

AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE  
**ANR**

## Séminaire mi parcours Stock-e 2010

CARBOLEAD 2010

CARBOOn honeycomb current collectors  
for light-weight LEAD-acid batteries

Angel KIRCHEV

[angel.kirchev@cea.fr](mailto:angel.kirchev@cea.fr)



**M<sup>2</sup>**  
Material Mates



Coordinateur : **CEA-LITEN, Laboratoire de Stockage de l'Electricité**

■ Organismes de recherche :

○ **Institut Jean Lamour, Corrosion research group (team n°206)**

■ Entreprises :

○ **STECO Power**

○ **Material Mates (M<sup>2</sup>)**

Projet labellisé par le(s) pôles(s) de compétitivité : TENERDIS, MATERIALIA

Budget (M€)	Aide (M€)	Nombre de personnes.ans
<b>0.801</b>	<b>0.398</b>	<b>4.67</b>

Date de démarrage : **01/01/11**

Date de fin : **31/12/13**

■ **Objectifs du projet :**

- Développement des collecteurs de courant en nid d'abeille (honeycomb grids) pour des accumulateurs au plomb étanche-VRLA
- Amélioration de l'énergie spécifique vers la gamme 60-80Wh.kg<sup>-1</sup> / 150Wh.L<sup>-1</sup>
- Caractérisation des cellules et des batteries prototypes
- Etudes fondamentales sur la corrosion des grilles innovantes

■ **Défis scientifiques et techniques :**

- Développement des structures composites C/C structurées en nid d'abeille de faible coût de fabrication
- Amélioration de la résistance de corrosion des grilles innovantes
- Développement de BMS avancé utilisant des électrodes de référence intégrées
- Démonstration de la technologie sur un scooter électrique « haut de gamme »

■ **Résultats majeurs escomptés :**

- Développement des prototypes 12V/40-60Ah et démonstration sur scooter
- Densité d'énergie 60Wh/kg

## Programme de travail et jalons :

- T.1. Développement de composites Carbone/Carbone nid d'abeille (100% réalisé)
- T.2. Optimisation du revêtement de Carbone avec du Pb, Pb-Sn et Cu (100% réalisé)
- T.3. Fabrication expérimentale des grilles et des plaques pour des accumulateurs plomb-étanche AGM (25% réalisation)
- T.4. Fabrication expérimentale des batteries plomb-étanche AGM (25% réalisation)
- T.5. Caractérisation et démonstration des prototypes innovants (30% réalisation)
- T.6. Développement Industriel des électrodes de référence de faible coût pour intégration et gestion des accumulateurs plomb-étanche (70% réalisation)
- T.7. Etude de la corrosion des alliages électrochimiques Pb-Sn et Pb-Sn-Me déposés sur carbone et stabilité de l'interface carbone/PbO<sub>2</sub> (60% réalisation)

## Jalons :

- I. Revue des résultats des Tâches 1 et 2 et définition des paramètres des prototypes (réalisé complètement)
- II. Livraison des électrodes de référence (prototypes industriels) pour intégration aux batteries prototypes (réalisée partialement)
- III. Rodage initial des batteries prototypes (réalisé partialement)
- IV. Clôture du projet – définition des prochaines étapes du transfert technologique

