

Bureau de dépôt : 4031 Angleur
N°ISSN 0773-3429
N° d'agrément : P001593

Sommaire

- | | |
|--|-----|
| - Une nouvelle venue dans l'équipe de Science et Culture ! | 155 |
| - Des chimistes passionnants et passionnés au Congrès des Sciences (R. Cahay, Cl. Houssier) | 156 |
| - Participation de Science et Culture à la journée " Matière à penser. "Matière à rêver " | 167 |
| - Rencontre avec Pierre Rabhi et Matthieu Ricard le 23 septembre 2015 à l'ULg : " Société, Transition,... et Moi " | 167 |
| - Le nano-satellite Picasso : un projet ambitieux (Philippe Demoulin) | 168 |
| - En route vers Borgloon ! (Brigitte Monfort) | 181 |
| - Boîtes à livres et boîtes à lire (Brigitte Monfort) | 184 |
| - Une conférence à ne pas manquer à Verviers | 185 |
| - Opéra au cinéma : « The MET live » ... 10 ans déjà ! | 186 |



*Matière à penser. Matière à rêver :
Hervé Caps anime un atelier
sur les matériaux granulaires
(p. 167)*



Publié grâce à l'appui :

- du Service Public de Wallonie
- du Service général Jeunesse et Éducation permanente, Direction générale de la Culture de la Fédération Wallonie-Bruxelles
- du Service des affaires culturelles de la Province de Liège,

SCIENCE et CULTURE asbl

Président fondateur : H. BRASSEUR

Science et Culture est une association sans but lucratif (a.s.b.l.) qui oeuvre à la diffusion des sciences et de la culture pour un public aussi large que possible.

Parmi ses activités principales, figurent l'organisation d'expositions scientifiques orientées vers le public des élèves de l'Enseignement secondaire et l'organisation de conférences pour le grand public. De plus, Science et Culture édite des livrets-guide de ses expositions ainsi qu'un bulletin bimestriel à l'attention de ses membres.

A.S.B.L. Science et Culture Institut de Physique B5, Sart Tilman B-4000 Liège
☎ : 04/366.35.85 • courriel : sci-cult@guest.ulg.ac.be • site : www.sci-cult.ulg.ac.be

Cotisation 2016

Elle reste fixée à : 10,00 € pour les membres résidant en Belgique
15,00 € pour les membres résidant à l'étranger

Nous vous remercions de bien vouloir effectuer votre versement au compte **BE77 0000 0378 7242** ou BE28 1460 5121 4220, intitulé Science et Culture, rue des Bedennes 105, B-4032 Chênée.

La cotisation comprend :

- l'abonnement aux bulletins bimestriels
- l'invitation à toute une série de manifestations
- l'accès gratuit à nos conférences et expositions
- l'accès gratuit à la Maison de la Science

Conseil d'Administration

Président : Hervé CAPS, Chargé de cours au Département de Physique de l'ULg

Vice-Présidente : Brigitte MONFORT, Labo d'Enseignement Multimédia de l'ULg (LEM)

Secrétaire général : Roger MOREAU ☎ 04/366.35.85 - rogermoreau@hotmail.com
Institut de Physique B5, ULg Sart Tilman, B-4000 Liège

Trésorier : Jean-Marie BONAMEAU, rue des Bedennes, 105, 4032 Chênée

Administrateurs : René CAHAY, Raphaël CLOSSET, Emma DINON, Monique DUYCKAERTS, Michèle FAUVIAUX, Jean-François FOCANT, Aurélie FUMEL, Marcel GUILLAUME, Claude HOUSSIER, Martine JAMINON, Audrey LANOTTE, Claude MICHAUX, Luc NOIR, Robert OCULA.

Comité de rédaction : B. MONFORT, R. CAHAY, C. HOUSSIER et R. MOREAU.

Veuillez envoyer vos suggestions et projets d'articles à bmonfort@ulg.ac.be
LEM B7, ULg Sart Tilman, B-4000 Liège - ☎ 04/366.35.99

Mise en pages et traitement des images : Aude LEMAIRE et Bernard GUILLOT

Une nouvelle venue dans l'équipe de Science et Culture

Bienvenue à Audrey Degée qui a rejoint l'équipe de Science et Culture ce 10 octobre 2015 !

Elle est docteur en Sciences (Physique) de l'ULg et a travaillé dans le domaine de la thermomécanique au Centre spatial de Liège (CSL).

Plongée directement dans le bain, elle a partagé la scène avec Stéphanie Krins et Hervé Caps lors de notre expo sur l'électromagnétisme qui est sur le point de se terminer.



Elle remplacera Marie Suleau qui nous a quitté pour rejoindre le WWF en tant que collaborateur éducatif en Belgique francophone.

Nous souhaitons beaucoup de plaisir à Marie dans cette nouvelle fonction et nous réjouissons de la collaboration d'Audrey lors de nos activités futures.

Des chimistes passionnants et passionnés au Congrès des Sciences 2015

par René CAHAY et Claude HOUSSIER

Cette année, notre université accueillait, au Sart Tilman, le 53^{ème} Congrès des Professeurs de Sciences et 300 professeurs de biologie, chimie, géographie et physique, tous réseaux confondus. L'intérêt de tels congrès est évidemment aussi de côtoyer des conférenciers de pays voisins venus partager leurs expériences en enseignement des sciences.

*Le congrès commençait par une conférence magistrale donnée par **Emmanuel JEHIN** et **Emmanuelle JAVAUX** nous menant sur les traces des origines du système solaire (avec Rosetta et Philae) et sur les traces de la vie ailleurs. Ensuite, suivant leurs centres d'intérêt et leur discipline, les professeurs participaient à des conférences et des ateliers.*

Voici quelques moments enthousiasmants des activités auxquelles nous avons participé. Le but de cet article est avant tout de mettre en évidence quelques manipulations pouvant aussi être illustrées par des photos.

► **Klemens KOCH** (professeur de didactique de la chimie à l'Institut PH de Berne et Président de la Société Suisse des Professeurs de Sciences Naturelles) nous a présenté **une série d'expériences avec des métaux : fusion et solidification, oxydation et réduction, dorure et argenture, énergie et stœchiométrie.**

Ces expériences pouvaient aussi être réalisées par les participant(e)s, ce qui fut le cas pour tous les autres ateliers.

- Dans la flamme d'un chalumeau à gaz, l'aluminium se liquéfie mais reste suspendu dans une sorte de peau, une couche blanchâtre d'oxyde aluminium, qui est conservée lors de la fusion.

- Les pièces américaines d'un cent (un Lincoln) battues à partir de 1983 sont en zinc (97,5 % en masse) recouvert de cuivre.

Lorsqu'on chauffe une pièce dont on a enlevé du cuivre sur la tranche par abrasion, du zinc liquide s'écoule par l'ouverture ainsi réalisée, la température de fusion du zinc étant de 420 °C et celle du cuivre de 1083 °C.

