



Conversion photochimique et stockage de l'énergie solaire

Photochemical conversion and storage of solar energy

Avant-propos

Ces deux numéros thématiques des *Comptes rendus Chimie* (février et avril–mai 2006) contiennent des articles présentés à l'IPS-15, 15^e conférence internationale sur la conversion photochimique et le stockage de l'énergie solaire, qui a eu lieu à la faculté de pharmacie, à Paris, du 4 au 7 juillet 2004¹. L'IPS-15 est la plus récente de la série des conférences IPS, qui se tiennent tous les deux ans dans différentes parties du monde, Amérique du Nord, Europe et Asie. Les trois conférences précédentes se sont tenues à Sapporo, Japon (2002), au Colorado, États-Unis (2000) et à Berlin, Allemagne (1998). Avec près de 400 participants provenant des universités, de centres de recherche et d'industries de 33 pays différents, la conférence IPS-15 a été un grand succès. Des 340 contributions présentées (conférences plénières et invitées, communications orales et affichées), 59 sont publiées dans ce numéro thématique, dont le but est de donner une large vue d'ensemble des différents thèmes couverts par les conférences IPS. Un système strict de revue des articles a permis de ne conserver que ceux présentant des résultats originaux de haut niveau, selon les standards élevés des *Comptes rendus*.

La série des conférences IPS a été initiée dans les années 1970, au moment du premier choc pétrolier, à

Foreword

These two thematic issues of *Comptes rendus Chimie* (February and April–May 2006) contain papers contributed to the 15th International conference on Photochemical Conversion and Storage of Solar Energy (IPS-15), held from 4 to 7 July 2004 at the Pharmacy Faculty in Paris (France)¹. The conference was the latest in a series of biennial meetings that have been rotating among North America, Europe, and Asia. The previous three conferences were held in Sapporo, Japan (2002), Colorado, USA (2000), and Berlin, Germany (1998). With nearly 400 individuals attending, representing academics, national laboratories, industry from 33 countries, and with several exhibitions in the vendor section, the conference was most certainly a well-attended success. Among the 340 presentations given during the meeting (plenary and invited lectures, oral and poster presentations), 59 will be found in this publication. The goal of this thematic issue was to provide a broad overview of the various topics covered by the IPS series, and happily the conference committee did not need to press participants at all to provide written versions of their research. A thorough review process insured that this publication represents the most novel and well-received contributions of the conference, in keeping with the high standards of the *Comptes rendus*.

¹ Comité d'organisation international/*International Organizing Committee*: P. Alivisatos (USA), M. Archer (UK), D. W. Bahnemann (Germany), A. J. Bard (USA), P. L. Dutton (USA), A. Hagfeldt (Sweden), K. Hashimoto (Japan), G. Jones (USA), J.-M. Lehn (France), C. Lévy-Clément (Ex-Officio, France), W. Lubitz (Germany), J. P. Mittal (India), Y. Nakato (Japan), L. Peter (UK), P. Pichat (France), F. Scandola (Italy), P. Sommeling (Netherlands), K. Tennakone (Sri Lanka), K. Uosaki (Japan), I. Willner (Israel), B. Zhang (China). Comité de programme/*Program Committee*: E. Amouyal (CHAIR), A. Deronzier, G. Hodes, B. O'Regan, P. Pichat. Comité d'organisation local/*Local Organizing Committee*: N. Alonso-Vante, S. Bastide, H. Cachet, A. Etcheberry, D. Lincot, M. A. Ryan, C. Vard, C. Iannarelli (C2S). Sponsors : CNRS, European section of ECS, ISE.

l'époque d'origine politique. Cet événement majeur a mis en lumière la dépendance énergétique mondiale vis-à-vis des énergies fossiles et la nécessité d'entreprendre des recherches sur les méthodes alternatives de génération d'énergie. Le but était de développer des sources énergétiques propres, abondantes et bon marché. De façon évidente, une de ces sources relève de la transformation de l'énergie solaire en énergie chimique.

Depuis 2004, le prix du pétrole flambe à nouveau, consécutivement à une demande extrêmement forte de la part des pays industrialisés émergents, combinée au déclin prévu des réserves pétrolières d'ici quelques dizaines d'années. De plus, la contribution humaine au changement atmosphérique, combustion des énergies fossiles incluse, influence grandement les conditions climatiques et le bien-être écologique. Ce point central des accords de Kyoto des années 1990 contraint la communauté mondiale à réduire la consommation des énergies fossiles et à augmenter les efforts pour développer les énergies renouvelables. Les solutions préconisées dans les années 1970 restent d'actualité, y compris une utilisation accrue de l'énergie solaire, avec une forte motivation pour le développement de nouveaux systèmes de collecte de photons. Toutefois, la conversion de l'énergie solaire sous forme d'énergie chimique stable est seulement l'un des buts des énergies renouvelables dans le cadre d'un développement durable. Les autres utilisations du surplus d'énergie solaire incluent des applications permettant de préserver l'environnement, et notamment d'améliorer la qualité de l'air et de l'eau.

