



Nouvelles technologies de batteries pour éco-mobilité et habitat autonome en énergie

Conférence ASPROM, 30 novembre 2012, FIEEC Paris

François Barsacq
francois.barsacq@easylibatteries.com
+33 2 46 65 01 11 / +33 6 31 80 02 02

Tous droits réservés easyLi – Novembre 2012



Sommaire

1. Quelques mots sur easyLi
2. Les technologies de batteries
3. Perspectives de marché à l'horizon 2020
4. Conclusions



Quelques mots sur easyLi

- ❖ Créée en 2011 par trois spécialistes de l'industrie des batteries avancées (groupes Saft et Dassault)
- ❖ Conçoit et fabrique en France des systèmes de stockage d'énergie Lithium-ion pour applications professionnelles.
- ❖ Multi-technologies, multi-formats, multi-fabricants de cellules
- ❖ Entreprise innovante des pôles de compétitivité



Dominique Martin
Développement Produits

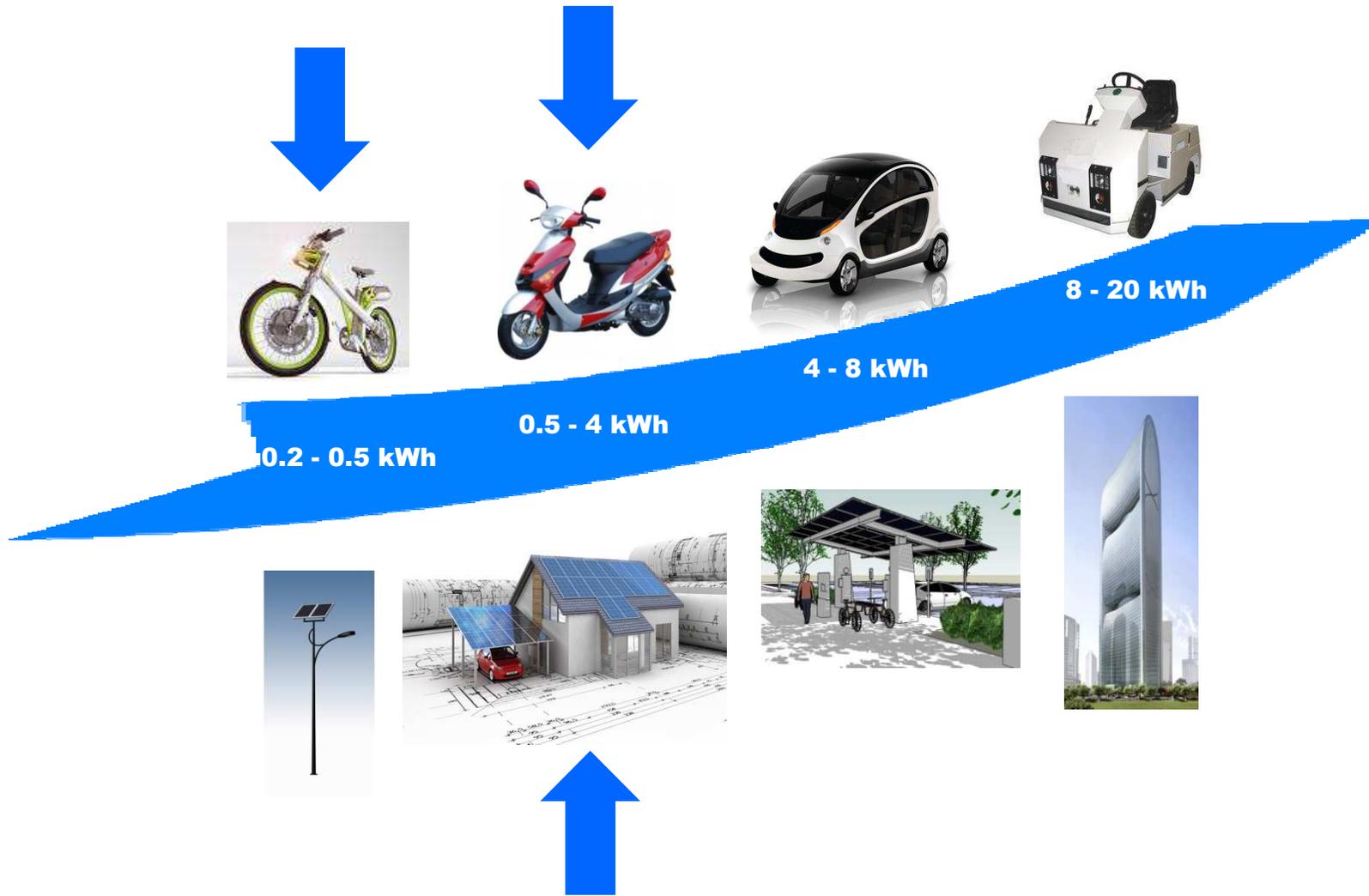


François Barsacq
Business Development, Finances



Alexis Trillard
Opérations industrielles

Notre feuille de route Produits / Marchés



Notre mission

- ❖ **Proposer à nos clients les meilleures solutions Lithium-ion indépendamment des fabricants de cellules :**
 - Toutes électrochimies Lithium-ion actuelles (LMO, NMC, NCA, LCO, LTO, LFP) et futures qualifiées dans le laboratoire de l'entreprise
 - Tous formats (cylindriques, souples, prismatiques)
 - Circuits électroniques de gestion et algorithmes adaptés aux électrochimies

- ❖ **Concevoir des produits industriels à coûts objectifs :**
 - Spécifications produits au meilleur compromis performances / coûts
 - Design-to-manufacturing
 - Personnalisation clients s'appuyant sur des composants standardisés

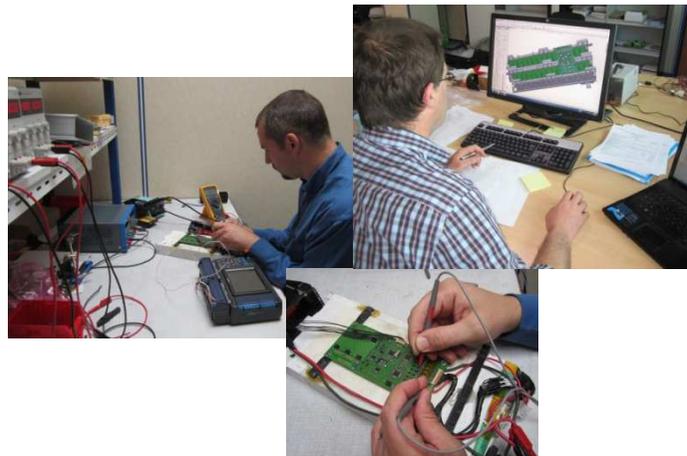
- ❖ **Offrir un service clients de haut niveau sur l'ensemble du cycle de vie des produits :**
 - Adaptation des produits aux exigences spécifiques des clients
 - Organisation industrielle et logistique flexible
 - Support technique après-vente, pièces de rechange, gestion du recyclage

