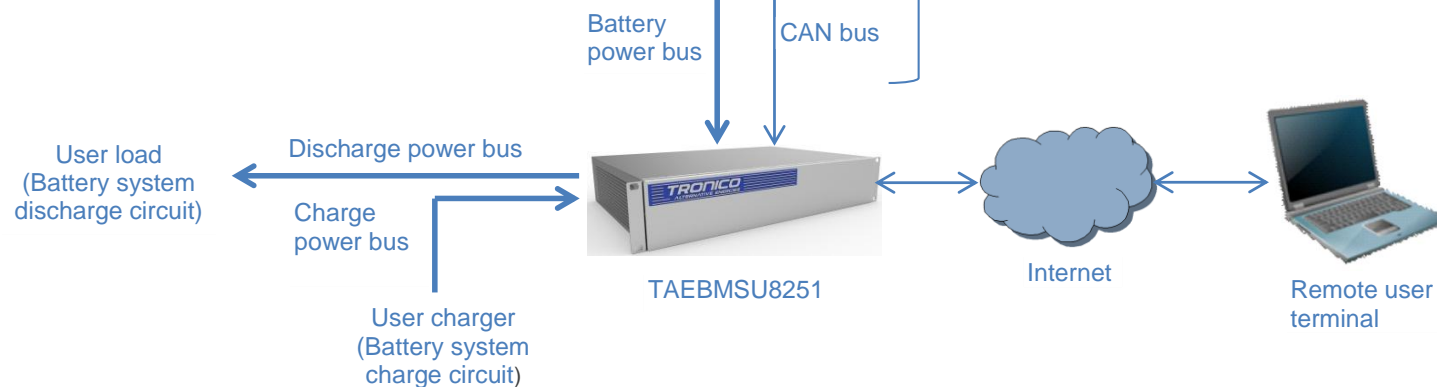


# Tronico's high energy battery system's architecture



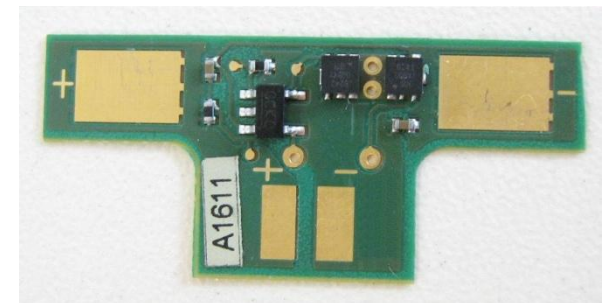
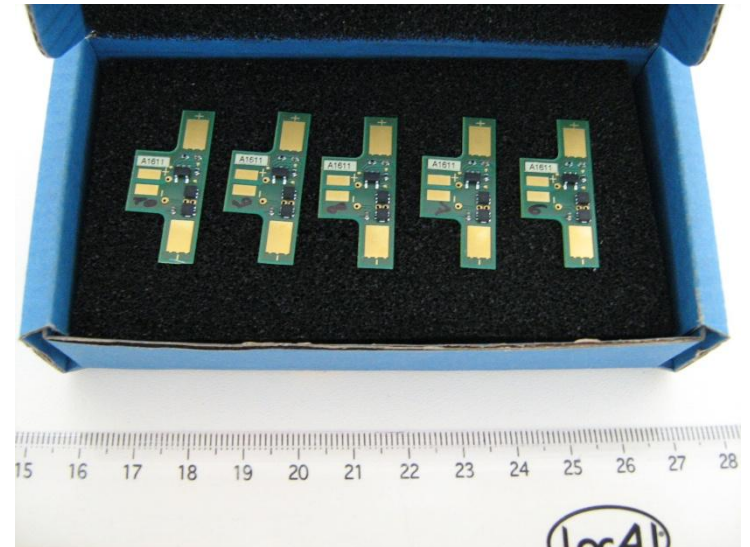
- Multi chimie
- Haute tension/Fort courant
- Flexible
- Niveau de sécurité SIL2

Up to 36 TAECC541 for 825V maximum voltage



# BMS BDIM

- Application faible tension 4,25V-3,5A
- Autonomie
- 1 cellule
- Pas d'équilibrage → contrôle de la charge
- Architecture sans esclave





# Remerciements - contacts



26 Rue du Bocage  
85660 Saint-Philbert-de-Bouaine

Tél. 02 51 41 91 35  
[www.tronico-alcen.com](http://www.tronico-alcen.com)

**TRONICO**  
ALCEN

*St Philbert de Bouaine (85)*



*Tanger (Maroc)*



*Grenoble (38)*

