

Le Réseau français du fluor



Réseau Français du Fluor - CNRS

Un groupement d'intérêt scientifique (GIS) du CNRS

Henri Groult, Alain Tressaud, Bernard Langlois, Danièle Bonnet-Delpon, Vincent Maisonneuve, Marie Pierre Krafft, Alex Jourdan, Jérôme Lacquement, Philippe Bonnet et Pascal Breuilles, membres du bureau exécutif

Résumé Cet article a pour objectif d'informer la communauté des chercheurs sur l'existence du Réseau français du fluor, aussi appelé GIS-Fluor (groupement d'intérêt scientifique), supporté par le CNRS. Ce réseau a pour principale mission de fédérer la recherche française dans un domaine très particulier de la chimie. Au travers de quelques illustrations, le lecteur pourra se rendre compte de l'importance du fluor et des composés fluorés dans notre vie quotidienne, avant que lui soient décrites l'organisation ainsi que les missions du GIS-Fluor.

Mots-clés GIS, fluor, réseau français du fluor, CNRS.

Abstract **A group of scientific interest: the French network on fluorine**

The aim of this paper is to inform the researchers in chemistry about the existence of a French network on fluorine, also called GIS-Fluorine (group of scientific interest), supported by CNRS. The main objective of this network is to federate the research activities in France in fluorine chemistry. Through a brief description of several examples, the key-role of fluorine and fluorinated compounds in our day-life will be pointed out before describing the organization as well as the objectives of this network.

Keywords GIS, fluorine, French network on fluorine, CNRS.

Les groupements d'intérêt scientifique (GIS) ont été créés par le Centre national de la recherche scientifique (CNRS) pour « répondre à une préoccupation scientifique qui mérite la mise en place d'une organisation plus structurée que celle applicable pour un contrat classique. » Un GIS est donc défini comme un contrat de coopération scientifique régi par une convention, un conseil de gestion (bureau exécutif dans le cas du GIS-Fluor) et un conseil scientifique, organe consultatif chargé de veiller au bon déroulement de la coopération. Comme nous le verrons par la suite dans ce document, l'activité de recherche dans le domaine de la chimie du fluor et des composés fluorés a toujours été traditionnellement soutenue en France. Aussi, autant dans le but de fédérer cette activité que d'offrir aux chercheurs une structure capable de se poser comme un interlocuteur crédible entre les chercheurs et leurs tutelles et/ou le monde industriel, le GIS-Fluor, appelé aussi « Réseau français du fluor - CNRS », a été créé courant 2001 à l'issue d'une réunion constitutive qui s'est tenue au CNRS sous la présidence de Jean-Claude Bernier, alors directeur du Département des sciences chimiques.

Au travers de ce court article, nous avons souhaité montrer, s'il en était besoin, non seulement l'importance du fluor et des composés fluorés dans notre vie quotidienne, mais aussi, compte tenu du nombre de chercheurs impliqués dans cette thématique, l'intérêt de fédérer la recherche dans ce domaine au travers de la création du GIS-Fluor. Après une brève introduction dans laquelle sont rappelées quelques applications industrielles importantes des composés fluorés, nous décrivons l'organisation de ce réseau et précisons ses missions avant de présenter quelques-unes de ses réalisations.

Le fluor, un élément incontournable

La préparation du fluor gazeux par électrolyse d'un fluore fondue par Henri Moissan en 1886 fut sans conteste l'une des découvertes majeures de la fin du XIX^e siècle et valut à son auteur d'être le premier récipiendaire français du prix Nobel de chimie en 1906. Même si les propriétés de certains produits fluorés étaient connues depuis plusieurs siècles déjà, comme par exemple l'utilisation de la fluorine (CaF₂) en tant que fondant métallurgique (*figure 1*) ou celle de l'acide fluorhydrique pour graver le verre, la découverte d'Henri Moissan allait contribuer de façon notable au développement d'une chimie très particulière en raison de la réactivité extrême de ce gaz, ouvrant la voie à l'émergence de nouvelles classes de matériaux.

Grâce à leurs propriétés remarquables, le fluor et les agents fluorants réagissent avec la plupart des matériaux, souvent même à température ambiante, pour donner tous types de composés (solide, liquide, gazeux). Longtemps cantonnés au domaine minéral, les composés fluorés ont vu leurs champs d'intérêt s'étendre à l'ensemble des domaines de la chimie, en raison des caractéristiques physico-chimiques exceptionnelles de la liaison C-F : chimie organique, de coordination et des polymères, secteurs de la santé et du vivant. Par exemple, on considère actuellement qu'environ la moitié des molécules agrochimiques et le quart des molécules pharmaceutiques contiennent au moins un atome de fluor.