Des moyens de R&D spécialisés

- ❖ Banc de cyclage et enceintes climatiques pour l'évaluation et la caractérisation de toutes technologies Lithium-ion
- ❖ Equipements de développement électronique (BMS)
- ❖ Conception mécanique sur station de travail CAO SolidWorks
- ❖ Equipements de prototypage pour qualification sur pré-séries industrielles



Qualification électrochimique



Conception mécanique et électronique



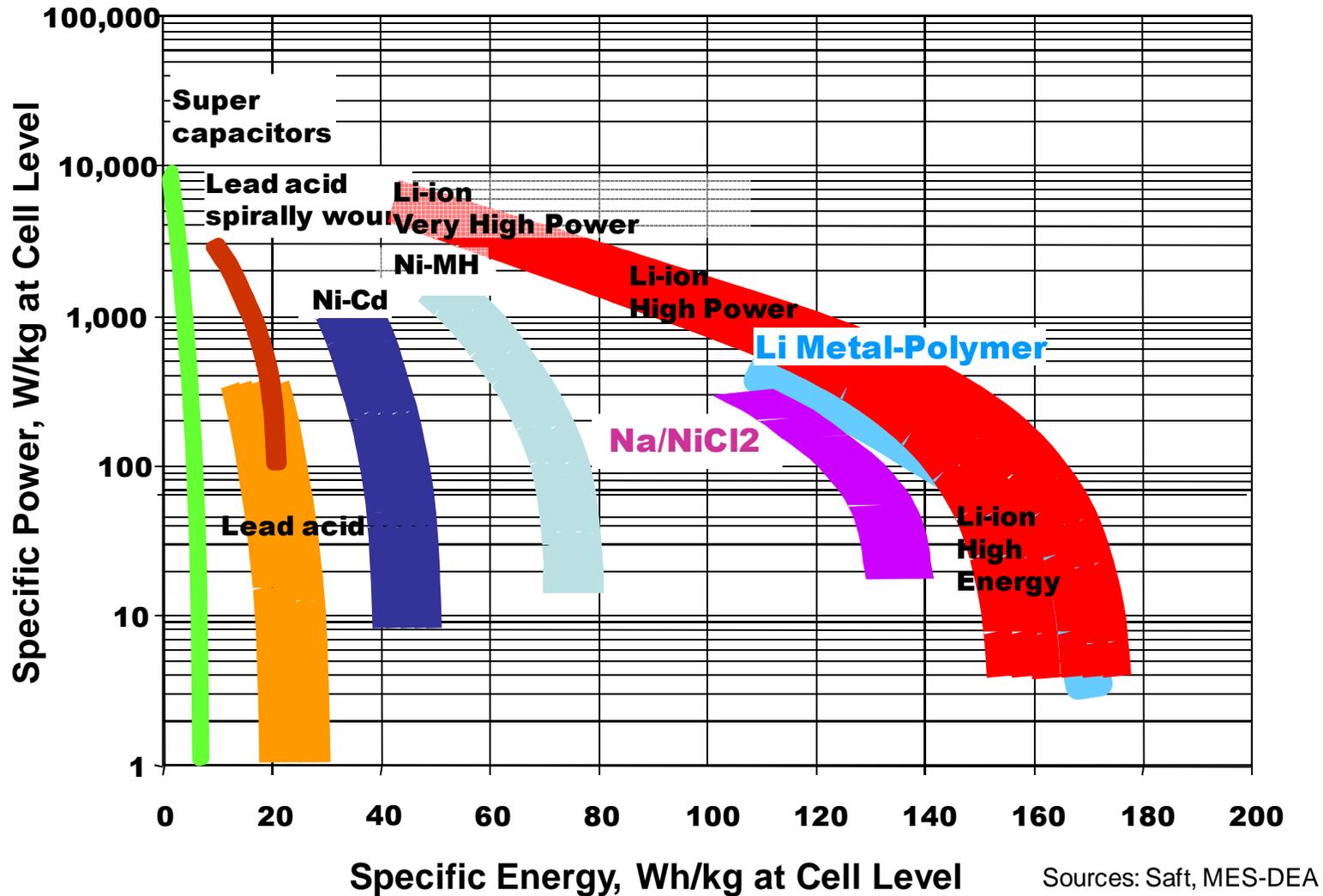
Prototypage rapide et qualification système

