

#78

Culture Scientifique, Technique et Industrielle en région Centre

hiver 2011

# co valences



2011, année  
internationale de la chimie

**RECHERCHE**

Les batteries  
lithium-ion

**ÉDUCATION**

Les experts  
des protéines

**CULTURE**

Travail des  
muséums

# Les nouvelles expositions DE CENTRE•SCIENCES

## Les interactives

### LA BIODIVERSITÉ, C'EST LA VIE LA BIODIVERSITÉ, C'EST NOTRE VIE

Exposition interactive itinérante de 250 m<sup>2</sup> réalisée par Centre•Sciences dans le cadre de l'Année Internationale de la Biodiversité, à l'initiative de l'UNESCO, l'UNEP, du CBD et du FEM.

TOUT PUBLIC, DÈS LE COLLÈGE – EXPO INTERACTIVE  
SCIENCES ET INNOVATION – ENVIRONNEMENT –  
DÉVELOPPEMENT – CULTURES DU MONDE

#### Descriptif technique :

Adaptable dans des espaces modulés entre 150 et 250 m<sup>2</sup>.  
Conditionnement pour le transport environ 2 m<sup>3</sup> pour 320 kg.

#### Présentation

Cette exposition grand public nous sensibilise sur l'importance de la biodiversité, de sa préservation face aux menaces présentes. Elle met en lumière le développement scientifique et l'innovation pour la préserver, en développant les utilisations durables. Chacun y explore les multiples facettes de la biodiversité, et combien nous y sommes liés pour notre bien-être.



Organisée autour de 6 thèmes principaux, l'exposition comporte 18 panneaux (format 1,20 x 1,80 mètre) et une vingtaine d'interactifs et vidéos. Les expériences interactives questionnent le visiteur sur les notions clés autour de la biodiversité, et de son importance pour l'homme, dans les aspects économiques, culturels, scientifiques et sur l'innovation : diversité et ressources génétiques, innovation et environnement, ingénierie écologique...

## Les expositions panneaux



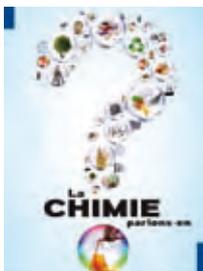
### DE TOUMAÏ À SAPIENS : LA RUÉE VERS L'HOMME

15 panneaux réalisés par la Cité des sciences et de l'industrie, le Muséum national d'histoire naturelle, en partenariat avec l'Institut de paléontologie humaine et des muséums en régions



### DÉCOUVRIR LE VASTE MONDE DES VIRUS

14 panneaux réalisés par l'Inserm, l'Université François-Rabelais de Tours, le CHRU de Tours et Centre•Sciences



### LA CHIMIE, PARLONS-EN

15 panneaux réalisés par les organismes de recherche de la région Centre à l'occasion des 13<sup>e</sup> rencontres scientifiques 2009



### REFLETS DE CIEL, RÊVES ET RAISONS

17 panneaux réalisés par l'Association



### LA BIODIVERSITÉ, C'EST LA VIE, LA BIODIVERSITÉ, C'EST NOTRE VIE

19 posters français-anglais plastifiés réalisés par Centre•Sciences pour l'Unesco et le Ministère des Affaires étrangères et européennes

Covalences / N°78 - hiver 2011  
Bulletin de promotion de la CSTI en région Centre

directeur de la publication / **François Gervais**  
rédacteur en chef / **Olivier Morand**  
coordination de la publication / **Marie-Laure Thurier**  
secrétariat de rédaction / **Marie-Laure Thurier, Claire Langlois**  
conception graphique / **David Héraud**  
impression / **Copie 45, Chécy**

ABONNEMENTS / 1 an, 4 numéros : 15€  
Dépôt légal : janvier 2010 / CPPAP : 1011 G 87229 / ISSN : 1164-9860



Édité par Centre•Sciences / CCSTI de la région Centre  
72 rue du faubourg Bourgogne 45000 Orléans  
Tél : 02 38 77 11 06 / Fax : 02 38 77 11 07  
Mél : [centre.sciences@wanadoo.fr](mailto:centre.sciences@wanadoo.fr)  
Site web : [www.centre-sciences.org](http://www.centre-sciences.org)



Avec le soutien de

Ministère de l'enseignement  
supérieur et de la recherche (DRRT)



Conseil régional du Centre

Université d'Orléans/IUFM

Rectorat de l'académie d'Orléans-Tours

Centre•Sciences, labellisé en 2008 Science et Culture, Innovation  
par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche





## 2011 : année mondiale de la Chimie

L'année 2010 était placée sous le signe de la biodiversité. 2011 sera l'année internationale de la Chimie. Cette discipline évoque souvent cornues, béchers et éprouvettes. On a un peu oublié que les anciennes civilisations transformaient dans des fours les minerais en métaux et en alliages pour forger des outils et des armes, parallèlement à l'élaboration des céramiques et des premiers verres. La métallurgie, ancêtre de la chimie, a continué à suivre sa propre voie surtout lorsque la chimie organique s'est développée à la fin du dix-neuvième siècle. Polymères, pétrochimie, engrais, pigments, cosmétiques, photographie argentique, piles et batteries, nouveaux médicaments, nombreuses sont les avancées à mettre à son crédit. La réduire aux seules pollutions relèverait d'une ingratitude qu'elle ne mérite nullement. 2011 sera aussi l'anniversaire de la découverte de la supraconductivité, cette propriété de certains matériaux permettant le transport du courant électrique sans perte et la lévitation magnétique. Or aucun matériau naturel n'est supraconducteur. C'est la métallurgie puis la chimie du solide qui ont permis de les découvrir puis de les améliorer en liaison étroite avec les études qui ont permis de mieux comprendre leurs propriétés physiques, électriques, magnétiques, optiques, etc.

### 2 » Exposition en région Centre

Muséums en région, comment personnaliser un outil commun... un travail d'équipe

### 4 » Patrimoine et culture technologique dans le Cher

« Espace métal » à Grossouvre : entrer dans l'histoire du fer

### 6 » Expérience éducative dans le Cher

La table des abeilles : une ruche pour la classe

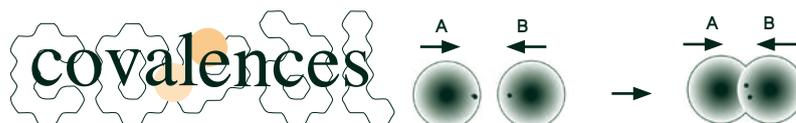
### 8 » Agenda de la CSTI

### 11 » Éducation et recherche en Eure-et-Loir

Des lycéens d'Eure-et-Loir en experts des protéines

### 14 » Recherche énergétique en Indre-et-Loire

Les recherches sur les batteries Lithium-ion : un enjeu énergétique et écologique majeur



**un titre de journal emprunté à la chimie pour illustrer notre action :**  
une liaison covalente s'établit entre deux atomes A et B lorsque A et B ont chacun un électron isolé qu'ils mettent en commun. Le doublet d'électrons se trouve alors à égale distance de A et de B et la liaison est stable.

*D'autres atomes se comportent différemment. L'un d'eux est quelquefois tellement avide d'électrons qu'il accapare les deux électrons. On obtient alors une liaison ionique, moins stable.*

#### PHOTO DE COUVERTURE :

Représentation de la structure chimique d'un liquide ionique : le 1-butyl-1-méthyl-pyrrolidinium bis (trifluorométhanesulfonyl)imide (P14TFSI) ! Voir article p. 14

# Muséums en région, comment personnaliser un outil commun ... un travail d'équipe



*Les muséums de Blois, Bourges, Chartres et Orléans ont présenté une même exposition dans le cadre de l'année internationale de la biodiversité de 2010. Cette exposition, « Biodiversité, la fin du sauvage ? », a pris appui sur un contenu proposé par Universciences.*

## Échanges entre les muséums

Ce projet d'une exposition en commun a été possible dans le cadre d'une association entre les muséums de la région. L'association REMUCE a été créée dans un but d'échange et de partenariat entre les muséums. Récemment l'exposition « Crotte alors ! », inspirée de celle de Nancy et réalisée par l'équipe du muséum de Bourges et devenue itinérante et a été présentée dans les muséums de Tours, Blois puis à Châteaudun.

C'est ainsi que tout naturellement le projet d'une présentation commune à partir d'une exposition d'une structure tierce a été décidé. Auparavant, une première expérience de collaboration a vu le jour en 2008, année du bicentenaire de la naissance de Darwin. Le département « Science actualités » d'Universciences a proposé le contenu de l'exposition « De Toumaï à Sapiens, la ruée vers l'homme ». Les muséums mettaient en retour à disposition certaines pièces issues de leurs collections, mettant en place un système d'échange entre établissements. Au final, cela a donné une même déclinaison de projets scénographiques. L'expérience d'échange ayant été concluante, elle a donc été reconduite.

## Contenu de l'exposition...

L'exposition « dossier » proposée est présentée sous la forme de 16 panneaux très fournis en textes et accompagnés de supports audio-visuels. Ces textes ont été écrits par les journalistes de la rédaction de Science-actualités que dirige Alain Labouze et validés par un conseiller scientifique, Bernard Chevassus-au-Louis. Des scientifiques reconnus donnent également leur point de vue dans de courtes séquences audio. Enfin, de petits films apportent des

informations sur des actions ponctuelles menées dans le monde.

Une grande liberté est alors donnée de présenter l'ensemble des documents ou bien de piocher dans les ressources de l'exposition pour personnaliser le projet : au niveau des choix des objets présentés, de la description d'actions locales menées pour la protection de la biodiversité, etc.