Le fluor est devenu aujourd'hui un élément chimique incontournable. Plusieurs centaines de milliers de molécules contenant au moins un atome de fluor ont été répertoriées et trouvent de multiples applications dans notre vie quotidienne, pour certaines souvent insoupçonnées :



Figure 1 - Balustres en fluorure de l'Opéra Garnier à Paris (photo : F. Langlois, DR).

- en médecine et pharmacologie : neuroleptiques, anticancéreux, antibiotiques, transporteurs d'oxygène et substituts du surfactant pulmonaire ;
- en imagerie médicale et radiomarquage : tomographie par émission de positrons (TEP), échosonographie ;
- en optoélectronique : verres fluorés pour laser, scintillateurs ;
- pour la préparation de polymères fluorés (Teflon[®] par exemple), de matériaux fluorés (céramiques, fluorures de graphite) ;
- pour le traitement de surface : tensioactifs, peintures anti-graffitis, microélectronique ;
- pour le stockage et la conversion de l'énergie : électrolytes pour piles à combustible, sels pour les batteries Li-ion, matériaux d'électrodes pour batteries rechargeables ou non ;
- pour les réfrigérants, agents de transfert de chaleur, agents d'expansion de mousses polystyrène extrudée (XPS) et polyuréthane (PU), ainsi que pour les solvants techniques et aérosols, etc.

Ainsi, des secteurs importants de l'industrie utilisent des milieux fluorés pour la synthèse de composés fluorés ou non fluorés, dont certains revêtent une importance primordiale, comme le montrent les exemples qui suivent.

Cycle du combustible nucléaire et préparation d'UF₆

Le fluor élémentaire occupe une place centrale dans ce que l'on a coutume d'appeler le cycle du combustible nucléaire où il est un maillon indispensable pour la préparation d'UF₆. Le procédé industriel actuel pour passer du concentré minier à UF₆ s'effectue selon une chaîne complexe dont la dernière étape, qui donne lieu à la production de UF₆ (figure 2), consiste en la fluoration de UF₄ au moyen du fluor élémentaire. UF₆ est à ce jour le seul composé

permettant l'enrichissement en ²³⁵U de l'uranium en vue de son utilisation dans les centrales nucléaires. En effet, quelles que soient les teneurs en uranium des minéraux à partir desquels il est extrait, l'uranium est présent essentiellement sous deux formes isotopiques : 99,28 % de ²³⁸U (noyau fertile) et 0,71 % de ²³⁵U (noyau fissile). Or les réacteurs nucléaires à eau pressurisée et à eau bouillante, qui sont actuellement les plus répandus dans le monde, utilisent un combustible contenant entre 3 et 5 % de ²³⁵U. L'enrichissement de l'uranium naturel est réalisé par diffusion gazeuse ou par ultracentrifugation via UF₆, non seulement en raison de sa relative stabilité chimique et de sa basse température de sublimation, mais aussi parce que l'élément fluor a la singularité de ne comporter qu'un seul isotope stable (¹⁹F). De ce fait, il ne contrarie pas la séparation des isotopes de l'uranium.

Préparation de l'aluminium

Hasard du calendrier, c'est également en 1886, année de la découverte d'Henri Moissan, que le Français Paul Héroult et l'Américain Charles M. Hall découvrirent simultanément un nouveau procédé – appelé procédé Héroult-Hall – pour la préparation de l'aluminium et dont le principe est encore utilisé industriellement de nos jours. La première étape vise à l'extraction de l'alumine (Al₂O₃) de la bauxite, forme minérale de l'aluminium, par un procédé d'affinage appelé procédé Bayer mis au point en 1887 par le chimiste Karl-Josef Bayer. En effet, l'aluminium est également présent dans la bauxite sous forme d'hydroxyde d'aluminium. Après plusieurs étapes de purification, l'alumine extraite est ensuite dissoute dans un bain fondu de cryolite (Na₃AlF₆). L'électrolyse du mélange fondu à environ 950 °C conduit à la formation d'aluminium et de dioxyde de carbone. L'aluminium en fusion se dépose au fond de la cuve d'électrolyse pour former une couche liquide et est collecté périodiquement par siphonage avant d'être transféré en fonderie afin d'y être traité et mis en forme.