Sommaire

1. Quelques mots sur easyLi
2. Les technologies de batteries
3. Perspectives de marché à l'horizon 2020
4. Conclusions



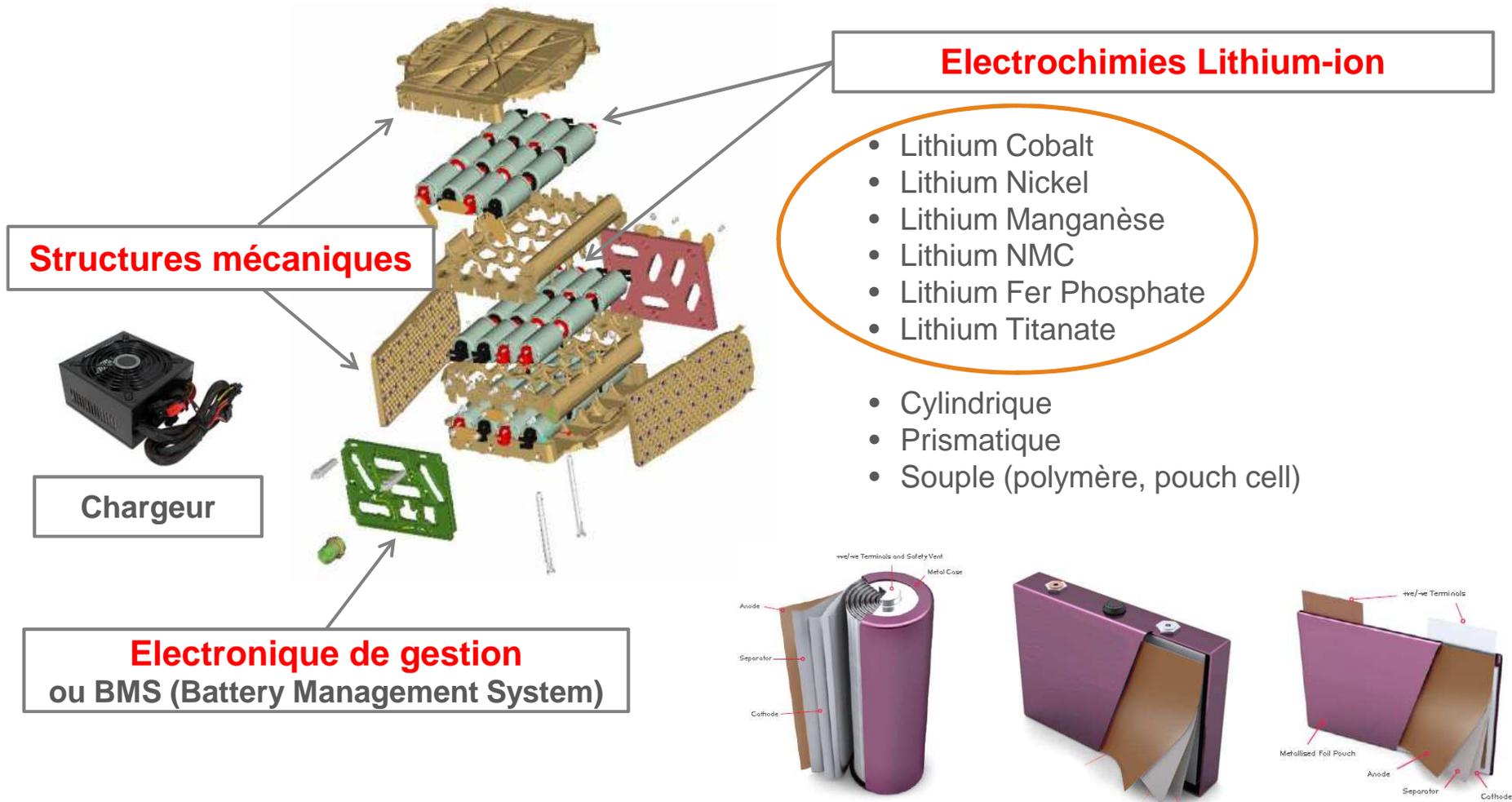
Les technologies de batteries : diagramme de Ragone



Comparaison des technologies

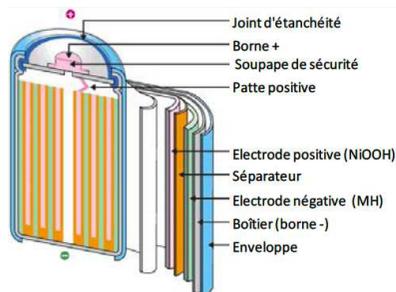
| | Plomb | Nickel-Cadmium | Nickel-Métal Hydrure | Lithium-ion |
|--------------------------|--------------------|-------------------|----------------------|----------------------------|
| Tension cellule | 2,0 V | 1,2 V | 1,2 V | 3,6 à 3,7 V 3.2 V (LFP) |
| Energie Spécifique | 25-50 Wh/kg | 30-60 Wh/kg | 50-90 Wh/kg | 100-230 Wh/kg |
| Cycles | 200-500 | 1000-1500 | 1000 | 500-3000 |
| Domaine de Température | 0°C à 50°C | -30°C à 50°C | -20°C à 50°C | -20°C à 50°C |
| Autodécharge | ~5% /mois | ~15% /mois | ~25% /mois | ~2% /mois |
| Durée de vie calendaire | 5 ans | 10 ans | 5-10 ans | 5-15 ans |
| Prix kWh (Pb base 100) | 100 | 300 | 350 | 300 à 500 |
| Temps de charge standard | 10 hrs | 5 hrs | 3-5 hrs | 3 hrs |

Les batteries Lithium-ion sont des systèmes multi-technologies complexes

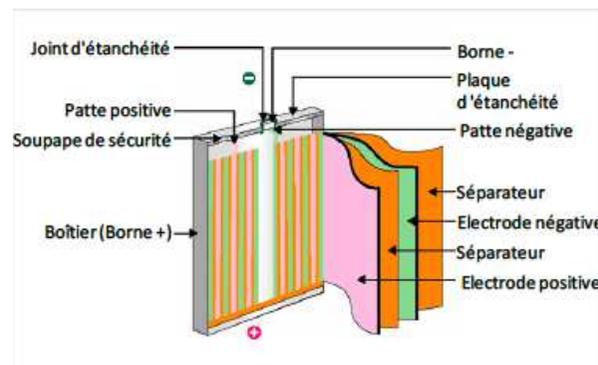


Constituants d'une cellule Lithium-ion

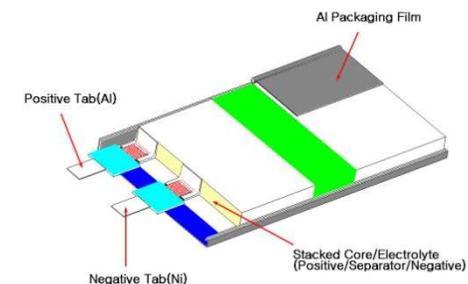
- ❖ Deux électrodes : positive / cathode, négative / anode
- ❖ Isolées électriquement par un séparateur
- ❖ Mais connectées par un électrolyte conducteur ionique
- ❖ Insérées dans un boîtier métallique ou plastique
- ❖ Capacités disponibles de quelques Wh à plusieurs centaines de Wh
- ❖ Batterie : Assemblage de cellules en série/parallèle donnant énergie et puissance du système de stockage complet