## Principaux résultats atteints par le projet :

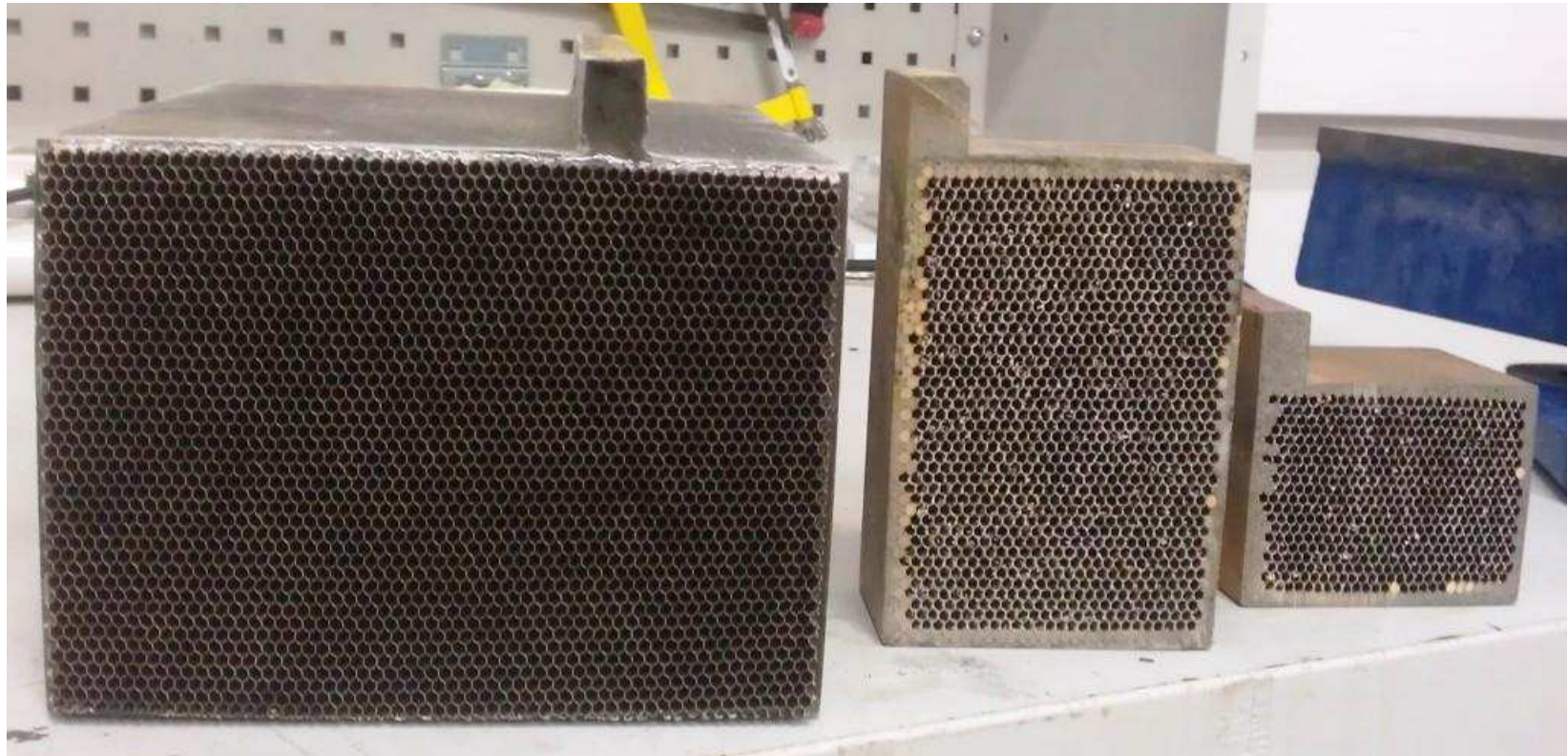
- développement de grilles « nid d'abeille » en carbone pour des plaques dans la gamme 10-15Ah (dont cellules 50-150Ah)
- développement de démonstrations des prototypes AGM-VRLAB de la gamme 12V/40-60Ah
- augmentation de l'énergie spécifique vers 60-80Wh/kg

## Faits marquants :

- démonstration rendant compte de la faisabilité de la technologie avec des grilles de taille « 1/4 » (dont plaques 3-4Ah)
  - ✓ **Polyvalence** : grilles « 1/4 » préparées à partir de nid d'abeille à base de carton et de Nomex® (m-aramide)
  - ✓ **Faible coût** : carbonisation 200→1000°C effectuée rapidement (4 - 12h)
  - ✓ **Robustes**: Fort taux d'utilisation des matières actives (60-70%) et bonne cyclabilité avec des plaques épaisses de labo (empattage manuel avec des pâtes fabriquées au labo)
- Carbonisation des grilles de taille « 1/2 » (plaques 7-8Ah)