Préparation de polymères fluorés

Citons l'exemple de la synthèse fortuite en 1938 par le chimiste Roy J. Plunkett du polytétrafluoroéthylène (PTFE), plus connu sous le nom de Teflon[®] (marque déposée en 1945 par la société Du Pont de Nemours). En raison de sa résistance à la corrosion par l'hexafluorure d'uranium, il fut utilisé très peu de temps après sa découverte par l'armée américaine lors de la Seconde Guerre mondiale, dans le cadre du projet Manhattan pour la fabrication de la première bombe

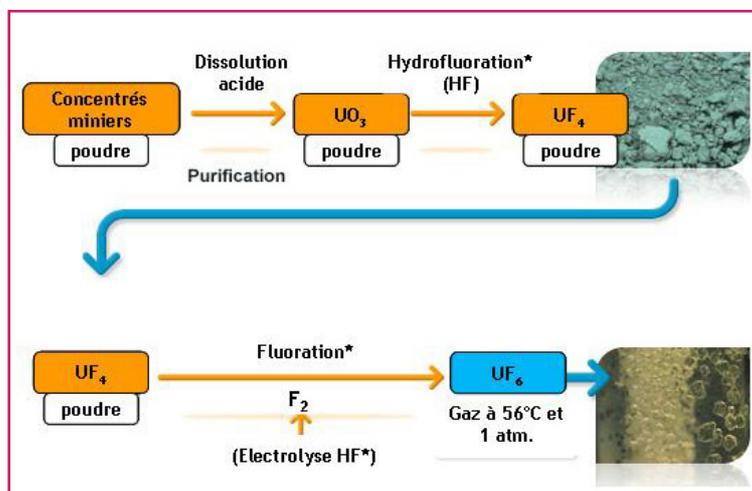


Figure 2 - Préparation de l'UF₆ (source : www.aveva.com).



Figure 3 - Le *Water Cube*, star des jeux olympiques de Pékin (2008), DR.

atomique. Du fait de ses propriétés uniques et malgré son coût élevé, il a ensuite été très largement prisé, aussi bien dans l'industrie que dans notre vie courante : en médecine dans différents types d'implants (ligaments artificiels, chirurgie cardiovasculaire), dans l'industrie textile (tissu Gore-Tex®), pour des ustensiles de cuisine (revêtements anti-adhérents pour poêles à frire), etc.

Pour la protection des structures métalliques de la pyramide du Louvre, pour la rénovation de la statue de la Liberté à New York au tout début de ce siècle, c'est aux polymères fluorés qu'il a été fait appel. Le *Water Cube* érigé lors des JO de Pékin en 2008 était constitué d'une structure métallique sur laquelle étaient ajustés 3 000 coussins en ETFE (éthylène/tétrafluoroéthylène) gonflés d'air et teints en bleu (figure 3).

Synthèse organique

En chimie organique, les dernières décennies ont vu apparaître un très grand nombre de nouveaux synthons fluorés et agents de fluoration, permettant ainsi la synthèse de molécules fluorées de plus en plus sophistiquées, qui trouvent des applications dans divers domaines. De plus, l'utilisation de milieux fluorés a permis de nombreuses avancées en synthèse et en catalyse. Ainsi, les carbocations, espèces dans lesquelles un carbone porte une charge positive, avaient été invoqués comme intermédiaires de réaction depuis l'émergence des mécanismes réactionnels en chimie organique. En 1962, Georges A. Olah a montré qu'il était possible d'obtenir des solutions plus concentrées de carbocations en utilisant comme solvants des superacides (par exemple un mélange de pentafluorure d'antimoine et d'acide fluorosulfonique $\text{SbF}_5/\text{FSO}_3\text{H}$). C'est ainsi qu'ont pu être stabilisés des carbocations à basse température, parfaitement caractérisés par leurs spectres RMN. Ces travaux sur les milieux superacides lui valurent le prix Nobel de chimie en 1994. Ces milieux superacides sont aussi utilisés pour la synthèse de la vinflunine (vide infra), et plus récemment, les alcools fluorés et les milieux hautement fluorés pour la chimie « fluoreuse ».

