

Robert **GUILLAUMONT**

Né le 26 février 1933, Lyon

Membre de l'Académie des sciences 2003 (section de chimie))
 Membre l'Académie des technologies 2000 (membre fondateur)
 Chevalier de l'Ordre national du mérite 1989
 Chevalier de l'Ordre de la légion d'honneur 2016
 Officier des Palmes académiques 2013

CV

Formation : 1944-51, Baccalauréat Mathématique, Lycée de Villefranche-de-Rouergue. 1951-53, Classe Préparatoire NSE, Lycée Saint Louis, Paris. 1953-57, Licence es Sciences Physiques, Faculté des Sciences de Paris. 1957-58, DEA, Physique Nucléaire et Radiochimie, Faculté des Sciences de Paris. 1958-60, Doctorat 3 ième Cycle en Physique Nucléaire, Laboratoire Curie, Institut du Radium, Faculté des Sciences de Paris. 1962-66, Doctorat d'Etat es Sciences, Laboratoire Curie, Institut du Radium, Faculté des Sciences de Paris,.

Carrière : 1953-57, Maître d'Internat. 1957-58, Boursier 3 ième Cycle. 1958-62, Stagiaire de recherches CNRS. 1960-62 Service militaire (France et Algérie). 1962-1967, Assistant à la Faculté des Sciences de Paris. 1967- 98, Chargé de Cours, Professeur puis Professeur de Classe Exceptionnelle (1991) à l'Université de Paris XI-Orsay. 1979-90, Directeur du Groupe de Radiochimie de l'Institut de Physique Nucléaire d'Orsay (IPNO). 1980-83 Directeur de la division de Radiochimie l'IPNO. 1985-95, Initiateur et Responsable du DEA national "Radioéléments-Rayonnements-Radiochimie". 1994-97, Co-initiateur et Co-directeur du GdR "Practis" CNRS/IN2P3. 1973-98, Membre (ou Président) de diverses commissions et conseils : Université Paris XI-Orsay, Ministère éducation nationale, CNRS, IN2P3, CEA, organismes de recherches étrangers, Membre de Comités Scientifiques de Congrès Internationaux (voir détails ci-dessous*). 1973-81 Membre du CSCU (section 33). 1983-86 et 1991-95 Membre du Comité National du CNRS (sections 14 puis 17). 1998 Professeur Honoraire Université Paris XI-Orsay. Total du service public 47 ans 3 mois (1 octobre 1953 au 30 juin 1998)

Fonctions et Distinctions : 1974-77 Directeur de l'UER de Sciences Exactes et Naturelles, Université de Paris XI-Orsay. 1976-79 Représentant français au Comité enseignement de l'IUPAC. 1976-82, Secrétaire Général de la Société Chimique de France. 1989-95, Secrétaire Général du Comité National de la Chimie. 1987 Correspondant puis 2003 Membre de l'Académie des Sciences-Institut de France. 1991, Membre Honoraire de l'Académie des Sciences Naturelles de Russie. 1983-92 Membre du Groupe Permanent chargé des usines - GPU puis Vice-Président (Ministère de l'Industrie, Direction Générale de la Sûreté Nucléaire et de la Radioprotection puis Autorité de sûreté nucléaire - DGSNR). 1984-2004, Membre du Groupe Permanent chargé des

Déchets radioactifs - GPD (Ministère de l'Industrie, DGSNR). Président du GPD de 1984 à 2004. 1981-85, Membre des "Commissions Castaing". 1992-2010 puis 2013-2020, Membre de la Commission Nationale d'Evaluation (CNE - lois 1991-1381 et n° 2006-739) des Recherches sur la Gestion des Déchets et Matières Nucléaires. 2020-2025, Expert invité à la CNE. 2008-13 Président du Groupe d'expertise pluraliste sur les Mines d'Uranium du Limousin. 2009-14 Président du Comité National de la Chimie.

Prix : 1978 - Grande médaille des activités d'enseignement de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, 1983 – Prix Paul Pascal de l'Académie des sciences

*Détail des Comités et Commissions

France

1990 Commission Saint Aubin, Président (Préfet de l'Essonne)
 1997 Commission Diagnostic Contamination Sites INBS, Président (Haut-Commissaire à l'Energie Atomique)
 2000 Comité Suivi Fort Vaujours, Président (Préfets Seine et Marne/ Seine Saint Denis)
 2007 Dosimétrie des populations de Polynésie après les essais nucléaires atmosphériques (Ministère Défense)
 1975-83 Membre du Conseil Scientifique de l'institut de physique nucléaire de Strasbourg
 1977-83 Membre du Conseil Scientifique de l'institut de physique nucléaire d'Orsay
 1982-86 Président du Comité de Direction du Cyclotron d'Orléans
 1975-83 Membre du Conseil Scientifique de l'institut de physique nucléaire de Strasbourg
 1983-96 Membre du Conseil Scientifique du CEA
 1983-86 Consultant de Chimie à la Mission de la Recherche du MEN
 1990-95 Membre du Groupe Experts Contrats Mission Scientifique et Technique, MEN
 1992-96 Membre du comité Aval du cycle du CEA
 1992-2000 Membre du FNRS, Belgique (radiochimie et radiations)
 1999-2010 Membre de la Commission Terminologie et néologie de l'ingénierie nucléaire.

Europe

1989 - Evaluation du programme de recherches 1985-1989 "Gestion des Déchets Radioactifs". Rapport n° 40 EU-12264 EN, Expert du Comité
 1993- Evaluation du Programme de recherches 1989-1993 "Démantèlement des Installations Nucléaires". Rapport n° 58 EUR 15329 EU. Président du Comité.
 1996 - Evaluation du programme spécifique de recherches et de formation de 5 ans (1991-1995) en Sûreté Nucléaire (réacteurs, déchets et protection), Expert du Comité
 2000-2001 - Evaluation du programme Nuclear Fission and Radiation protection, Expert et rapporteur du Comité

1992-2000 Membre du FNRS, Belgique (Radiochimie et Radiations)

International

Cette participation a consisté à sélectionner des contributions et d'être "Referee" des articles qui ont été ultérieurement publiés dans des périodiques internationaux. Les Congrès bisannuels Migration couvrent le comportement des actinides et des produits de fission dans la géosphère et les journaux sont Radiochimica Acta ou Journal of Contaminant Hydrology.

1990 - Membre du comité d'organisation de Migration 91, Jerez, Espagne.

1992 - Membre du comité d'organisation du séminaire CNRS (25-26 mai): Solutions diluées naturelles, Paris.