## Some results ...

Honeycomb composite blocks avant la découpe des grilles

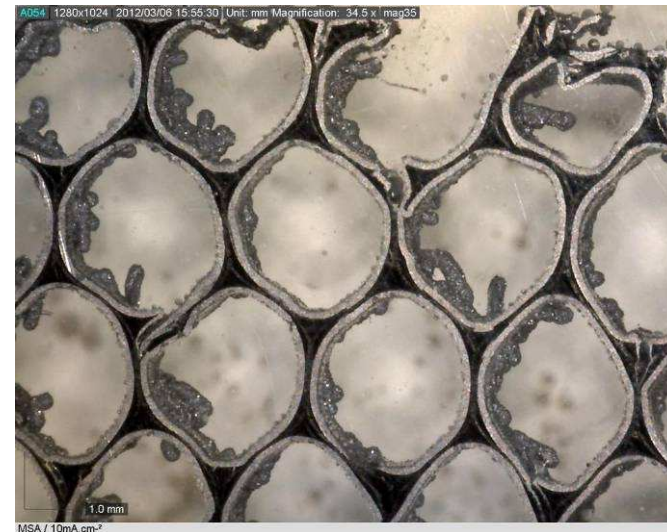
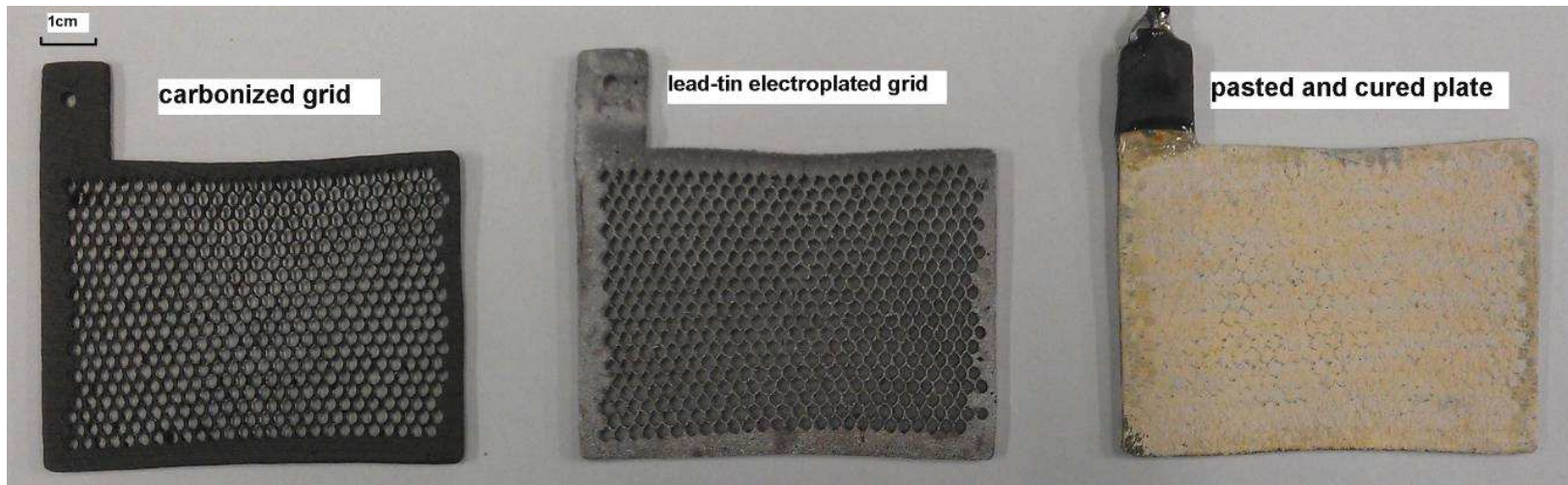


