



MANIFESTATIONS

Réflexion prospective sur les polymères conjugués

Compte-rendu des ateliers EPF et GFP

André-Jean Attias et Jean-Claude Daniel

Un « workshop » consacré au thème « **Electroluminescence and polymers** » s'est tenu à l'université Pierre et Marie Curie les 28 et 29 mai dernier. Il était organisé sous l'égide de l'European Polymer Federation (EPF), avec le concours du Groupe Français des Polymères (GFP).

Suite à cette manifestation, le 30 mai, un Atelier de Prospective, initié par le GFP/V2P (veille technologique et réflexion prospective sur les polymères) et auquel participaient le CNRS et l'université Pierre et Marie Curie, proposait une réflexion sur les « **Matériaux et dispositifs à base de polymères conjugués pour l'optoélectronique et électronique : diodes électroluminescentes, cellules photovoltaïques, transistors et électronique moléculaire** ».

• **Plus 120 personnes ont assisté au workshop européen.** Les exposés d'une durée de 40 minutes étaient suivis de 30 minutes de discussion. Les thèmes abordés ont été les suivants :

- *Concepts de base.* M. Schott (GPS, Paris) a rappelé les bases de la physique de l'électroluminescence organique et présenté les deux classes de matériaux actifs : molécules évaporées et polymères conjugués. C.W. Tang (Eastman-Kodak, Rochester, États-Unis) a fait le point sur l'électroluminescence organique à base de molécules évaporées. Il apparaît que des efficacités de l'ordre de 4.0 (bleu), 15 (vert), 5.3 (rouge) et 4.2 cd/A (blanc) sont aujourd'hui atteintes. Ces performances peuvent encore être accrues par l'utilisation des états triplés (utilisation de la phosphorescence). Des dispositifs d'affichage commerciaux à base de molécules organiques évaporées sont à l'heure actuelle utilisés dans des autoradios (Pioneer, TDK) ou des téléphones portables (Motorola). Un démonstrateur vidéo couleur de 5" de diagonale a été présenté (Kodak).

- *Matériaux polymères.* P. Le Barny (LCR-Thalès, Corbeville) a introduit la chimie des polymères électroluminescents. M. Rawiso (ICS, Strasbourg) a abordé la thermodynamique des polymères conjugués en solution. K. Müllen (MPI, Mainz, Allemagne) a montré que des systèmes conjugués 2D (cristaux liquides discotiques) et 3D (dendrimères) sont également prometteurs pour l'électroluminescence.

- *« Autour » de l'électroluminescence.* H.W. Schmidt (université de Bayreuth, Allemagne) a illustré les potentialités de ses équipements robotisés pour la sélection des matériaux et l'optimisation de l'architecture des diodes par une approche combinatoire. D.D.C. Bradley (Imperial College, Londres) a présenté le concept du laser à base de matériaux électroluminescents (molécules ou polymères) pompé électriquement et a mis l'accent sur les problèmes relatifs à l'obtention d'un tel dispositif. P. Benalloul (UPMC, Paris), après avoir rappelé les principes de l'électroluminescence inorganique, a fait le point de l'état de l'art dans ce domaine à des fins de comparaison.

- *Dispositifs.* W. Kreuder (Covion, Frankfurt) a présenté la société Covion Organics (45 ingénieurs et techniciens), issue de Celanese et Zeneca, qui fabrique des produits de spécialités, dont beaucoup de polymères (80 % de l'activité), pour les diodes électroluminescentes organiques. Une grande part de l'activité de cette société porte sur la synthèse des monomères permettant d'obtenir des dérivés du Poly(p-Phénylène Vinylène) émettant dans le vert, le jaune et l'orange. Pour les molécules évaporées, les efforts sont surtout concentrés sur la famille des dérivés spiro. H.J. Bolink (Philips, Heerlen, Pays-Bas) a indiqué que Philips travaille activement sur un procédé d'impression jet d'encre pour simplifier la préparation des écrans couleur (trichromes), de type PolyLED (faisant appel à des polymères). Le mode d'adressage est de type passif, les dispositifs fonctionnant sous des tensions inférieures à 10 V. Le principal marché est celui des télécommunications. Des durées de vie dans le jaune de 40 000 heures sont obtenues pour une luminance de 200 cd/m².