On voit donc, en particulier, que les approches des énergies renouvelables pour le bénéfice des êtres humains sont nombreuses, incluant la photochimie, la photosynthèse, la photoélectrochimie et la photocatalyse. Ce numéro thématique couvre donc un large domaine de sujets, parmi lesquels on peut citer le transfert des électrons photogénérés et d'énergie, les systèmes biomimétiques, les cellules solaires à colorant et organiques, la chimie environnementale et le design de nanomatériaux pour la photoconversion. L'analyse des articles permet, par exemple, de constater la progression des connaissances fondamentales acquises depuis ces trois dernières années relatives à la structure et au fonctionnement du photosystème II, conduisant à une compréhension beaucoup plus complète de l'architecture du centre de la photosynthèse de la formation de l'oxygène. Aujourd'hui, on constate également l'exis-

The origin of the IPS series can be traced to the oil crisis of the 1970s that emerged out of a politically driven supply shortage. This major event was a seed exposing our global energy dependence on limited fossil fuels and prompted extensive research into alternative methods of energy acquisition and storage. The goal was to establish an earnest search for alternative sources of cheap, abundant, clean energy. Clearly, one of these sources can be found in the collection of solar energy.

As of 2004, petroleum prices are again raising rapidly due to increased demand from industrialized countries and growing demand from developing countries, combined with the projected decline in oil reserves expected in the next few decades. In addition, anthropogenic contributions to atmospheric conditions, including the combustion of fossil fuels, are influencing conditions of climate and ecological well-being. This concern was addressed in the 1990s via the Kyoto Protocol, pressuring global communities to reduce fossil fuel consumption and increase efforts in developing renewable energies. Once again, the solutions contemplated in the 1970s are relevant, including an increase in the use of solar energy and enhancing our motivation to develop materials for solar energy collection. However, efficient conversion of solar energy to stable forms of chemical energy is only one goal in the pathway to renewable energy for sustainable development. Other uses of our solar surplus include applications in the realm of environmental maintenance and enrichment of our air and water quality.

Hence, we see that approaches to renewable energy for the benefit of humankind are numerous, and include photochemistry, photosynthesis, photoelectrochemistry, and photocatalysis. In this issue, we cover a range of topics, including photogenerated electron and energy transfer, biomimetic systems, dye-sensitized and polymer solar cells, environmental chemistry and design of nanomaterials for photoconversion. From the included prints, we can see the advanced knowledge base accumulated in the past 3 years regarding the structure and function of photosystem II, providing a more complete understanding of the architecture of the center for photosynthetic oxygen evolution. Today, we apply photocatalysis in numerous applications, from air and water purification to the production of self-cleaning surfaces on windows and street lamps. These applications have attracted the interest of a wide variety of industrial sectors, especially to those using TiO_2 -coated materials

tence de nombreuses applications de la photocatalyse, qui est utilisée pour la production de surfaces autonettoyantes (fenêtres, murs, lampes des éclairages urbains). Ces applications ont attiré l'intérêt de nombreux secteurs industriels, spécialement ceux utilisant les matériaux recouverts de TiO_2 , qui permettent, sans ajout de composés chimiques, de maintenir une surface propre et hydrofuge. Récemment, les études de recherche et développement portant sur les cellules solaires à colorant se sont intensifiées, afin de comprendre le mécanisme de transfert des électrons, d'améliorer le rendement de conversion de l'énergie solaire en électricité et d'augmenter la durée de vie des cellules dans des conditions d'environnement extrêmes. L'atelier de travail sur cette thématique a été dédié à Michael Grätzel, inventeur avec Brian O'Regan de cette cellule solaire photoélectrochimique originale, à l'occasion de son 60^e anniversaire.

Je remercie tous les membres des différents comités d'organisation et tous les participants qui ont fait de l'IPS-15 une très belle conférence, dont ce numéro thématique est issu. Merci aussi à tous ceux qui ont soumis des manuscrits et à tous mes collègues qui, en acceptant de les référer, ont permis la publication de cet ouvrage. Je remercie aussi Mmes Messadi et Brissot de l'Académie des sciences, qui ont assuré avec beaucoup de compétence et de gentillesse le suivi des manuscrits.

Claude Lévy-Clément
(*Présidente de l'IPS-15 et rédactrice invitée*)
LCMTR, CNRS, 2–8, rue Henri-Dunant,
94320 Thiais, France

Disponible sur internet le 10 novembre 2005

that make it possible to maintain clean, hydrophilic conditions on a surface without the addition of any chemicals in the process. In recent years, the intensive research and development of dye-sensitized solar cells has been established to understand the mechanisms of electron transfer, to improve the energetic efficiency and to expand the limits of cell durability in more extreme environmental conditions. A session workshop was devoted to this subject, in honor of the 60th birthday of Michael Grätzel, the pioneer in the field.

I would like to thank all my colleagues, members of the various organizing committees, and all the participants in this successful IPS-15 Conference and subsequent publication. Thanks also to the numerous members who submitted written documents, and to those participants who aided in the organization and review process, making this publication possible. I had a great pleasure to work with Mrs. Messadi and Brissot from the French Academy of Sciences who were in charge of managing the manuscripts. I thank them both for their competency and kindness.

Claude Lévy-Clément
(*IPS-15 Chairwoman and Guest Editor*)
LCMTR, CNRS, 2–8, rue Henri-Dunant,
94320 Thiais, France

Available online 10 November 2005