Stockage et conversion de l'énergie

À côté de la production d'électricité *via* le cycle nucléaire, les matériaux fluorés sont largement utilisés dans le domaine

du stockage et de la conversion de l'énergie, en particulier dans les piles (non rechargeables) au lithium, dans les accumulateurs (rechargeables) de type lithium-ion et dans les piles à combustible. Ainsi, l'électrode positive de la première pile au lithium commercialisée dans les années 1970 au Japon par la société Matsushita Ltd était composée de fluorures de graphite $(\text{CF})_n$. Elle est toujours utilisée dans des applications médicales (défibrillateurs, pacemakers...) (figure 4).

Actuellement, des molécules fluorées sont omniprésentes dans les deux principaux types d'accumulateurs au lithium, à savoir les batteries lithium-polymère et les batteries lithium-ion (voire sodium-ion). Alors que dans les premières les molécules fluorées se limitent aux sels de lithium, des composés fluorés peuvent se retrouver dans une ou chacune des composantes des batteries lithium-ion qui ont des applications dans la téléphonie, les appareils photo, les ordinateurs, etc. Ainsi l'électrode positive peut être constituée, par exemple, de fluorophosphates $(\text{LiFePO}_4\text{F})$ ou de fluorosulfates $(\text{LiFeSO}_4\text{F})$ de fer. La mise en forme des composants nécessite l'utilisation de liants qui sont généralement à base de polymères, de copolymères ou de composite contenant du polyfluorure de vinylidène (PVDF).



Figure 4 - Piles au lithium de type $\text{Li}/(\text{CF})_n$ utilisant du fluorure de graphite comme électrode positive (source : National Lithium Batteries Technical Handbook, 1985, DR).

Les électrolytes aprotiques couramment utilisés contiennent des sels fluorés tels que LiBF_4 et LiPF_6 qui sont parmi les meilleurs sels conducteurs de l'ion Li^+ . Enfin, des additifs fluorés comme le tétrafluoro-oxalato-phosphate de lithium ou le méthyl difluoroacétate sont proposés pour augmenter la durée de vie de ces batteries. De même, la conception de piles à combustible membranaires à échange protonique n'a été possible que grâce à la découverte dans les années 1960 chez Du Pont aux États-Unis de la résine échangeuse d'ions Nafion® entièrement fluorée. Ces membranes sont également utilisées comme catalyseurs acides, membranes en électrosynthèse ou pour les systèmes de séchage de gaz.

Médecine et pharmacologie

Depuis une quarantaine d'années, l'utilisation de molécules fluorées dans le domaine médical a connu un essor phénoménal comme l'atteste le nombre exceptionnel de médicaments fluorés actuellement sur le marché pharmaceutique : ils ne représentaient en 1970 que 2 % des médicaments disponibles contre 18 % de nos jours, avec six produits phares classés dans le « top 12 » des médicaments les plus consommés. Ils concernent une large variété de domaines médicaux : anticancéreux, anti-inflammatoires, analgésiques, anesthésiques, antibiotiques ou antidépresseurs. Parmi cette kyrielle de médicaments, citons quelques exemples marquants : la molécule anticancéreuse 5-fluoro-uracile, inhibiteur de la division cellulaire qui inhibe la biosynthèse de l'ADN et de l'ARN ; la vinflunine initialement développée par l'équipe de Jean-Claude Jacquesy, efficace sur le cancer de la vessie (Javlor[®], Laboratoire Pierre Fabre Médicament) et qui dérive de la vinorelbine, un vinca-alcaloïde extrait de la pervenche de Madagascar (*Catharanthus roseus*), plante à l'origine de nombreux médicaments anticancéreux ; l'antibiotique Cipro[®] de la famille des fluoroquinolones qui se distinguent des quinolones par une meilleure diffusion tissulaire et intracellulaire ; l'halothane (CF₃CHClBr), l'enflurane (CHFClCF₂OCF₂H), l'isoflurane (CF₃CHClOCF₂H), le sevoflurane ((CF₃)₂CHOCH₂F) et le desflurane (CF₃CHFOCF₂H), qui sont les anesthésiques ayant remplacé aujourd'hui l'éther ou le chloroforme en raison de leur plus grande sûreté d'emploi et de moindres effets secondaires. On ne peut passer sous silence le chlorhydrate de fluoxétine de formule C₁₇H₁₈F₃NO•HCl (Prozac[®]), qui est l'un des antidépresseurs les plus vendus sur les marchés américain et européen, ainsi que la méfloquine (anti-paludisme), la flutamide, le 2-méthyl-N-[4-nitro-3-(trifluorométhyl)phényl]propanamide (anticancer métastaté de la prostate), l'efavirenz (traitement anti-sida), l'eflornithine (anti-hirsutisme facial chez la femme), le tafluprost (anti-glaucome) ou le Celebrex[®] (anti-arthrose).