Suite à ces présentations et aux discussions qui ont suivi,

- *Il est nettement apparu que les diodes électroluminescentes organiques ont désormais supplanté les diodes inorganiques qui demandent des tensions d'alimentation beaucoup plus élevées et qui sont limitées aujourd'hui sur le plan de la couleur et de la luminance. Les écrans à base de diodes inorganiques ne représentent que 1 % du marché des écrans plats et ne sont plus utilisés que dans les domaines du médical et du militaire.*



- Les polymères, quant à eux, ont trouvé leur place à côté des petites molécules et vont de plus en plus intervenir dans les dispositifs électroluminescents pour l'affichage électronique. Plusieurs familles de polymères comprenant des segments conjugués en chaîne principale ou latérale sont actuellement travaillées ; on observe des rendements quantiques de photoluminescence élevés et on peut faire varier la couleur d'émission sur une large plage en jouant sur la structure du chromophore. La possibilité d'accéder à des produits solubles dans l'eau a permis d'envisager le dépôt par des techniques jet d'encre et de surmonter ainsi l'un des handicaps des polymères pour leur mise en œuvre vis-à-vis des petites molécules organiques. Quelques problèmes semblent encore cependant devoir être résolus, par exemple la durée de vie pour certaines couleurs (le bleu en particulier), mais le développement des approches de la chimie combinatoire devrait accélérer les processus visant à l'optimisation des performances et de la facilité de mise en œuvre.

La gamme des produits d'intérêt commercial s'élargit et des compagnies comme Kodak, Philips, Toshiba, Seiko-Epson font dès maintenant largement appel aux polymères pour les nouveaux écrans de téléphones portables qui vont être commercialisés en 2001-2002.

• **Plus de 60 personnes (universitaires, industriels) étaient présentes à l'Atelier de Prospective du 30 mai.** Cette réunion se proposait de rassembler les acteurs français déjà impliqués dans les polymères conjugués au sens large (diodes électroluminescentes, cellules photovoltaïques, transistors et électronique moléculaire) pour analyser la situation à la lumière des conclusions du workshop européen, en essayant d'identifier les verrous techniques sur lesquels la recherche devrait se concentrer.

Son objectif était aussi de faire apparaître les points forts et les difficultés de la communauté française et d'inciter de nouveaux partenaires à la rejoindre pour élargir son domaine de compétence et pouvoir aborder ainsi des projets plus ambitieux dans le cadre d'une organisation « structurée ».

Des représentants du département des Sciences Chimiques et du département Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC) du CNRS étaient présents et ont affiché leur vision en matière de programme.

On a pu retenir des diverses présentations et discussions les points suivants :

- Des équipes françaises, nées des recherches menées sur les polymères conducteurs, forment

une communauté pluridisciplinaire qui se manifeste par l'organisation d'écoles thématiques et de Journées Polymères Conducteurs (JPC). Cette communauté n'est pas reconnue par le CNRS et est très dispersée à la fois géographiquement et au niveau des préoccupations. Il n'y a pas actuellement de volonté de développement de la part de grands industriels français ni de projet ambitieux structurant au niveau des équipes universitaires. Les équipements disponibles pour la validation des matériaux sont limités et ne sont pas adaptés pour la préparation de quantités suffisantes d'échantillons représentatifs d'une future production. Seuls quelques équipements existent en Rhône-Alpes ou sont en gestation (en Ile-de-France).

- Le retard de la France paraît important pour ce qui concerne l'élaboration de dispositifs. Cependant, quelques défis existent encore sur lesquels on peut travailler : utilisation des états triplets, défauts de structures chimiques dans les polymères, techniques de déposition pour les polymères.

- Des applications nouvelles se font jour, telles que les encres électroniques et les cellules photovoltaïques. Il est à noter que dans le cas des encres électroniques, les volumes de polymères impliqués seraient très élevés (selon le Pr Hadziioannou de Strasbourg).

- Des matériaux polymères plus conventionnels seront sans doute requis, à côté des polymères conjugués, pour la réalisation de supports flexibles transparents (remplacement du verre) ou pour la couche de protection des cellules (transparence et imperméabilité à l'eau, l'oxygène...). De plus, la recherche de matériaux conjugués actifs plus performants, en terme de vieillissement par exemple, reste d'actualité.

Avec le soutien des deux départements du CNRS représentés à cet atelier, un projet de GDR (Groupe de Recherche) est en cours de constitution sur la thématique « composants organiques pour l'optoélectronique ». On vise l'électronique « souple », c'est-à-dire les afficheurs grand public de nouvelle génération, de mise en œuvre facile et de faible coût. On espère la participation de laboratoires de la communauté des polymères conjugués, de laboratoires relevant du département STIC (la collaboration de laboratoires de microélectronique est considérée comme essentielle) et d'industriels (Thalès, CEA, Thomson Multi Media).

J.-P. Parneix (ENSCP Bordeaux) a été chargé de recueillir les propositions des partenaires pour arriver à un projet structuré avant les vacances.