

RISQUE NUCLÉAIRE ET RADIATIONS IONISANTES

Jean-François Moreau

- Les hommes ont oublié cette vérité, dit le renard.
Mais tu ne dois pas l'oublier. Tu deviens responsable pour toujours de ce que tu as apprivoisé.

Tu es responsable de ta rose.

Antoine de Saint-Exupéry. *Le Petit Prince*.

Toutes les générations nées durant le XXe siècle furent, sont ou seront confrontées aux bienfaits des radiations ionisantes d'abord, à leurs méfaits ensuite. Alors que l'histoire des rayons X privilégie leur rôle majeur dans la genèse de la médecine moderne, l'atome n'a vraiment pris son envol qu'avec l'explosion de la bombe A qui mit un terme à la seconde guerre mondiale.

La radioactivité est au service de l'homme pour le meilleur, les applications civiles dont bénéficie notamment la médecine depuis la dynastie Curie, et pour le pire, avec la dispersion incontrôlée de l'arme atomique. **Vingt ans après Tchernobyl, où en est-on et ou va-t'on ?** Qui peut par son itinéraire nous éclairer alors que tous les jours on glose sur le risque nucléaire et la vulnérance des rayons X, souvent sans vrai discernement ? Par ordre de leur apparition dans l'histoire contemporaine du risque nucléaire, **Maurice Tubiana (1946), Thérèse Planiol (1947), Georges Mathé (1948), le Prix Nobel Roger Guillemin, Alain Laugier (1956), Gabriel Kalifa (1970) et André Aurengo (1976)** nous apportent ici leurs témoignages.

Georges Charpak et Richard Garwin, sollicités, se sont exprimés dans un livre capital qu'ils nous ont recommandé (G Charpak, RL Garwin, V Journé. *De Tchernobyl en tchernobyls*. Editions Odile Jacob, Paris, 2005)

et dont nous nous sommes largement servi.

Qu'ils en soient tous remerciés.

Jean-François Moreau (1965)

EN PASSANT PAR TCHERNOBYL, UN RADIOLOGUE DU XXE SIÈCLE : DE LA BOMBE A À LA RÉSONANCE MAGNÉTIQUE NUCLÉAIRE

Jean-François Moreau (Promotion 1965)

Professeur émérite et électroradiologiste honoraire de l'hôpital Necker

DE L'ATOME MILITAIRE

Né le 27 avril 1938, l'enfant avait l'âge de raison lorsque les **bombes atomiques** du *Projet Manhattan* de l'Oncle Sam détruisirent Hiroshima et Nagasaki le 6 août 1945. Le monde se mettait à l'abri de nouvelles guerres mondiales ouvertes, relayées toutefois par la guerre froide entre les Alliés de la veille devenus ennemis idéologiques. Le garçonnet rêva longtemps de son premier « bikini », ce slip de bain sulfureux baptisé du nom de l'atoll où eut lieu l'explosion atomique expérimentale de 1946. Il était trop jeune en 1945 pour s'intéresser à la création du *Commissariat à l'Energie Atomique* (CEA) par le Prix Nobel communiste Frédéric Joliot et à son *appel de Stockholm* de 1950. Jusqu'à l'adduction d'eau courante municipale vers 1960, l'eau minérale de *Plancoët*, *Source Sassay*, la plus radioactive de France, lisait-on sur l'étiquette, était l'unique alternative sur la table familiale à l'eau du puits vectrice, elle, d'une fièvre paratyphoïde B.

L'adolescent acnéique resta serein lors de l'explosion de la première bombe H américaine en 1952, à Eniwetok, dans les îles Marshall, un archipel perdu du Pacifique Nord. Au contraire, réagirent par la panique les copains du film « *Avant le Déluge* », meurtriers absurdes d'un Roger Coggio, nouvel Alain Gerbault rêvant d'une Océanie idyllique, pourtant déjà le laboratoire appliqué du nucléaire militaire occidental. Il adora l'idée d'une bombe au cobalt pour traiter les cancers et l'un de ses profs du lycée faisait frémir ses potaches par des « interrogos écrites atomiques » à

l'improviste. Il s'éveilla à la politique sous Pierre Mendès-France qui lança le programme nucléaire militaire français en 1954 que reprit Charles de Gaulle en 1958. Pacifiste mais pas antimilitariste, il approuva derechef les explosions des bombes A dans le Sahara. À sa grande honte et alors qu'il était carabin depuis 1955, il ne se souvient pas des funérailles nationales offertes par la Nation reconnaissante aux époux Joliot-Curie qui décédèrent, Irène, en 1956, Frédéric, en 1958. Il vibra pour la survie des physiciens irradiés de Vinca sauvés par la greffe de moelle osseuse en 1959.