**full size**

**1/2 size**

**1/4 size**

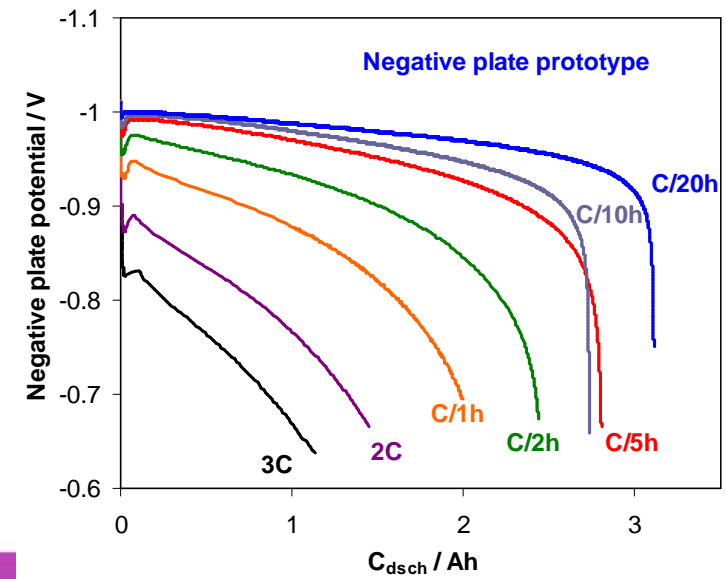
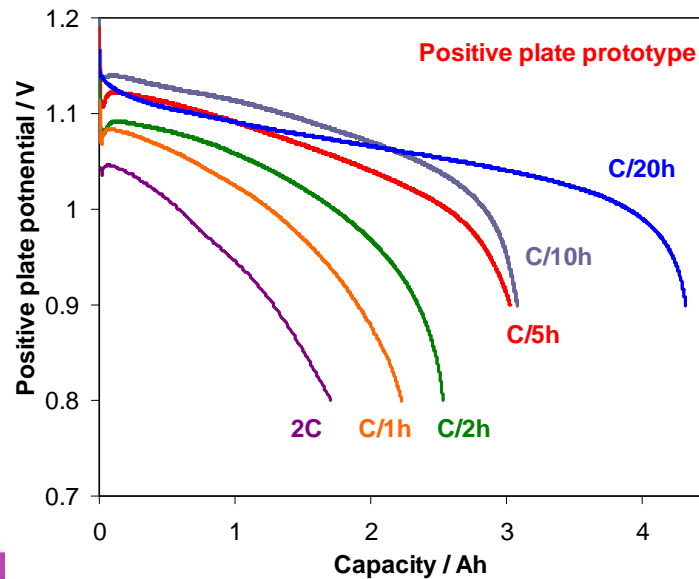
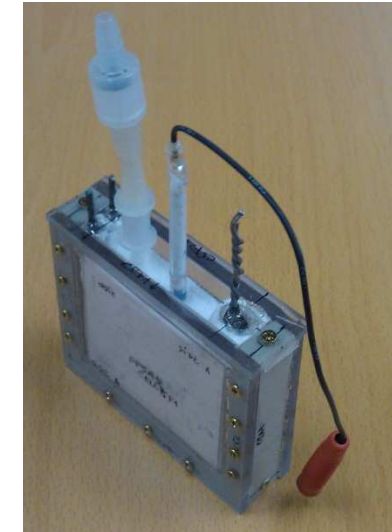
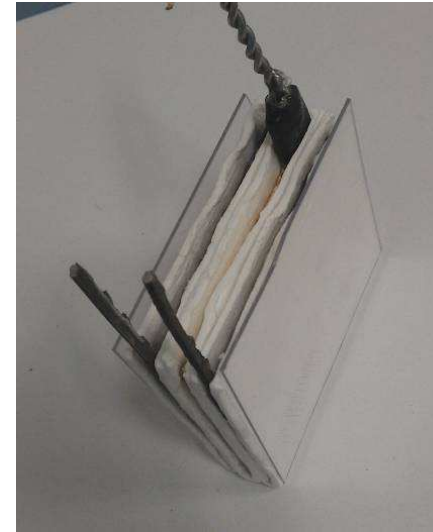
## Some results ...



## Some results ...

Cellules prototypes AGM-VRLA

- ✓ Une plaque nid d'abeille (+ ou -)
- ✓ Deux contre-plaques du type traction (conventionnel)
- ✓ 10% compression
- ✓ électrode de référence  $\text{Ag}/\text{Ag}_2\text{SO}_4$
- ✓ Valve "anti-retour"