### ... et implication des équipes des muséums

Les muséums de Blois et Chartres ont fait le choix de présenter l'exposition dans son intégralité, en y ajoutant la biodiversité locale. Ainsi, le muséum de Chartres y a intégré la biodiversité à l'échelle de l'Eure-et-Loir et de la planète en présentant des collections (herbier, insectes) issus des réserves rarement présentées au public. Le muséum de Blois a choisi de recentrer sur des problématiques locales en résonance avec la thématique des panneaux : « présence de crapauds calamites sur le chantier du centre nautique », « les abeilles sentinelles de l'environnement », « étude floristique d'un quartier de Blois » ou encore « inventaires de la réserve nationale des vallées de Grand-Pierre et Vitain » et espèces régionales menacées.

En revanche, les muséums de Bourges et Orléans ont fait le choix d'alléger le texte et de proposer un autre niveau de lecture, jusqu'à n'en garder que quelques phrases ou même que quelques expressions. Le muséum d'Orléans a voulu illustrer ce dossier avec un grand nombre d'objets, en particulier des pièces rarement sorties des réserves et des naturalisations récentes. Un scénographe et à un graphiste ont été choisis pour mettre en valeur tous ces éléments. L'équipe du muséum de Bourges est partie sur le concept scénographique d'une exposition qui débarquerait des cales d'un cargo. Un monde de caisses brutes, dans un décor de docks, filets ventrus et spécimens conditionnés pour le transport descendant des plafonds comme portés par des grues. Le concept de la caisse en bois où sont présentés les spécimens rappelle aussi l'enfermement dans lequel évolue de plus en plus la nature dite sauvage. Il y a l'idée du lointain, de l'exotique. Et pour aider le scénographe, le mélange possible des collections : la botanique peut être mitoyenne d'un félin rare ou de coquillages, c'est le côté vrac d'une containerisation pour un voyage au long cours.

Finalement, malgré des différences dans les choix de présentations, parfois très imaginatifs, l'ensemble de ces expositions montrent un fil conducteur commun, une recherche de collaboration approfondie. On peut penser qu'utiliser un support préexistant simplifie



le travail. Cela est tout à fait juste, car le support constitue l'ossature de l'exposition qu'il suffit simplement de compléter, illustrer. Et pourtant, les muséums, par leur regard de spécialiste, sont des lieux privilégiés où ces expositions prennent toute leur mesure.

Pour la rédaction de cet article, remerciements aux directeurs des muséums : Michèle Lemaire de Bourges, Jean-Louis Pointal de Blois, Pierre Boudier de Chartres, Philippe Guillet d'Orléans ainsi qu'à Marie-Joëlle Thonon, chargée des expositions au muséum d'Orléans.

#### Pour plus d'informations :

**Muséum de Blois :** [http://www.ville-blois.fr/rubrique.php?id\\_rubrique=32](http://www.ville-blois.fr/rubrique.php?id_rubrique=32)

**Muséum de Bourges :** <http://www.museum-bourges.net/>

**Muséum de Chartres :** <http://www.ville-chartres.fr/site/site.php?rubr=71&srubr=80&ssrubr=87>

**Muséum d'Orléans :** <http://www.orleans.fr/sports-loisirs-culture/expositions-musees/les-musees/museum-des-sciences-naturelles.html>



# Espace métal à Grossouvre : entrer dans l'histoire du fer



# Marie-Laurence Horion,  
responsable gestion et  
développement SASU MAGES  
# Laurent Petit Desrues,  
animateur Espace Métal -  
Halle de Grossouvre  
# Annie Laurant,  
correspondante

*Le petit village de Grossouvre (240 habitants) fait partie d'un territoire rural au patrimoine industriel varié et emblématique, reconnu dès 1978 par Patrick Léon en charge de l'inventaire à la DRAC Centre. Les élus du Pays Loire-Val d'Aubois, du département du Cher et de la Région Centre prennent en compte ce volet patrimonial et un projet de mise en valeur de sites est préparé à partir de 1999 auquel participent des propriétaires publics et privés et des associations locales.*

## Valorisation du patrimoine industriel local

À Grossouvre, une halle de stockage du charbon de près de 1000 m<sup>2</sup>, à l'architecture remarquable (voir encadré), d'abord cédée à la commune a été classée « monument historique » en 1999. Elle est devenue propriété du Conseil général du Cher qui organise la restauration du bâti entre 2002 et 2004 et décide d'une valorisation en adéquation avec l'ensemble du patrimoine environnant, notamment industriel. En effet, il y a deux siècles, la région était à la pointe des techniques métallurgiques et notamment le berceau de la sidérurgie, avant la Lorraine. Une série d'innovations venue d'Angleterre, mais également des découvertes locales permettent à la fonderie de connaître un essor remarquable au 19<sup>e</sup> siècle. Cet espace de culture scientifique et technologique devient alors un centre d'interprétation dédié au travail du fer. La halle est ouverte au public depuis l'été 2009.

## Une scénographie interactive, pédagogique et ludique

La mise en scène est confiée au journaliste scientifique Jamy Gourmaud, concepteur et animateur de l'émission de vulgarisation scientifique « C'est pas sorcier ». Pour guider le visiteur et évoquer les grandes étapes de la fabrication du fer, Jamy a ressuscité un ingénieur d'origine nivernaise, Georges Dufaud, polytechnicien, maître de forges locales et célèbre inventeur. Secoués par « le train de l'histoire »<sup>1</sup>, nous accédons à un espace jalonné d'usines et déjà il faut résoudre le problème des ressources nécessaires à l'élaboration du fer. L'équilibre d'une énorme balance indique poids et volumes de bois et de minéral à extraire d'un environnement que des montages et des photos précisent. Jamy est à la fois le fer, le feu, l'observateur permanent et le guide au vocabulaire adapté.



Testons sur une maquette notre compréhension des mécanismes installés. Suivons-le dans les entrailles du haut fourneau, bondissant avec les matières incandescentes et les fumées. Le dialogue avec le plaisant fantôme de Georges Dufaud, allant surprendre en Grande-Bretagne des méthodes plus performantes, éclaire l'épisode du laminoir<sup>2</sup> mis au point ici, à Trézy, procédé vite imité partout. Feuilletons le livre des temps métallurgiques dans la loge du magasinier, regardons échantillons, outils et témoignages. Notre quotidien utilise tellement la fonte, le fer et l'acier que s'amoncellent une marmite, un tracteur, un marteau-pilon, un burin, la Tour Eiffel, un pont, une aiguille.

Une pause permet de tirer les tiroirs de la bibliothèque : des réponses sont données à bien d'autres questions plus spécifiques, allant de la nature cristallographique du métal à la vie de quelques ingénieurs. Il est temps alors de s'élever au second niveau de la superstructure métallique, autoporteuse de la scénographie. L'ère de l'acier défie alors les sommets de la charpente de chêne : des commandes font basculer le convertisseur Bessemer ou fondre l'acier du four mis au point par Pierre Martin, petit-fils de G. Dufaud. Observer, écouter, manipuler, jouer. L'espace interactif des grands est aussi un espace pédagogique destiné aux enfants, les 7 à 15 ans entrant très vite dans ce jeu de miroirs entre le passé et le présent.



Maintenant, prenons place dans des fauteuils munis d'écouteurs individuels, pour suivre sur grand écran une histoire de recyclage des matériaux et d'art appliqué. Redescendons ensuite vers les activités temporaires prolongeant les visites. Des expositions y trouvent place, celles de Centre•Sciences<sup>3</sup> et celles d'artistes et autres praticiens reformant les métaux pour faire surgir un bestiaire fabuleux, une architecture contemporaine ou un mécanisme digne du concours Lépine. Cette zone de liberté active est dotée de systèmes audiovisuels stimulant les échanges par groupe de 10 à 100 personnes.

### Un projet de développement local

Il est possible également d'accéder au village, aux logements ouvriers dont l'immeuble dénommé « Les Galeries » à cause du moyen d'accès aux appartements (ISMH<sup>4</sup> 1995 re-habitées en 2008), au four à chaux ou à la tuilerie de Grossouvre. Libre à chacun d'aller ensuite à l'auberge, au château, ou de parcourir les forêts, de suivre le canal du Berry ou les rives de l'Aubois dont l'énergie a animé les forges du Val.

L'ouverture à un large public de la Halle de Grossouvre constitue une étape décisive dans un projet de développement local en évolution sur « une route de connaissance de l'industrie ».

## UNE CHARPENTERIE REMARQUABLE

On découvre cette halle derrière le long bâtiment et les trois cheminées de la tuilerie (aujourd'hui gérée par l'entreprise Imerys Toiture) qui remplace sur le même site une ancienne forge. Elle a été construite vers 1844 pour abriter le charbon de bois nécessaire au fonctionnement du haut fourneau et de la forge d'affinage. Beaucoup de constructions du village, la forge et sa halle de même que le château, ont été ordonnancées par la famille Aguado qui possédait « le domaine de Grossouvre, Trézy et les Bordes » depuis 1833.

La disposition et la forme des ouvertures de la halle sont directement inspirées de modèles gallois vus, lors de son premier voyage outre Manche (1817), par le maître de forges Georges Dufaud, directeur général de la société Boigues, qui détenaient le bail des usines en activité. Quatre séries de piliers délimitent trois longues nefs. Les dix premiers soutiennent la sablière de la façade antérieure, ouverte sur l'extérieur pour maintenir l'aération, et maintenant vitrée. Le calcaire et le chêne sont utilisés, car la société Boigues ne saura fabriquer des colonnes métalliques assez hautes (15 m) qu'une décennie plus tard. Pour chaque ferme de la charpente, une originale combinaison de transition conjugue éléments en bois et en fer et deux gros fils, ancrés sur les pignons, les relie, à tension réglable. La charpente, magnifique, se laisse admirer sous tous les angles.

### Renseignements :

Espace Métal. Route de Véreaux.  
18600 GROSSOUVRE.

[www.espacemetal.com](http://www.espacemetal.com)

GPS : lat. 46,880° long. 2,934°

Tél. 02 48 77 06 38.