En 1965, à 27 ans, le jeune adulte, fraîchement marié et nommé au concours de l'internat de Paris, sortit médecin-aspirant de l'école des officiers de réserve de Libourne pour aller se morfondre au *CIT 151* de Montlhéry. Il se retrouva heureusement vite muté au *Département des Applications Militaires* (DAM) du CEA. Dans le *Centre d'Essais de Limeil*, on calculait la force de frappe sur des ordinateurs américains surpuissants. Faute d'y avoir le moindre isotope radioactif sur le site, il n'y avait aucun risque de **contamination** pour le personnel dont le sang était néanmoins réglementairement contrôlé tous les trois mois. Nombre d'agents de toutes qualifications étaient volontiers leucopéniques ($\leq 4000/\text{mm}^3$) et neutropéniques ($\leq 40\%$). L'hématologue de référence, le célèbre Jean Bernard, consulté à plusieurs reprises à l'hôpital Saint-Louis, attribuait ces anomalies à une tendance, disons psychosomatique, courante également chez les intellectuels de l'X et de Normale Sup'. On cessa donc de s'en émouvoir. À trois reprises et au titre de l'OTAN, le médecin devenu sous-lieutenant fut envoyé en mission de plusieurs semaines sur la base militaire d'Inamguel, dans le Hoggar, où eurent lieu les **explosions atomiques souterraines** dans une montagne dont il fit le tour en 2CV, en faisant le détour imposé par une « fuite » lors d'un essai dont le « *Canard* » avait fait état en son temps. À son dernier retour et par curiosité,

il passa une **anthropogammamétrie** du corps humain dans une sorte de sarcophage. Son corps émettait deux pics isotopiques de rayons gamma, le potassium 40 et le césium 137. Le potassium 40 existe chez tous les humains depuis la création du monde. L'autre appareil, lui, avec les **explosions atomiques terrestres** type Reggane. Tous les Européens avaient donc les mêmes anthropogrammes. Pourquoi donc s'en formaliser ? L'usine marémotrice de la Rance allait ouvrir l'année suivante pour le plus grand bonheur du Breton qu'il était resté dans l'âme.

DES EFFETS INCONGRUS DES RAYONS X À USAGE MÉDICAL

1) Le choix d'une profession d'arroseur-arrosé.

L'interne devait choisir une orientation de carrière. Pour devenir **médecin interniste**, Fred Siguier, le mentor de l'époque, conseillait de savoir interpréter parfaitement les examens radiologiques, sinon les faire soi-même comme les Allemands. La discipline radiologique en tant que telle n'était pas professionnellement enseignée dans le cursus des études de médecine. Il choisit un poste chez Guy Ledoux-Lebard (1934), à l'hôpital Cochin. Le radiothérapeute Alain Laugier s'était fait l'évangéliste de la promotion de la radiologie moderne par la voie de l'internat des hôpitaux de Paris. Les perspectives de carrières hospitalo-universitaires paraissaient aussi ouvertes que celles de l'exercice libéral. Dans l'un comme dans l'autre cas, on ne risquait pas de mourir de faim ; l'aspiration à devenir riche sans se fatiguer était réputée être la motivation principale des jeunes radiologistes. Par contre, vivre en compagnie des radiations ionisantes - et/ou des cancéreux - toute leur vie rebutait nombre de collègues. Lors du semestre suivant chez Jean-René Michel (1953) à la Salpêtrière, sa vocation se heurta à un problème de **numération globulaire** inattendu :



une anémie à 3 000 000 d'hématies par millimètre cube de sang. Le matériel de radiologie était très vétuste : l'un datait d'avant la guerre 39-40 ! Les irradiations directes et diffusées étaient considérables au cours des demi-journées d'examens spéciaux digestifs et génito-urinaires, une bonne douzaine avec un long temps de **radioscopie** dans l'obscurité. La dosimétrie obligatoire était peu fiable. Consulté, l'hématologue de l'hôpital Beaujon, Jacques Mallarmé (1932), mit carrément en doute l'intérêt de poursuivre l'idée d'une carrière radiologique, mais la numération refaite dans son laboratoire s'avéra normale. Les collègues de la salle de garde de la Salpêtrière connaissaient « l'anémie à 3 millions » quand les frottis sanguins passaient sous les yeux d'une certaine laborantine ! Les examens hématologiques se lisaient encore artisanalement à la cellule de Malassez ; avant l'ère des automates, il y avait une forte opérateur-dépendance en biologie comme en radiologie.