Cylindrique



Prismatique



Souple

Les électrochimies Lithium-ion

- ❖ **Cobalt** (pour mémoire, pas utilisé dans les applications industrielles)
- ❖ **Nickel (NCA, Nickel Cobalt Aluminium)**
 - + : excellente densité d'énergie, durée de vie, retour d'expérience
 - - : coût élevé, tolérance aux situations abusives
- ❖ **Manganèse spinelle, éventuellement dopé Nickel**
 - + : coût plus faible, bonne tolérance aux situations abusives
 - - : Densité d'énergie plus faible, durée de vie plus courte
- ❖ **NMC (mélange Nickel Manganèse Cobalt)**
 - Technologie de compromis
- ❖ **Phosphate de fer (LFP, LiFePO4)**
 - + : excellente tolérance aux abus, excellente cyclabilité
 - - : Faible densité d'énergie, durée de vie à confirmer
- ❖ **Titanate de Lithium**
 - + : Excellentes performances en puissance et en cyclabilité
 - - : Très faible densité d'énergie
- ❖ **Silicium (stade pilote)**
 - + : Très forte densité d'énergie
 - - : Durée de vie encore faible

Fournisseurs

Saft

Japonais,
coréens
chinois

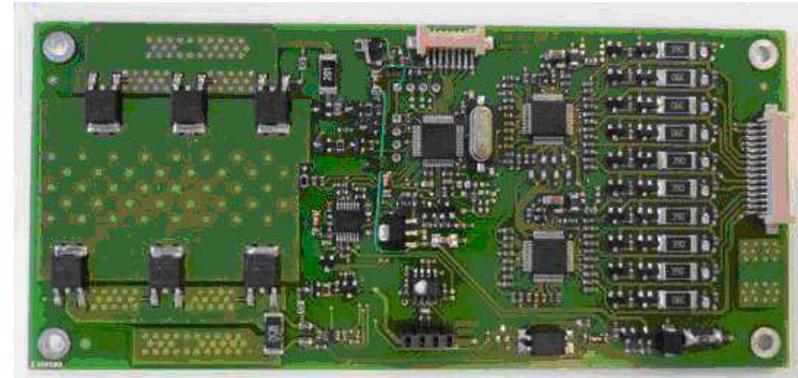
A123, Valence,
BYD...

Toshiba, Enerdel,
Altairnano

Panasonic,
Nexeon, Amprius

Electronique de gestion : BMS

- ❖ Surveillance de la tension des éléments, des courants de charge/décharge et des températures
- ❖ Commande de l'ouverture du circuit de charge ou de décharge en cas de valeur hors limite
- ❖ Equilibrage des cellules
- ❖ Suivi de l'état de charge (SOC)
- ❖ Suivi de l'état de santé (SOH)
- ❖ Enregistrement des utilisations susceptibles d'endommager la batterie (durée d'inutilisation, température élevée, courant élevé etc.)
- ❖ Communication avec l'applications : le chargeur
- ❖ Chargeur intégré



Gestion multi-niveaux de la sécurité

| Elément | Electronique | Mécanique |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">• Matières actives stables• Séparateur multi-couche "melt down / shut down"• Soupape de sécurité (ouverture mécanique si surpression)• Coupe-circuit "CID" (ouverture électrique si surpression)• Capabilité des process de fabrication, automatisation | <ul style="list-style-type: none">• Capteurs de température multiples et redondants• Thermofusibles multiples• Détection multi-seuils surcharge / surdécharge / court-circuit / températures haute et basse• Equilibrage unitaire de chaque élément• Fonctions de diagnostic et d'historisation• Robustesse de la conception électronique | <ul style="list-style-type: none">• Structure de maintien des éléments• Ecartement éléments (barrière thermique)• Certification sécurité Transport par laboratoire indépendant |

Batteries « chaudes »

❖ Sodium-Chlorure de Nickel (ZF Sonic / Zebra, GE Durathon)

- Energie spécifique (120 Wh/kg) et durée de vie élevées
- Température de fonctionnement : 270-350°C
- Uniquement disponibles en « gros » modules batteries (> 20 kWh)
- En série du Citroën Berlingo Venturi



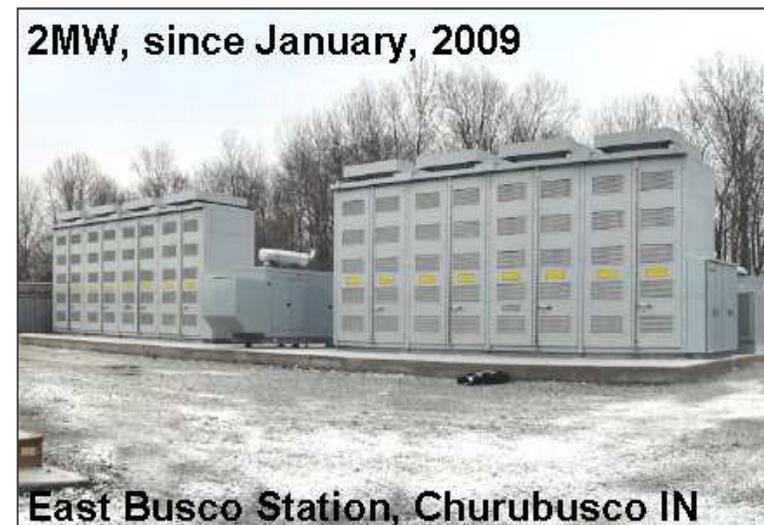
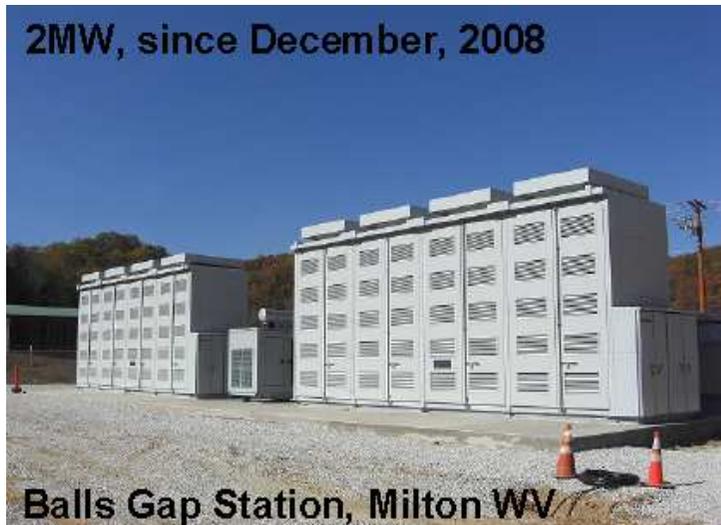
❖ Lithium Métal Polymère (LMP) Batscap – Bolloré

