

# Laboratoire Chimie et Électrochimie des Solides



Mickael Dollé

CR1-CNRS en détachement depuis Janvier 2014  
→ Professeur agrégé au département de Chimie

# Notre laboratoire



## Historique

**1995-2000** - Création d'un laboratoire d'électrochimie des solides à UdeM (Dir. M. Armand, Pr UdeM détaché du CNRS)

**2001-2003** - Laboratoire international UdeM-CNRS sur les matériaux électro-actifs (UMI-2289) (Dir. M. Armand, CNRS)

→ Financements (HQ, 3M, USABC, Matsushita, Toyota, Rhodia, AVESTOR, DKS,...)

→ Plusieurs brevets (>8) dont le  $C\text{-LiFePO}_4$ , exploité sous licence (UdeM-CNRS-ACEP inc) par Phostech Lithium puis par  $C\text{-LiFePO}_4$  Licensing AG (>60M\$).

→ Création de Phostech Lithium (usine de St-Bruno 2005-10) licencié de UdeM-CNRS-HQ

→ Investissement (78M\$) de Süd-Chemie à Candiac dans l'usine de  $C\text{-LiFePO}_4$  2400t/an

**2008-2012** - Chaire de recherche industrielle Phostech-CRSNG sur le stockage et conversion de l'énergie (Pr MacNeil)



# Notre laboratoire



**Janvier 2014** – Arrivée de M. Dollé et création du LCES

Après 9 mois : 1 agent de recherche, 3 postdocs, 2 étudiants d'été et intégration d'un Professeur invité

## Contrats:

- Contrat conjoint École Polytechnique - UdeM du Partenariat Automobile Canada/Clariant (anc. Phostech Inc.) - 6.5M\$
- Participation au projet Recherche et Développement Collaboratif (RDC) High Power Battery Electrodes (évaluation en cours - > 1M\$)
- 1 contrat de recherche avec industriel étranger
- En cours de finalisation:
  - 1 RDC
  - 1 RDC (possible Chaire Industrielle) avec Clariant
  - 1 contrat recherche avec industriel étranger



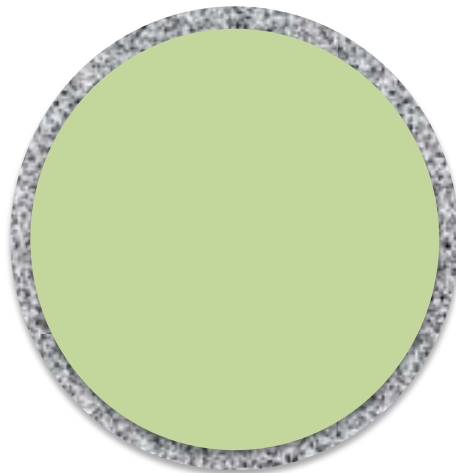
Collaboration académique: Université Catholique de Louvain (Belgique), Université de Sydney (Australie), ICMCB-Bordeaux (France)



# Nos principales découvertes en lien avec les matériaux



**Amélioration de  $\text{LiFePO}_4$  actuellement considéré comme électrode positive des batteries pour véhicules électriques (1996 → 2003)**



## **1 - $\text{LiFePO}_4$ (HQ/UT)**

US 5,910,382 C1,...

## **2 – Dépôt de carbone**

**(Co-propriété ACEP, UdeM, CNRS)**

US 6,962,666,...

## **3 – Dépôt de carbone**

**(Co-propriété HQ, UdeM, CNRS)**

US 7,457,018,...

**Possibles car concertation Chimistes/Électrochimistes des solides, Polyméristes, Chimistes des surfaces, Spectroscopistes,...**

# Nos principales découvertes en lien avec les matériaux



**Nouveau procédé de synthèse de  $\text{LiFePO}_4$  par voie fondue (2003 → aujourd'hui)**



WO 2005/062404 A1 (UdeM/Phostech)

WO 2013/177671 A1 (UdeM/Phostech)

Brevet (UdeM-Poly...) sur l'adaptation du procédé (P3) à des minerais de fer déposé en Mai 2014 (projet APC: EP, UdeM, UWO, Clariant, Canmet)

→ Essais pilotes déjà en cours

→ Réduction du coût du matériau

**Possibles car concertation Chimistes/Électrochimistes des solides, Spécialistes des procédés et Chercheurs-Industriels**

# La piste de développement la plus prometteuse et pourquoi?



Systèmes de stockage de l'énergie déjà bien avancés, même si beaucoup reste à faire. 2 points limitent leur usage plus étendus (e.g. véhicule électrique): 1) le prix et 2) l'autonomie (densité d'énergie)



## 1) PRIX

Impose de discuter avec les industriels des problèmes rencontrés et les convaincre de prendre des risques

Demande de travailler avec des chimistes, thermodynamiciens, experts des procédés, géologues,...



# Une deuxième?



## 2) AUTONOMIE

Amélioration des systèmes actuels → pas de révolution à attendre !!!



Nouveaux systèmes → Recherche exploratoire et regroupement de plusieurs expertises

Exemple : Batteries Li/S ou Li/air (→ Metal/air)



**Systemes céramiques:** plus sûrs, théoriquement plus performants, mais échec depuis 20 ans

2007-2009: projet CéraLion

2010-2014: projet SoliBat



# Plateaux scientifiques dont on doit se doter pour réussir



Plateaux de caractérisations:

Structurale

Microscopie

Surfaces et interfaces

Analyses chimiques

Spectroscopies (Raman, Mossbauer, XPS,...)

RMN du solide

...

Importance d'intégrer des évolutions technologiques pour avoir accès aux évolutions des phénomènes en direct (in situ ou in operando)





# Partenariats incontournables



Grands instruments:  
Synchrotron et neutrons



Théoriciens:

Calculs DFT, dynamique moléculaire



Interactions avec milieux industriels