Le GIS-Fluor

En France, dans le sillage d'Henri Moissan, l'activité de recherche dans le domaine de la chimie du fluor a toujours été très soutenue, aussi bien en chimie organique qu'inorganique ou en chimie des polymères, et tant au sein des sociétés industrielles que dans le monde académique. Cependant, jusqu'à la création du Réseau français du fluor en 2001, les chercheurs impliqués dans ce domaine développaient leurs activités de recherche sans pouvoir se reposer sur une structure fédérative capable d'orchestrer ces recherches et d'être l'interface non seulement entre les différents laboratoires impliqués, mais aussi et surtout entre les mondes académique et industriel. Aussi en 2001, les premières démarches pour la création de ce réseau national ont été entreprises, en particulier par Alain Tressaud, sous l'égide à l'époque du Département de chimie (devenu depuis l'Institut de chimie, INC) du CNRS. Le réseau ainsi créé a été par la suite transformé en un groupement d'intérêt scientifique (GIS) supporté par le CNRS et dont les premiers signataires ont été le CNRS, le CEA, AREVA et Arkema. Signalons l'adhésion prochaine de Solvay en cours de ratification. L'implication de grandes entreprises françaises permet de donner un éclairage tout particulier à ce réseau.

La figure 5 donne une vue synthétique de la façon dont est organisé le GIS-Fluor. Le directeur du GIS est élu par les

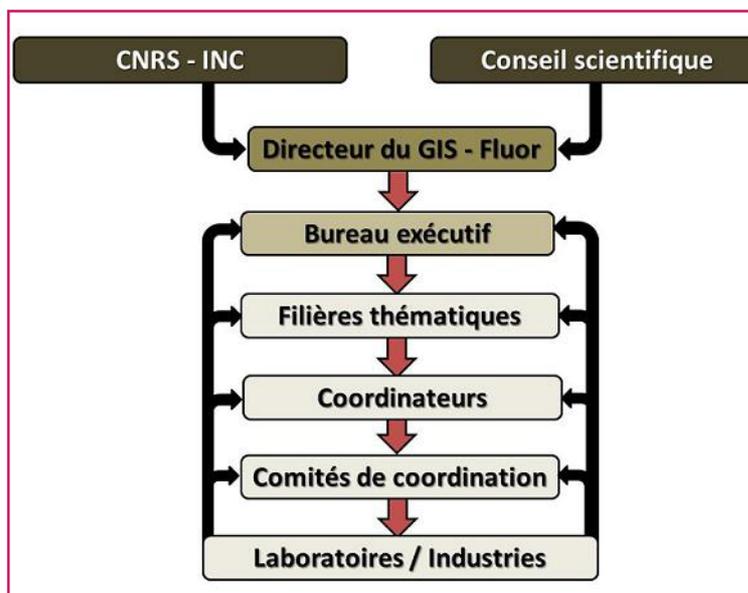


Figure 5 - Organisation du GIS-Fluor.

membres du bureau exécutif, instance officielle dans laquelle siège un représentant de chacun des groupes signataires de la convention. Le bureau exécutif assure également l'animation scientifique au sein du GIS. La durée du mandat du directeur et donc du bureau exécutif est de quatre ans.

Le bureau exécutif a identifié cinq filières thématiques majeures, significatives de l'activité de recherche menée dans l'Hexagone :

- Filière 1 : Méthodologie en synthèse organique, catalyse ;
- Filière 2 : Méthodologie en chimie minérale, science des matériaux ;
- Filière 3 : Polymères et tensioactifs ; Physicochimie et modélisation, traitements de surface ;
- Filière 4 : Fluor et sciences pour le vivant ;
- Filière 5 : Fluor, énergie et nouvelles technologies.

Chacune de ces filières est dotée de plusieurs coordinateurs représentant au mieux la diversité des participants industriels et des laboratoires universitaires/CNRS et d'un comité de pilotage afin de les aider dans leurs tâches. Ils sont notamment chargés de faire l'interface entre les laboratoires de recherche et le bureau exécutif.