- Technologie réservée aux véhicules du groupe Bolloré et de ses partenaires (Gruau)
- Fonctionne en température (80°C)
- Sels de Lithium dissous dans un polymère (oxyde de polyéthylène)
- En série sur Blue Car - Autolib

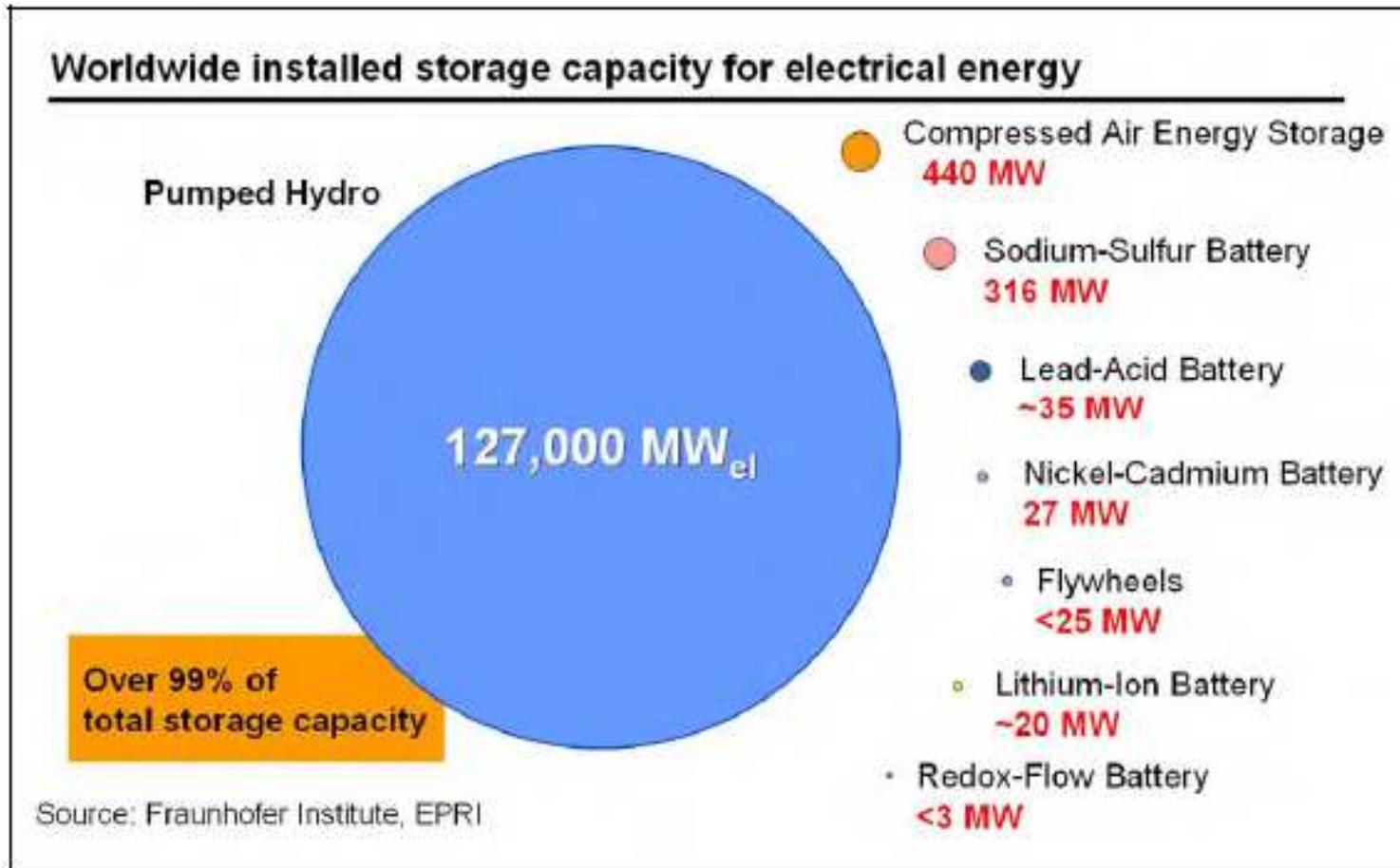


Batteries Sodium-Soufre

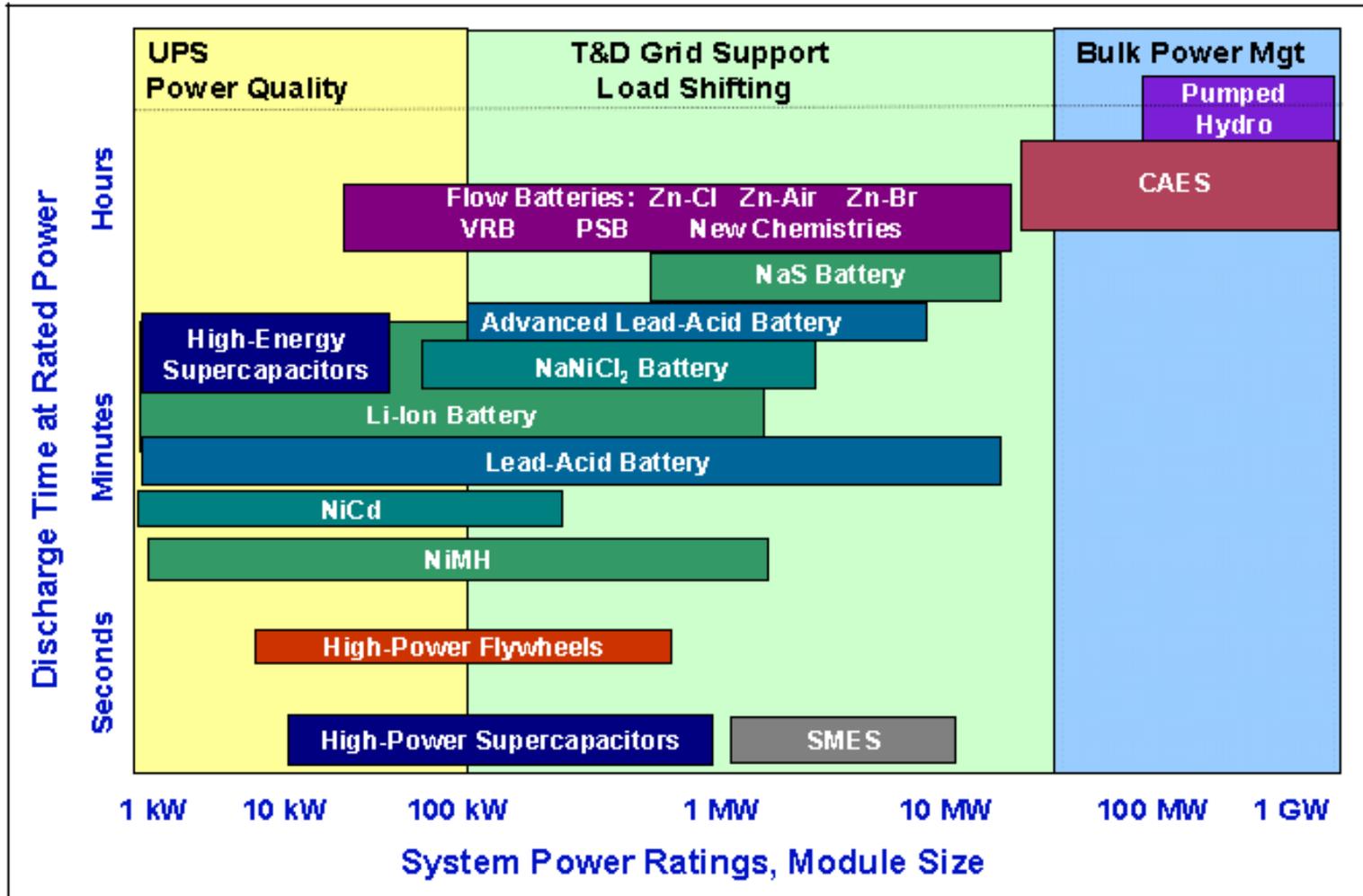
- ❖ Technologie propriétaire de NGK, Japon
- ❖ Le plus grand parc installé de systèmes de stockage électrochimiques (> 300 MW)
- ❖ Incident grave à la suite du tsunami de Fukushima
- ❖ La commercialisation reprend lentement