- L'or continue à avoir toujours autant d'attrait. Quel bonheur de voir des pièces de monnaie nickelées transformées en pièces d'or par électrolyse (sans utiliser un bain de cyanure évidemment !)

- Il ne faudrait pas oublier que le pendant de l'électrolyse, ce sont les piles !

Une pile originale¹ est la pile "aluminium-air".

Sur une feuille d'aluminium, on dépose du charbon actif humidifié avec une solution aqueuse saturée en sel de cuisine (NaCl). On y pose une lame de carbone pour assurer un bon contact avec le charbon actif. La pile ainsi réalisée permet d'allumer une ampoule LED.

- A défaut d'or, on peut argenter l'intérieur de bouteilles, grandes ou petites.



¹ Une voiture électrique ayant parcouru 330 km et fonctionnant avec des batteries «Aluminium-Air» a été présentée récemment (www.nanoisrael.org/category.aspx?id=27985)

► **Josep COROMINAS** (*Col legi de Doctors i Llicenciats, Catalogne, Espagne*) a présenté **dix manipulations simples avec des matériaux modernes** (fibres de carbone, kevlar, cristaux liquides) mais aussi avec des **matériaux de toujours**, encore couramment utilisés au laboratoire :

- la séparation de polymères par différence de densité ;
- la décomposition d'un peroxyde par un faisceau laser suffisamment énergétique ;
- le recours à un générateur original (raquettes électriques anti-insectes) pour générer des décharges électriques ;
- une manipulation simple pour simuler une lampe à lave ; dans un verre : de l'eau, de l'huile, un comprimé antiacide et ... le dioxyde de carbone libéré actionne le mouvement des bulles ;
- faire flotter des bulles de savon en utilisant du tétrafluoroéthane, gaz contenu dans les sprays utilisés pour nettoyer le matériel électrique ;
- la pile aluminium-air, décidément à la mode ; dans ce cas, le charbon actif, imprégné d'une solution aqueuse de chlorure de sodium, est placé dans un sachet en papier essuie-tout.



► **Bruno PHILIPPE** (*Eklyps S.C.*) et **Philippe DELSATE** (*Professeur hre*) ont animé l'atelier "**Les polymères, un usage quotidien, des propriétés étonnantes**".

Bruno Philippe a montré l'importance et la nécessité du recyclage des plastiques et a présenté et mis en œuvre des machines intégrées dans la **plastimobile**², un véhicule destiné à la vulgarisation du recyclage des plastiques. Ce véhicule est la concrétisation d'un projet visant à sensibiliser jeunes et moins jeunes au respect de l'environnement. Cette idée originale vient d'un groupe de jeunes techniciens en plasturgie de l'AR Ciney.

Philippe Delsate a mis en évidence une série de propriétés étonnantes de polymères aussi rencontrés dans notre quotidien, entre autres :

- le slime, des perles d'alginate, le polystyrène expansé,
- des balles aux rebonds surprenants,
- des polymères superabsorbants,
- des matériaux thermorétractables,
- la polycaprolactone, un thermoplastique intéressant.



² La plastimobile est financée par «co-valent.be» (fonds de formation de l'industrie chimique) <https://www.co-valent.be/employeur/formation-2/offre-de-formations-gratuites>
Séquence TVLUX sur la plastimobile à Bastogne : www.tvlux.be/video/bastogne-apprendre-a-recycler-le-plastique_19900.html

► **Robert STEPHANI** (2.Vorsitzender Förderverein MNU, Allemagne) a rassemblé **quelques expériences sur les gaz : productions et propriétés**³. Celles-ci peuvent être réalisées en classe par des élèves ou être présentées par les professeurs en démonstrations.

Ces expériences “bon marché” avaient pour thème l'électrolyse de l'eau, la production et les réactions de différents gaz : dihydrogène, dioxygène, dichlore, oxydes d'azote, l'équilibre chimique entre le dioxyde d'azote et le tétraoxyde de diazote...

La séance a débuté par une mise en situation : préparer un gaz potentiellement dangereux (H_2, Cl_2, \dots) en petites quantités en utilisant un tube à essai muni d'un bouchon en caoutchouc percé de deux canules dans lesquelles on peut fixer des seringues.

Pour préparer du dihydrogène, on introduit de petits morceaux de zinc dans un tube à essai et on obture ce dernier avec un bouchon percé de deux canules.

Dans l'une d'elle, on fixe une seringue de 2 mL remplie avec de l'acide chlorhydrique (solution aqueuse de chlorure d'hydrogène) à 30 % en masse.

Dans l'autre, on fixe une seringue de 20 mL, piston enfoncé. On fait couler lentement la solution d'acide chlorhydrique sur le zinc jusqu'à ce que la seringue de 20 mL soit remplie de dihydrogène.

On élimine le premier contenu (contenant encore de l'air) puis on génère une deuxième portion de dihydrogène, pur cette fois.

En modifiant les réactifs, on peut ainsi préparer :

- du dioxygène (H_2O_2 / MnO_2),
- du dichlore ($HCl, KMnO_4$),
- de l'éthyne ou acétylène (CaC_2 / H_2O)...

³ Cet atelier était un complément à celui intitulé *Expériences de chimie «low cost»* que Robert Stephani avait animé l'année dernière.

www3.sci-cult.ulg.ac.be/wp-content/uploads/bulletins/Bulletin451.pdf - p.117

Si, au moyen de deux seringues de 20 mL remplies respectivement de dichlore et d'éthyne gazeux, on injecte doucement les deux gaz dans de l'eau contenue dans un Erlenmeyer, on voit apparaître des lueurs lorsque ces deux gaz se rencontrent.

Une des attractions de l'atelier a été, au départ de pipettes Pasteur en verre, la réalisation d'ampoules remplies avec des oxydes d'azote (Cu / HNO_3).

Ces ampoules brunes au départ, se décolorent lorsqu'on les refroidit ou deviennent brun foncé lorsqu'on les chauffe légèrement.

Ces modifications de couleurs liées au déplacement de l'équilibre NO_2 / N_2O_4 illustrent bien le principe de Le Châtelier.

Lorsqu'on refroidit localement ces tubes, on observe parfois la formation d'un composé bleu inattendu : N_2O_3 .



► L'atelier de **Brigitte NIHANT** (AR Eupen - ULg), **Catherine VIEUJEAN** (ULg) et **Bernard LEYH** (ULg) avait pour thème **la chimie : du supermarché au laboratoire**.

