



Conférence-débat et controverses

Organisée par la section de
Chimie

Mardi 1er avril 2008 de 14h30 à 17h

LES DÉFIS DE L'HYDROGÈNE

Académie
des sciences

Grande salle
des séances

Palais de
l'Institut de
France

23, quai de
Conti
75006 Paris

- 14 h 30 ***Introduction : l'hydrogène, énergie du futur ?***
Marc FONTECAVE, Membre de l'Académie des sciences,
Laboratoire de Chimie et Biologie des Métaux, UMR 5249,
Université Joseph Fourier / CEA / CNRS, Grenoble
- 14 h 40 ***Les piles à combustible : une technologie qui bute
sur des questions scientifiques fondamentales***
Nicolas BARDI, Chef du Laboratoire des Composants PEM,
CEA Grenoble - LITEN
- 14 h 55 ***Questions / discussion***
- 15 h 05 ***Production photobiologique d'hydrogène : un défi
pour la recherche***
Gilles PELTIER, Chef du Laboratoire de Bioénergétique et
Biotechnologie des Bactéries et Microalgues, CEA-
Cadarache
- 15 h 20 ***Questions / discussion***
- 15 h 30 ***Nouveaux catalyseurs moléculaires pour une
économie de l'hydrogène sans platine***
Vincent ARTERO, Chercheur au CEA, Laboratoire de
Chimie et Biologie des Métaux, UMR 5249, Université
Joseph Fourier / CEA / CNRS, Grenoble
- 15 h 45 ***Questions / discussion***
- 15 h 55 ***L'hydrogène comme vecteur énergétique : la
problématique du stockage***
Jean-Marc JOUBERT, Chercheur au CNRS, Institut de
Chimie des Matériaux Paris-Est, UMR 7182, Thiais
- 16 h 10 ***Questions / discussion***
- 16 h 20 ***Discussion générale et conclusions***



**Conférence débat et controverses « Les défis de l'Hydrogène »
Mardi 1^{er} avril 2008**

Introduction : l'hydrogène, énergie du futur ?

Marc FONTECAVE, Membre de l'Académie des sciences,
Laboratoire de Chimie et Biologie des Métaux,
UMR 5249, Université Joseph Fourier / CEA / CNRS, Grenoble

L'accroissement de la population mondiale et donc de la demande énergétique, la nécessité de limiter les émissions des gaz à effet de serre (CO₂), l'épuisement des réserves carbonées fossiles (pétrole, gaz, charbon) nous imposent de développer massivement la part des énergies renouvelables. Il s'agit en particulier de mettre en œuvre de nouvelles technologies pour transformer ces énergies en vecteurs énergétiques, l'électricité bien sûr, mais aussi l'hydrogène, un combustible efficace et propre. L'apport de la chimie et de la biologie dans ces recherches fondamentales et ces développements technologiques peut être majeur avec la mise au point de nouveaux matériaux, de nouveaux catalyseurs et de nouvelles réactions. Les questions discutées pendant la Conférence-Débat « Les défis de l'hydrogène » porteront sur les problèmes liés : (i) à l'utilisation de l'hydrogène (piles à combustible) ; (ii) à sa production, en particulier photo-biologique et bio-inspirée ; (iii) à la nature des catalyseurs indispensables à ces réactions ; (iv) au transport et stockage de l'hydrogène.



**Conférence débat et controverses « Les défis de l'Hydrogène »
Mardi 1^{er} avril 2008**

Les piles à combustible : une technologie qui bute sur des questions scientifiques fondamentales

