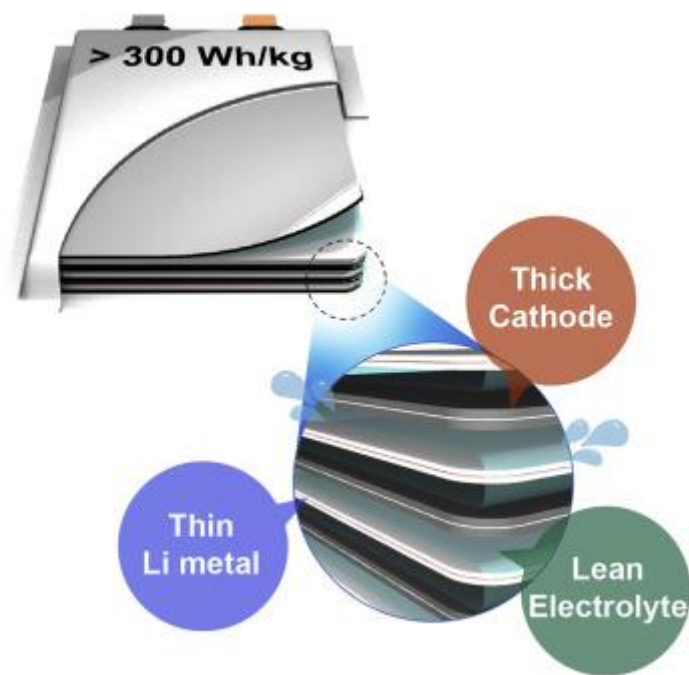


Batteries, supercapacitors, fuel cells: from design to testing

Teachers : Drs F. LEROUX, M. DUBOIS, N. BATISSE, K. GUERIN

High performing energy storage devices for high-power applications including heavy electric vehicles, energy-efficient cargo ships and locomotives, aerospace and stationary grid system are needed. Such devices require systematic design and fabrication of composite material and conductive polymers. Electrochemical capacitors based on nanostructured carbon can complement or replace batteries in electrical energy storage and harvesting applications, when high power delivery or uptake is needed. Energy storage devices' widespread applications in industrial, hybrid electric vehicles and commodity electronics could be facilitated through careful selection of electrolyte-electrode system. Good understanding of charging mechanism is key to improving device's performance.



This course will consist in 12h of lectures (4*3h) and 4 h of tutorials given by 4 researchers all working on transdisciplinary projects implying energy storage. Owing to the nonspecialist audience of this proposed course, an application-oriented approach will be adopted and the necessary basics will be provided within each lecture.-

This course will begin by a first **1h lecture given by K. GUERIN ARAUJO DA SILVA**, assistant professor at Clermont Auvergne University, on the different energy storage systems.

In the second lecture, **M. DUBOIS**, Professor at Clermont Auvergne University, will present materials, electrolyte usable in batteries. Recycling will also be discussed.

The third lecture will be made by **F. LEROUX**, CNRS director. A special analysis of electrode materials by EIS (Electrochemical Impedance Spectroscopy) will be detailed.

In the fourth lecture, **N. BATISSE**, assistant professor at Clermont Auvergne University, will present supercapacitors.

In the last lecture, **K. GUERIN ARAUJO DA SILVA** will **detailed fuel cell and testing of all these systems.**

After this series of lectures, during 4h of tutorials, it will be asked to the learners to work in multidisciplinary teams on recent publications dealing with batteries and to reconstitute their work in an oral presentation for the benefit of the whole group.

Evaluation du cout financier

12h de cours

4h de TD

Déplacement d'Emmanuel Flahaut : 200€ (40€ de logement, 140€ de vol et 20€ de nourriture)

Justification de l'intervention d'Emmanuel FLAHAUT

Emmanuel FLAHAUT est un chercheur hautement expérimenté dans le domaine des nanotubes et de leur biotoxicité (cf. CV et liste de publications jointes). Parler nanotube sans parler de risques chimiques paraît incohérent à l'heure actuelle du fort développement des nanocarbones. Il était donc indispensable de construire ce module pluridisciplinaire en abordant cette notion. Cette expertise n'est pas présente à l'Université Blaise Pascal et c'est pourquoi nous avons choisi de faire appel à Emmanuel FLAHAUT, chercheur avec qui nous collaborons à l'ICCF.