Avec des produits trouvés facilement dans le commerce, faire de la chimie, rien de plus simple ! On peut ainsi :

- découvrir les facteurs influençant la vitesse de dissolution d'un composé effervescent ;
- détecter, par microchimie, la présence d'ions chlorure, sulfate et calcium dans des eaux minérales ;
- réaliser des expériences de corrosion avec des tampons Jex (laine d'acier très fine) ;
- étudier les réactions chimiques se passant dans la pile $\text{Fe} / \text{NaCl} / \text{C}_{\text{graphite}} + \text{H}_2\text{O}_2$;
- séparer et identifier, par chromatographie, des colorants artificiels présents dans des boissons et bonbons ;



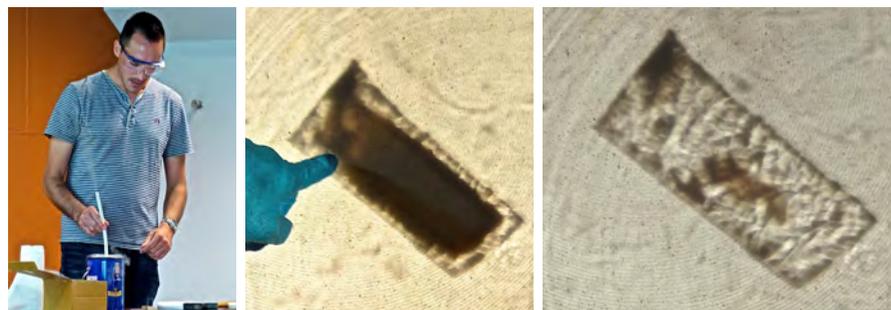
- tester l'influence du pH sur la couleur des anthocyanes, colorants que l'on trouve dans une série de fruits et légumes (chou rouge, myrtilles, radis) ou de fleurs (pétales de roses rouges...) ;
- produire des billes colorées et fluorescentes à base d'alginate ;
- expérimenter avec des oeufs dont on a dissous la coquille dans du vinaigre mais aussi avec la coquille des oeufs bruns.



● La conférence de **Christine JÉRÔME** et **Thomas DEFIZE** avait pour thème **“Les matériaux polymères intelligents : principes et applications”**.

On appelle polymères intelligents, des polymères capables de modifier spontanément une propriété physique (forme, couleur, solubilité...) en réponse à un stimulus externe (température, pH...). On en parle aussi comme des matériaux polymères adaptatifs, répondants.

En utilisant des exemples dans le domaine médical, les orateurs ont montré le rôle clé du chimiste qui peut contrôler la structure des macromolécules constituant ces matériaux polymères. L'exposé a été illustré par des schémas et des expériences démonstratives montrant le comportement de différents types de polymères en fonction de la température.



Un tuyau en caoutchouc-butyle refroidi dans de l'azote liquide devient cassant

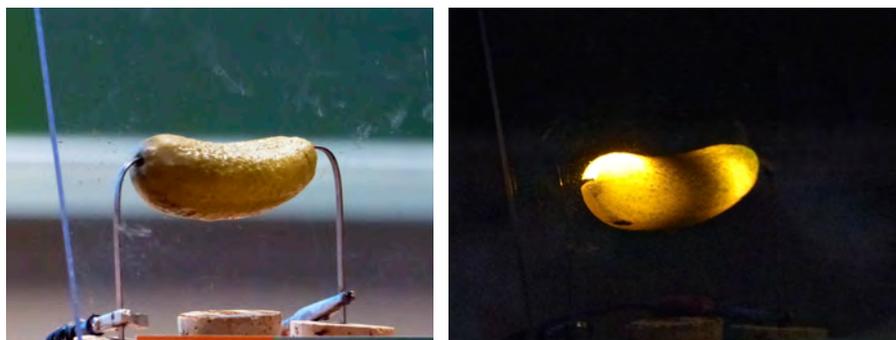
Au fur et à mesure de son réchauffement, une lame de polycaprolactone devient transparente et se ramollit

● La conférence de **Bernard LEYH** avait pour objet :
“**La structure atomique (UAA1⁴) : une approche inductive**”.
Bernard LEYH a évoqué des pistes pour rendre accessible et attrayant l'apprentissage de la structure atomique en recourant à une démarche inductive favorisant l'expérimentation et insistant aussi sur le caractère évolutif et les limites des modèles.

Pour faire découvrir la structure interne de l'atome, on recourt à la réaction du sodium métallique dans l'eau et au comportement, sous l'action d'une différence de potentiel, de NaCl solide ou dissous dans l'eau ou encore à l'analyse d'étiquettes d'eaux minérales où l'on repère des ions mais aussi des entités non chargées.

L'électrolyse du bromure de zinc fournit un bel exemple permettant l'introduction de l'électron.

Pour faire découvrir la structure en couches électroniques des atomes, on recourt autant que possible à l'expérimentation mais aussi à l'exploitation de tableaux de résultats. L'expérience du cornichon électrocuté⁵ a fourni aux participants l'occasion de poser des questions pertinentes...



Effet de l'application d'une différence de potentiel sur un cornichon «aigre-doux»

⁴ Unité d'Acquis d'Apprentissage n°1 des nouveaux référentiels de compétences et savoirs requis en 3^{ème} année du secondaire.

⁵ J.R. APPLI NG, F.J.YONKA, R.A. EDGINTON et S. JACOBS, J. Chem. Educ. **70**, 250, 1993.

● L'exposé de **Bénédicté WILLAME** (C.E. Saint Joseph Chimay, UNamur) se plaçait dans le contexte de la remédiation en chimie pour les étudiants de 1^{ère} année.

Le thème choisi concernait le **concept de concentration**, source de difficultés pour ces étudiants.

L'outil d'autoévaluation présenté permettait de mettre en évidence les erreurs commises dans le cadre des processus de dilution ou d'ajustement de la concentration d'une solution.

Des activités simples, notamment à partir de modules informatiques (voir le site PhET/concentration - https://phet.colorado.edu/sims/html/concentration/latest/concentration_en.html) amènent alors l'élève à modifier sa conception parfois naïve de la concentration.

Dans le cadre de ce Congrès des Sciences, plusieurs exposés concernaient l'utilisation de nouvelles technologies pour l'enseignement des sciences.

● Dans l'atelier présenté par **Divna BRAJKOVIC et coll. (HElmo)**, les participants ont pu découvrir un **scénario pédagogique sur le thème de la réaction chimique**.

Une des démarches mise en pratique dans cet atelier consistait à réaliser une séquence de mise en réaction au moyen de modèles moléculaires constitués de boules de papier accolées. Les différentes phases de la réaction étaient photographiées à l'aide de tablettes et transformées en séquence vidéo à l'aide du logiciel «StopMotion». Cela faisait penser à l'époque de la réalisation de bandes dessinées à partir de dessins statiques reproduisant pas à pas chaque étape des mouvements.

● L'exposé de **Michel FEYS** (Collège St Michel, Bruxelles) concernait le modèle de «**Classes Inversées**» («Flip Learning») complétant sa conférence donnée lors du Congrès 2014⁶.

Dans cette approche pédagogique, les élèves construisent eux-même leurs savoirs en s'appuyant sur l'information recueillie à partir des sources qui leur sont proposées.

Les rencontres en présentiel servent alors à discuter des applications et des problèmes se rapportant aux sujets traités.

