

Batteries pour le stockage de l'énergie

Anne de Guibert
SAFT

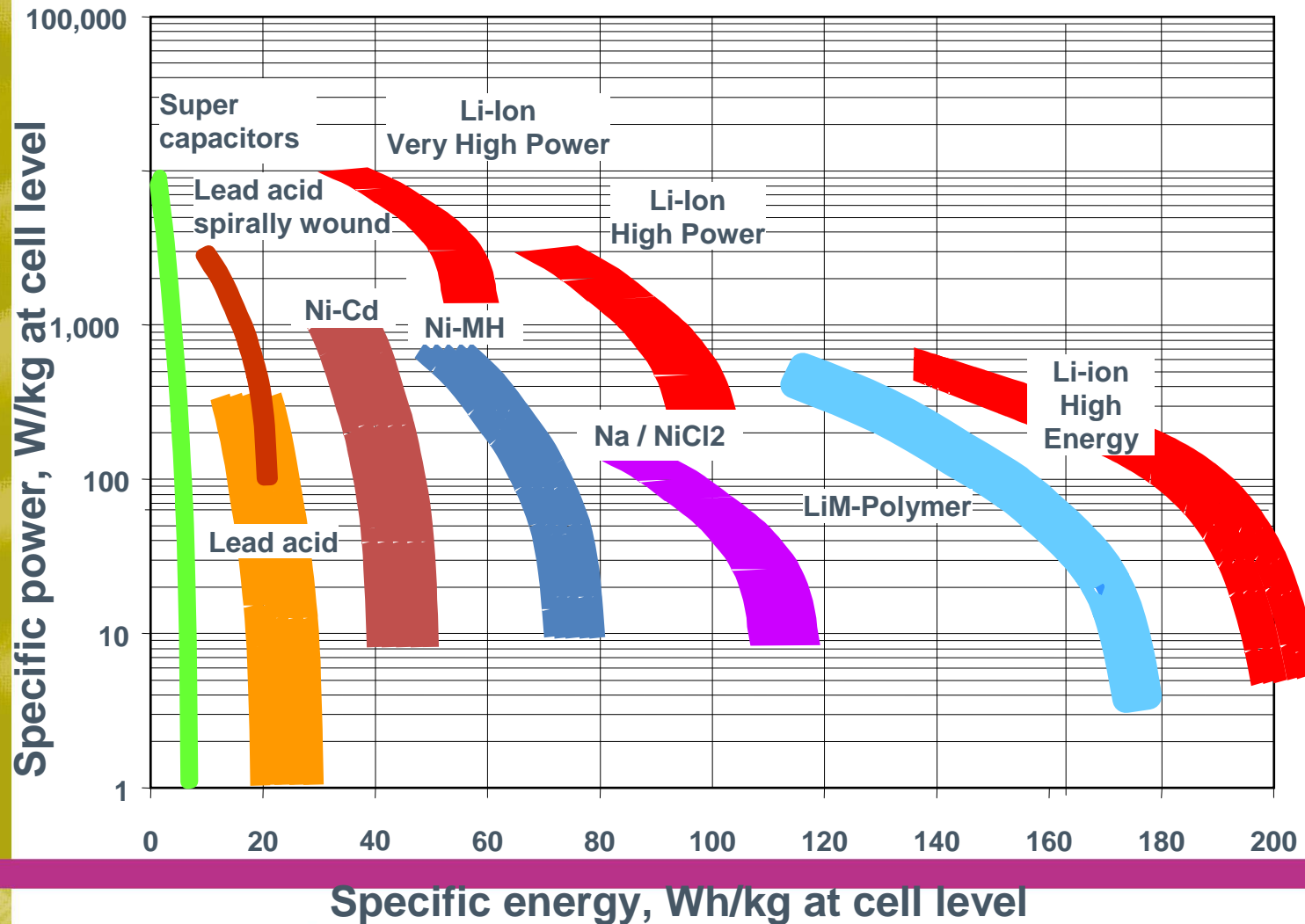
Contexte global du stockage

- Les besoins de notre société pour un monde « plus vert » (moins de CO₂) autant que le renchérissement prévisible du pétrole conduisent à des mutations très importantes du secteur de l'énergie :
 - pour le domaine des transports, voitures à faible émission de CO₂ dont voitures électriques ou hybrides,
 - dans le mix énergétique, proportion importante d'énergies renouvelables dont le caractère intermittent nécessite du stockage
- Les batteries sont une technologie clé pour le stockage d'énergie de moyenne capacité (du kWh à quelques MWh)