Environ quarante laboratoires, répartis de façon homogène sur l'ensemble du territoire, émergent au réseau. L'activité de recherche de la grande majorité de ces laboratoires a été illustrée dans un récent numéro spécial du *Journal of Fluorine Chemistry* (2012, vol. 134), intitulé « Fluorine Chemistry in France », entièrement dédié à l'activité de recherche au sein du réseau et dans lequel des articles scientifiques font suite à une présentation plus générale des laboratoires.

Enfin, conformément aux nouveaux statuts et aux règles qui régissent dorénavant le GIS-Fluor, son activité est examinée à mi-parcours par un conseil scientifique, organe consultatif en charge d'évaluer l'action du réseau, d'éclairer le groupement sur son activité, et au besoin de recadrer ses missions et ses objectifs. Cette instance regroupe des représentants des participants au GIS auxquels s'ajoutent des personnalités extérieures. Au terme de chaque mandat quadriennal, le conseil scientifique se réunit à nouveau afin de remettre un avis circonstancié au CNRS sur l'activité du réseau et sur son action future.

La convention qui régit les règles de fonctionnement et les prérogatives du réseau a été ratifiée par toutes les parties en

présence (UPMC, CEA, Arkema, AREVA, CNRS). Elle constitue le texte « de référence » qui devra être accepté par tout nouvel adhérent. Ainsi, toute société désireuse d'intégrer le GIS-Fluor devra faire une demande spontanée (cf. *article 4.2.2. de la convention*) qui sera examinée en réunion de bureau exécutif. Conformément à l'article 5 de la convention, le bureau exécutif se réserve le droit d'intégrer la(es) société(s) comme partenaire(s) ponctuel(s). Enfin, aucun droit d'entrée ne sera exigé pour adhérer au GIS, laissant la liberté aux nouveaux adhérents de le financer à la hauteur qu'ils le souhaitent.

Les missions du GIS-Fluor

La principale mission du GIS-Fluor dans le domaine de la chimie du fluor et des composés fluorés est d'identifier des orientations scientifiques claires, pouvant avoir un impact sociétal important, notamment en termes de santé publique, et *in fine* de recommander aux organismes de recherche, en fonction des enjeux technologiques et économiques décelés, la mise en place et le développement de travaux interdisciplinaires. La vocation première du réseau n'est donc pas de s'impliquer directement dans des programmes de recherche en les subventionnant, mais de promouvoir les activités liées au fluor et aux produits fluorés dans les divers secteurs de la chimie, des nouvelles technologies (maîtrise de l'énergie, électronique et optoélectronique), des sciences du vivant ou de l'environnement (substitués des CFC, bioagriculture, chimie verte)... Cette action, en amont de toute activité de recherche, se matérialise notamment par l'organisation de journées thématiques sur des sujets émergents ou à conforter, qui permettent des échanges directs, éventuellement transdisciplinaires, entre chercheurs et industriels. Elle se matérialise également par une contribution financière et scientifique permettant aux membres du réseau d'organiser des congrès et séminaires. À titre d'illustration, nous reportons

dans le *tableau I* les manifestations labellisées par le GIS-Fluor ou pour lesquelles il a été fortement impliqué ces trois dernières années.

Signalons également qu'en 1990, à l'initiative de Bernard Langlois, s'est tenu le premier *Colloque francophone de chimie organique du fluor*, dont l'objectif était de donner l'occasion à la communauté des chercheurs impliqués dans le domaine de la chimie organique du fluor, et surtout aux doctorants et jeunes chercheurs (souvent privés de congrès à l'étranger pour raisons budgétaires), de se réunir pendant trois jours et d'échanger, en français, autour de leurs travaux. Depuis sa création, ce colloque a été organisé avec une périodicité de trois ans, le dernier en date s'étant déroulé à Obernai (voir *tableau I*). Pour les prochaines éditions, le bureau exécutif du GIS a décidé de faire évoluer ce type de congrès en fédérant tous les aspects de la chimie du fluor. Ainsi ce colloque, rebaptisé pour la circonstance *Colloque français de la chimie du fluor*, sera marqué par une extension à la chimie inorganique du fluor, et de ce fait, sa durée sera portée à quatre jours. La première édition se tiendra à Gif-sur-Yvette au printemps 2014.