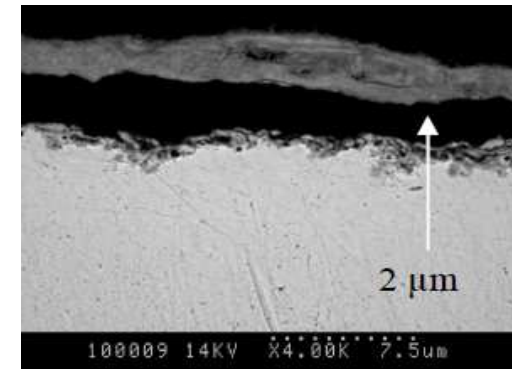
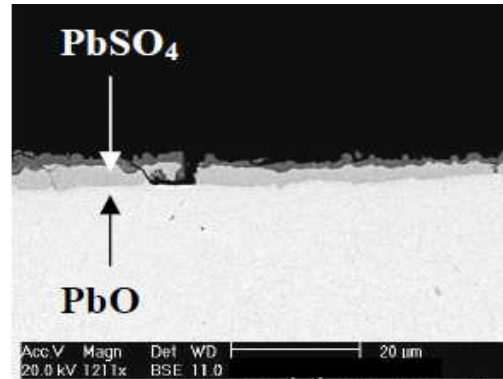
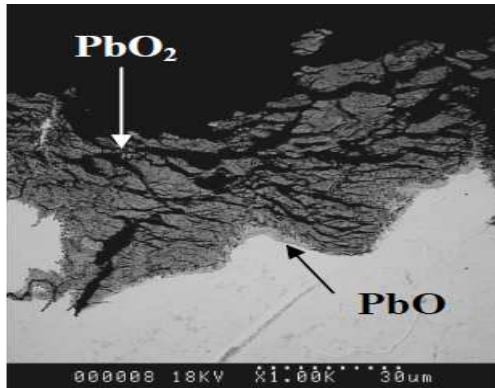




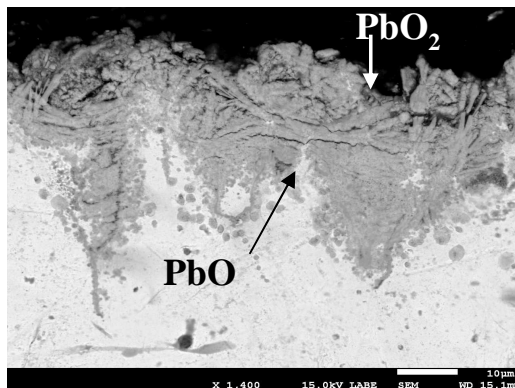
## Some results ...

Tests de corrosion de la première série des grilles de taille « 1/4 »

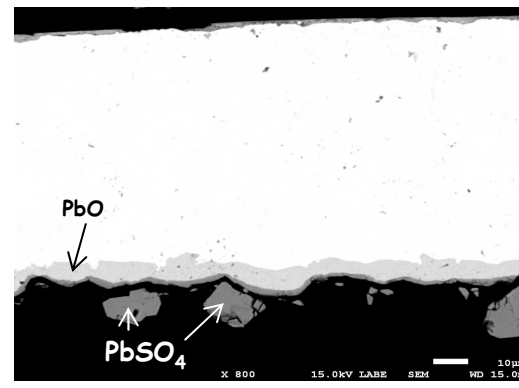
PbCaSn alliage métallurgique industriel [G. Bourguinion, thèse, IJL Nancy]



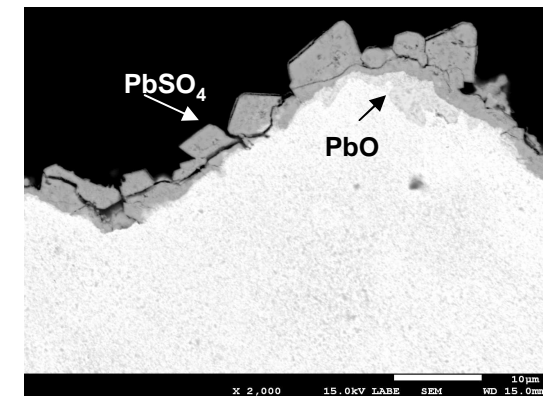
## Couche de Pb sur les grilles CARBOLEAD



“overcharge” test



“discharge” test



“cycling” test

☺ Comportement très similaire aux alliage PbCaSn industriels

## **Conclusions :**

- faisabilité de la technologie effectuée avec des grilles de taille « ¼ »
- bonne performance en énergie et en puissance obtenues avec des plaques épaisses
- technologie assez compatible avec les procédés typiques industriels d'empattage, murissage, formation et assemblage des accumulateurs au plomb
- la corrosion des grilles positives reste la seule source de défaillance à résoudre
- les électrodes de référence sont capable de gérer les cellules AGM-VRLA de la batterie à long terme

## **Retombées et perspectives scientifiques et industrielles :**

- fabrication des deux grandes séries des grilles « full size »
- amélioration de la résistance de corrosion
- démonstration de la technologie dans l'échelle « kWh » (Taches 3-5)
- création d'un « start-up » pour passage de la technologie sur la prochaine étape industrielle (fabrication des packs pour EV / PHEV)

**Merci pour votre attention**