Les batteries portables aujourd'hui

- Les batteries ont envahi la part nomade de notre vie avec des produits qui connaissent des ruptures technologiques, des améliorations continues et des adaptations aux applications
 - 3 milliards d'accumulateurs Li-ion fabriqués dans le monde en 2008 pour l'électronique portable
 - 850 millions d'éléments NiMH
- Le lithium-ion - cylindrique pour les ordinateurs et prismatique pour la téléphonie, les PDA et baladeurs - se taille la part du lion grâce à sa densité d'énergie
- Le portable a ouvert la voie au lithium-ion

Comparison of battery systems : power vs energy



Les batteries industrielles aujourd'hui

- Les batteries sont présentes dans des domaines industriels nombreux et parfois méconnus



trains : NiCd



avions : NiCd



usines : Pb&NiCd



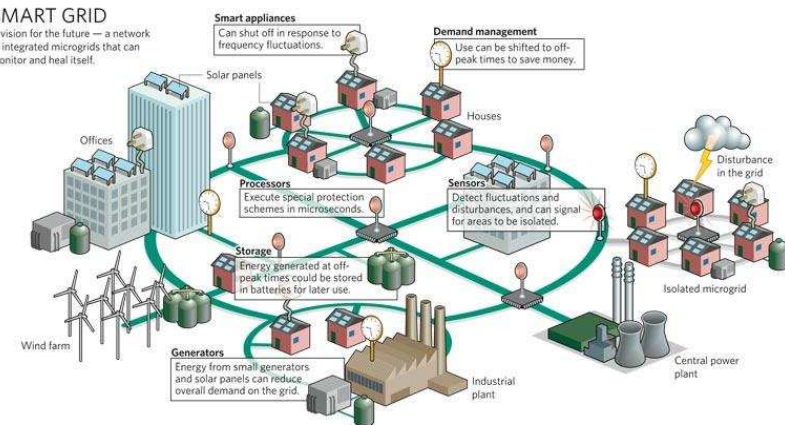
Télécom : Pb&NiCd

- Voitures électriques et « smart grids » exigent des batteries plus performantes et de prix raisonnable



SMART GRID

A vision for the future — a network of integrated microgrids that can monitor and heal itself.



Les batteries dans le programme Stock-E

- C'est en reconnaissant la criticité de la question des batteries et l'enjeu sociétal que l'ANR a inclus depuis 2007 dans les programmes Stock-E annuels des objectifs privilégiant :
 - l'amélioration des systèmes déjà les plus performants et présentant de fortes possibilités d'amélioration (nickel-métal hydrure, batteries au lithium, supercondensateurs)
 - l'étude de systèmes prospectifs prometteurs à plus long terme et les études fondamentales préalables
 - recherchant les projets innovants et les défis technologiques
 - incluant le développement de nouvelles méthodes de caractérisation

La sélection de Stock-E 2007

- Six projets « batteries » ont été sélectionnés parmi les projets proposés au premier appel d'offres Stock-E en 2007
- Ils ont une bonne représentativité des objectifs visés par l'appel 2007 :
 - deux projets (un NiMH, un Li-ion) visent l'augmentation d'énergie des couples grâce à de nouvelles générations de matériaux
 - un projet long terme et très prospectif étudie la faisabilité du lithium-air
 - un projet examine un procédé innovant de fabrication
 - deux projets à dominante fondamentale se proposent de développer et appliquer de nouvelles méthodes d'analyse des phénomènes