Le stockage électrochimique : moins de 1% des capacités totales installées



Il n'existe pas UNE solution idéale

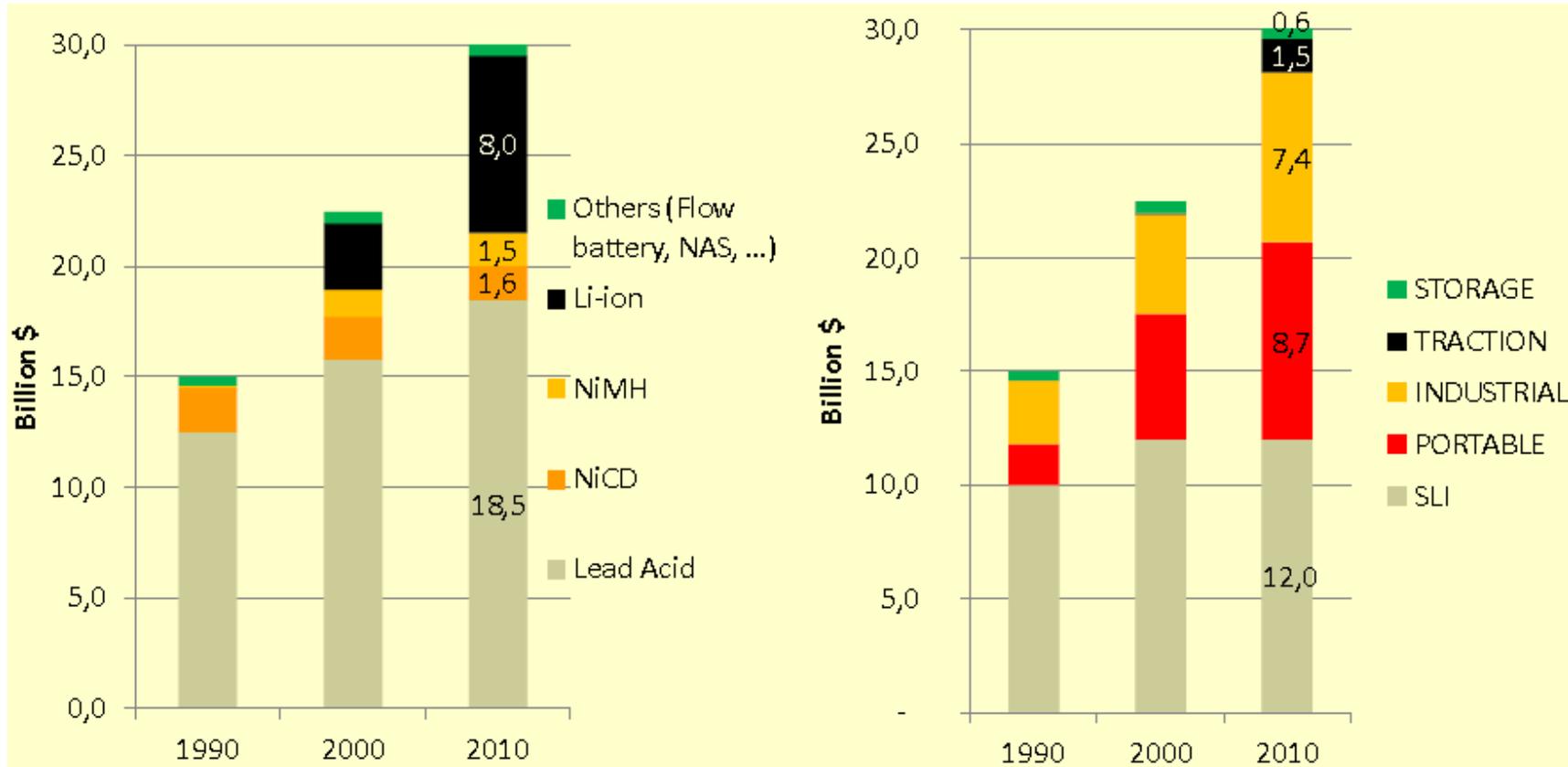


Source: EPRI, 2009

Sommaire

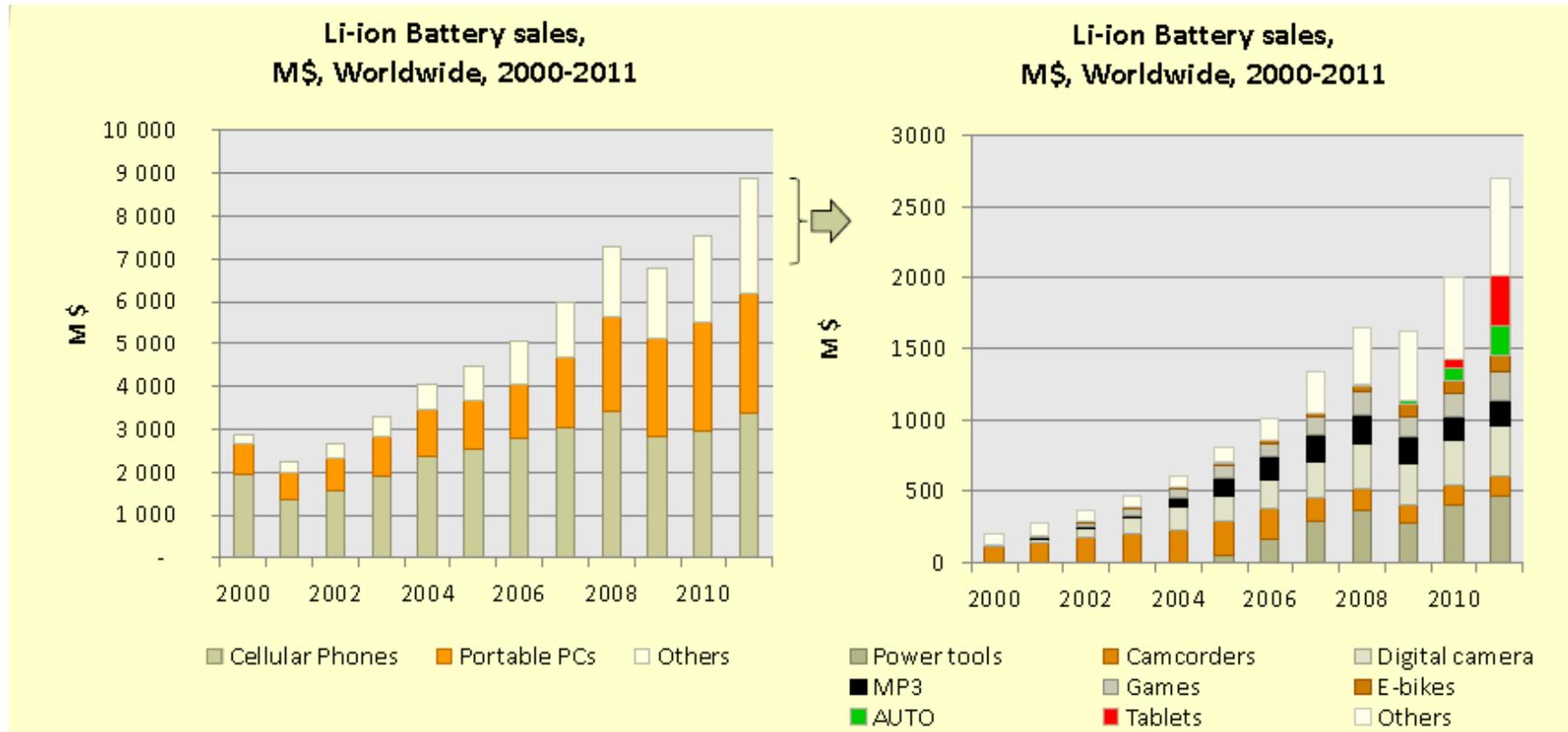
1. Quelques mots sur easyLi
2. Les technologies de batteries
3. Perspectives de marché à l'horizon 2020
4. Conclusions