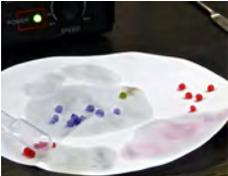
⁶ www3.sci-cult.ulg.ac.be/wp-content/uploads/bulletins/Bulletin451.pdf - p120

Nous espérons avoir donné ici une idée des nombreuses découvertes passionnantes en chimie qu'il a été possible de faire au cours des trois jours de ce congrès annuel.

Bien d'autres conférences et ateliers ont été présentés lors du Congrès.

Un grand merci à Michel OBLINGER de nous avoir fourni quelques photos des activités auxquelles il a participé.

Quizz relatif aux ateliers décrits dans cet article :
Rendez à chaque photo la légende qui lui correspond !

1. 	A. Des ampoules en verre pour illustrer le déplacement d'un équilibre chimique
2. 	B. Des billes d'alginate, outil simple d'expérimentation
3. 	C. Une pièce d'un cent chauffée
4. 	D. Essai de décomposition par un faisceau laser
5. 	E. Effet de la chaleur sur un polymère



Participation de Science et Culture à la journée « MATIERE A PENSER. MATIERE A REVER » organisée par la DG06 au Country Hall de Liège

Grand succès pour cette manifestation qui se déroulait du 7 au 9 octobre Au Country Hall à Liège !



Le jeudi 8 octobre, des ateliers scientifiques étant proposés aux enfants de fin de primaire, notre président Hervé Caps animait un atelier sur ces matières étranges que sont les matériaux granulaires. En effet, sable, sucre, céréales, poudres pharmaceutiques ..., peuvent se comporter comme des liquides, des solides ou des gaz, selon la contrainte qu'on leur impose.

.....



Rencontre avec Pierre Rabhi et Matthieu Ricard le 23 septembre 2015 à l'ULg
Société, Transition,... et Moi

Une rencontre-débat au cours de laquelle le moine bouddhiste et l'agriculteur philosophe nous ont rappelé, chacun à leur manière, que changer le monde commence par changer soi-même. Cette séance (90 minutes), qui avait lieu devant un public nombreux et très attentif, a été filmée et se trouve sur le site de RTC Télé Liège à l'adresse : www.rtc.be/emissions/428-perspectives/1468264-rencontre-avec-pierre-rabhi-et-matthieu-ricard

Le nano-satellite Picasso : un projet ambitieux

par Philippe Demoulin,

Responsable scientifique de l'expérience VISION
Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique
philippe.demoulin@aeronomie.be

Introduction

La miniaturisation des satellites artificiels permet d'abaisser fortement les coûts du lancement, qui constituent un poste budgétaire important dans un projet spatial (entre 8.000 € et 12.000 € pour un kilogramme placé en orbite basse).

Les progrès dans la miniaturisation de l'électronique et de la production d'énergie ont donc logiquement conduit à la création de petits satellites, qui permettent d'assurer des missions ponctuelles et ciblées, ne justifiant pas le lancement ou la mobilisation de «gros satellites».

Le faible coût du lancement de ces petits satellites, beaucoup plus faible que la plupart des lancements de satellites, a rendu l'accès à l'espace plus facile - d'un point de vue financier - à de nombreuses petites entreprises, centres de recherche et universités du monde entier.

Ces petits satellites sont classifiés en plusieurs catégories :

- les mini-satellites : masse < 500 kg
- les micro-satellites : masse < 100-150 kg
- les nano-satellites : masse < 10 kg
- les pico-satellites : masse < 1 kg
- les femto-satellites : masse < 100 g !

Dans la suite de cet article, il sera question uniquement de **nanosatellites**.

Le standard CubeSat

En plus de la miniaturisation, un moyen pour diminuer les coûts d'un nanosatellite est d'utiliser des composants produits en série. Le standard « CubeSat » a été développé en 1999 dans cette optique.

La structure de base d'un CubeSat est un cube de 10 cm de côté et le satellite doit peser moins de 1,3 kg. Les nanosatellites peuvent consister en un assemblage de plusieurs unités, comme PICASSO, qui est un CubeSat de 3 unités (30 cm x 10 cm x 10 cm).

Environ 200 satellites au format CubeSat ont été développés depuis 2003, à des fins de recherche ou dans le cadre de travaux universitaires (chiffre 2014). Ces satellites ont été fabriqués avec des composants électroniques du commerce, non qualifiés espace.

Et si vous désirez fabriquer votre propre satellite, vous pouvez faire vos emplettes au CubeSatShop (www.cubesatshop.com) !



Structure de base d'un CubeSat.

De nombreux opérateurs de lancement d'engins spatiaux acceptent de mettre en orbite des CubeSats à peu de coûts, en tant que charge utile secondaire, utilisant la capacité excédentaire du lanceur : il reste toujours bien une petite place de quelques dizaines de cm pour placer un nanosatellite à côté du satellite à lancer !

Dans le même objectif de réduction des coûts, un système de déploiement standardisé est systématiquement utilisé : le P-POD (Poly Picosatellite Orbital Deployer), qui sert d'interface entre le lanceur et les CubeSats à lancer. Il peut contenir trois CubeSats. Le lanceur envoie un signal électrique au P-POD, qui déclenche l'ouverture de la porte et éjecte les CubeSats à l'aide d'un ressort.

Un autre système de déploiement, le NanoRacks CubeSat Deployer (NRCSD), a été installé en 2014 dans la Station Spatiale Internationale (ISS) et a notamment permis de mettre sur orbite 88 nanosatellites de la constellation Flock-1.



Deux nanosatellites de la constellation Flock-1 sont éjectés de la Station Spatiale Internationale (ISS) par le système de déploiement de NanoRacks, le 25 février 2014.

Lancer les nanosatellites à partir de l'ISS constitue un avantage : les satellites sont amenés à bord d'un vaisseau ravitailleur de la station et sont moins soumis aux vibrations et aux chocs du lancement, car ils peuvent être emballés soigneusement. En outre, l'altitude basse (400 km) de l'ISS permet à ces satellites de retomber relativement rapidement sur Terre et de ne pas participer à l'augmentation continue des débris spatiaux.

Propulsion et contrôle d'attitude

Pour des questions de sécurité pour la charge utile principale, seuls quelques CubeSats ont été équipés d'un système de propulsion pour corriger leur orbite ou contrôler leur attitude. Ce contrôle d'attitude a toujours constitué un défi, principalement à cause des contraintes volumétriques et l'absence de petits senseurs d'attitude. Avec comme conséquence que la plupart des CubeSats tournent de façon incontrôlée dans l'espace.

Des projets innovateurs, simples et bon marché, voient cependant le jour, comme la propulsion ionique (électrique), ou par du gaz comprimé ou des liquides vaporisables comme le butane ou le gaz carbonique.