1991 - Membre du comité international de Migration 93, (décembre 93), Charleston, SC, USA.

1992 - Membre du comité international de Actinides 93 (septembre 93), Santa Fé, NM, USA.

1992 - Membre du comité d'organisation de Safwaste 93 (septembre 93), Avignon.

1993 - Membre du comité international et du comité d'organisation et Président de Migration 95, (septembre 95), Saint Malo, France

1995 - Membre du comité international de Migration 97, (octobre 97), Sendai, Japon

1995 - Membre du Haut comité national pour le "Centenaire de la découverte de la radioactivité", France

1995 - Membre du comité international de NRC4, (septembre 96) Saint Malo, France

1995 - Membre du comité international de "Actinides 97", (septembre 97), Baden-Baden, Allemagne

1996 - Membre du comité scientifique français de ICFE3, (septembre 97), Paris

1996 - Membre du "International Technical Program Committee" de Global 97, (octobre 97), Yokohama, Japon

1997 - Membre du comité international de Migration 99, (septembre 99), Lac Tahoe, NV, USA.

1999 - Membre du comité international de Migration 01, (septembre 2001), Bregentz, Autriche.

2001 - Membre du comité international de Migration 02, (octobre 2003), Gyeongju, Corée du Sud.

Services militaires

Services militaires (paix) : du 1 mars 1960 au 1 septembre 1961

Services militaires (guerre) : du 1 septembre 1961 au 8 mai 1962

Carte combattant 89097, Médaille Commémorative des Opérations de Sécurité et de Maintien de l'Ordre en AFN

Activités scientifiques Post-retraite

Elles sont détaillées à la fin du CV.

Principaux travaux : Chimie du protactinium : extraction, purification, comportement en solutions aqueuses et organiques de Pa(V) et de Pa(IV).
Chimie des actinides (U à Fm) en solution (notamment à l'échelle des

indicateurs), synthèse d'isotopes particuliers par réactions nucléaires, extraction des sources naturelles ou non, mesures radiométriques. Interprétation des variations de propriétés thermodynamiques dans la série de transition 5 f. Chimie des actinides à l'état solide : propriétés nucléaires et spectroscopiques de composés solides dans la série de transition 5 f. Radiochimie : développement des méthodes de partage (notamment de l'extraction par solvant) pour la spéciation des radionucléides. Comportement chimique de quelques atomes et écarts par rapport à la loi d'action de masse. Problèmes de chimie et de radiochimie liés à la gestion des déchets radioactifs.

Au total plus de 200 articles scientifiques dont 120 dans des revues internationales de rang A. Direction de 40 thèses. Nombreux rapports d'expertise (France, UE et international).

Principaux ouvrages : 1974, Protactinium (Masson), 200 pages. 1993, Fundamentals of Radiochemistry 400 pages (CRC Press). 1997, Les bases de la Chimie minérale, Atomes ions et molécules, Introduction à la théorie des groupes, Systèmes mono et poly électroniques, au total 500 pages (Paris XI Edition). 2000, RST "Radiochimie" 150 pages (Académie des Sciences). 2003 Update of Chemical Thermodynamic of U, Np, Pu, Am (Cm) and Tc, 960 pages (OCDE-AEN North - Holland)

Domaine d'expertise : Chimie des actinides notamment chimie en solution. Chimie de la matière extrêmement diluée. Radiochimie. Chimie pour la mise en œuvre de l'énergie nucléaire de fission, de l'extraction de l'uranium des minerais à la gestion des déchets produits aux différentes étapes de l'amont et l'aval du cycle du combustible nucléaire, en passant par le recyclage du plutonium. Ce domaine s'inscrit dans une problématique qui a une importance nationale dans le cadre des recherches sur la gestion des déchets radioactifs et des déchets nucléaires.

Œuvre scientifique.

R. Guillaumont est un radiochimiste spécialiste de la chimie des actinides. Son œuvre scientifique peut être rattachée au fil conducteur des conséquences du remplissage électronique de la sous-couche atomique 5f sur les propriétés physicochimiques des actinides. Le nombre d'électrons 5f joue un rôle essentiel dans le comportement des 15 actinides, notamment lorsque ces électrons sont délocalisés, à partir du protactinium (Pa) et jusqu'à l'américium (Am). Cela se traduit par une grande richesse des degrés d'oxydation des premiers actinides (couramment de 3 à 6) et par la manifestation d'effets particuliers dans la série (états électroniques caractérisés par le nombre quantique J). Le premier travail de R. Guillaumont sur Pa(IV) (thèse sur le comportement de Pa(V) et de Pa(IV) en solution) a montré que le remplissage de la sous-couche 5f commence pour cet élément. Le spectre UV d'absorption de Pa⁴⁺ est typique d'une transition 5f¹6d¹ (atome de Pa : 5f²6d¹7s²). Il a ensuite étudié les conséquences thermodynamiques et spectroscopiques de la population de la sous-couche 5f sur une série de complexes en solutions (complexes citriques des actinides trivalents de Am à fermium (Fm)) ou de solides à l'état de monocristaux examinés à 4 K (halogénures de Th dopés avec Pa, U, Np sous forme d'ions

M⁴⁺). Il a montré l'existence de l'« effet tétrade » pour des complexes d'actinides trivalents, effet qui reflète une extra stabilisation de l'état fondamental des actinides pour 1/4, 1/2 et 3/4 du remplissage de la sous-couche 5f. Après le curium (Cm) il faut, pour réaliser des expériences, synthétiser des isotopes de berkélium (Bk), einstenium (Es) et Fm par réactions nucléaires auprès d'accélérateurs de particules, et les séparer des cibles irradiées, ce qu'il a fait à Orsay. Pour conduire la plupart de ses recherches il a développé la méthodologie d'étude des espèces et des équilibres entre espèces dans les solutions extrêmement diluées (ce que permet la radioactivité jusque vers 10⁻¹⁴ M), et il a poussé, au plan théorique, la description du comportement thermodynamique de quelques atomes en termes de déviation par rapport à la loi d'action de masse, ce qui a donné un fondement aux expériences de chimie sur les éléments 6d (Z>103), produits atome par atome par les radiochimistes auprès des accélérateurs. Pour cela il est revenu à la grande fonction de partition des molécules et l'a appliquée sans approximation aux équilibres chimiques. Enfin il a étudié nombre de propriétés thermodynamiques des éléments 4f (lanthanides) et 5f en liaison avec les transferts électroniques entre ces éléments et leur environnement (covalence, effet de champ cristallin). Finalement c'est sur les problèmes fondamentaux de migration des radionucléides dans l'environnement (spéciation, effet de concentration, rétention sur les colloïdes) et de séparations sélectives des actinides/lanthanides des éléments constituant le combustible nucléaire irradié qu'il a poursuivi ses recherches. On retiendra que les thèmes de recherche de R. Guillaumont sont centrés à l'amont des nombreux problèmes de chimie/radiochimie que l'on rencontre le « nucléaire » : chimie des actinides de l'uranium au curium dans les diverses étapes des cycles du combustible nucléaire et de la gestion des déchets radioactifs.