Comme nous venons de le mentionner, le GIS-Fluor n'a pas vocation à s'impliquer directement dans des programmes de recherche. En revanche, il a pour mission de coordonner et de structurer des programmes de recherche multipartenaires afin de répondre à des appels d'offres nationaux (ANR, Ministère) et internationaux (PCRDT de la Communauté européenne, programmes internationaux PICS du CNRS) de soutien à la recherche et au développement technologique. Ainsi, de par son mode d'action, le GIS-Fluor doit permettre de faciliter et d'encourager les contacts et les échanges d'informations entre tous les acteurs du monde de la chimie du fluor et des composés fluorés, d'encourager des actions de coopération entre d'une part les équipes de recherche du secteur public et d'autre part les entreprises, et des actions de formation permanente. Enfin, il constitue un

Tableau I - Manifestations labellisées par le GIS-Fluor ou pour lesquelles il a été fortement impliqué ces trois dernières années.

<i>Fluorures inorganiques : du micro au nano, pour chimie et environnement, applications optiques et électroniques</i>	Journée du GIS-Fluor	Bordeaux	avril 2010
<i>Fluoride materials for energy conversion (FMEC)</i>	en coopération avec l'Electrochemical Society (E.-U.)	Bordeaux	avril 2010
<i>Fluoropolymers 2010</i>		Mèze	juin 2010
<i>Résonance magnétique du fluor 19 (RMN et IRM) pour la chimie thérapeutique, la biologie et l'imagerie médicale</i>	Journée du GIS-Fluor	Châtenay-Malabry	novembre 2010
<i>8^e Colloque francophone de chimie organique du fluor</i>		Obernai	mars 2011
<i>7th French-Japanese seminar on fluorine in material chemistry and electrochemistry</i>		Brissac, Le Mans	mai 2011
<i>Symposium on fluorine chemistry & materials</i>	242 nd ACS national meeting	Denver (E.-U.)	août 2011
<i>4th International conference on carbons for energy storage/ conversion and environment protection</i>		Vichy	septembre 2011
<i>1st Indian international symposium on fluorine chemistry (IISFC)</i>		New-Delhi (Inde)	février 2012
<i>Synthèse et réactivité en milieu fluoré</i>	Journée du GIS-Fluor	Paris	avril 2012
<i>8th French-Japanese seminar on fluorine in material chemistry and electrochemistry</i>		Kyoto (Japon)	juillet 2012
<i>Matériaux hybrides et fluor</i>	Journée du GIS-Fluor	Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines	mars 2013
<i>17th European symposium on fluorine chemistry (ESFC)</i>	www.17-esfc-paris2013.fr	Paris, Faculté de pharmacie	juillet 2013

vecteur de communication pour la promotion d'opérations pédagogiques.

Par ailleurs, l'une des priorités du GIS est aussi de permettre, par l'attribution de bourses de voyage, à des chercheurs débutants (doctorants, post-doctorants) ou confirmés appartenant aux laboratoires affiliés au réseau, de participer à des manifestations nationales ou internationales, et ainsi de promouvoir la recherche menée en France dans le domaine de la chimie du fluor. Le GIS-Fluor se doit également d'être ouvert en direction de tous les groupes travaillant sur le sujet de par le monde. Son site Internet bilingue, géré par Vincent Maisonneuve à l'Université du Maine et régulièrement actualisé, fournit ainsi toutes informations sur la vie du réseau, mais également sur toutes les manifestations scientifiques au niveau international, informations documentaires et bibliographiques, découvertes marquantes, nouvelles technologies et applications... Des documents sur la découverte du fluor et sur les étapes marquantes de son histoire peuvent également être consultés⁽¹⁾.

Conclusion

La recherche française dans le domaine de la chimie du fluor fait preuve d'un grand dynamisme et est largement reconnue au niveau international. Par la création de ce réseau national, le CNRS et les laboratoires membres du GIS-Fluor se sont dotés d'un outil capable de fédérer les compétences et les moyens de recherche en chimie du fluor, d'accroître les synergies entre les mondes académique et industriel, et aussi de promouvoir cette chimie si particulière auprès des étudiants. Pour en savoir plus, nous vous invitons à consulter son site Internet.

- (1) NDLR : rappelons qu'Alain Tressaud avait coordonné un numéro spécial de *L'Actualité Chimique* à l'occasion du centenaire du prix Nobel de chimie d'Henri Moissan en 2006 : « Fluor et produits fluorés à l'aube du XXI^e siècle ».