Un bon exemple est le moteur à électrolyse de l'eau, qui utilise comme propulseurs l'hydrogène et l'oxygène générés¹. Un autre exemple est le satellite NanoSail-D, lancé en 2010, qui a déployé une voile solaire de 10 m², utilisée pour modifier l'orbite du satellite afin qu'il s'en aille plus rapidement brûler dans l'atmosphère. Cette technologie pourra être employée pour désorbiter des satellites à court de carburant et ainsi diminuer le nombre de débris spatiaux en orbite.



Vue d'artiste du nanosatellite NanoSail-D, avec sa voile déployée.

Le nanosatellite NEA Scout (NASA), qui sera lancé en 2018, utilisera une voile solaire de 80 m² pour se diriger vers un astéroïde géocroiseur et l'explorer en vue d'une éventuelle future exploitation minière. Le satellite estonien ESTCube-1, un CubeSat de 10 cm x 10 cm x 11 cm, lancé en 2013, aurait

¹ www.tethers.com/HYDROS.html

dû tester une voile solaire électrique², un nouveau concept de propulsion qui utilise le champ électrique du vent solaire grâce à de longs fils conducteurs (10 m de long pour EST-Cube-1). Malheureusement le mécanisme qui devait dérouler les câbles n'a pas résisté aux vibrations du lancement...

La constellation Flock-1

Planets Labs est une petite société de San Francisco, fondée en 2010, où travaillent 105 personnes. En deux ans, elle a construit et fait lancer 99 nanosatellites ! Le taux de fabrication actuel est de 25 satellites par mois. Ces CubeSats forment Flock-1, une constellation privée de satellites d'observation de la Terre.



*Un des satellites
de la constellation Flock-1.*

Chaque satellite est un CubeSat de 3 unités (30 cm x 10 cm x 10 cm) et de 4 kg, qui contient un télescope optique pour enregistrer des images à haute-résolution (3 à 5 m) de la Terre. Le prix d'un satellite est inférieur à 100 mille dollars, lancement compris. À comparer à Landsat-8, un autre satellite d'observation de la Terre, lancé en 2013, qui pèse 2,6 tonnes et qui a coûté 855 millions de dollars. Landsat-8 enregistre ses images dans 11 bandes spectrales différentes, mais à une résolution spatiale de seulement 15 m.

La constellation Flock-1 a aussi le grand avantage du nombre : quand elle comprendra 150 satellites, chaque point de la surface de la Terre pourra être photographié quotidiennement, alors qu'il faut attendre 8 jours pour que l'un ou l'autre de Landsat-7 et Landsat-8 repassent au-dessus d'un lieu donné.

² <http://electric-sailing.fi/>

Le projet QB 50

QB 50 est un projet belge³ ambitieux, dont le but est de lancer 50 CubeSats destinés à l'étude in situ de la basse thermosphère (200-350 km), une zone très peu connue car peu de satellites l'ont explorée. Le projet est l'œuvre de l'Institut von Karman de dynamique des fluides, basé à Rhode-Saint-Genèse et est financé par l'Union Européenne. Une dizaine de ces CubeSats serviront aussi de démonstrateurs technologiques, par exemple QARMAN, qui récoltera des données sur la rentrée des satellites dans l'atmosphère, ou InflaSail⁴, qui testera une voile rigide gonflable. Les CubeSats sont construits par des équipes de recherche de nombreux pays et seront envoyés simultanément dans l'espace, lors d'un lancement unique en 2016.

Lors d'un vol précurseur, destiné à tester le futur système de déploiement et à servir de répétition générale, QB50P1 et QB50P2 sont devenus le 19 juin 2014 les premiers nanosatellites belges à être placés sur orbite. QB50P1 contient l'expérience INMS (Ion & Neutral Mass Spectrometer), un spectromètre de masse miniature, optimisé pour mesurer O, O₂, NO et N₂, les composants principaux de la basse thermosphère. Quant à QB50P2, il contient l'expérience FIPEX (ϕ Probe EXperiment), destinée à mesurer in situ le flux d'oxygène atomique. Chacun des satellites contient également un transpondeur destiné à la communauté des radioamateurs.

Autres exemples

En avril 2013 a été lancé **PhoneSat**, un smartphone placé dans un CubeSat, qui a pris des photos de la Terre depuis l'espace. Débarrassé de son boîtier et son système d'exploitation Android reprogrammé, le smartphone s'est vu adjoindre une radio pour envoyer au sol les photos qu'il prend. Coût total du satellite : 3500 dollars !

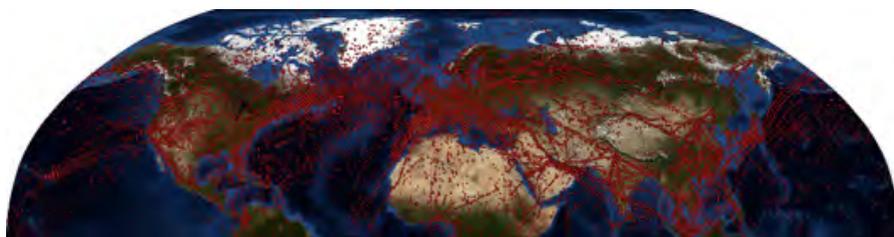
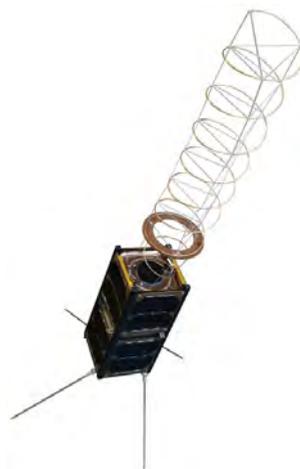
³ <https://www.qb50.eu/>

⁴ <http://deploytech.eu/mission/>

L'Université de Liège et l'ISIL (Haute École de la Province de Liège) ont développé **OUFIT-1**⁵, un CubeSat construit par les étudiants, dont le but est de tester dans l'espace le protocole D-STAR, un protocole de communication digitale pour la voix et les données, développé par les radioamateurs. Son lancement aura lieu prochainement.

GOMX-1 est un CubeSat de 2 unités développé par la société danoise GomSpace et par des étudiants de l'université d'Aalborg (Danemark). Lancé en 2013, il capte les signaux ADS-B⁶ émis par les avions commerciaux pour signaler leur position, qui permettent de localiser les avions bien plus précisément qu'à l'aide de radars. Ce système est surtout utile dans les zones océaniques, dépourvues de radar.

Le nanosatellite danois GOMX-1 avec son antenne hélicoïdale.



Positions d'avions relevées par le nanosatellite GOMX-1 dans l'hémisphère nord. Le satellite reçoit beaucoup plus de positions d'avions (jusque 150 par seconde !) qu'il ne peut en transmettre au sol.

Anecdote :

GOMX-2, le nanosatellite suivant développé par GomSpace, devait partir à destination de l'ISS en octobre 2014, à bord du cargo spatial Cygnus lancé par une fusée américaine Antares.