Nicolas BARDI, Chef du Laboratoire des Composants PEM,
CEA Grenoble – LITEN

Les piles à combustible (PAC) connaissent un regain d'intérêt au niveau international depuis la fin des années 1990 en tant qu'elles permettent une conversion efficace d'une énergie chimie en énergie électrique. Alimentées en hydrogène (qui peut être produit sans émissions de gaz à effet de serre), les PAC sont ainsi susceptibles de s'associer aux batteries pour des transports électriques non polluants. Miniaturisées, elles visent le marché des équipements électriques nomades. Produisant aussi de la chaleur, elles pourraient se positionner comme systèmes de cogénération très efficaces. Parmi les nombreuses familles de PAC, les piles à combustibles à membrane échangeuse de protons (PEMFC) sont actuellement les plus étudiées. De nombreux prototypes existent ; les performances et la compacité sont également au rendez-vous. Par contre, pour répondre aux objectifs de coût et de durabilité, les chercheurs et ingénieurs du monde entier se confrontent aujourd'hui à de nombreuses questions scientifiques fondamentales : propriétés et dégradation de matériaux polymère multifonctionnels, compréhension des mécanismes d'électro-catalyse à l'échelle nanométrique, écoulements diphasiques dans des milieux minces, poreux, anisotropes, nano-fluidique. La présentation tentera d'apporter un éclairage sur ces questions scientifiques fondamentales



**Conférence débat et controverses « Les défis de l'Hydrogène »
Mardi 1^{er} avril 2008**

Production photobiologique d'hydrogène : un défi pour la recherche

Gilles PELTIER, Chef du Laboratoire de Bioénergétique et Biotechnologie
des Bactéries et Microalgues, CEA-Cadarache

Si on considère que l'hydrogène pourrait constituer un vecteur énergétique d'avenir, il reste à trouver des voies pour le produire à partir d'énergies renouvelables. Actuellement, l'hydrogène est essentiellement produit par reformage des combustibles fossiles. Le monde des microorganismes photosynthétiques représente un formidable réservoir de biodiversité à peine exploré. Certaines micro-algues ou cyanobactéries ont développé des capacités métaboliques originales comme celle de produire de l'hydrogène grâce à une enzyme appelée hydrogénase, en utilisant l'eau et l'énergie solaire comme ressources principales. Ces propriétés permettent d'envisager la mise au point de procédés propres et durables de production d'hydrogène *via* la culture de ces organismes à grande échelle. Au cours de cet exposé nous présenterons les potentialités des micro-organismes photosynthétiques pour la production d'hydrogène ainsi que les verrous scientifiques et technologiques majeurs limitant les applications dans ce domaine.



**Conférence débat et controverses « Les défis de l'Hydrogène »
Mardi 1^{er} avril 2008**

***Nouveaux catalyseurs moléculaires pour une économie de l'hydrogène
sans platine***

Vincent ARTERO, Chercheur au CEA,
Laboratoire de Chimie et Biologie des Métaux,
UMR 5249, Université Joseph Fourier / CEA / CNRS, Grenoble

Qu'il s'agisse de la production de l'hydrogène à partir de ressources renouvelables ou de son utilisation finale dans les piles à combustibles, il est indispensable de recourir à la catalyse. Actuellement, c'est le platine, sous forme finement divisée, qui est utilisé comme catalyseur dans les électrolyseurs et les piles. Si ses propriétés restent inégalées, sa côte s'envole sur les marchés de change (100% de hausse en un an) et les réserves mondiales ne permettront pas son utilisation dans le cadre d'une économie de l'hydrogène au niveau planétaire. La chimie inorganique moléculaire peut fournir une alternative, d'une part en préparant des catalyseurs n'utilisant que peu d'atomes métalliques, tous actifs à la différence des particules de platine qui ne présentent au plus que 10% de leurs atomes en surface et d'autre part en utilisant d'autres métaux et en modulant leurs propriétés par l'adjonction de ligands organiques. Des exemples de systèmes innovants sans platine seront donnés pour les applications d'électroproduction et de photoproduction d'hydrogène ainsi que pour des applications en piles à combustible.



INSTITUT DE FRANCE
Académie des sciences

**Conférence débat et controverses « Les défis de l'Hydrogène »
Mardi 1^{er} avril 2008**

L'hydrogène comme vecteur énergétique : la problématique du stockage

Jean-Marc JOUBERT, Chercheur au CNRS,
Institut de Chimie des Matériaux Paris-Est, UMR 7182, Thiais

L'hydrogène est un vecteur énergétique séduisant s'il est associé à une production à partir des énergies renouvelables et à une utilisation dans une pile à combustible. Un des principaux verrous à son utilisation est le problème du stockage. Il existe trois moyens de stocker l'hydrogène : sous forte pression, sous forme liquide ou sous forme 'solide', c'est-à-dire adsorbé sur ou absorbé dans des solides. Nous décrirons ces trois modes de stockage, leurs avantages et leurs inconvénients.