Durant le 17^e Symposium européen sur le fluor (17th ESFC, 21-25 juillet 2013, Faculté de Pharmacie, Paris), une session présidée par Gérard Férey s'est déroulée à la Maison de la Chimie et a été consacrée au Prix International Henri Moissan que gère la Fondation de la Maison de la Chimie. À cette occasion, quatre lauréats récents, à savoir Karl Christe (2000), Darryl D. DesMarteau (2006), Herbert Roesky (2009) et Alain Tressaud (2012), y ont donné une conférence. Pour clore cette journée et pour rendre hommage à Henri Moissan, un film* réalisé par J. Trouchaud et D. Bour a été présenté.

*Film disponible auprès de ABV, 1 avenue des Bleuets, F-77124 Penchard.



H. Groult



A. Tressaud



B. Langlois



D. Bonnet-Delpon



V. Maisonneuve



M.P. Krafft



A. Jourdan

Les auteurs sont les membres du bureau exécutif du Réseau français du fluor*.

Henri Groult¹ (*auteur correspondant*) est directeur de recherche au CNRS et coordinateur du GIS-Fluor.

Alain Tressaud² est directeur de recherche émérite au CNRS et fondateur du GIS-Fluor.

Bernard Langlois³ et **Danièle Bonnet-Delpon**⁴ sont directeurs de recherche émérites au CNRS.

Vincent Maisonneuve est professeur à l'Université du Maine⁵ et responsable du site web du GIS-Fluor.

Marie Pierre Krafft est directrice de recherche au CNRS à l'Institut Charles Sadron de Strasbourg⁶.

Alex Jourdan est ingénieur de recherche-chef de projet chez AREVA⁷.

Jérôme Lacquement est ingénieur de recherche au CEA Marcoule⁸.

Philippe Bonnet est ingénieur de recherche et directeur mondial R & D Gaz fluorés chez Arkema⁹.

Pascal Breuilles est chargé de mission « Partenariats industriels & internationaux » à l'Institut de Chimie du CNRS¹⁰.

* **Contact : henri.groult@upmc.fr, www.reseau-fluor.fr**

¹ Université Pierre et Marie Curie, case 51, Laboratoire PECSA, CNRS UMR 7195, 4 place Jussieu, Bât. F, F-75252 Paris Cedex 05.

Courriel : henri.groult@upmc.fr

² Institut de Chimie de la Matière Condensée de Bordeaux (ICMCB), CNRS, Université Bordeaux, 87 avenue du Dr A. Schweitzer, F-33608 Pessac Cedex (tressaud@icmcb-bordeaux.cnrs.fr).

³ Laboratoire SURCOOF, Institut de Chimie et Biochimie Moléculaire et Supramoléculaire, UMR 5246 CNRS, Université Claude Bernard Lyon 1, F-69622 Villeurbanne Cedex (bernard.langlois@univ-lyon1.fr).

⁴ Faculté de pharmacie, Université Paris Sud et CNRS, Laboratoire BioCIS, 5 rue Jean-Baptiste Clément, F-92296 Châtenay-Malabry (daniele.bonnet-delpon@u-psud.fr).

⁵ Institut des Molécules et des Matériaux du Mans, UMR 6283 CNRS, Faculté des Sciences et Techniques, Université du Maine, Avenue Olivier Messiaen, F-72085 Le Mans Cedex 9 (vincent.maisonneuve@univ-lemans.fr).

⁶ Institut Charles Sadron, UPR 22 CNRS, 23 rue du Loess, BP 84047, F-67034 Strasbourg Cedex 2 (marie-pierre.krafft@ics-cnrs.unistra.fr).

⁷ AREVA - CH/DRD, BP 44, F-26701 Pierrelatte Cedex (alex.jourdan@areva.com).

⁸ CEA Marcoule, DEN/DTEC/DIR, F-30207 Bagnols-sur-Cèze (jerome.lacquement@cea.fr).

⁹ Arkema, Centre de recherche Rhône Alpes, Rue Henri Moissan, BP 63, F-69493 Pierre-Bénite (philippe.bonnet@arkema.com).

¹⁰ CNRS, Institut de Chimie, 3 rue Michel-Ange, F-75794 Paris Cedex 16 (pascal.breuilles@cnrs-dir.fr).



J. Lacquement



P. Bonnet



P. Breuilles