⁵ Orbital Utility For Telecommunication Innovation (<http://www.leodium.ulg.ac.be/cmsms/>)

⁶ Automatic dependent surveillance-broadcast

Malheureusement, douze secondes après le décollage, la partie inférieure du lanceur a explosé tandis que le reste de la fusée est retombé sur la zone du pas de tir avant d'exploser à son tour. Outre GOMX-2, le cargo contenait 2,3 tonnes de matériel, 26 nanosatellites de la constellation Flock-1 ainsi que 2 autres nanosatellites. En fouillant parmi les débris, les employés de la NASA ont retrouvé GOMX-2... intact ! Les danois se demandent actuellement s'ils vont le relancer dans l'espace ?

Deux nanosatellites en route vers Mars

En mars 2016, la sonde américaine Insight⁷ sera lancée en direction de Mars, pour y atterrir et étudier la structure interne de la planète. Elle sera accompagnée de deux CubeSats, de 6 unités chacun (3x2), qui voyageront de façon autonome vers Mars et qui assureront, à titre expérimental, un rôle de relais additionnel de communications entre la sonde spatiale et la Terre pendant la phase cruciale d'atterrissage d'InSight.

Il s'agira du premier vol de CubeSats dans l'espace interplanétaire. Comme ils ne disposent pas de capacité de mise en orbite, les deux nanosatellites poursuivront par la suite leur vol autour du Soleil.

Le futur...

En novembre 2014, les astronautes à bord d'ISS ont, pour la première fois, fabriqué un objet sur orbite grâce à une imprimante 3D de la compagnie Made In Space⁸.

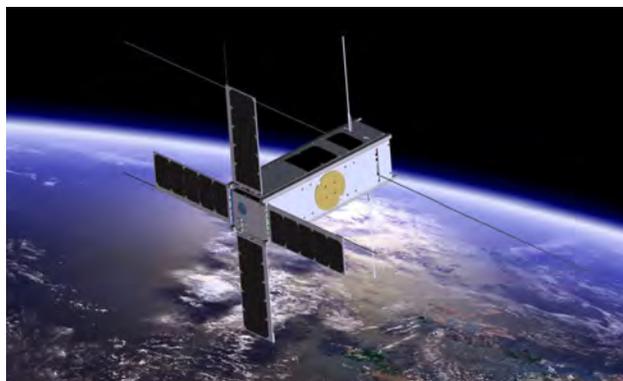
Cette technologie est très prometteuse, car elle permettra de fabriquer sur place des pièces de rechange ou des outils qui viendrait à manquer dans l'ISS.

Certains envisagent même, grâce à cette machine, de fabriquer en orbite des CubeSats !

⁷ <https://fr.wikipedia.org/wiki/InSight>

⁸ <http://www.madeinspace.us/>

PICASSO



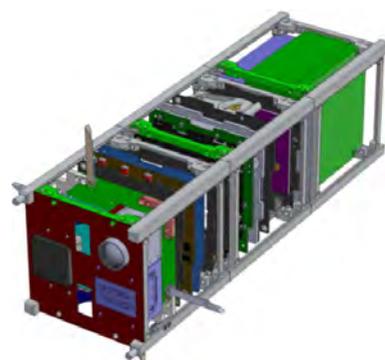
Vue d'artiste de PICASSO en orbite, avec ses 4 panneaux solaires déployés.

La mission

Dirigée par l'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB), à Uccle, la mission PICASSO⁹ consiste en un nanosatellite de 10 cm x 10 cm x 30 cm et d'un peu moins de 4 kg, dont le lancement est prévu en 2016.

Une fois sur orbite, ses quatre panneaux solaires seront déployés. Quand le satellite sera dans l'ombre de la Terre, des batteries prendront le relais des panneaux solaires.

Le satellite emportera deux instruments à bord : SLP, constitué de 4 sondes de Langmuir à balayage, et VISION, un imageur spectral. Il évoluera sur une orbite basse, à environ 550 km d'altitude, bouclant un tour de la Terre en approximativement 95 minutes. Sur une telle orbite, il aura une durée de vie de un à deux ans, avant de se désintégrer naturellement dans l'atmosphère.



Vue intérieure du nanosatellite PICASSO.

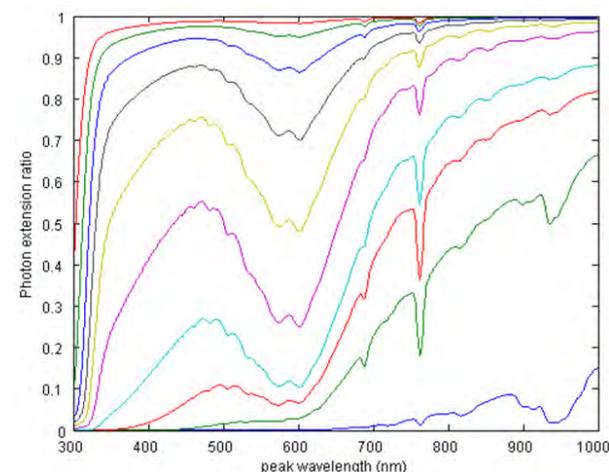
⁹ PICASSO = PICo-satellite for Atmospheric and Space Science Observations

¹⁰ VISION = Visible Spectral Imager for Occultation and Nightglow

Malgré sa taille minuscule et une puissance de moins de 10 watts, il dispose de la plupart des fonctionnalités de ses grands frères. Ainsi, il peut s'orienter à mieux d'un degré et transmettre plus de 50 MB de données au sol par jour.

L'instrument VISION

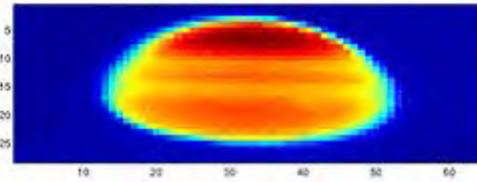
VISION¹⁰ est un imageur hyper-spectral, composé d'un interféromètre de Fabry-Perot placé devant un détecteur de 2048 x 2048 pixels. Depuis son orbite, à chaque lever et coucher de Soleil, c'est-à-dire 31 fois par jour au total, il prendra un millier de clichés de l'astre du jour au travers de l'atmosphère. Son domaine spectral couvre les longueurs d'onde allant de 400 à 800 nm et sa résolution spectrale varie de 5 à 10 nm.



Simulation du spectre solaire à travers l'atmosphère terrestre, pour des hauteurs tangentes (altitudes minimums des rayons lumineux) comprises entre 50 km et 5 km. L'absorption vers 600 nm est due à l'ozone.

Le but principal de VISION est de mesurer l'ozone dans la stratosphère : en mesurant l'absorption de la lumière du Soleil dans la bande de Chappuis (entre 550 nm et 650 nm), depuis le début jusqu'à la fin d'une occultation solaire, le profil de la concentration d'ozone peut être établi en fonction de l'altitude. La résolution verticale attendue est de l'ordre du km entre 10 et 50 km d'altitude.