Emmanuel FLAHAUT
<http://eflahaut.nano.free.fr>
e-mail flahaut@chimie.ups-tlse.fr
Tel 0561556970 (fax : 0561556163)
41 ans, marié, 3 enfants
(mise à jour : 27/8/2013)

DIRECTEUR DE RECHERCHE CNRS (DR2), HDR

Formation Universitaire

1993 – 1995 : *Diplôme d'Ingénieur ENSEEG,*
Spécialisation en Génie des Procédés et en Electrochimie,
Institut National Polytechnique de Grenoble

1994 – 1995 : *DEA en Electrochimie,*
Université Joseph Fourier, Grenoble I

1996 – 1999 : *Doctorat en Science des Matériaux*
Université Paul Sabatier, Toulouse III

2000 – 2001 : *Formation post-doctorale à l'Université d'Oxford (Angleterre)*
Inorganic Chemistry Laboratory

2001 –
2007 *Chargé de Recherche CNRS*
Habilitation à Diriger des Recherches, Université Paul Sabatier, Toulouse III

2010 – *Directeur de Recherche CNRS (DR2)*

Principaux travaux de recherche : Nanotubes de Carbone, synthèse et applications

Expérience post-doctorale dans le domaine de la synthèse de nanotubes de carbone par arc électrique, ainsi que dans le **remplissage des NTC** par des composés inorganiques (**cristaux 1D**), certains présentant un comportement semi-conducteur. Cette collaboration s'est renforcée récemment par la participation à un réseau Européen (RTN CARBIO).

Synthèse de nanotubes de carbone (NTC) par dépôt chimique catalytique en phase vapeur (CCVD). Optimisation pour la synthèse spécifique de NTC biparois. Ce type de NTC est particulièrement adapté pour les applications dans lesquelles l'interface NTC – environnement joue un rôle primordial. La synthèse par CCVD de NTC de caractéristiques contrôlées (distribution du nombre de parois et du diamètre) fait partie du cœur de mes activités. Préparation de **Matériaux composites**, plus particulièrement à matrice polymère (matrice époxy ou élastomère) incluant des NTC.

Caractérisation des propriétés électriques, électroniques et optiques des NTC, notamment sous champ magnétique intense, en collaboration avec des laboratoires en France et à l'étranger et avec un partenaire industriel (thèse en cours). **Les questions de toxicité humaine et d'écotoxicité des NTC** (thèse en cours, coordination d'un programme ANR) sont à l'étude, ainsi que les problèmes relatifs à la **purification des NTC** par différentes techniques. **L'application des NTC pour la réalisation de super-condensateurs** ou encore de condensateurs hybrides est étudiée au laboratoire.

En règle générale, un nombre important de collaborations nationales (notamment au travers de diverses ACI, ANR, du GDR Nano-E "Nanotubes" et du GDR ICEINT) et internationales ont été développées et donnent à mes travaux de recherche un caractère interdisciplinaire et international fort.

Responsabilités administratives, Prix, Publications et Communications

- **Expert OMNT** (Observatoire des Micro et Nano Technologies) dans le groupe de travail "effet des nanomatériaux et nanoparticules sur la santé et l'environnement"
- **Membre du Comité experts spécialisés "Agents physiques, nouvelles technologies et grands aménagements" de l'AFSSET** (Agence Française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail) et expert auprès de l'AFSSAPS.
- **Expert occasionnel auprès de la Commission Européenne** (FP7-NMP-2008).

- **Prix Brian Kelly du British Carbon Group (2006)**
- **Médaille Jean Rist de la Société Française de Métallurgie et de Matériaux (2007)**
- **Prix Paul Sabatier de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles Lettres de Toulouse (2007)**

- Publications dans des revues avec comité de lecture : 136
- Actes de congrès et participation à des ouvrages: 28 + 10
- Communications orales : 146 dont 34 invitées internationales
- Communications par affiche ; séminaires : 149 ; 24

Sélection de publications en relation avec la biologie :

P38- C. Salvador-Morales, E. Flahaut, E Sim, J. Sloan, M.L.H.Green, R. B. Sim
Molecular Immunology, 43, (3), (2006), 193-201

"Complement activation and protein adsorption by carbon nanotubes"