Analyse des travaux de recherches et d'enseignement

Travaux de recherches

On peut distinguer cinq périodes de recherche dans mes travaux scientifiques. La première va de 1958 à 1966, c'est celle de mon travail de thèse, essentiellement consacré à la chimie du protactinium et celle où je me suis intéressé à des problèmes de radiochimie d'éléments lourds (Laboratoire Curie-Arcueil). La seconde, 1967-1975, est celle où, avec des collaborateurs que j'ai directement dirigés, nous avons travaillé sur les actinides et lanthanides à l'échelle des indicateurs (environ 10⁻¹⁰ M) (Laboratoire Curie-Arcueil et Laboratoire de Radiochimie- Institut de physique Nucléaire d'Orsay-IPNO). La troisième, 1975-1980 se confond, pour une large part, avec l'activité du laboratoire de Radiochimie de l'IPNO. Elle a été axée sur la physico-chimie des lanthanides, actinides et produits de fission, tant à l'échelle des quantités impondérables que pondérables. La quatrième 1980-1990 est celle pendant laquelle j'ai assuré la direction du Groupe de Radiochimie de l'IPNO. J'ai exercé alors deux types d'activité, l'une de structuration de la recherche du Groupe, l'autre de recherches personnelles sur la spéciation des radionucléides à l'échelle des traces ou des indicateurs. De 1991 à 1998 (cinquième période) j'ai orienté mes recherches et mes réflexions sur les problèmes de chimie et de

radiochimie posés par la gestion des déchets radioactifs. Depuis 1998, à la retraite j'ai poursuivi mon activité scientifique sur le comportement des actinides et des produits de fission lors des différentes étapes du cycle du combustible nucléaire et j'ai continué à suivre les problèmes scientifiques posés par la gestion des déchets nucléaires (Thermodynamic Data Base OCDE-AEN, Steering Committee des Conférences internationales Migration, Commission Nationale d'Evaluation).

Première période 1958-1966

J'ai été accueilli à l'Institut du Radium en 1957 par le Professeur Frédéric Joliot. Mes premières années de travail (1958-1960) ont été dirigées par mes Professeurs Moïse Haïssinsky et Georges Boussières et par Roland Muxart, Directeur de Recherches au CNRS et Directeur du laboratoire Curie-Arcueil. L'activité de ce laboratoire de l'Institut du Radium était centrée sur la physico-chimie des radioéléments lourds, dans la tradition de l'école française fondée par Marie Curie et Irène Joliot-Curie.

Mon premier sujet de recherche a été l'étude des solutions aqueuses de protactinium penta- et tétra-valent par spectrophotométrie d'absorption UV-visible. Elle était le prolongement des travaux originaux développés au laboratoire Curie, durant les vingt années précédentes et qui avaient conduit à la découverte de Pa(IV) mais aussi à l'accumulation d'au moins 10 mg de cet élément. J'ai obtenu les premiers spectres d'absorption de Pa(V) et Pa(IV) dans divers milieux aqueux complexants ou non, en même temps d'ailleurs que l'équipe concurrente anglaise d'Alfred Maddock. A cette époque où la structure électronique des éléments "cis-uraniens" était très contestée, on attendait des spectres de Pa(IV) qu'ils puissent refléter une structure électronique $5f^1$ (comme Ce(III) reflète la structure $4f^1$). Effectivement, le spectre UV de Pa(IV) est bien dû aux transitions entre états des configurations $5f^1$ et $6d^1$ (et ressemble à celui de Ce(III)). C'était une preuve forte que, dans la série des actinides, le remplissage de la sous-couche 5f commence seulement avec le protactinium. Cela a été confirmé plus tard par des mesures physiques sur des composés solides.

Après avoir soutenu ma thèse de 3ème cycle, j'ai entrepris, sous la direction de G. Boussières, l'étude de l'identification des espèces de Pa(IV) et Pa(V) présentes en milieu perchlorique et dans divers milieux complexants. C'était là un sujet vierge et délicat, car on savait, puisqu'il avait bien fallu isoler quelques milligrammes de protactinium de plusieurs dizaines de kilogrammes de résidus de minerais d'uranium, que son comportement était surprenant, sinon capricieux, lors des opérations de "chimie analytique" de l'époque. Il fallait comprendre pourquoi sur des bases rationnelles. Avant d'entreprendre les expériences, j'ai effectué un stage dans le laboratoire du Professeur Lars Gunnar Sillén à Stockholm (Royal Institute of Technology) spécialisé dans la chimie des solutions. Finalement c'est essentiellement en utilisant la méthode d'extraction par solvant d'un élément à l'état de chélate que j'ai travaillé. J'ai d'abord bien réfléchi aux potentialités de cette méthode, peu utilisée à l'époque, et j'ai proposé un traitement mathématique assez complet pour traiter les données correspondant à tous les cas de formation de complexe. L'ensemble

des résultats que j'ai obtenus est consignés dans ma thèse de doctorat d'Etat.

J'ai également étudié le comportement de Pa(V) dans d'autres milieux : fluorhydriques (les seuls où le protactinium soit très soluble) citriques et phosphoriques (dont l'intérêt biologique est évident).

Pendant les sept années que j'ai consacrées à la chimie du protactinium, les connaissances accumulées par le monde sur les propriétés et la réactivité de cet élément ont été prodigieuses, à tel point que "certains" aspects de sa chimie ont été pendant longtemps mieux connus que ceux de ses homologues supérieurs Nb et Ta. Dans le même temps, la quantité mondiale de protactinium augmentait de quelques dizaines de milligrammes à environ 150 g en 1965, et cela a ouvert une période de 10 ans d'intenses recherches sur cet élément. Les résultats qui ont été publiés alors ont largement confirmé les miens. Aujourd'hui il y a un regain d'intérêt pour ce radioélément dont l'isotope 231 est le descendant de ^{239}Pu et de ^{235}U .