[halledegrossouvre@orange.fr](mailto:halledegrossouvre@orange.fr)

### Liens :

[www.paysloirevaldaubois.com](http://www.paysloirevaldaubois.com)

[www.atfaubois.org](http://www.atfaubois.org)

### Office de tourisme :

[ot.laguerchecher@wanadoo.fr](mailto:ot.laguerchecher@wanadoo.fr)

Conseil général du Cher : [www.cg18.fr](http://www.cg18.fr)

1. Salle simulant un train. Sont projetées sur les murs latéraux des images animées donnant au spectateur l'illusion d'être en mouvement.

2. Le laminoir est une machine composée de deux cylindres d'acier tournant en sens inverse entre lesquels on fait passer le métal pour le réduire en feuilles, lames ou barres minces

3. Ex : *Tendre est la pierre* jusqu'au 29 mars

4. ISMH : Inventaire supplémentaire des monuments historiques

# La table des abeilles : une ruche pour la classe



## # Jean-Pierre Martin

Département Mesures Physiques,  
IUT de Bourges

*pédagogiques et d'activités, avec la possibilité de faire appel à des référents apicoles. Nous souhaitons ensuite que ce projet, basé dans un premier temps dans la classe de Morgan Carn à Marçais, puisse essaimer et que toute école intéressée, dans le département du Cher dans un premier temps puis au-delà, n'ait pas peur de se lancer dans l'aventure. Au final, la création d'un réseau de classes ou d'écoles travaillant sur ce projet en utilisant ce type de ruche serait un enrichissement supplémentaire.*

### Pourquoi des abeilles dans une classe ?

Il n'est pas rare de rencontrer une présence animale dans les classes de primaire ou de maternelle (hamsters, gerbille, cochon d'Inde, poissons rouges, coccinelles, phasmes, canaris, etc.). De façon tout à fait naturelle, les animaux attirent et fascinent les enfants. Ils peuvent alors être le prétexte pour faire autre chose, pour être plus qu'une simple présence agréable. Le suivi d'une population de phasmes permet d'appréhender certaines notions

de calcul, en parler conduit à s'exprimer à l'oral, faire un compte-rendu permet de travailler l'écrit, etc. Les abeilles peuvent jouer ce rôle comme n'importe quel animal. Mais elles peuvent aussi permettre d'aller plus loin, car elles sont à la croisée de bien des disciplines. Ce sont des insectes sociaux passionnants à observer. Elles ont une organisation très structurée. Elles sont un point d'entrée dans le monde animal, dans celui des plantes également. Ce sont à la fois des animaux sauvages et domestiques. Témoins de l'état de notre environnement, elles incitent à prendre conscience de la fragilité du monde qui nous entoure. Produisant entre autres du miel, elles permettent d'aborder l'aspect du goût, de la nourriture. Elles peuvent être un prétexte pour la plupart des activités proposées en classe. En particulier, la tenue d'un cahier d'observations conduit les élèves à mettre en place une vraie démarche scientifique : observations, interprétations, questions, hypothèses, essais, erreurs, interrogations de spécialistes, confrontation des résultats entre eux et avec l'observation, etc. En créant un réseau de classes, on permet aussi un contact avec les autres via

*Au départ, il y a eu l'envie d'installer une ruche dans une classe, des gens qui se rencontrent, qui travaillent ensemble, et ensuite, un projet qui évolue sensiblement. C'est la table des abeilles.*

*L'idée est la suivante : pouvoir proposer une ruche d'observation utilisable en milieu scolaire, qui serait accompagnée de fiches*

une correspondance écrite et électronique. La possibilité de faire de petites récoltes sur le modèle de ruche proposé est aussi extrêmement gratifiante pour les enfants et leur permet de vérifier en temps réel la richesse des goûts du miel.

### La ruche

Le cahier des charges était simple : une excellente visibilité de la vie de la colonie ; des conditions de vie satisfaisantes pour les abeilles ; une sécurité maximale.

Nous avons donc opté pour une ruche plate, vitrée sur les deux faces. Elle présente une surface d'observation de près d'1 m<sup>2</sup> par face, ce qui commence à être satisfaisant en classe. La ruche est conçue autour d'un grand cadre<sup>1</sup>, divisée en 6 quartiers<sup>2</sup>, 2 colonnes et 3 lignes. Un nourrisseur est placé sur le dessus de la ruche, ainsi que plusieurs orifices utilisables pour des micro récoltes. Des volets permettent d'occulter les faces vitrées et garantissent à la colonie une relative tranquillité. Ils permettent aussi aux enfants d'intégrer le fait que les abeilles ne sont pas forcément à leur disposition en permanence. Ainsi, l'enseignant a la liberté de définir le type d'accès à la ruche qu'il souhaite. Ces volets sont réalisés en contre-plaqué et ils peuvent être démontés et peints par les enfants qui s'approprient ainsi totalement la ruche. De plus, d'un point de vue symbolique, ces deux volets qu'on ouvre pour observer les abeilles peuvent aussi évoquer un livre, ce qui peut être intéressant dans une classe.

La table des abeilles est un lieu de la classe à part entière. La ruche est fixée sur une table où les enfants peuvent poser leurs cahiers, crayons et matériel d'observation. La table est elle-même fixée au sol. En regardant dedans, ils regardent dehors. C'est un lieu d'observation et d'étude totalement intégré à la classe.

### Des référents apicoles : une nécessité

Dans ce travail, on peut distinguer deux niveaux de référents : l'un au quotidien et l'autre de façon plus occasionnelle. Il n'y a pas de hiérarchie, les deux sont essentiels. Premièrement, il est bien qu'un apiculteur voisin de l'école puisse suivre le projet. C'est lui le référent au quotidien pour l'installation des abeilles dans la ruche, le suivi de la population et les conseils avisés.

Deuxièmement, les comportements observés ne sont pas toujours évidents à comprendre. C'est pourquoi ce projet prévoit de mettre à disposition des classes une liste de spécialistes des abeilles que les enfants pourront interroger afin de vérifier qu'une observation est bonne, une hypothèse juste ou pour répondre à une question demeurée sans réponse. Les référents sont des spécialistes

à différents titres, chercheurs, enseignants, apiculteurs, techniciens, ingénieurs, médecins, qui ont accepté de participer à ce projet et qui le soutiennent. Ils en font partie intégrante et leur rôle est vraiment très important. Même si l'apiculteur référent peut répondre à de nombreuses questions, il est intéressant pour les enfants de s'adresser à d'autres personnes.

### Calendrier prévu

La ruche a été peuplée par Rémi Pelissier, apiculteur, au mois de juillet 2010 et a été installée dans la classe le 21 septembre. Dans un premier temps, Morgan Carn, l'enseignant, va observer les enfants autour de la ruche et leur proposer différentes acti-

tivités. À la suite de cela, il rédigera des fiches pédagogiques en collaboration avec David Authier, professeur de sciences naturelles à l'IUFM de Bourges, les conseillers pédagogiques de l'Inspection Académique du Cher et les responsables du service pédagogie de Micropolis.

1. Ce cadre prend place dans un autre cadre rainuré qui sert d'armature à la ruche, et qui permet de maintenir les faces en plexiglas. Des orifices permettent la ventilation en particulier sur la face inférieure et sur les faces verticales.
2. Chaque quartier est tendu de fil métallique et reçoit une feuille de cire gaufrée.

## LES PREMIÈRES OBSERVATIONS DES ÉLÈVES

Morgan Carn, qui accueille la table des abeilles dans sa classe, prend plaisir à faire de nombreuses observations avec les enfants.

« On reconnaît bien la reine avec son point vert sur le dos », remarque Pierre-Jean. « Il y a des abeilles qui font le ménage », constate Camille. Et ce sont les gardiennes qui impressionnent le plus Émilie. « En ce début d'année, précise l'enseignant, les élèves ont travaillé sur l'anatomie des abeilles. Ils ont pu les nourrir avec du sirop pour augmenter un peu les réserves. Ils ont aussi réalisé une décoration en s'inspirant des techniques aborigènes. Pour leurs questions concernant ces insectes, ils peuvent trouver, dans l'immédiat, des réponses auprès de Rémy Pélissier, apiculteur et producteur de gelée royale à Touchay, non loin de l'école, mais aussi de Serge Capet, président du Rucher École de Bourges et de David Authier, enseignant à l'IUFM de Bourges et responsable pédagogique auprès du muséum d'histoire naturelle de Bourges. »



La table des abeilles dans l'école de Marçais

# L'agenda

Hiver 2011

de CSTI en région Centre

Retrouvez l'actualité de la CSTI  
sur [www.centre-sciences.org](http://www.centre-sciences.org)

## Les expositions de Centre•Sciences

### Cher

#### Grossouvre

##### Tendre est la pierre

Exposition interactive

Halle de Grossouvre jusqu'au 29 mars

##### Le génie des ponts

Exposition interactive

Halle de Grossouvre de mars à décembre

#### Nançay

##### De l'arbre à la forêt

Exposition interactive

Pôle des étoiles de février à novembre

### Eure et Loir

#### Dreux

##### L'alerte aux climats

Océans et climats, des échanges pour la vie

Centre culturel du lièvre d'or du 6

au 31 janvier

##### Tous parents, tous différents

Médiathèque d'Odyssee du 8 janvier

au 5 février

### Indre

#### Issoudun

##### Planétarium

Médiathèque Albert Camus du 14 mars

au 28 mai

### Indre et Loire

#### Monts

##### Recherche et développement durable

Bibliothèque montoise du 3 au 31 janvier

#### Tours

##### Les 5 sens – le sommeil

Bibliothèque municipale du 12 mars

au 16 avril

### Loiret

#### Trainou

##### Couleur - Bestiaire

Mairie de Trainou du 25 janvier au 8 février

#### Cien

##### L'envol

Exposition interactive

L'espace culturel de mars à avril

## • Eure-et-Loir

### Chartres

#### Les images dans l'espace architectural, disposition et réception

Centre international du Vitrail, les 19 et 20 mars 2011, sous réservation.