VISION pourra également mesurer la température dans la haute atmosphère, en-dessous de 75 km. En effet, suite à la réfraction des rayons du Soleil dans l'atmosphère, le disque solaire apparaît aplati. Comme la réfraction dépend de la température, le profil de température de l'atmosphère peut être calculé à partir des mesures du degré d'aplatissement du Soleil.



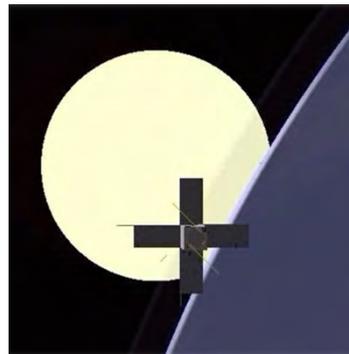
*Coucher de soleil observé depuis l'espace.
Le soleil est déformé par la réfraction des rayons lumineux dans l'atmosphère.*

Comment viser le Soleil ?

Comme la plupart des nanosatellites, PICASSO n'est pas équipé de système de propulsion. Pour observer le Soleil, il doit pourtant pouvoir viser parfaitement dans sa direction.

Dans ce but, PICASSO est équipé :

- d'un « viseur d'étoiles » miniature, qui reconnaît les étoiles dans son champ de vision et permet de déterminer précisément l'orientation du vaisseau spatial; l'appareil complet installé dans PICASSO ne pèse que 70 g !



Dessin de PICASSO observant le Soleil à travers l'atmosphère.

- d'un senseur solaire, qui permet de centrer l'image du Soleil;

- de 3 roues à réaction, des volants d'inertie qui stabilisent le satellite sur 3 axes; quand on modifie la vitesse de rotation d'une de ces roues, le satellite va tourner dans le sens opposé au sens de rotation du moteur (conservation du moment angulaire);

- de magnéto-coupleurs, qui génèrent un champ magnétique qui interagit avec le champ magnétique terrestre dans lequel évolue le satellite et qui permettent donc de contrôler l'attitude du satellite; ce système est nécessaire, car à la longue, les roues à réaction finissent par saturer, c'est-à-dire que les différentes corrections effectuées finissent par leur faire atteindre une vitesse de rotation soit trop basse soit trop élevée : il faut alors «dé-saturer» les roues à réaction, c'est-à-dire augmenter ou réduire leur vitesse de rotation sans pour autant changer l'orientation de l'engin spatial; ceci est réalisé grâce aux magnéto-coupleurs.

L'instrument SLP

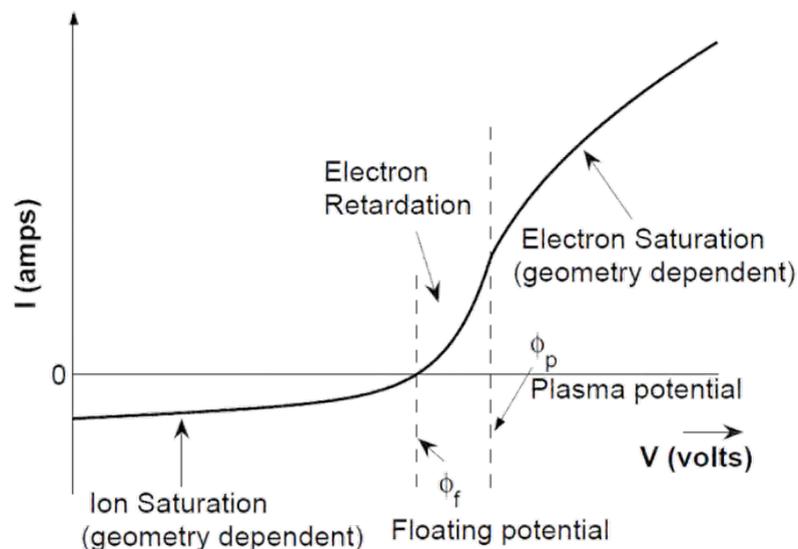
SLP est constitué de 4 sondes de Langmuir à balayage, qui permettront de déterminer la température et la densité électronique, ainsi que le potentiel électrique du plasma dans lequel circulera le satellite (ionosphère). Les objectifs scientifiques de l'expérience sont l'étude du couplage ionosphère-magnétosphère et de la structure des aurores polaires.

Placées à l'extrémité de chaque panneau solaire, les sondes de Langmuir, d'un diamètre de 2 mm, sont longues de 40 mm et fabriquées en titane. Leur principe de fonctionnement de l'instrument est le suivant : en balayant très rapidement en tension les sondes et en mesurant le courant collecté, on obtient une courbe courant-tension caractéristique. Quand le potentiel des sondes est suffisamment négatif, les électrons (et les ions négatifs) sont repoussés et le courant mesuré correspond aux ions positifs. Quand le potentiel approche du potentiel du plasma, les électrons les plus énergétiques arrivent à franchir la barrière de potentiel et le courant mesuré augmente.



Une sonde de Langmuir placée à l'extrémité d'un panneau solaire.

Et finalement quand le potentiel est suffisamment positif, les ions positifs sont repoussés et on ne mesure plus que les électrons. La densité mesurée des électrons variera de $10^6/m^3$ à $10^{12}/m^3$ avec des températures variant de 1000 K à 3000 K.



Courbe courant-tension caractéristique mesurée par une sonde de Langmuir.

L'expérience SLP de PICASSO est entièrement conçue à l'IASB et doit faire face à de nombreux défis, comme les importantes limitations de masse, de volume et de puissance électrique dans un nanosatellite, la faible surface conductrice du satellite, les perturbations des mesures dues à la présence du satellite et à un support des sondes trop court...

Consortium

Le projet PICASSO est développé sous la houlette de l'Agence Spatiale Européenne (ESA). L'IASB en assure le leadership et est responsable des aspects scientifiques de la mission ainsi que du développement de SLP. Nos partenaires sont Clyde-Space (GB) pour la plate-forme et l'avionique, VTT (Finlande) pour le développement de VISION ainsi que le Centre Spatial de Liège pour l'ingénierie système.

En route vers Borgloon !

par Brigitte Monfort

L'article de Jean Englebort sur le village de Borgloon (Loos) a suscité chez plusieurs de nos lecteurs l'envie d'aller y admirer la sculpture « **Between the lines** » réalisée par les architectes Pieterjan Gijs et Arnout Van Vaerenbergh.

René Cahay, chasseur d'images invétéré, nous a même envoyé quelques photos prises au téléobjectif ainsi que des informations qui nous ont paru être un bon complément à celles présentées dans notre bulletin précédent.



En fonction de la couleur du ciel et des nuages, la chapelle dévoile des aspects bien contrastés. Il faudrait pouvoir l'admirer aussi au coucher du soleil !



Il ne faut pas oublier non plus de lever la tête pour admirer la magnifique vue du plafond !