P40- E. Flahaut, M.C. Durrieu, M. Remy-Zholgadri, R. Bareille, Ch. Baquey
J. Mater. Sci., 41, (2006), 2411-2416

"Study of the Cytotoxicity of CCVD Carbon Nanotubes"

P47- E. Flahaut, M.C. Durrieu, M. Remy-Zholgadri, R. Bareille, Ch. Baquey
Carbon, 44, (6), (2006), 1093-1099

"Investigation of the cytotoxicity of CCVD carbon nanotubes towards human umbilical vein endothelial cells"

P60- C. Salvador-Morales, P. Townsend, E. Flahaut, C. Vénien-Bryan, A. Vlandas, M.L.H. Green, R. B. Sim
Carbon, 45, (2007), 607-617

"Binding of pulmonary surfactant proteins to carbon nanotubes; potential for damage to lung immune defense mechanisms"

P65- J. Cheng, E. Flahaut, S. H. Cheng
Environmental Toxicology and Chemistry, 26, (4), (2007), 708-716

"Effect of carbon nanotubes on developing zebrafish (*Danio rerio*) embryos"

P71- F. Mouchet, P. Landois, E. Flahaut, E. Pinelli, L. Gauthier
Nanotoxicology, 1, (2), (2007), 149-156

"Assessment of the potential in vivo ecotoxicity of Double-Walled Carbon Nanotubes (DWNTs) in water, using the amphibian *Ambystoma mexicanum*"

P74- F. Mouchet, P. Landois, E. Sarremejean, G. Bernard, P. Puech, E. Pinelli, E. Flahaut, L. Gauthier
Aquatic Toxicology, 87, (2), (2008), 127-137

"Characterisation and in vivo ecotoxicity evaluation of double-wall carbon nanotubes in larvae of the amphibian *xenopus laevis*"

P89- F. Mouchet, P. Landois, V. Datsyuk, P. Puech, E. Pinelli, E. Flahaut, L. Gauthier
Env. Toxicology, 26, (2011), 136-145

"International amphibian micronucleus standardised procedure (ISO 21427-1) for in vivo evaluation of double-walled carbon nanotubes (DWNTs) toxicity and genotoxicity in water"

P93- C. Lamprecht, I. Liashkovich, V. Neves, J. Danzberger, E. Heister, M. Rangl, H. M. Coley, J. McFadden, E. Flahaut, H. J. Gruber, P. Hinterdorfer, F. Kienberger and A. Ebner
Nanotechnology, 20, (37), (2009), 434001:1-7

"AFM imaging of functionalized carbon nanotubes on biological membranes"

P95- F. Mouchet, P. Landois, P. Puech, E. Pinelli, E. Flahaut, L. Gauthier
Nanomedicine, 5, (6), (2010), 963-974

"CNT ecotoxicity in amphibians: assessment of multi-walled carbon nanotubes and comparison with double-walled carbon nanotubes"

P96- K. W. Kwok, K. M. Leung, E. Flahaut, J. Cheng, S. H. Cheng
Nanomedicine, 5, (6), (2010), 951-961

"Chronic toxicity of double-walled carbon nanotubes to three marine organisms: Influence of different dispersion methods"

P100- D. Crouzier, S. Follot, E. Gentilhomme, E. Flahaut, R. Arnaud, V. Dabouis, C. Castellarin, J.C. Debouzy
Toxicology, 272, (1-3), (2010), 39-45

"Carbon nanotubes induce inflammation but decrease the production of reactive oxygen species in lung"

P103- V. Neves, E. Heister, S. Costa, C. Tilmaciu, E. Borowiak-Palen, C. Giusca, E. Flahaut, B. Soula, H. M. Coley, J. McFadden, S. R. P. Silva
Adv. Funct. Mater., 20, (19), (2010), 3272-3279

"Uptake and Release of Double-Walled Carbon Nanotubes by Mammalian Cells"

P105- E. Flahaut

Nanomedicine, 5, (6), (2010), 949-950

Edito of the special focus issue on Environmental Toxicity of Nanoparticles (guest editor)

P106- J. C. Debouzy, D. Crouzier, E. Flahaut

Env. Toxicol. Pharmacology, 30, (2), (2010), 147-152

"Hydrophobic double walled carbon nanotubes interaction with phospholipidic model membranes: 1H-, 2H-, 31P NMR and ESR study"