Le protactinium est un élément dont les deux isotopes, artificiel : 233 (période radioactive, T, de 27 j) et naturel : 231 (T de 34000 a), permettent de tester à la fois les méthodes de la radiochimie mises en oeuvre pour l'étude de la matière en quantité impondérable et les méthodes usuelles de la chimie. Par ailleurs, la forte tendance à l'hydrolyse et à la polymérisation des espèces monomères de Pa(IV) et de Pa(V) ainsi que la faible stabilité vis-à-vis de l'oxydation de Pa(IV), conduisent à des problèmes de "chimie en solution" complexes. Les avoir surmontés, permettait d'aborder, dans la même optique, l'étude du comportement des radioéléments lourds naturels ou artificiels, tels que les actinides. C'est la voie que j'ai suivie par la suite avec mes collaborateurs.

Deuxième période 1967-1975

Le protactinium est le premier élément dit "5f". Il était donc naturel (c'était, et c'est encore la tendance générale) de chercher à mettre en évidence, par exemple, l'influence du nombre d'électrons 5f sur certaines propriétés des ions à structure $5f^q$ et de les comparer si possible aux propriétés des ions analogues $4f^q$. J'ai choisi d'étudier les propriétés thermodynamiques de complexation dans des systèmes monophasés ou biphasés. Les expériences ont alors porté sur l'ensemble des éléments 4f et les éléments 5f jusqu'au fermium ($Z = 100$), à l'échelle des indicateurs.

Cette voie de recherche était possible car en 1968 j'ai rejoint le laboratoire de Radiochimie de l'IPNO dirigé par G. Bouissières où l'on pouvait disposer des accélérateurs nécessaires à la synthèse de nucléides lourds et des moyens de détection de radioactivité. En effet, aux très faibles concentrations, on ne peut étudier un élément que si on dispose d'un de ses isotopes radioactifs de période appropriée. Le choix de cette échelle de concentration, environ 10^{-10} M ou inférieure, était dicté par au moins deux raisons : les transuraniens très lourds ne peuvent pas être synthétisés en quantité pondérable et aux très faibles concentrations, les espèces en solution sont monomères, les phénomènes d'auto-oxydoréduction comme la dismutation sont bloqués et tout est plus simple, mais aussi plus compliqué car les impuretés peuvent jouer un

grand rôle dans la stabilité des différents degrés d'oxydation. En effet les couples reox d'un élément en très faibles concentrations ne peuvent ne peuvent pas imposer leurs potentiels.

Durant cette période, nous avons systématiquement étudié à l'aide de méthodes de partage et en travaillant simultanément sur plusieurs radionucléides émetteurs gamma l'extraction par formation de chélate, l'hydrolyse et la complexation des ions aqua M^{3+} ($M(H_2O)_x^{3+}$). Nous avons montré l'influence de la conséquence thermodynamique de l'effet néphélauxétique lors de la formation de ces espèces en solution. Cet effet, connu aussi sous le nom d'effet tétrade est sous la dépendance des nombres quantiques associé aux configurations électroniques de M^{3+} avec $q = 0 - 3/4 - 7 - 10/11$ et 14 dans les différentes entités. Il était connu pour les éléments 4f. Nous l'avons mis en évidence pour les éléments 5f, et nous avons discuté l'origine des différents facteurs qui en sont la cause.

De même, on a été parmi les premiers à travailler sur l'extraction par solvant de ces éléments à partir de sels fondus (eutectique NO_3Li-NO_3K) avec des agents donneurs d'électrons (TBP = tributylphosphate, TPPO = oxyde de triphénylphosphine) ou des agents chélatants (HA) ou leur mélange, en solution dans un eutectique de polyphényles. A cette époque on s'intéressait, notamment aux USA à des réacteurs nucléaires à sels fondus. Le fait saillant de cette étude est que les éléments : Ce, Pr, Tb, Bk possédant le degré d'oxydation 4 ne sont pas extraits car ils sont oxydés. On a été conduit à explorer, ce qui était nouveau à l'époque et n'a pas encore été repris, l'influence de la composition de la phase gazeuse sur l'extraction (système triphasé).

Toutes ces expériences ont nécessité le choix, puis la préparation d'isotopes radioactifs de terres rares et la synthèse par réactions nucléaires appropriées de ^{244}Bk , ^{253}Es et ^{252}Fm car les isotopes des autres éléments 5f étaient disponibles. D'autres problèmes importants plus ponctuels mais liés néanmoins à la chimie des radioéléments lourds ont retenu notre attention. Par exemple, on a étudié : 1) la préparation de solutions impondérables de Pa(IV) et Np(III à VII) exemptes de couple redox étrangers, 2) certaines cinétiques d'oxydation de Pa(IV), travaux en relation avec l'étude des effets chimiques associés aux phénomènes nucléaires comme l'émission bêta moins de ^{233}Th tétravalent qui donne $^{233}Pa(V)$, 3) l'hydrolyse de Pu(IV), 4) la complexation de Pu(IV) par les acides du cycle de Krebs, 5) le comportement en milieu chlorhydrique du technétium, travaux en relation avec des problèmes d'ordre biologique.

Au sein du laboratoire de Radiochimie, d'autres travaux étaient développés qui portaient aussi sur les éléments 4f et 5f à l'échelle des indicateurs, la recherche des éléments superlourds et les halogénures de thorium, auxquels je me suis de plus en plus intéressé.

Troisième période 1976-1980

J'ai dirigé personnellement quelques chercheurs du laboratoire sur des sujets en relation avec les recherches précédentes, mais ponctuels (hydrolyse des

ions aqua 5f, extraction par solvant de Nb, Ta, Pa, complexes citriques et citrates cristallisés de Nd et Am) et des travaux de thèses portant sur les éléments 5f, de chercheurs travaillant au CEA. Mais, pendant cette période, je me suis surtout occupé de l'orientation des recherches du laboratoire.

Jusqu'à cette époque, les travaux portaient surtout sur des quantités impondérables de matière radioactive. Les méthodes utilisées étaient celles de la "Radiochimie", forcément limitées aux méthodes de partage ou de transport. Les seules techniques utilisables étaient les mesures de radioactivité. Il convenait d'élargir les recherches sur les actinides aux quantités pondérables, ce qui permettait d'aborder la chimie du solide de ces éléments et d'utiliser les méthodes et techniques de la physique et chimie. Ce changement de concentration devait élargir considérablement les activités du laboratoire.

Ainsi, quatre grands thèmes de la chimie des éléments 5f (et 6d) ont été progressivement structurés et développés comparativement aux éléments 4f et aux produits de fission par des techniques variées adaptées aux échelles de concentration explorées : 1) propriétés de migration des halogénures et oxyhalogénures en phase vapeur, 2) migration d'atomes implantés dans des métaux, 3) propriétés structurales, thermodynamiques et électrochimiques des ions aqua et des complexes en solution, 4) propriétés physiques des halogénures de Th et U, 5) spectrochimie des ions tétravalents Pa, U, Np et Pu dans les halogénures de thorium, et 6) radiochimie analytique des actinides.