Mai 68 révolutionna en bien le cursus hospitalo-universitaire de l'électroradiologie. En naquirent une **radiologie** débarrassée de la « quincaille » électrologique, puis une **imagerie** moderne de plus en plus professionnelle, vers laquelle les internes affluèrent en raison de l'intérêt de la discipline. Jacques Lefebvre (1934) et Maurice Tubiana amorcèrent la scission de l'enseignement du radiodiagnostic et de la radiothérapie. Ils introduisirent l'obligation de traiter du risque des radiations ionisantes dans un programme formel de radiologie des carabins. L'interne qui cumulait les fonctions d'attaché-assistant de radiologie à Paris 5-Necker l'y enseigna pendant sept ans. Il décida d'opter définitivement pour le **radiodiagnostic**, une fois achevée sa formation d'interniste en 1971. Faute de culture physique suffisante, il ne fut pas séduit par l'exercice de la **médecine nucléaire**, celle qui utilise les isotopes radioactifs à des fins diagnostiques ou thérapeutiques. Elle avait été détachée de la radiologie dès sa création après la Libération et dirigée depuis Saclay et Orsay. Sa pratique était strictement confinée au service public, principalement dans les Centres anticancéreux et à l'exception de l'*Hôpital Américain* de Neuilly. *L'Assistance Publique à Paris* n'avait pas poussé à son développement dans ses hôpitaux. Le très influent conseiller

de Georges Pompidou, le biophysicien Gaston Meyniel (1923-2005), deux Auvergnats, sauva la discipline à un moment où le pouvoir politique pouvait encore créer des postes universitaires sans passer par l'aval des collègues nationaux. *L'AP-HP* s'est bien rattrapée depuis.

2) **Un couple d'arrosés infertiles**
Marié avec une excellente infirmière pédiatrique, l'interne aurait vécu parfaitement heureux si le **couple** ne s'était révélé **infertile** sinon stérile depuis neuf ans déjà. Avait-il eu tort de ne pas suivre Mallarmé dans son aversion pour la radiologie ? Le spermogramme était normal, mais les insufflations tubaires post-coïtales répétées sur l'épouse étaient toujours inefficaces. Fallait-il donner de l'importance à la **surirradiation** subie par la jeune infirmière pionnière de la néonatalogie de Saint-Vincent de Paul pendant ses cinq années passées chez Marcel Lelong (1921) et Daniel Alagille (1950) ? Elle avait tenu, suspendus par les mains et à bout de bras, les nourrissons examinés derrière les appareils de radioscopies des services de néonatalogie comme de radiopédiatrie, pendant des temps incalculablement longs. Elle se trouva donc dans les conditions quasi expérimentales qui permirent à Antoine Béclère (1877) de décrire la radiologie clinique mais aussi de se nécroser la main gauche. Elle ne portait jamais de dosimètre ni de tablier plombé. C'était il y a cinquante ans. Le gynécologue-obstétricien enthousiaste et obstiné autant que rude, Michel Chartier (1949) pour ne pas le nommer, avait assuré au mari « *Cette femme aura un enfant ! Je le garantis ! Je ne sais pas quand ! Je ne sais pas avec qui !!! Oh pardon, mon vieux ! Ce n'était pas ce que je voulais dire !* » On commençait à évoquer l'adoption sinon le divorce. L'enfant du hasard fut conçu au début du printemps 1971. L'échographie fœtale n'existait pas, la mère était presque quarantenaire, l'enfant serait-il bien formé ? Il fallut attendre neuf mois et l'accouchement, le 24 décembre, pour recevoir l'heureux produit de la conception d'un enfant normal sur tous les plans. Ouf !