#### La fin de la faim. Comment nourrir les hommes ?

Exposition

COMPACT, jusqu'au 15 août 2011

#### Les métiers de la police scientifique

Conférence d'Henri Duday, Directeur de Recherche de Classe Exceptionnelle au CNRS, Directeur d'études à l'école pratique des Hautes études (directeur du Laboratoire de paléanthropologie de l'EPHE, 3<sup>ème</sup> section),

Muséum, mardi 1<sup>er</sup> février à 20h30

### Orgères-en-Beauce

#### Vers zéro phytosanitaire ?

Exposition ayant pour thème les phytosanitaires.

Maison de la Beauce, jusqu'au 31 mars 2011

## • Indre



### Des Maths... en somme !

Exposition de la FRMJC Centre à :

#### Buzançais

Salle des mariages de la mairie, du 6 au 11 janvier 2011, entrée libre

#### Levroux

Salle Jabeneau, du 13 au 18 janvier, entrée libre

#### Valençay

Salle Pierre de La Roche (à côté de la mairie), du 19 au 26 janvier, entrée libre

Partout en

région Centre

### Portes ouvertes des universités

29 janvier : centre universitaire de Blois

12 février : université François Rabelais

Tours, université d'Orléans, l'IUFM de Tours et d'Orléans

12 mars : centre universitaire de Bourges,

centre universitaire de Chartres, centre

universitaire de l'Indre

## • Cher

### Bourges

#### Des métiers pour une manip

Projection du film suivi d'un débat en présence de Philippe Claire, réalisateur, Michel Tagger, responsable du programme LOFAR.

Muséum, mardi 18 janvier à 20h

### Photographes de nature 2010

Exposition organisée par le Natural History Museum de Londres.

Muséum, jusqu'au 13 février

### La communication chimique chez les insectes sociaux

Conférence par Anne-Geneviève Bagneres directrice de recherche à l'IRBI.

Muséum, mardi 15 février

### Les animaux en ville

Exposition

Muséum, du 26 février à juin

### Castors d'Europe : les grands copains de la nature

Exposition

Muséum, du 2 mars au 30 avril

### Sauvegarde de la Biodiversité : les effets des pesticides sur les abeilles

Conférence par Jacques Bonmatin, chercheur au CBM

Muséum, mardi 15 mars à 20h

# • Indre-et-Loire

## Tours

### Dimanches verts

Visites pour adultes et animations pour enfants (animations sur réservation)

- Les curiosités végétales 9 janvier
- Fabrication d'un compost 6 février
- Les bulbes précoces 6 mars

Jardin botanique de Tours le 1<sup>er</sup> dimanche du mois, rendez-vous à 10h devant la grande serre de collections du jardin

### Journées RASTERE

5<sup>e</sup> rencontres nationales sur le thème



« L'animation scientifique, l'éducation à l'environnement et la fabrique des opinions »

IUT de Tours, les 20 et 21 janvier

• Découvrons les oiseaux des rives du cher, 12 janvier

• Les Cormorans et autres oiseaux

hivernants à Tours, 29 janvier

Animation guidée pour tous

Maison de Loire, sur réservation, entrée payante

### La protection solaire

Exposition par Gérard Lorette du service

de dermatologie au CHU de Tours

Muséum, mardi 22 mars à 20h30

### Rites et symboles des compagnons : une construction permanente

Conférence par Laurent Bastard

Musée du Compagnonnage, mardi 29 mars, à 20 h 30, entrée à 3,40 €

## Bléré

### Les cormorans et autres oiseaux hivernants

Animation guidée pour tous

Maison de Loire, 22 janvier, sur réservation, entrée payante

## Bondésir

### Traces et indices à Bondésir

Animation guidée pour tous

Maison de Loire, 26 janvier, sur réservation, entrée payante

## Montlouis-sur-Loire

• Sur les traces du castor, 12 mars

• A la découverte d'une colonie de mouettes, 19 mars

Animation guidée pour tous

Maison de Loire, sur réservation, entrée payante

## Noizay

### Entre Loire et champs

Animation guidée pour tous.

Véhicule nécessaire.

Observation des oiseaux

Maison de Loire, 5 février, sur réservation, entrée payante

# • Loir-et-Cher

## Blois

### Biodiversité, la fin du sauvage ?

Expo-dossier d'Universcience

Muséum jusqu'au 13 mars

### Créatures de la nuit : les

### chauves-souris sont nos amies

Exposition conçue par le Muséum de Bourges

Bibliothèque Abbé-Grégoire,

jusqu'au 12 janvier

### L'avenir du vivant

Conférence par Patrick Blandin,

professeur émérite du Muséum national d'histoire naturelle

Auditorium de la bibliothèque

Abbé Grégoire, mardi 8 mars à 20h30

# • Loiret

## Orléans

### Objectif : faune des bois et des jardins

Exposition photos

Muséum, jusqu'au 9 janvier

## Animaux de la forêt de France et d'Europe

Exposition présentée dans le cadre de « 2011, Année de la Forêt ».

Muséum, dans la rotonde du 4<sup>e</sup>, du 12 février au 26 juin

### Biodiversité : la fin du sauvage ?

Muséum, au rez-de-chaussée, jusqu'au 4 septembre 2011

### Les énergies du Futur : Mythes et Réalités

Conférence par Pascal Brault, directeur de la fédération de recherche EPEE

Muséum, mardi 25 janvier 2011 à 20h30

### L'écotoxicologie et le lien avec les abeilles

Conférence organisée par Loiret Nature Environnement, avec Axel DECOURTYE, chercheur à l'ACTA.

Muséum, mardi 1<sup>er</sup> février à 20h

### Le rôle des sols dans l'effet de serre

Conférence par Catherine Hénault, directrice de l'unité des sciences du sol et Agnès Grossel, chargée de recherche à l'INRA

Muséum, mardi 15 février 2011 à 20h30

### Mathématiques, les pieds dans l'eau

Conférence par Frédéric Darboux directeur de recherche et chercheur en science du sol à l'INRA et Carine Lucas Maîtres de conférence en mathématiques appliquées au Laboratoire Mapmo, CNRS et université d'Orléans

Muséum, mardi 15 mars 2011 à 20h30

### Les relations entre les fourmis et les hommes

Conférence de Luc GOMEL, organisée par Loiret Nature Environnement.

Muséum, lundi 28 mars à 20h

## Dordives

### Exposition, Joël Rey

Musée du verre et de ses métiers, du 1<sup>er</sup> mars au 22 mai 2011

## COORDONNÉES DES ORGANISMES CITÉS

ARBORETUM DES BARRES	02 38 97 62 21	MAISON DE LA BEAUCE	02 37 99 75 58
BIBLIOTHÈQUE MUNICIPALE	02 47 28 72 89	MAISON DE LOIRE DE MONTLOUIS	02 47 50 97 52
BIBLIOTHÈQUE MONTOISE	02 47 26 21 11	MÉDIATHÈQUE ALBERT CAMUS	02 54 21 61 43
CENTRE CULTUREL DU LIÈVRE D'OR	02 37 46 36 85	MÉDIATHÈQUE D'ODYSSÉE	02 37 82 68 20
CENTRE INTERNATIONAL DU VITRAIL	02 37 21 65 72	MUSÉE DU COMPAGNONNAGE	02 47 21 62 20
HALLE DE GROSSOUVRE	02 48 77 06 38	MUSÉE DU VERRE ET DE SES MÉTIERS	02 38 92 79 06
JARDIN BOTANIQUE TOURS	02 47 21 62 82	MUSÉUM DE BOURGES	02 48 65 37 34
LE COMPA	02 37 84 15 00	MUSÉUM DE BLOIS	02 54 90 21 00
MAIRIE DE BUZANCAIS	02 54 84 19 33	MUSÉUM DE CHARTRES	02 37 88 43 86
MAIRIE DE LEVROUX	02 54 35 70 54	MUSÉUM D'ORLÉANS	02 38 54 61 05
MAIRIE DE TRAINOU	02 38 65 63 08	MUSÉUM DE TOURS	02 47 64 13 31
MAIRIE DE VALENCAY	02 54 00 32 32		

### Inauguration de deux laboratoires à l'INRA d'Orléans :

Gérard Moisselin, préfet de la Région Centre et préfet du Loiret, François Bonneau, président du Conseil Régional, et Marion Guillou, présidente directrice générale de l'INRA, ont inauguré le jeudi 25 novembre 2010 deux laboratoires au centre INRA d'Orléans, pour les unités Science du Sol et InfoSol, et Zoologie forestière.

### Le laboratoire d'observation et de protection des sols pour mieux quantifier les gaz à effet de serre

Ce laboratoire d'observation et de protection des sols est l'un des volets du projet Spatio-Flux inscrit au Contrat de Projet Etat-Région (CPER) 2007-2013. L'autre volet correspond à la mise en place de dispositifs instrumentés sur le terrain. L'INRA est porteur de ce projet en partenariat avec le BRGM, le CNRS et l'Université d'Orléans, membres du cluster régional de recherche RESONAT (Gestion durable des ressources naturelles). Les objectifs du projet SpatioFlux sont de progresser dans le domaine de la métrologie spatialisée des flux d'eau, de carbone et d'azote et, à la suite, de développer une approche intégrée des échanges entre les compartiments de l'environnement que sont l'eau, les sols, la végétation et l'atmosphère.

Les deux unités du centre INRA d'Orléans, Science du sol et InfoSol, qui étudient les sols et leur impact agronomique et environnemental, seront au cœur du dispositif.

La partie la plus innovante concerne la quantification des émissions de gaz à effet de serre (GES) selon la diversité des types de sols et leurs usages.

### Le laboratoire protégé pour l'étude des insectes invasifs

L'Unité de Recherche de Zoologie Forestière a mené des études dans le cadre du projet européen DAISIE (Delivering Alien Invasive Species Inventories in Europe) qui ont permis d'établir la première liste des insectes exotiques présents en Europe. Plus de 1390 espèces ont ainsi été répertoriées et nombre d'entre elles identifiées comme posant des problèmes d'ordre écologique ou économique une fois établies en Europe.