Ils visaient tous à comprendre le problème central de la chimie des éléments 5f, celui de la participation, si particulière, des électrons 5f aux liaisons chimiques.

J'ai participé sur le plan théorique au développement du premier thème, initié par G. Boussières. J'ai pris une part active dans l'orientation du deuxième développé par François David et j'ai contribué à l'extension du troisième, qui a été initié par mon collègue Michel Genet et s'est développé sous son impulsion puis celle de J. C. Krupa. Enfin, le dernier thème était conduit par Michel Hussonnois avec lequel j'ai collaboré.

Ainsi avec F. David nous avons procédé à une étude semi-théorique détaillée de certaines propriétés thermodynamiques des éléments 4f, puis 4f et 5f, montrant l'existence d'une très nette différence entre les éléments transgadoliniens et transcuriens. Cela a été une conclusion importante qui a impulsé l'utilisation des méthodes radioélectrochimiques mises au point au laboratoire par F. David et dont on a tiré des données essentielles pour l'étude du comportement redox d'éléments 5f très lourds comme le mendélévium ($Z = 101$) et le nobelium ($Z = 102$).

J'ai aidé M. Genet à lancer les études de spectroscopie haute résolution sur des monocristaux de $\text{ThBr}_4 : \text{U}^{4+}$ et $\text{ThCl}_4 : \text{U}^{4+}$ préparés au laboratoire. Il s'agissait d'un domaine extrêmement neuf et important car on ne disposait pas de valeurs fiables des paramètres décrivant pour les ions M^{4+} les interactions des électrons 5f entre eux et ceux décrivant l'influence du champ de ligand. Depuis, ce sujet a suscité de nombreuses mesures physiques annexes. Il a été en plein développement et a occupé plusieurs chercheurs jusqu'en 1986. Il a

notamment débouché sur la spectroscopie haute résolution dans les phases incommensurables. En effet, les halogénures ThBr_4 et ThCl_4 présentent la particularité unique de subir une transition commensurable-incommensurable de type displacif à basse température qui persiste encore à 4 K, température à laquelle on peut réaliser de très bonnes mesures spectroscopiques. Il faut noter que le développement de ce thème a marqué un tournant dans les activités du laboratoire car il a nécessité, plus que tout autre, la mise en jeu de quantités pondérables importantes d'éléments très radioactifs, et en conséquence, un équipement adéquat (cellules de "chimie chaude").

Mon souci, durant ces années, a été de sélectionner des voies originales de recherche et de les coordonner pour qu'elles se situent au plus haut niveau dans le contexte international de l'évolution de la Radiochimie. Cela a demandé des choix et une large collaboration avec des laboratoires français et étrangers (notamment américains) ainsi que la recherche des moyens nécessaires. Fin 1979, j'ai pris la direction du laboratoire.

Quatrième période : 1980-1990

Entre 1980 et 1990 j'ai dirigé, tout en assurant d'autres fonctions au niveau de l'IPNO, le laboratoire de Radiochimie, intégré depuis 1981, dans la Division de Recherche Expérimentale de cet Institut sous le nom de Groupe de Radiochimie. Les différents thèmes que j'ai évoqués précédemment ont été développés par mes collègues que j'ai déjà cités (M. Genet, M. Hussonnois, J. Cl. Krupa et F. David) et les jeunes chercheurs du groupe. D'autres nouveaux thèmes sont apparus. Ici il convient de séparer ce qui a été fait dans le Groupe de Radiochimie de mon activité personnelle.

Activités de structuration de la recherche du laboratoire

Les résultats importants obtenus pendant cette période dans le Groupe de Radiochimie sont les suivants : 1) détermination du potentiel $E^0(M^{3+}/M)$ pour Am, Cm, Bk, Cf, Es, $E^0(M^{2+}/M)$ pour Fm Md et No avec mise en évidence de la non existence de Md(I) et d'un effet relativiste marqué pour No, 2) mesure de la diffusion et de la migration sous champ électrique des ions M^{3+} pour Am, Cm, Bk, Cf, Es et des ions aqua 4f dont les conséquences importantes ont été l'élaboration de modèles thermodynamiques d'hydratation des ions aqua M^{3+} et la révision de données de base sur ces ions, 3) détermination des caractéristiques de migration des fluorures et oxyfluorures des éléments U, Np, Pu, Am, Cm et Es et d'autres éléments lourds ou de produits de fission. Cette étude était en relation avec le recyclage éventuel des combustibles nucléaires par voie sèche. Elle a apporté la preuve de l'existence de PuF_5 et PuOF_3 (inconnus à l'état condensé) et de la valence 4 de l'einsteinium dans EsF_4 et des valences 5 et 6 du curium dans des fluorures et oxyfluorures, 4) détermination des caractéristiques de diffusion d'isotopes émetteurs alpha des éléments Po, At, Rn, Ac, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Es et Fm implantés par réactions nucléaires dans du tantale, 5) synthèse de ThCl_4 , ThBr_4 , UCl_4 , UBr_4 à l'échelle du kilogramme et croissance de monocristaux de ces halogénures, 6) mesure des caractéristiques de luminescence,

radioluminescence et de détection de rayonnements nucléaires de ThCl_4 et ThBr_4 et explication de l'origine de la fluorescence intrinsèque, 7) mesure du spectre de phonons de ThCl_4 et ThBr_4 , 8) étude de la transition de phase commensurable-incommensurable de ThCl_4 et ThBr_4 à basse température, 9) relevé et interprétation des spectres optiques d'émission et d'absorption de monocristaux de ThCl_4 et ThBr_4 dopés avec Pa^{4+} , U^{4+} et Np^{4+} (et Pr^{3+} , Nd^{3+} , Gd^{3+}), 10) relevé et interprétation des spectres RPE de ThCl_4 et ThBr_4 dopés avec Gd^{3+} et Pa^{4+} , 11) découverte du phénomène de "Up-conversion" pour les ions M^{4+} 5f, 12) structure fine de l'émission de ^{14}C par ^{223}Ra , 13) mise au point de la production (au cyclotron d'Orléans) et de la préparation de solutions de ^{230}U et de ^{236}Pu , 14) spéciation de l'uranium à 10^{-10} M.

Par ailleurs à partir de 1980 le groupe a été équipé de plusieurs instrumentations performantes dans plusieurs domaines.