P110- L. de Gabory, R. Bareille, R. Daculsi, B. L'Azou, E. Flahaut, L. Bordenave

Rhinology, 49, (4), (2011), 445-452

"Carbon nanotubes have a deleterious effect on the nose: the first in vitro data"

P111- A. Beduer, L. Vaysse, E. Flahaut, F. Seichepine, I. Loubinoux, Ch. Vieu

Microelec. Eng., 88, (2011), 1668-1671, doi:10.1016/j.mee.2010.12.049

"Multi-scale engineering for neuronal cell growth and differentiation"

P116- P. Lukanov, V. K. Anuganti, Y. Krupskaya, A-M. Galibert, B. Soula, C. Tilmaciu, A.H. Velders, R. Klingeler, B. Büchner, E. Flahaut

Adv. Funct. Mater., 21, (2011), 3583–3588

"CCVD synthesis of carbon-encapsulated Cobalt nanoparticles for biomedical applications"

P118- V. Sanz, C. Tilmaciu, B. Soula, E. Flahaut, H.M. Coley, S.R.P. Silva, J. McFadden

Carbon, 49, (15), (2011), 5348-5358

"Chloroquine-enhanced gene delivery mediated by carbon nanotubes"

P120- E. Meunier, A. Coste, D. Ollagnier, H. Authier, L. Lefèvre, C. Dardenne, E. Flahaut, B. Pipy

Nanomedicine, 8, (6), (2012), 987–995 (DOI : 10.1016/j.nano.2011.11.004)

"Double-walled carbon nanotubes trigger IL-1 β release in human monocytes through the Nlrp3 inflammasome activation"

P126- V. Neves, A. Gerondopoulos, E. Heister, C. Tilmaciu, E. Flahaut, B. Soula, S.R.P. Silva, J. McFadden, H.M. Coley

Nano Research, 5, (4), (2012), 223-234 (DOI 10.1007/s12274-012-0202-9)

"Cellular localization, accumulation and trafficking of double-walled carbon nanotubes in human prostate cancer cells"

P130- V. Neves, E. Heister, S. Costa, C. Tilmaciu, E. Flahaut, B. Soula, H.M. Coley, J. McFadden, S.R.P. Silva

Nanotechnology, 23, (2012), 365102:1-8 (doi:10.1088/0957-4484/23/36/365102)

"Design of double-walled carbon nanotubes for biomedical applications"

P133- F. Bourdiol, F. Mouchet, A. Perrault, I. Fourquaux, L. Datas, C. Gancet, J-C. Boutonnet, E. Pinelli,

L. Gauthier, E. Flahaut

Carbon, 54, (2013), 175-191 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.carbon.2012.11.024>)

"Biocompatible polymer-assisted dispersion of multi walled carbon nanotubes in water, application to the investigation of their ecotoxicity using *Xenopus laevis* amphibian larvae"

P135- A. Béduer, F. Seichepine, E. Flahaut, I. Loubinoux, L. Vaysse, Ch. Vieu

Langmuir, 28, (50), (2012), 17363–17371 (DOI: 10.1021/la304278n)

"Elucidation of the role of carbon nanotube patterns on the development of cultured neuronal cells"

P137- M. Olivi, E. Zanni, G. De Bellis, C. Talora, M. S. Sarto, C. Palleschi, E. Flahaut, M. Monthieux,

D. Uccelletti, S. Fiorito

Nanoscale (2013), accepted (NR-ART-04-2013-002091)

"Inhibition of microbial growth by carbon nanotube networks"

E. Flahaut - Liste de Publications

[ORCID: 0000-0001-8344-6902]

(Mise à jour le 27/08/2013)

Résumé :

- Publications dans des revues internationales avec comité de lecture :	136
- Publications dans des revues nationales avec comité de lecture :	1
- Brevets :	2
- Actes de congrès	28
- Participation à des ouvrages:	10
- Communications orales :	146
(dont 47 invitées : 34 internationales, 13 nationales)	
- Communications par affiche	149
- Séminaires :	24

Dans le cas des conférences invitées et communications, l'auteur ayant présenté les travaux est repéré par un astérisque.

h-index (ISI Web of Knowledge) : 32 (Juin 2013)