Ce nouveau laboratoire dit « de quarantaine » permettra à l'unité de Zoologie Forestière d'élever et d'étudier des insectes exotiques dans des conditions de sécurité maximale.

### Trophées INPI et régional de l'innovation pour deux entreprises de la région Centre décernés le 29 novembre 2010

Lundi 29 novembre 2010, le Centre de Conférences d'Orléans a accueilli la 3<sup>e</sup> Conférence régionale de l'innovation, organisée par

l'ARITT Centre pour le compte de l'Etat et du Conseil régional du Centre. Cette conférence a parmi ses objectifs d'illustrer l'exemplarité de certaines démarches d'innovation au sein des entreprises de la région par les trophées régionaux de l'innovation. Cette année, pour renforcer l'illustration des démarches d'innovation en entreprise, la Conférence régionale a accueilli la remise des trophées INPI, illustrant les initiatives les plus intéressantes en matière de gestion de la propriété industrielle.

### La société CBE a reçu ce jour là le trophée régional de l'innovation et international.

Cette société est spécialisée dans la conception et la fabrication de moules pour voussoirs de tunnels en béton, d'équipements de maintenance, d'usines de fabrication de moules clés en main. Elle intervient pour les chantiers de métro, routes, chemins de fer, transports de fluide ou encore passage de câbles. La société a des marchés internationaux et vient d'ailleurs de signer un contrat au Royaume Uni dans le cadre de la construction tunnel de 7 km pour acheminer les eaux pluviales et usées à l'est de Londres. Rachetée en 2005 par Didier LEFEBVRE, l'entreprise investit en permanence en recherche et développement. Elle a d'ailleurs créé une cellule dédiée à la R&D pour structurer la démarche de recherche sur les techniques de conception des moules et les matériaux utilisés ainsi que des systèmes d'automatisme pour les usines de préfabrication. Elle pilote et identifie des projets innovants destinés à anticiper les besoins et attentes du marché au niveau international.

Le jury de l'INPI a souhaité récompenser le laboratoire « Imagerie et Cerveau » pour les développements innovants réalisés par ses équipes de recherche, en particulier dans le domaine des ultrasons.

En plus d'une stratégie de dépôt de brevet, le laboratoire valorise ses résultats de recherche par la création d'entreprises. La prochaine création prévue concerne le projet RHEACOU-TICS porté par deux chercheurs du laboratoire. Ce projet de création d'entreprise repose sur un dispositif innovant de mesure acoustique des propriétés viscoélastiques de fluides ou solides, qui a été protégé par un brevet.

#### Contacts

M. Didier LEFEBVRE

cbe@cbegroup.fr

Tél. : 02 47 37 53 64

Monsieur Franck TESTON, Vice-Président de l'Université F. Rabelais, en charge de la valorisation

franck.teston@univ-tours.fr

Tel: 06 22 38 56 30

### « Des métiers pour une manip. », un DVD et des clips métiers pour découvrir une nouvelle instrumentation scientifique en région Centre.

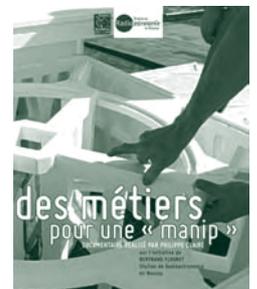
Un nouvel instrument scientifique implanté sur la Station de radioastronomie de Nançay sera prochainement inauguré. Le radiotélescope LOFAR (Low Frequency Array) présentera un instrument des plus modernes et performants dans le domaine de la radio astronomie. Ce très grand interféromètre basses fréquences (de 30 à 240 MHz) est formé d'une cinquantaine de réseaux phasés (groupes d'antennes). Une quarantaine de ces réseaux, totalisant environ 35 000 antennes élémentaires, se trouvent aux Pays-Bas et une dizaine d'autres, environ 16 000 antennes, dans les pays environnants. En France, l'un de ces réseaux (1 600 antennes et leurs 96 récepteurs associés) vient d'être installé à la station de radioastronomie de Nançay (unité de l'Observatoire de Paris, du CNRS et de l'Université d'Orléans) en région Centre.

Le DVD « Des métiers pour une manip. »

Au fil des métiers - chercheurs, ingénieurs, agents administratifs ou techniciens - nous découvrons la réalisation d'une « manip. » pour la recherche, lors de la construction d'instruments de radioastronomie. Au travers d'une dizaine de portraits, nous assistons à toutes les étapes de la mise en place des antennes du nouveau radiotélescope LoFAR (Low Frequency ARray), une première en France. C'est l'opportunité de suivre le quotidien d'un des plus vastes centres d'observation qu'est la Station de Radioastronomie de Nançay (Cher). A destination des enseignants, le DVD peut être consulté et demandé auprès de Centre•Sciences ou de la Station de Radioastronomie de Nançay.

Retrouvez également 10 clips métiers sur le site web de Centre•Sciences.

Réalisation :  
Philippe Claire  
Avec le soutien du  
Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, Conseil régional du Centre, Conseil général du Cher, Observatoire de Paris, et Observatoire des Sciences de l'Univers en région Centre.  
Producteur exécutif :  
Prospective Image.  
Producteur délégué :  
Station de radioastronomie de Nançay & Centre•Sciences.



# Des lycéens d'Eure-et-Loir en experts des protéines

# Ammonière Marine,  
Bourlet Emeline,  
Cochin Morgane,  
Douiller Audrey,  
Houssier Sara,  
Leguay Kévin,  
Moreau Perrine,  
Najean Emilie,  
Théys Océane,

lycéens des lycées Rémi Belleau de Nogent-le-rotrou, Jehan de Beauce de Chartres

*Les lycées Rémi Belleau de Nogent-le-Rotrou et Jehan de Beauce de Chartres se sont associés à l'Antenne scientifique universitaire de Chartres, au Centre de biophysique moléculaire (CBM, laboratoire de recherche rattaché au CNRS) d'Orléans et au synchrotron SOLEIL<sup>1</sup> de Gif-sur-Yvette afin de réaliser un projet scientifique : la cristallisation d'une protéine, le lysozyme, et l'étude de sa structure.*

*Il s'agit d'un atelier pédagogique, réalisé avec le soutien du rectorat de l'académie d'Orléans-Tours, dont le but est de créer un pôle de recherche pédagogique en faisant se rencontrer élèves des lycées et chercheurs autour d'un projet concret et ambitieux permettant aux lycéens d'utiliser des techniques biochimiques et biophysiques modernes.*

## Un pôle de recherche pédagogique...

Les protéines sont des molécules biologiques essentielles au fonctionnement de nos cellules. Certaines d'entre elles, les enzymes, peuvent réaliser des réactions chimiques pour permettre, par exemple, de digérer la nourriture, de produire de l'énergie, etc.

Elles sont composées d'un enchaînement de petites molécules, les acides aminés, enchaînement qui va définir la structure tridimensionnelle de la protéine.

La connaissance de cette structure permet de comprendre leur rôle et leur mode d'action par la mise en évidence d'une cavité, le site actif, lieu où vont se dérouler les réactions.

Le lysozyme, qui nous a intéressé pour cette étude, est la première enzyme dont on ait déterminé la structure 3D (D. Phillips, 1965). Il appartient à la famille des enzymes hydrolysant les polysaccharides (sucres) de la paroi des bactéries est sécrété par les granulocytes et les monocytes. Ainsi, il est capable de détruire la paroi bactérienne en catalysant l'hydrolyse de certains de ces constituants. Cette propriété a incité certains auteurs à le qualifier d'antibiotique corporel. La première description du lysozyme revient au russe P. Laschtchenko en 1909. Son nom a été donné en 1922 par A. Fleming, après qu'il eut observé qu'un « agent des mucus et des larmes » était la cause de la lyse<sup>2</sup> de bactéries.

Si le lysozyme est trouvé dans de nombreux fluides biologiques (larmes, salives, etc.), la forme la plus étudiée, composée de 129 acides aminés, est issue du blanc d'œuf de poule.

Pour étudier cette protéine, il a fallu réaliser un certain nombre d'étapes nécessitant des outils et un environnement particuliers dont on ne dispose pas dans nos lycées. C'est

pourquoi nous avons été accueillis dans des laboratoires de recherche où des chercheurs nous ont encadrés afin de mener à bien notre projet.

## ... permettant d'utiliser des techniques de recherche modernes...

Pour étudier pleinement cette protéine, nous l'avons tout d'abord extraite d'un œuf puis purifiée, cristallisée et enfin analysée pour déterminer son organisation en trois dimensions. Les différentes étapes vous sont présentées ici.