Avancement des projets 2007

- Les projets sélectionnés en 2007 arrivent maintenant au moins à mi-parcours
- Ils ont fait l'objet d'une présentation de résultats à la journée d'étude de l'ANR le 1^{er} octobre dernier à Lyon
- Les avancées principales sont présentées dans les pages qui suivent

MAHYA (Matériaux hydrurables pour accumulateurs alcalins)

. Partenaires

Soft

CEMES (CNRS Toulouse)

ICMPE-CMTR (CNRS Thiais)

Objectifs

nouveaux alliages pour applications de puissance (VEH, vélos électriques)

• Difficultés :

synthèse, corrosion, faible durée de vie, montée en pression

• Résultats acquis

- . obtention d'alliages A_2B_7 monophasés par frittage flash
- . détermination des microstructures par HREM
- . compositions satisfaisant les objectifs en termes de capacité et de résistance à la corrosion
- . solution partielle d'amélioration de la chargeabilité

ANECDOTE (Accumulateur à négative étain contenu dans une matrice borophosphate)

. Partenaires

Saft

Institut Ch. Gerhardt Montpellier

LCMCP Paris VI

Umicore

Objectifs

doubler la capacité du matériau d'électrode négative du lithium-ion avec composites à base d'étain (*)

- **Difficultés :**

synthèse, coalescence de l'étain, variations volumiques

- **Résultats acquis**

- . approches pour utiliser l'étain : composites et structures conductrices ioniques et électroniques ; étude du mécanisme de fonctionnement de la couche de passivation
- . capacités initiale et réversible conformes à l'objectif
- . durée de vie notoirement insuffisante

(*) sur la base du brevet CNRS-Université de Montpellier FR2873855

LiO (Faisabilité d'une batterie Li-air)

. Partenaires

EdF
ICMCB
LPPI (Univ. Cergy Pontoise)
Saft

Objectif

examiner la faisabilité d'un
accu Li-air à 500 Wh/kg
études préliminaires positive
air, négative Li, céramique

• Difficultés :

tout à faire ; incompatibilité aqueux/non aqueux

• Résultats acquis

- . réalisation de cellules de laboratoire complètes (électrode à air/séparateurs céramique/compartiment lithium capables de quelques cycles
- . mise en évidence des points bloquants : fragilité et résistivité des céramiques

PULSSE (Programme pour l'Utilisation de la Lumière Synchrotron dans le domaine du Stockage de l'Énergie)

. Partenaires

IMN Nantes
LRCS Amiens
Synchrotron Soleil

Objectifs

caractérisation de batteries
au lithium au cours de
leur fonctionnement

• Atouts :

Les sources de 3^{ème} génération permettent des résolutions temporelles à l'échelle de la seconde pour les DRX et XAS

• Résultats acquis

- . développement des outils (cellules d'étude)
- . application à LiFePO_4 et démonstration du retard à la transformation de phase pendant la charge
- . publications et communications nombreuses

ALIDISSI (Amélioration des batteries Li-ion et diagnostic in situ par spectroscopie d'impédance)

. Partenaires

IFP
CEA (INES & LITEN)
LISE (CNRS)
M² (Materials Mates)

Objectifs

- . vieillissement de batteries et étude de l'évolution de la SIE en application VE & PV
- . développement et validation d'un outil de mesure de SOC & et SOH

• Résultats acquis

- . mise en place de tests d'impédance
- . mise en évidence de phénomènes de vieillissement sur batteries Li-ion de différentes technologies
- . développement d'une méthode pour réaliser un capteur de SOC et SOH à partir de l'analyse mathématique des SEI
- . dépôt d'un brevet en cours

- Verrous restant à lever : miniaturisation, compatibilité avec une application embarquée

Et ensuite...

- Les appels d'offres 2008 et 2009 ont sollicité des projets couvrant en plus d'autres thématiques importantes :
 - les questions de vieillissement des batteries et le rôle des interfaces
 - d'autres couples électrochimiques alternatifs performants (NaS, rédox flow...).
 - les aspects systèmes, la modélisation et les modes de gestion.
- Résultats dans les séminaires des prochaines années