Recherches personnelles

En 1982, puis progressivement ensuite, je me suis engagé dans l'étude approfondie des problèmes liés à la gestion des combustibles nucléaires irradiés et des déchets issus de leur retraitement (commissions Castaing).

Vers cette époque les problèmes scientifiques liés à la gestion des déchets radioactifs sont apparus dans les communautés scientifiques française et mondiale. Je m'y suis intéressé car ils relèvent pour une bonne part de problème de chimie des actinides et de radiochimie d'une façon générale. Une ATP CNRS-CEA a été lancée. J'ai coordonné cette action qui a nécessité de nombreux contacts avec le CEA. J'ai travaillé sur plusieurs points de chimie-radiochimie du comportement de la matière dans son état d'extrême dilution. En effet le retour éventuel des radionucléides d'un site de stockage de déchets radioactifs vers l'homme se fera par les eaux naturelles qui auront lixivié les colis de déchets en donnant dans le champ lointain des solutions très peu concentrées en radionucléides. La connaissance des mécanismes de la migration des radionucléides à travers la géosphère et la biosphère est un point capital.

Au plan expérimental, je me suis occupé des problèmes : 1) de dosage et de spéciation d'actinides (identification des degrés d'oxydation et des espèces dissoutes ou non), U(IV) , U(VI) , complexes phosphoriques de Th, U(VI) , Np(IV) . Cela a demandé de surmonter des problèmes de cinétique et de thermodynamique de réaction redox assez délicats. A 10^{-10} M il est extrêmement difficile, par exemple, d'éviter l'oxydation de U(IV) , 2) de mesures de partage de produits de fission à longue vie (Cs, Sr, Co, Ni, Pd, Nb, Mo, I), d'éléments lourds (Ra) et d'actinides (Th, Pa, U, Np, Pu, Am) entre des eaux naturelles et des phases solides naturelles ou synthétiques comme des bétons. A cet égard on a examiné l'influence des divers paramètres dont l'importance dans les phénomènes de migration des radionucléides dans la géosphère est prévisible, 3) de solubilité de solides "très insolubles" comme l'orthophosphate de thorium en examinant l'influence du mode de séparation solide /solution qui

met en évidence la présence de colloïdes qui se forment à l'interface en milieux proches de la neutralité. L'identification de ceux ci a été recherchée en mesurant leur taille et leur charge, 4) de lixiviation de UO_2 en situation oxydante ou réductrice.

Pour développer ces travaux, il a été nécessaire de préparer au préalable des radionucléides appropriés pour travailler à l'échelle des indicateurs, et qui ont, par conséquent, des périodes assez courtes. On a utilisé pour cela le cyclotron d'Orléans (^{230}U , ^{232}U , ^{235}Np , ^{236}Pu , ^{95}Nb , ^{95}Zr) ou bien des sources naturelles comme celles de ^{227}Ac (^{227}Th , ^{223}Ra) ou de ^{243}Am (^{239}Np). Cela met en jeu une radiochimie analytique complexe.

Au plan conceptuel j'ai travaillé sur : 1) l'interprétation des données du partage des radionucléides dans des conditions où ils forment des radiocolloïdes, 2) la compétition cinétique thermodynamique qui prend une importance considérable aux très faibles concentrations, 3) la thermodynamique des solutions de dilution extrêmes (jusqu'à quelques atomes par cm^3). Ces solutions existent dans la nature et apparaissent obligatoirement dans les derniers instants de vie de la matière radioactive. J'ai montré que lorsque le nombre d'entités est inférieur à une centaine il convient de choisir une statistique particulière pour appliquer la loi d'action de masse et qu'alors, le comportement de la matière peut être curieux par rapport à celui qu'elle a aux concentrations habituelles de la chimie. Dans certaines circonstances la loi d'action de masse au sens "classique" ne permet plus de décrire l'équilibre, 4) l'interprétation des variations des propriétés thermodynamiques d'entités d'éléments f (4f et 5f) en fonction de leur structure électronique.

A côté de cette activité de recherche personnelle je me suis aussi directement intéressé, à d'autres recherches en collaboration avec des collègues, par exemple, gels et xérogels de phosphate de thorium, spectrochimie des actinides, éléments transactinides et j'ai toujours travaillé sur les variations des propriétés des actinides dans la série des éléments 5f.

Cinquième période 1990 – 1998

Après 1990 ayant quitté la direction du Groupe de Radiochimie j'ai poursuivi les recherches dont il vient d'être question en m'intéressant essentiellement, avec Blandine Fourest, aux milieux phosphoriques mono-ou bi-phasés, les phases solides étant des phosphates (Th, U) et les phases liquides des solutions plus ou moins riches en anions phosphates. Il s'agissait à la fois de caractériser les solides, leur surface, les colloïdes présents dans les solutions et les espèces dissoutes. Les méthodes utilisées étaient fondées sur la mesure de solubilité de solides marqués par un isotope radioactif (en raison de leur très faible solubilité), sur l'électrophorèse capillaire et sur les mesures de la diffusion des espèces dissoutes.

La présence des colloïdes des eaux naturelles peut être un facteur important dans le transport des radionucléides dans la géosphère ou au contraire dans leur rétention. C'est pourquoi j'ai ouvert, avec B. Fourest, un nouveau thème de recherches pour étudier les relations entre le potentiel zeta des colloïdes

minéraux (oxydes et phosphates) et leurs propriétés de rétention soit de produits de fission soit d'actinides. Les études allaient de la préparation des colloïdes à leur caractérisation complète.

D'un autre côté j'ai étudié avec Galina Ionova et Charles Madic, sur la base des données de la littérature et de calculs théoriques, comment on peut expliquer les comportements similaires ou différents des lanthanides et des actinides dans les processus qui visent à les séparer des solutions de dissolution des combustibles irradiés.

Fin 1994 j'ai lancé et j'ai été nommé co-responsable du GdR « PRACTIS » regroupant des laboratoires du CNRS et du CEA sur les thèmes de la chimie en solution des actinides et aux interfaces (le deuxième co-responsable était Charles Madic). Ce GdR avait pour but de traiter de problèmes de recherche fondamentale concernant divers aspects du retraitement des combustibles usés par extraction par solvant (interface liquide-liquide et modélisations) ou de la rétention des radionucléides sur des minéraux de la géosphère (interface solide-liquide et modélisations).

Enseignement

En 1962, j'ai quitté le CNRS pour devenir Assistant à la Faculté des Sciences de Paris. Dès cette date, et jusqu'en 1968, j'ai enseigné la radiochimie expérimentale, soit à des étudiants de maîtrise (C4 de Chimie des radioéléments), soit à des étudiants de 3ème cycle lors des stages qu'ils effectuaient dans le laboratoire Curie-Arcueil où je travaillais.