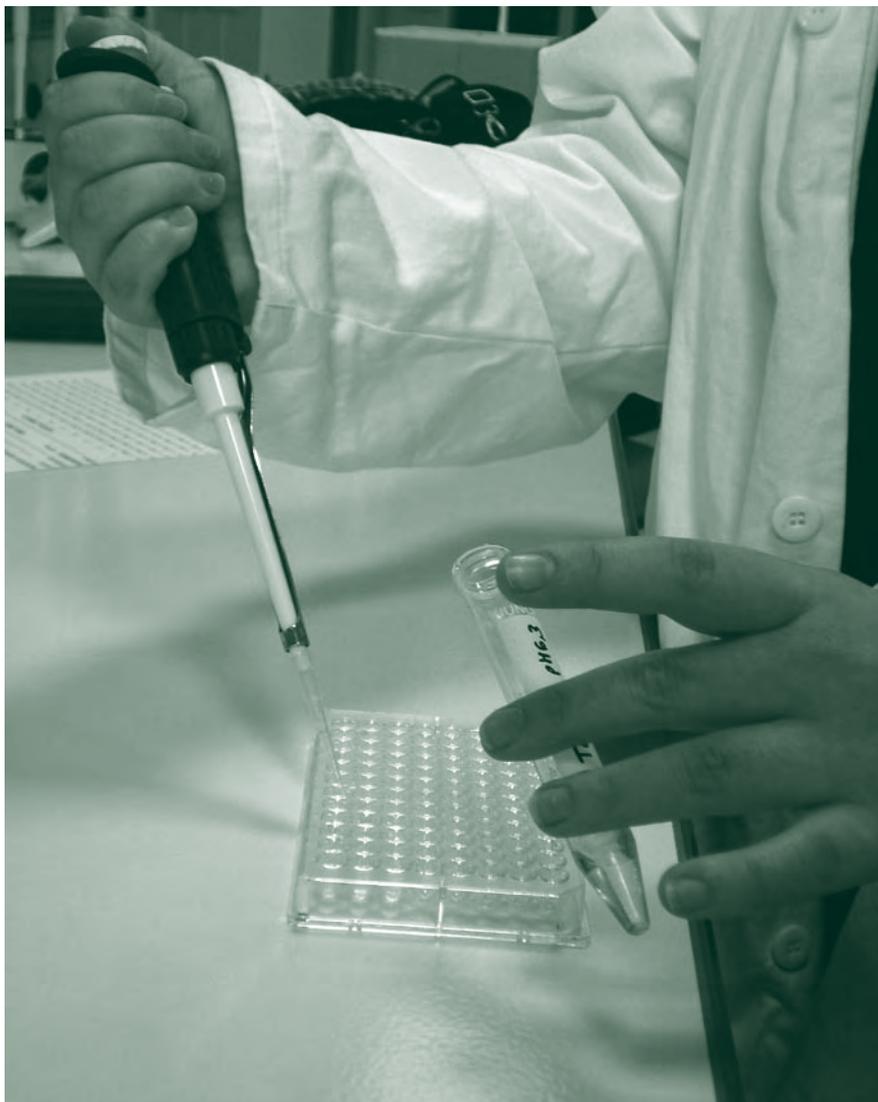
### 1. Extraction et purification du lysozyme

Cette étape a été réalisée à l'antenne scientifique universitaire de Chartres et consistait à extraire le lysozyme du blanc d'œuf de poule et le purifier.

Nous avons pour cela réalisé une extraction à l'aide d'une résine (la carboxyméthyl-cellulose) par interaction de charge : au pH de l'extraction (pH10), le lysozyme est la seule protéine chargée positivement et donc par conséquent la seule à être fixée sur la résine. Suite à différents lavages de la résine permettant d'éliminer toutes les molécules non fixées, notre enzyme est décrochée de la résine par compétition avec une molécule chargée positivement et ayant une affinité plus importante pour la résine, le NaCl (chlorure de sodium ou sel de cuisine que tout le monde connaît !). Celui-ci prend alors la place du lysozyme sur la résine, ce qui permet de récupérer notre molécule.

1. SOLEIL est l'acronyme de : Source optimisée de lumière d'énergie intermédiaire du LURE.

2. Lyse du grec Lysis (action de délier) Dégradation de substance ou organismes par l'action d'un agent physique, chimique ou biologique.



Utilisation du matériel de laboratoire par un élève de l'atelier.

Afin de vérifier que la protéine décrochée à l'étape précédente est bien celle que nous recherchions, nous avons réalisé une électrophorèse sur gel des protéines<sup>3</sup> (SDS-PAGE) et nous avons mesuré l'activité enzymatique de l'extrait purifié à l'aide d'un spectrophotomètre lecteur de microplaque. Une bande unique, correspondant au lysozyme, est observée sur le gel d'électrophorèse confirmant que notre enzyme était bien purifiée (1). De plus, on observe que l'activité enzymatique spécifique est plus importante dans notre extrait purifié (2).

## 2. Cristallisation du lysozyme

Après purification, nous avons procédé à l'étape de cristallisation afin de nous permettre d'en étudier la structure. Cette étape a été réalisée au Centre de biophysique moléculaire à Orléans.

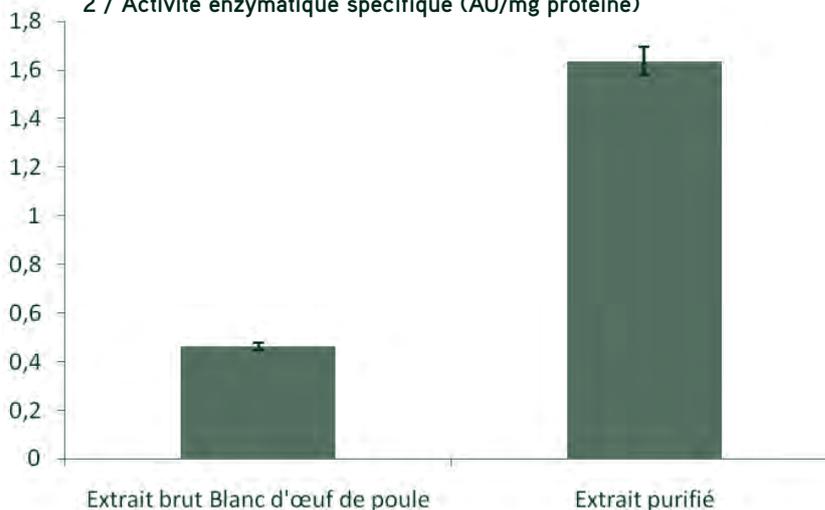
Les cristaux correspondent à un assemblage de nombreuses molécules de lysozyme parfaitement ordonnées ce qui permet d'en analyser la structure. Afin d'obtenir un cristal de lysozyme, nous avons utilisé la méthode de diffusion de vapeur en goutte suspendue. Le principe est le suivant : une goutte de liquide contenant le lysozyme est placée sur une lamelle retournée au dessus d'un grand volume de liquide contenant un agent cristallisant, l'ensemble étant fermé hermétiquement. L'eau se déplace pour « diluer »

3. L'électrophorèse est une technique biochimique de séparation fondée sur le fait que des molécules portant des charges électriques différentes migrent à des vitesses différentes lorsqu'elles sont placées dans un champ électrique.

1 / Gel d'électrophorèse SDS-PAGE avant et après les étapes de purification.



2 / Activité enzymatique spécifique (AU/mg protéine)



le réservoir et « concentrer » la goutte, ce qui permet l'apparition des cristaux de lysozyme. Nous avons pu, par cette technique, obtenir de nombreux cristaux de lysozymes dans nos gouttes (3).

### 3. Analyse des cristaux, obtention de la structure du lysozyme

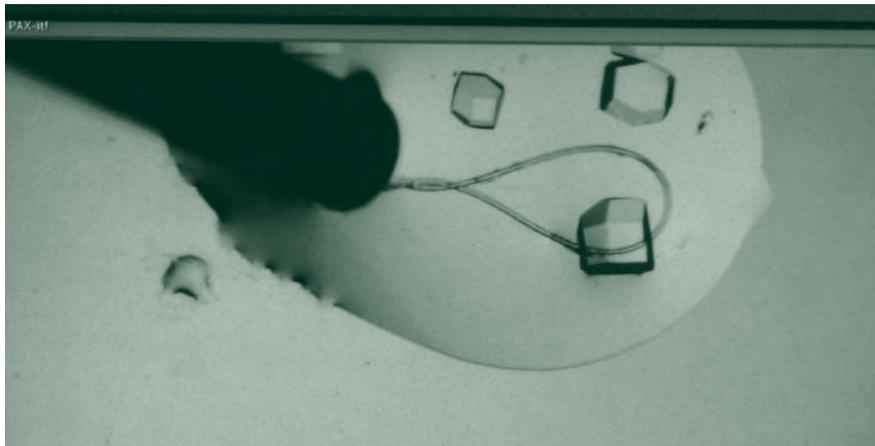
Ces cristaux de lysozyme obtenus ont enfin été analysés au Synchrotron SOLEIL de Gif-sur-Yvette.

Avant de pouvoir étudier la structure du lysozyme, les cristaux sont extraits de la goutte (Figure 2) puis plongés dans de l'huile afin d'éliminer l'eau. L'eau pourrait en effet les faire exploser au contact de l'azote liquide. On les introduit ensuite dans de l'azote liquide (4) : ils sont ainsi congelés et seront toujours en contact avec l'azote liquide jusqu'à la fin de l'expérience afin d'éviter qu'ils ne se dénaturent, notamment au contact des rayons X.

Après avoir placé correctement les cristaux dans la cabine d'expérience, il est alors possible de photographier les clichés de diffraction de rayon X du cristal, placé dans différentes positions. L'ordinateur récolte toutes ces données, affiche les tâches de diffraction du cristal (5). Des cartes de densité électronique sont ensuite produites par des logiciels de reconstitution, puis enfin la structure de notre protéine apparaît en trois dimensions.

### ... et de découvrir le travail des scientifiques

Lors des séances de cet atelier nous avons pu côtoyer des chercheurs dans leurs laboratoires et travailler avec des outils et des techniques que nous n'aurions jamais utilisés au lycée. Tout ceci nous a permis de découvrir un peu le monde de la recherche et d'échanger avec des professionnels. Certaines méthodes comme la reconstitution de la structure 3D sont un peu complexes à comprendre avec nos connaissances actuelles mais nous avons cependant pris beaucoup de plaisir à manipuler et préparer les cristaux pour cette analyse. Nous tenons à remercier toutes les personnes nous ayant aidé à réaliser notre projet. Cela nous a permis de découvrir le travail rigoureux que les scientifiques effectuent chaque jour, et ainsi de donner l'envie à certains de continuer dans le domaine des sciences.



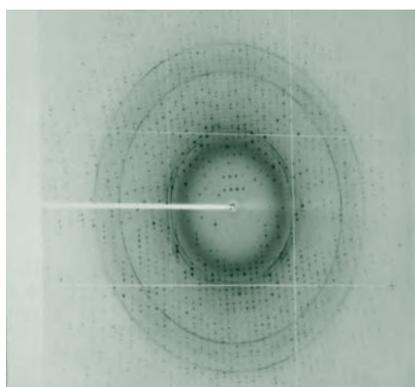
3 / Image microscopique des cristaux (mesurant autour de 500 micromètres) obtenus par les élèves de l'atelier.