Marché des batteries en 2010 : 30 milliards \$



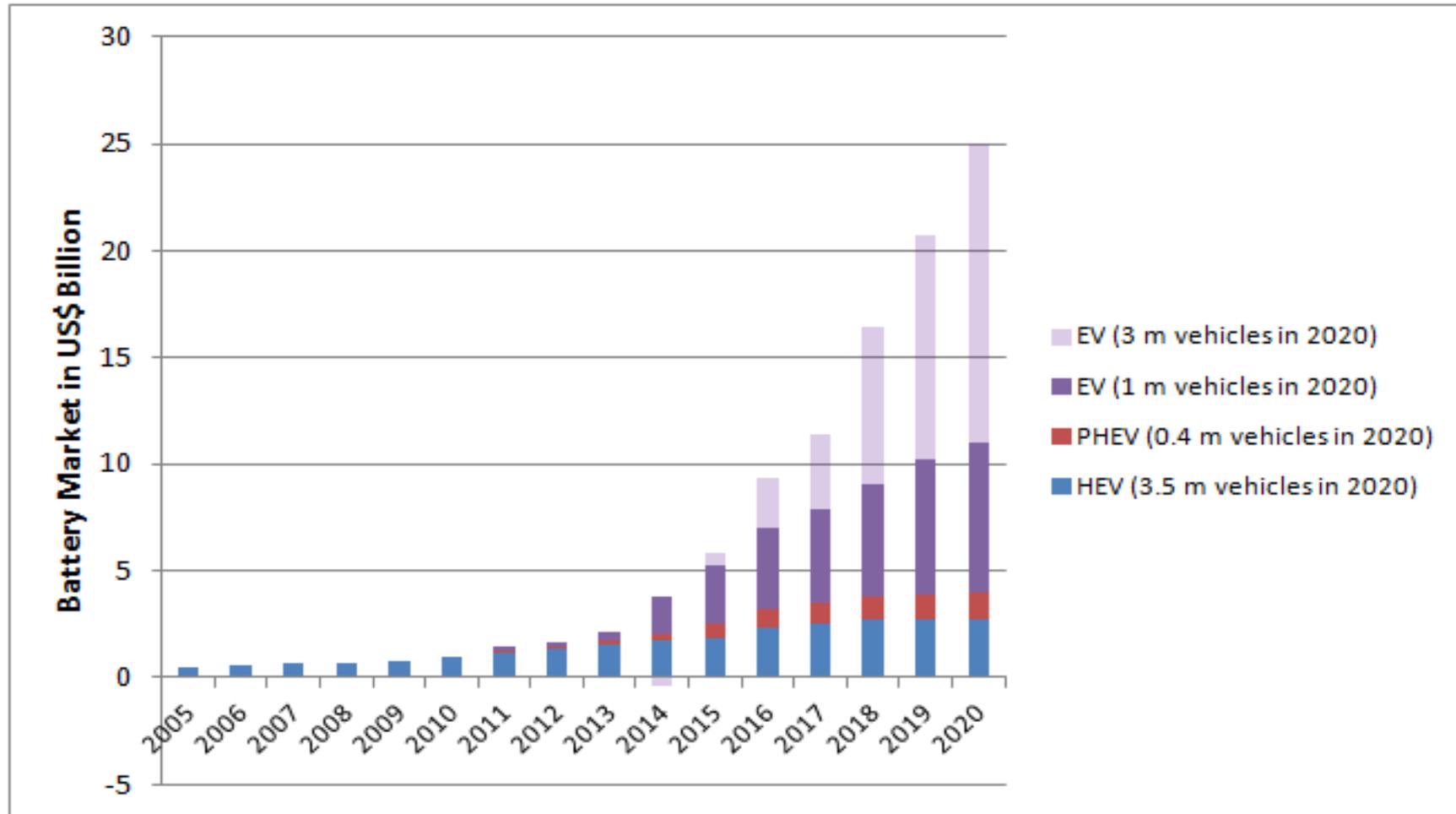
www.avicenne.com

Marché des batteries Lithium-ion en 2010 : 8 milliards \$



www.avicenne.com

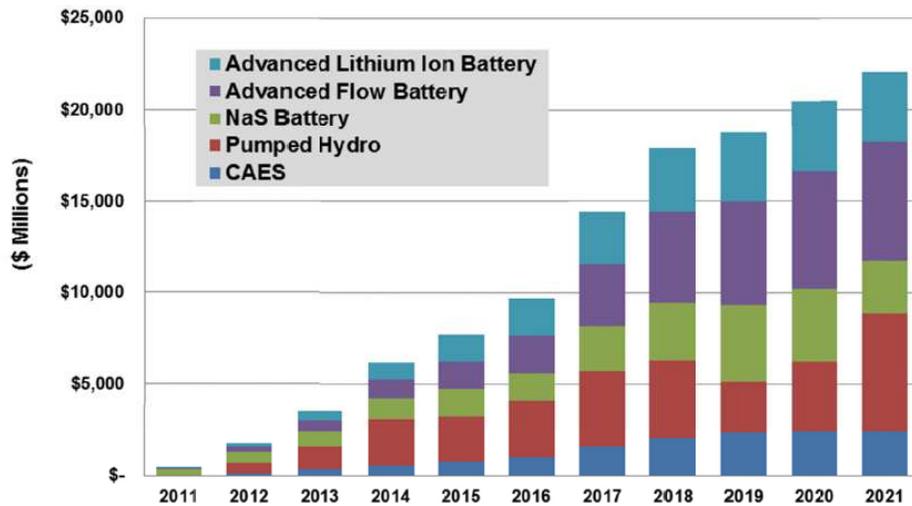
Batteries pour électricité en 2020 : de 10 à 50 milliards \$ selon les hypothèses



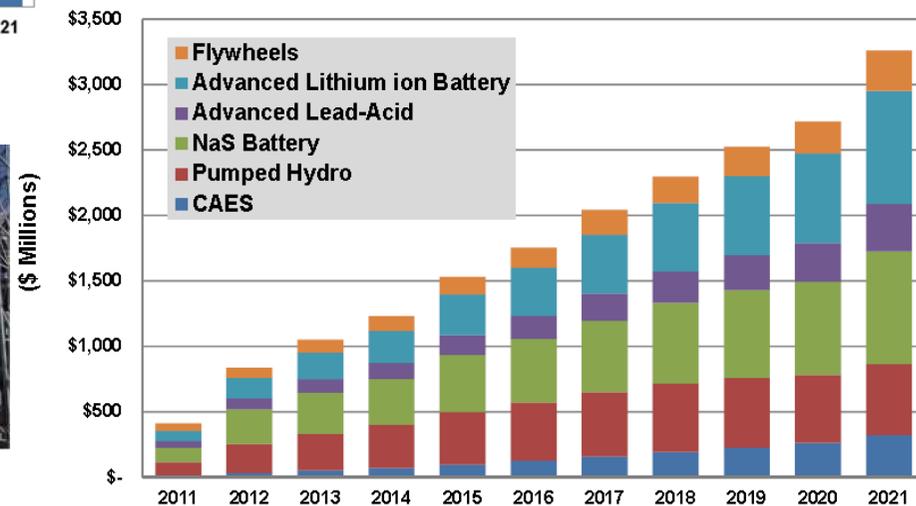
Source : estimations easyLi

Batteries Li-ion pour smart grid en 2020 : de 5 à 10 milliards \$ selon les hypothèses

Chart 1.1 Installed Revenue by ESG Technology, World Markets: 2011-2021



Installed Revenue by ESS for Ancillary Services by Technology, World Markets: 2011-2021



Source : Pike Research 2011



Sommaire

1. Quelques mots sur easyLi
2. Les technologies de batteries
3. Perspectives de marché à l'horizon 2020
4. Conclusions

Conclusions

- ❖ De nombreuses technologies Lithium-ion sont désormais disponibles pour les applications industrielles mobiles et stationnaires.
- ❖ Les cellules Lithium-ion doivent être intégrées dans un système électrotechnique spécialement conçu en fonction des cellules sélectionnées et des performances attendues.
- ❖ Une électronique de gestion (BMS) complète et fiable est indispensable, quelle que soit l'électrochimie utilisée.
- ❖ L'automobile bouleverse l'industrie des batteries avancées :
 - Amélioration des performances et de la robustesse des technologies
 - Baisse des coûts (effets d'échelle)

→ Nombreuses opportunités d'innovation dans tous les secteurs industriels, notamment de l'électromobilité et de l'habitat autonome en énergie



De grands défis encore à relever

- ❖ **Réduire les coûts d'un facteur 2 à 4 pour se rapprocher des objectifs du marché à long terme :**
 - \$250/kWh pour les véhicules hybrides rechargeables et électriques
 - \$20/kWh pour les hybrides
 - \$250/kWh pour les réseaux intelligents

- ❖ **Confirmer des durées de vie égales à celles des applications**
 - 10 à 20 ans

- ❖ **Améliorer la sécurité intrinsèque en situation abusive**

- ❖ **Développer des infrastructures de charge pour PHEV et VE**

- ❖ **Préparer les prochaines générations de batteries à très forte densité d'énergie et faible coût**