Nommé Chargé de Cours à la Faculté des Sciences d'Orsay en 1967, puis Professeur en 1969, j'ai assuré pendant deux un enseignement de CPEM. Excepté un cours de deux ans 1975-76 en DEUG sur la thermodynamique et la structure de la matière, tout mon enseignement s'est déroulé, après 1968, en 2ème et 3ème cycle. Dès 1968, je me suis consacré à la Licence ès-sciences physiques, qui a été rapidement remplacée (1969) par la Maîtrise ès-sciences physiques. Je me suis alors occupé avec André Guinier de la mise en place de cette nouvelle maîtrise. Depuis sa création, cette maîtrise a été remaniée, pour des raisons pédagogiques ou réglementaires, à la fois dans sa structure et ses enseignements. Selon les années, j'y ai enseigné dans plusieurs domaines : structure de la matière (1969-1971), thermodynamique phénoménologique (1969-1971), chimie minérale (1969-1998), chimie de coordination (1969-1985), atomistique et molécules (1969-1998).

L'enseignement de la physique et de la chimie y était complémentaire. Le physicien (André Guinier puis Raimond Castaing) introduisait les concepts et les méthodes de la mécanique quantique et traitait les systèmes simples : atome d'hydrogène et oscillateur harmonique. Je traitais selon le point de vue du chimiste des systèmes à 1 et à N électrons en symétrie sphérique puis l'effet du changement de symétrie. Pour cela, j'introduisais des bases assez larges de la théorie des groupes afin d'expliquer certains points de théorie correctement et simplement en tenant compte de la symétrie et des propriétés de symétrie : théorie du champ de ligand, orbitales moléculaires, vibrations, propriétés

spectrales, etc... La fin du cours portait sur quelques propriétés électriques et magnétiques de la matière puis sur les principales méthodes expérimentales d'étude : spectroscopie d'absorption et de résonance. Ce cours préparait l'étude de la chimie de coordination de maîtrise. J'ai aussi enseigné une chimie minérale classique fondée sur l'illustration, par des exemples mettant en jeu les éléments les plus courants, les concepts et les grandes fonctions de la chimie inorganique. Une large part était faite aux réactions stœchiométriques et non stœchiométriques.

De 1981 à 1988, j'ai enseigné la "Radioactivité et les méthodes de la radiochimie" au C4 de Chimie des Radioéléments. En 3ème cycle, de 1968 à 1985, mon intervention s'est située dans le DEA de "Chimie Nucléaire et Radiochimie" où j'ai successivement traité : 1) des méthodes utilisables à l'échelle des indicateurs qui reposent sur le partage d'un élément entre deux phases, 2) des propriétés des éléments 5f en relation avec la structure électronique, 3) des aspects chimiques des cycles des combustibles nucléaires.

En 1985, j'ai complètement modifié ce DEA et mis en place le DEA 3R (Radioéléments-Rayonnements-Radiochimie) commun à Paris VI, Paris XI et l'INSTN. Son objectif était de former des physico-chimistes capables d'intervenir dans les grandes options du nucléaire : cycle des combustibles, déchets radioactifs, et dans les divers domaines de l'utilisation des radionucléides et des rayonnements. En 1991, le DEA a été remanié avec deux options. La première reprenait les enseignements précédents, la seconde portait plus spécifiquement sur les radiopharmaceutiques. Ce DEA a été soutenu par les principaux acteurs du nucléaire en France. Le nombre d'étudiants a été limité à 15 dans la première option et à 10 dans la seconde. Dans ce DEA, j'ai enseigné la radioactivité, les méthodes de la radiochimie, les fondements de la chimie à l'échelle des indicateurs et des généralités sur les actinides et leur structure électronique.

En octobre 1995, après avoir assuré pendant 10 ans la responsabilité de ce DEA (limité à cette époque à 2 habilitations) mon collègue M. Genet m'a remplacé. Pour sa troisième habilitation le DEA a été réorienté sur les problèmes liés aux recherches des 3 axes de la loi du 30 décembre 1991 et j'ai conservé dans l'option 1 (cycles du combustible nucléaire) un enseignement sur les "Matrices de conditionnement des déchets".

En dehors de mon enseignement à l'Université de Paris-Sud, je me suis intéressé de près au problème de l'enseignement de la chimie en acceptant en 1969 la fonction de Secrétaire de la Division de l'Enseignement de la Société Chimique de France qui était présidée par le Professeur Jacques Bénard. Il s'agissait de coordonner au niveau national diverses actions alors plutôt ponctuelles, de collègues qui ressentaient comme moi la nécessité de réfléchir sur l'enseignement de notre discipline et d'attirer l'attention des pouvoirs publics et des autres collègues sur ce problème. La division a été ensuite présidée par Robert Collongues et moi-même jusqu'en 1975

Activités scientifiques Post-retraite jusqu'en 2025

En 1998 j'ai pris ma retraite. Depuis cette date je me suis essentiellement consacré à des problèmes scientifiques concernant les cycles des combustibles nucléaires et la gestion des matières et déchets radioactifs au sein de la CNE2 et aux problèmes traités par plusieurs Comités /Commissions de l'Académie des sciences (Prospective en énergie, Environnement, Plis cachetés, Coped, GID, ...) quelque fois en collaboration avec l'Académie des technologies. Par ailleurs j'ai poursuivi pour les pouvoirs publics, en tant chimiste/radiochimiste, quelques expertises sur des sujets à dimension sociale touchant le nucléaire, dont certains relevaient de la procédure « Secret Défense. J'ai aussi été conseiller scientifique de la société Astéralis (Véolia).

Mes activités au sein de ces organismes sont indiquées ci-dessous. Les conférences, rapports et publications correspondants à ces activités sont dans la liste des publications

Hors Académies

Commission nationale d'évaluation sur les recherches sur la gestion des matières et déchets radioactifs (CNE). J'ai été membre de la CNE jusqu'en 2020 puis nommé expert invité jusqu'en 2025. A ces titres j'ai participé aux dizaines d'auditions annuelles des acteurs du nucléaire, aux visites des installations amont et aval du cycle du combustible en France, aux missions à l'étranger (en tant que membre) et à la rédaction des rapport annuels et des rapports particuliers demandés à la commission sur saisine de l'OPESCT.