4 / Une élève en train d'introduire les cristaux dans l'azote liquide.

Sous la responsabilité de leurs professeurs de SVT : Carole Garcia du lycée Jehan de Beauce et Frédéric Dubuc du lycée Rémi Belleau, maintenant au lycée Marceau

Toutes les photographies issues de cet article et des informations complémentaires sont disponibles sur le site internet de l'atelier construit par les élèves participants : <http://www.cristalyso.sitew.com/#Accueil.A>



5 / Cliché de diffraction obtenue suite à l'action du rayonnement sur le cristal.

Une vidéo présentant l'atelier a été produite par le synchrotron SOLEIL : <http://www.synchrotron-soleil.fr/Presse/Videos/Graines-de-Chercheurs>

Remerciements aux chercheurs intervenus lors des séances de l'atelier.  
Christophe Hano de l'Antenne Scientifique Universitaire de Chartres.  
Franck Coste du Centre de Biophysique Moléculaire, CNRS d'Orléans  
Andrew Thompson et Beatriz Guimaraes du synchrotron SOLEIL de Gif-sur-Yvette.

# Les recherches sur les batteries Lithium-ion : un enjeu énergétique et écologique majeur

# Hervé GALIANO,

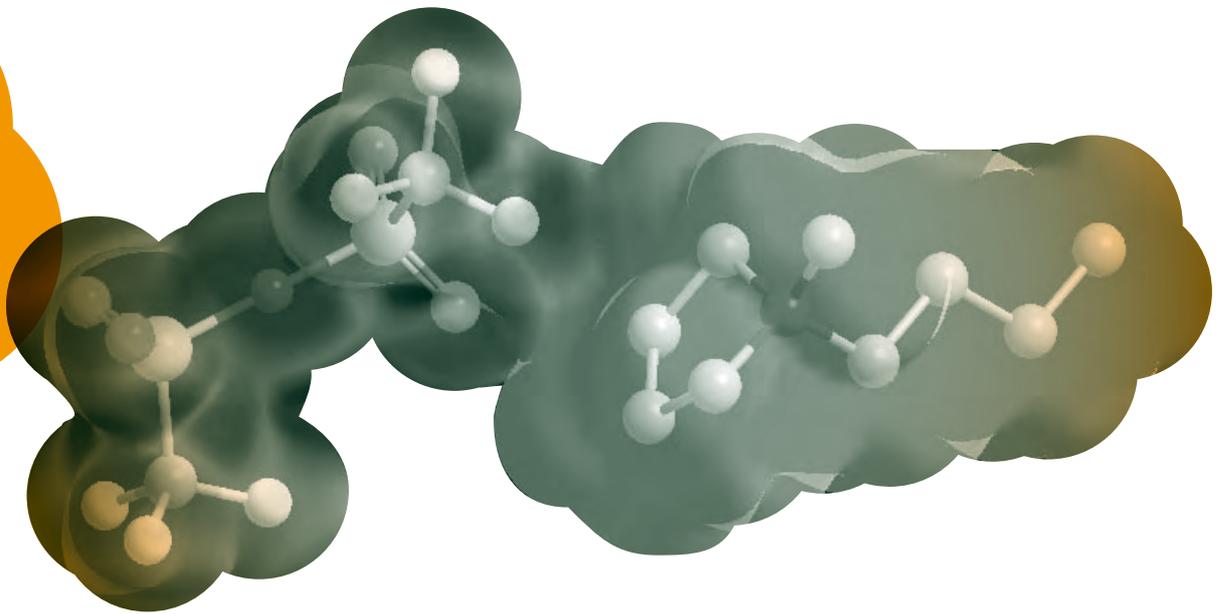
Laboratoire de Synthèse et Transformation des Polymères, CEA le Ripault, Monts.

*Le stockage électrochimique de l'énergie a beaucoup évolué ces dernières années, sous l'impulsion de nombreuses applications. C'est en particulier dans le domaine de l'automobile que se portent les efforts des chercheurs et des industriels actuellement. La préoccupation première de ces projets est la source d'énergie et la possibilité de disposer de batteries rechargeables, non seulement de grande puissance mais aussi de faible poids et de faible volume, pour assurer une autonomie proche de celle des véhicules à moteur à explosion. Parmi les systèmes de stockage existant, les batteries au lithium sont certainement celles qui présentent le plus d'intérêt, en raison notamment de leur grande densité d'énergie. L'application transport est la plus contraignante de part son cahier des charges (coût, température d'utilisation, performance, durée de vie, normes environnementales). Pourtant, elle constitue l'enjeu majeur pour les batteries lithium ion tant du point de vue économique, en raison du marché qu'elle représente, que du point de vue écologique, en raison de son impact sur l'émission des polluants et notamment des gaz à effet de serre.*

*C'est dans ce contexte que le CEA Le Ripault et le laboratoire de Physico-chimie des matériaux et des biomolécules (PCMB) de l'université François-Rabelais de Tours se sont associés dans le cadre d'un Laboratoire de recherche commun (LRC), sur la thématique des matériaux pour le « stockage électrochimique de l'énergie », afin de mieux maîtriser la conception et l'élaboration d'électrolytes liquides complexes et d'améliorer les performances des batteries lithium-ion pour l'automobile.*

## Pourquoi les Batteries lithium-ion ?

Les batteries au lithium-ion (Li-ion) sont des accumulateurs au lithium de plus en plus utilisés comme source d'énergie autonome, en particulier dans les équipements portables (téléphones, ordinateurs, caméscopes, appareils photos, outillage, etc.) où elles remplacent progressivement les accumulateurs nickel-cadmium (Ni-Cd) et nickel-hydrure métallique (Ni-MH). Depuis plusieurs années, les ventes d'accumulateurs Li-ion dépassent celles des accumulateurs Ni-MH et Ni-Cd. De plus, les batteries Li-ion présentent d'autres



avantages, notamment en ce qui concerne les densités d'énergie massiques et volumiques qui sont nettement supérieures à celles proposées par les technologies Ni-MH et Ni-Cd.

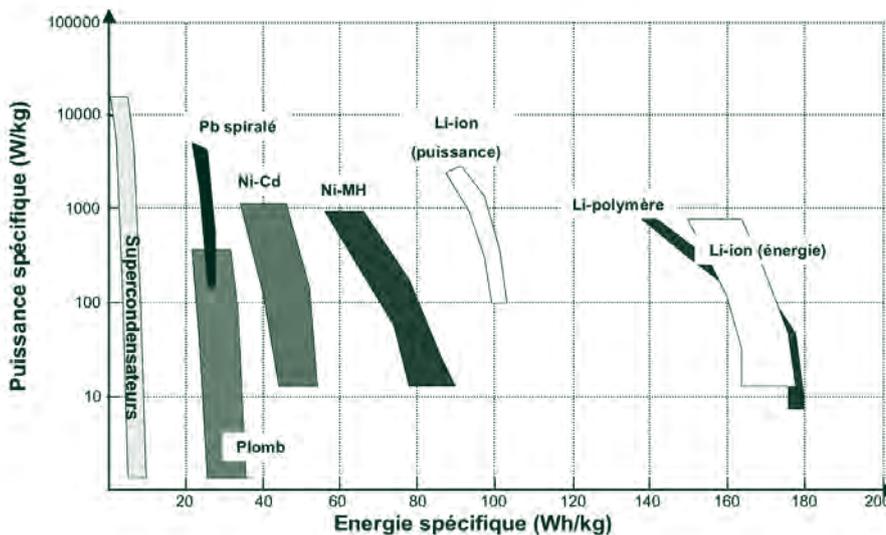
## Les limites de la technologie actuelle

A l'heure actuelle, les batteries Ni-MH et Ni-Cd et au plomb sont nettement moins

coûteuses que les batteries Li-ion. Dans ce contexte, et pour être concurrentielle, la technologie Li-ion doit faire l'objet de nombreuses recherches afin d'améliorer leur capacité, leur sécurité d'utilisation et de réduire leur temps de charge. Ces travaux se font notamment en étudiant de nouveaux couples d'électrodes et de nouveaux types d'électrolytes<sup>1</sup>. Les récents développements (en particulier au CEA-Liten, Grenoble) dans