*Enfin, comme Jean Englebert le signalait, une carte des promenades peut être obtenue au centre d'information touristique de Borgloon où on est accueilli très chaleureusement. On ne peut que conseiller de partir de cet endroit pour une balade bien balisée de 4,5 ou 7,5 km permettant de découvrir cette chapelle judicieusement intitulée « **Between the lines** ».*

Bonne balade dans la campagne de Borgloon !



Boîtes à livres et boîtes à lire

par Brigitte Monfort



Les boîtes à livres ...

Une initiative simple et sympathique qui s'adresse à tous les âges et qui est en train de se répandre rapidement en Belgique et en France.

A Spa à l'entrée de la piscine, dans le petit village de Creppe sur le mur de l'école communale, à Theux en face du Delhaize ...

Vous avez lu un livre, vous savez que vous ne le relirez pas mais vous avez envie de le faire connaître ?... Il suffit de le déposer dans une boîte à livres. Il continuera sa vie au gré des lecteurs qui viendront eu-mêmes déposer quelques livres dans la boîte.

Vous êtes en panne de lecture ?... Laissez-vous guider par le hasard en allant explorer le contenu d'une boîte à livres ...

Le livre que vous y avez trouvé vous a plu ? Vous pouvez le conserver, le passer à quelqu'un ou aller le redéposer dans la boîte où vous l'aviez trouvé ou dans une autre boîte qui se trouverait sur votre chemin !

Examinant le contenu de la boîte à livres de Spa, en quelques minutes, j'ai vu défiler des enfants en quête de bande dessinées, une petite fille ravie d'emporter un dictionnaire et un jeune homme très content de tomber sur deux romans qui allaient faire plaisir à sa belle mère !



Télévesdre, la télévision locale de la région verviétoise, a réalisé un reportage sur ce sujet :

Herve / Spa : les boîtes à livres débarquent chez nous (28 août 2015)

www.televesdre.eu/www/herve_spa_les_boites_a_livres_debarquent_chez_nous_-87323-999-89.html



Une conférence à ne pas manquer :

La peinture liégeoise (1550-1800)

à travers les collections des Musées de Verviers

par Pierre-Yves Kairis

Docteur en Histoire de l'Art et Archéologie de l'ULg

Chef de travaux agrégé à l'IRPA (Institut Royal du Patrimoine Artistique)

De Lambert Lombard à Léonard Defrance, ce sont plus de 250 ans d'art principautaire qui seront revisités au travers de noms connus ou méconnus, tels Jean de Robionoy, Jean Ramey, Bertholet Flémal, Lambert Blendeff, Jean-Guillaume Carlier, Louis Counet, Paul-Joseph Decloche, Jean-Baptiste Coclors, Jean-Joseph Hanson, Joseph Dreppe, etc.

Samedi 21 novembre 2015 à 14h30 Entrée libre

Musée des Beaux-Arts et de la Céramique

Rue Renier, 17 - 4800 VERVIERS



OPERA AU CINEMA :
« THE MET LIVE » ... 10 ans déjà !

Très faible empreinte carbone
 pour un accès de tous à l'excellence !

Voici déjà 10 ans que le Metropolitan Opera de New York offre au monde entier la possibilité d'assister, **en direct** et dans d'excellentes conditions, à quelques uns des opéras de sa saison. N'hésitez plus à tenter l'expérience et faites votre choix parmi les dix représentations qui seront proposées cette saison :

03 octobre 2015	<i>Il Trovatore</i>	de Giuseppe Verdi
17 octobre 2015	<i>Otello</i>	de Giuseppe Verdi
31 octobre 2015	<i>Tannhäuser</i>	de Richard Wagner
21 novembre 2015	<i>Lulu</i>	de Alban Berg
16 janvier 2016	<i>Les Pêcheurs de Perles</i>	de Georges Bizet
30 janvier 2016	<i>Turandot</i>	de Giacomo Puccini
05 mars 2016	<i>Manon Lescaut</i>	de Giacomo Puccini
02 avril 2016	<i>Madama Butterfly</i>	de Giacomo Puccini
16 avril 2016	<i>Roberto Devereux</i>	de Gaetano Donizetti
30 avril 2016	<i>Elektra</i>	de Richard Strauss

<http://kinopolis.be/fr/lopera-au-cinema-saison-2015-2016>

PLACEMENTS - CREDITS - ASSURANCES



Eric Dupont SPRL

Banque & Assurances

CBFA : 100591A - cB



Rue Saint Léonard, 314
 4000 Liège
 ☎ 04/227.54.34

Rue Saint Séverin, 40
 4000 Liège
 ☎ 04/223.47.85

www.fintro.be
 email : eric.dupont@portima.be

Guichets ouverts tous les jours de 9 à 13 h et de 14h à 16h30
 Les vendredis jusqu'à 18 h ; les samedis uniquement sur RDV



Des animations didactiques et spectaculaires présentées
 par des guides scientifiques > électricité statique, azote liquide,
 optique, son, transformations d'énergie, polymères, génétique,
 vélo de l'énergie, ...

Planétarium de Cointe > visites guidées pour groupes scolaires
 présentées par les animateurs de la Maison de la Science.

De Galilée à l'oculus Rift®
Lunettes
 à gogo



ATTENTION
LES YEUX!

Des lunettes scolaires
 aux lunettes bizarres



EXPO

du 21.06.2015
 au 21.06.2016

ANIMATION
TEMPORAIRE

07 > 30 SEPT 2015
 12 > 27 NOV 2015



MAISON DE LA SCIENCE

Quai E. Van Beneden, 22 ♦ B-4020 Liège
 T +32 (0)4 366 50 04 ♦ maison.science@ulg.ac.be

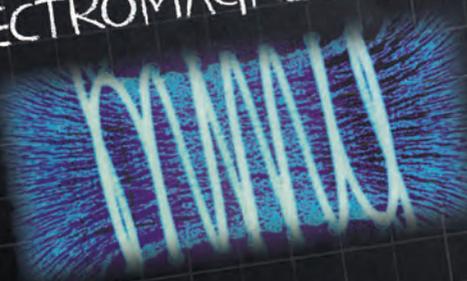
www.maisondelascience.be



MENU

SCIENCE
et
CULTURE

- ÉLECTROMAGNÉTISME



- QUAND LES CHIMISTES
SE METTENT À TABLE



DÉMONSTRATIONS INTERACTIVES

LUNDI, MARDI, JEUDI, VENDREDI : 10H ET 13H45
MERCREDI : 10H

Renseignements : www.sci-cult.ulg.ac.be

Réservations : 04/366.35.85

Renseignements : experimentarium.be

Réservations : 02/650.54.56



Wallonie



Service public
de Wallonie



LIEGE-PROVINCE
Culture



FÉDÉRATION
WALLONIE-BRUXELLES

Université
de Liège



UNIVERSITÉ
LIBRE
DE BRUXELLES



RÉGION DE
BRUXELLES-
CAPITALE



EXPERIMENTARIUM
DE CHIMIE