Groupe permanent déchets (GPD). Je suis resté membre du GPD jusqu'en 2028. Les travaux ont surtout porté sur l'examen des documents de l'Andra en vue de l'instruction de la sûreté de Cigéo

Groupe d'expertise pluraliste Vienne (GEP). Il a été mis en place en 2005 par trois Ministres (environnement, industrie, santé) pour éclairer les autorités sur l'activité minière de l'uranium en France (1948-2001) et faire des recommandations sur la gestion des sites de déchets miniers. J'en ai assuré la présidence. Le rapport a été remis aux ministres en novembre 2013 ainsi que divers documents.

Groupe de travail sur la dosimétrie des essais atmosphériques en Polynésie (1966-1974). Ce groupe a été mis en place en 2007 par la DGA et le rapport remis aux autorités de défense la même année.

Astéralis-Véolia. Astéralis (2012) a été la première filiale de Véolia pour pénétrer le marché du nucléaire en misant sur la caractérisation radiologique des installations nucléaire à démanteler et les techniques de conditionnement et gestion des déchets radioactifs. J'ai été conseiller scientifique d'Astéralis (et membre du Comité d'administration) de 2012 à 2018. A ce titre j'ai expertisé de nombreux dossiers scientifiques en support aux actions de cette société (notamment achat de la société Kurion USA). Astéralis s'est fondue dans Véolia Nuclear Solutions.

Direction des applications militaire du CEA (DAM). J'ai participé en 2016 à une expertise secret défense sur «la chimie des matières nucléaires » à Valduc.

Groupe d'expertise de la contamination du site de Vaujours. Ce site a été utilisé pour des essais de détonique avec de l'uranium par la DAM puis déclassé. A la demande des Préfets de Seine Saint Denis et de Seine et Marne j'ai présidé de 2000 à 2002 un groupe d'experts pour faire un état des lieux et des recommandations pour sa dépollution.

Entre 2005-2010 j'ai été membre Comité Scientifique du cyclotron Arronax, Nantes

Académies

J'ai aidé, pendant 6-7 ans à la mise en place de l'Académie des technologies, dont je suis devenu membre fondateur en 2000 et j'ai, après 2023, participé aux manifestations conjointes de cette académie avec l'Académie des sciences concernant l'énergie.

A l'Académie des technologies j'ai été co-animateur du Comité Energie et Environnement et membre du groupe de travail sur les "Réacteurs nucléaires du futur"

A l'Académie des sciences je participe, depuis 2003, aux activités hebdomadaires et annuelles (comités secrets, élections, jury de prix, expertises de dossiers, ...) et a plusieurs comités/commissions examinés ci-dessous. J'ai été délégué adjoint de la section de chimie de 2017 à 2022 et j'ai animé, sur le plan scientifique, avec les délégués (François Mathey et Odile Eseinstein) les séminaires bisannuels de « Prospectives de chimie » de la section et assuré quelques obligations administratives et représentatives de la fonction (séances en province).

En 2003 j'ai organisé un colloque avec l'Académie des Sciences de Russie sur "l'Aval du cycle électronucléaire".

J'ai organisé entre 2011 et 2015 avec Robert Dautray, Jacques Fridel et Yves Bréchet, plusieurs séminaires sur la science pour les RNR (matériaux, caloporteur).

J'ai organisé des Conférences-Débats de l'Académie : Recyclage et chimie en 2021 (avec Patrice Simon), Variation autour du tableau périodique en 2019 (avec Pierre Braunstein) et je prépare Chimie et nucléaire.

Comité pays en développement (COPED). Son objectif est de soutenir la science des pays francophones. A la suite des recommandations du colloque « Science, enseignement et technologies pour le développement de l'Afrique », Dakar en 2012 j'ai organisé trois forums internationaux tournés vers l'Afrique. « Chimie et ressources naturelles », Cotonou 13-16 avril 2015 (avec Mansourou Moudachirou), « La chimie face aux défis sanitaires et

environnementaux en Afrique », Brazaville, 26-29 mars 2019 (avec Michel Azemar et Jean-Maurille Ouamba), « International conference on energy in africa, national, regional and local Mix (EAMix2024) », 14-16 mai 2024, Ben Guerir, Maroc, UM6P (avec Rachid Benhida).

Groupe interacadémique pour le développement. (GID). Son objectif est plus large que celui du Coped, il vise l'appropriation des sciences et techniques pour le développement sociétal des pays en développement avec l'appui de nombreuses Académies. J'ai participé à sa structuration dès sa création en 2006. J'ai organisé un Atelier à Rabat en 2007 sur les « enjeux et défis de l'énergie » et participé à plusieurs importantes manifestations (Rabat en 2012, Dubrovnik en 2015).

Comité prospective en Energie (CPE), Comité environnement (CE). Ces deux comités sont très actifs. Je suis membre du premier depuis sa création et j'ai directement participé à la rédaction des rapports et avis que le comité a produits.

Commission des plis cachetés et Comité Histoire des sciences et épistémologie. Ils s'attachent à illustrer les idées de la science à travers son histoire par divers canaux (colloques, livre, conférences). L'analyse des plis cachetés se fait 100 ans après leurs dépôts. Le comité a produit en 2020 un livre « Sous le sceau du secret » (édition CNRS) dans lequel j'ai écrit quatre articles.

Comité National de la Chimie (CNC). Le CNC est un Comité émanant de l'Académie régit par la loi de 1901. Il assure la liaison des chimistes français avec l'union internationale des chimistes IUPAC (créée en 1919). J'en ai été le secrétaire général sous la présidence de Yves Jeannin (depuis 1989) puis le Président de 2009 à 2014. A ce titre j'ai renouvelé les statuts du CNC en 2011 et présenté la candidature de la France (Istanbul 2013) pour organiser le 47 ième Congrès mondial de chimie de l'IUPAC de 2019 couplé avec la célébration du centenaire de cette union et avec l'assemblée générale. La candidature de la France a été retenue et ces manifestations se sont tenues à Paris (Juillet 2019). J'ai organisé et présidé le symposium « Chemistry and Nuclear energy, new materials and processes for a sustainable energy » du Congrès. 2019 a aussi été l'année internationale de la classification périodique des éléments chimiques que le CNC a piloté pour la France.

2011 a été l'année Internationale de la chimie et du 100 anniversaire du prix Nobel de chimie de Marie Curie. Avec Jean Pierre Vairon j'ai organisé les manifestations Nationales et Franco Polonaises (Varsovie) de ces célébrations.

Depuis 2014 je suis membre du Bureau du CNC.

J'ai été de 2005 à 2010 Membre Comité Scientifique du cyclotron Arronax, Nantes

En 2021 j'ai été nommé Membre du comité exécutif Programme Sciences et enseignement EDF Institut de France.