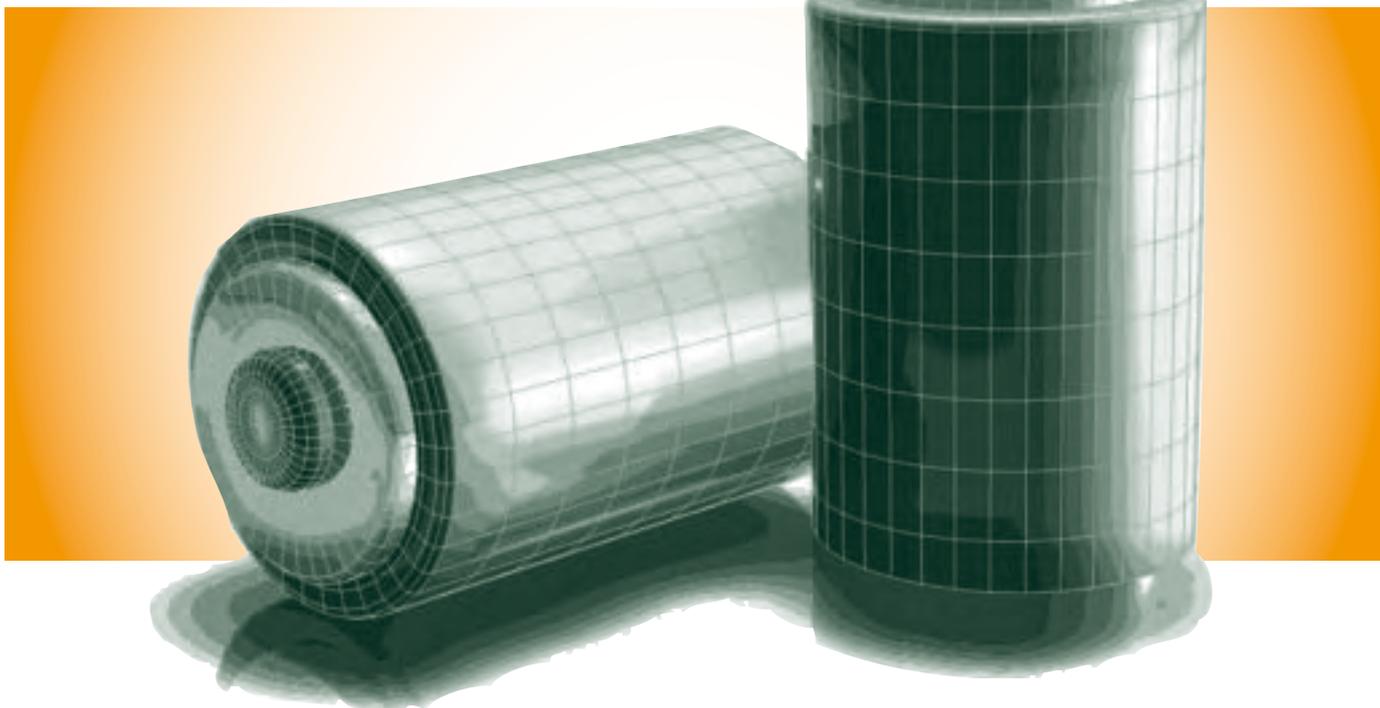
les domaines des matériaux d'électrodes positives ont ouvert des perspectives très intéressantes. De nouvelles électrodes « haute tension » ont été mises au point ce qui permet, du fait de l'accroissement de tension aux bornes de l'accumulateur, de réduire le nombre d'éléments en série et donc de réduire le coût total de la batterie. Cette technologie permettra d'accroître significativement l'énergie de l'accumulateur lithium-ion. Malheureusement dans leur domaine de fonctionnement, ces électrodes ne sont plus parfaitement compatibles avec les électrolytes classiquement utilisés qui dégradent par oxydation. L'oxydation engendre, par exemple, une autodécharge rapide de l'accumulateur lorsque ce dernier est chargé provoquant ainsi la dégradation des performances, voire la destruction de la batterie à terme.

Pour valoriser ces nouveaux matériaux d'électrodes, des recherches sur des électrolytes alternatifs sont actuellement menées par de nombreux laboratoires dans le monde.



Représentation de la puissance spécifique en fonction de l'énergie spécifique des différentes technologies de stockages commerciales. (Diagramme de Ragone)

1. Un électrolyte est une substance conductrice car elle contient des ions mobiles. Il existe des électrolytes liquides et solides. Les électrolytes liquides sont les électrolytes aqueux ou organiques dans lesquels les ions proviennent d'un sel soluble ou encore des sels fondus qui ne sont constitués que d'ions. Les électrolytes solides sont des cristaux dans lesquels certains ions sont mobiles ou des polymères comme ceux utilisés dans les membranes échangeuses d'ions.



### Pourquoi travailler sur les électrolytes alternatifs ?

Les électrolytes conventionnels ne sont pas adaptés à un usage combiné avec des électrodes positives haute tension ce qui freine actuellement la production à grande échelle de batteries sûres et économiques pour l'automobile. L'autodécharge est un paramètre extrêmement important puisqu'il correspond à la perte d'énergie d'un accumulateur après une période de stockage plus ou moins longue, donc à une énergie perdue.

Un des objectifs de recherche du LRC est de concevoir un électrolyte d'accumulateur Li-ion utilisable qui soit stable en présence d'électrodes haute tension et ne provoque aucune auto-décharge rédibitoire. Pour pallier à ce problème et permettre le développement à grande échelle de batteries haute tension, les scientifiques du LRC ont axé leurs recherches sur l'emploi de liquides ioniques<sup>2</sup> comme composant de l'électrolyte. L'intérêt de leur utilisation dans les batteries réside dans leur très grande stabilité thermique et électrochimique ce qui permettrait de résoudre les problèmes d'oxydation jusqu'alors rencontrés.

### Utilisation des liquides ioniques en tant composant de l'électrolyte des batteries Li-ion

L'utilisation de liquides ioniques en tant que composant de l'électrolyte dans les batteries est un concept récent. D'une manière générale, l'utilisation de solvants organiques volatiles

(COV) comme composants de l'électrolyte dans les batteries pose des problèmes environnementaux et de sécurité, à savoir évaporation et émission de COV dans l'atmosphère et risques d'inflammabilité ou d'explosion. Les liquides ioniques du fait de leur faible volatilité ne participent pas à l'émission de COV et sont ininflammables pour la plupart.

Cependant, d'un point de vue pratique, les liquides ioniques actuels demeurent trop visqueux à température ambiante et donc trop peu conducteurs pour être utilisés seuls dans des batteries haute puissance. L'ajout de solvants organiques en quantité limitée permet de réduire efficacement la viscosité du milieu et donc d'augmenter notablement la conductivité. Il est ainsi envisagé, en première approche, d'utiliser des liquides ioniques en tant que co-solvant dans un électrolyte classique afin de cumuler les propriétés intéressantes des liquides ioniques (stabilité électrochimique et thermique) et des solvants organiques (faible viscosité et conductivité ionique élevée). Cependant, la formulation de ce type d'électrolyte complexe reste très délicate.

### Pistes de recherche

Malgré leur faible conductivité et leur coût encore élevé (comparés aux électrolytes actuels), les liquides ioniques restent des électrolytes potentiels pour les applications impliquant des électrodes à haute tension. Pour une utilisation courante dans les batteries, il sera toutefois nécessaire de synthétiser des liquides ioniques possédant à la fois une

faible viscosité, une grande conductivité tout en présentant un comportement électrochimique stable dans une large gamme de températures. Avec plus de  $10^{18}$  combinaisons anions/cations possibles pour former des liquides ioniques, il existe un choix quasi-infini de liquides ioniques à découvrir, avec des propriétés multiples et variées. Comme il semble difficile de synthétiser et de tester des centaines ou des milliers de composés, pour des raisons évidentes de temps et de coût de la recherche, il sera de plus en plus fait appel à la simulation sur ordinateur. En effet, de plus en plus de logiciels commerciaux de modélisation moléculaire permettent à l'heure actuelle de prévoir avec fiabilité certaines propriétés des molécules. Par cette méthode une sélection des molécules intéressantes peut être effectuée en fonction du cahier des charges émis par l'utilisateur final et ne seront donc synthétisées que les molécules présélectionnées par le calcul. Une équipe du LRC travaille à améliorer la modélisation et à étendre les propriétés prévisibles par simulation.

2. Les liquides ioniques sont des sels dont la température de fusion est inférieure à  $100^{\circ}\text{C}$ . Ceux qui sont utilisés en tant qu'électrolytes sont en général liquides à température ambiante. Ils sont constitués d'un cation le plus souvent organique, associé à un anion organique ou inorganique. Les liquides ioniques n'ont pas de tension de vapeur mesurable et ils possèdent une grande stabilité thermique. Ils sont employés de plus en plus comme substituts aux solvants organiques traditionnels dans les réactions chimiques.

# MONTS EN TOURAINNE

## CONCOURS PLAN DE DES JEUNES INVENTEURS et CRÉATEURS



SALON 2011  
28 et 29 mai

### J'adhère à Centre•Sciences

### Bulletin d'adhésion

comme personne physique (15€)

Nom, prénom \_\_\_\_\_

comme personne morale (80€)

Etablissement \_\_\_\_\_

Représenté par \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Tél \_\_\_\_\_ Fax \_\_\_\_\_

Mél \_\_\_\_\_

Je joins un chèque de \_\_\_\_\_ à l'ordre de Centre•Sciences

ou un bon de commande.

Je souhaite recevoir une facture

### Bulletin d'abonnement à

## covalences

Je joins un  
chèque de 15€  
à l'ordre de  
Centre•Sciences.

Je m'abonne à la revue Covalences, pour un an, 4 numéros

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Tél \_\_\_\_\_ Mél \_\_\_\_\_

Bulletin à adresser à Centre•Sciences. 72, Faubourg Bourgogne. 45000 Orléans Tél : 02 38 77 11 06 / Fax : 02 38 77 11 07. Mél : centre.sciences@wanadoo.fr

Les informations recueillies sont nécessaires pour votre adhésion. Elles font l'objet d'un traitement informatique et sont destinées au secrétariat de l'association.

En application des articles 39 et suivants de la loi du 6 janvier 1978 modifiée, vous bénéficiez d'un droit d'accès et de rectification aux informations qui vous concernent.

# Si on parlait

# CHIMIE!

*Animations, expositions, conférences,  
ateliers, visites et débats...*

*Vous avez un projet pour 2011  
ou vous souhaitez participer  
avec votre établissement ?*

**Contactez-nous :**  
[centre.sciences@wanadoo.fr](mailto:centre.sciences@wanadoo.fr)



[www.chimie2011.fr](http://www.chimie2011.fr)



Année internationale de la  
**CHIMIE**  
2011

Académie des Sciences / Association Curie et Joliot-Curie / Association européenne pour les sciences chimiques et moléculaires (EuChemS) / Centre national de la recherche scientifique (INC-CNRS) / CEA / Fédération française pour les sciences de la Chimie (FFC) / Fédération Gay-Lussac / Fondation Maison de la Chimie / Musée Curie / Institut Curie / Organisation des Nations Unies pour l'éducation la science et la culture (UNESCO) / Société chimique de France (SCF) / Société française de métallurgie et de matériaux (SF2M) / Union des professeurs de physique et de chimie (UDPPC) / Union des Industries Chimiques (UIC) / Union internationale de chimie pure et appliquée (IUPAC)

Programme régional sur [www.centre-sciences.org](http://www.centre-sciences.org)