3) **Radiologue urogenital arroseur-arrosé.**

Il était alors chef de clinique à *Necker*, dans le tout nouveau *Palais du Rein*. Entre Jean Hamburger (1931) à

l'Est et Roger Couvelaire (1927) à l'Ouest, Jean-René Michel avait fait de son service la référence française en **radiologie urinaire**. On y faisait par jour une cinquantaine d'UIV, des urétrocystographies rétrogrades par vingtaines, des angiographies rénales par demi-douzaines. Comment ne pas se pencher sur le problème quotidien de l'irradiation des testicules et des ovaires des malades durant ces examens, surtout les femmes et les enfants ? Et regrettamment parfois aussi des fœtus ; ignorés de la mère ou cachés au radiologue, ils se révélaient sur les clichés sans préparation de l'abdomen. Il n'y avait que **deux paradés** à l'angoisse métaphysique qui fit longtemps fuir tant de radiologues devant cette dualité de responsabilités dissuasives : user des rayons X et des produits de contraste iodés réputés dangereux pour produire des examens d'interprétation préjugée très difficile. *La première consiste à récuser toute indication inutile à l'aboutissement de la procédure d'étude diagnostique d'un symptôme et/ou d'une maladie. La seconde est de réaliser un examen dans son intégralité potentielle tout en usant d'une technique aussi économique que possible en agents vulnérants.* On ne nuit pas à son malade en décidant d'y aller **si on ne peut pas faire autrement mieux que d'y aller**. Mais on lui nuirait à coup sûr si, une fois que l'on a décidé d'y aller, on n'allait pas **jusqu'au bout** de ce que la technique offre pour justifier les espoirs mis en elle, c'est-à-dire une **aide réelle au diagnostic**. Un examen normal a alors autant d'intérêt médical - et encore plus pour le malade - qu'un résultat pathologique, n'en déplaise à certains technocrates. Nommé professeur et chef de service hospitalo-universitaire, il continua d'enseigner et de pratiquer cette exigence, sans jamais sombrer dans les excès des thèses hormétiques les plus extrêmes.

DES RADIATIONS IONISANTES MÉDICALES FACE À HARVARD ET À LA VULNÉRANCE EN IMAGERIE.

Dans les années 1970, apparurent deux nouveaux concepts qui bouleversèrent la pratique médicale, en commençant par celle du radiodiagnostic. L'école harvardienne de Barbara McNeil exporta l'idée de **coût-efficacité** des moyens diagnostiques et thérapeutiques disponibles dans des **départements**

d'imagerie médicale, pour réguler les budgets des **dépenses de santé**. L'un des effets pervers fut un risque de bâclage d'exams d'imagerie pour cause de technologies trop dépendantes des **prix de l'énergie**, du support d'image, de la nomenclature et/ou de la maintenance. Le concept de **méthode invasive**, dite **vulnérante** en langage académique, vient de ce souci de se soustraire des dangers des sources nuisibles, au premier rang desquels se situent toujours aujourd'hui les radiations ionisantes et les produits de contraste. Faut-il insister ? Les ondes ultrasonores ne sont pas ionisantes ; elles sont thermogènes par agitation moléculaire. Les pionniers propagandistes de l'**échographie ultrasonore** usèrent trop de l'idée selon laquelle l'imagerie radiologique est vulnérante contrairement à la leur qui serait totalement inoffensive. **L'opérateur-dépendance** du diagnostic ultrasonographique est pourtant un facteur important dans l'évaluation de sa fiabilité, donc de sa nuisance indirecte. En 1973, apparut le (CT) scanner - académiquement le **scanographe** - qui vaudra à Geoffrey T Hounsfield un Prix Nobel et une baronnie. S'il était compréhensible que les purs ultrasonographistes y voient toujours un nouveau produit des rayons X, nombre de radiologues le sacrèrent non-vulnérant parce qu'ils les libéraient, pensaient-ils, des produits de contraste iodés voire de la prise de trop nombreux clichés. Ils n'eurent raison qu'à court terme car, très vite, les exams scanographiques exigèrent des quantités croissantes d'iode, souvent très supérieures à celles que requière une UIV maximaliste de type Necker. De plus, les séries de coupes de plus en plus nombreuses et plus fines se multiplièrent durant une même séance. La révolution technologique apporta la **résonance magnétique nucléaire** peu de temps après. Fut-ce cet adjectif inquiétant qui gêna ? La RMN fit rapidement place à l'**IRM**. Technologie lourde aussi bien en contraintes architecturales qu'en euros, l'imagerie RM était jusqu'à ces dernières semaines considérée comme non-vulnérante. Une directive de la *Commission de Bruxelles* d'origine anglo-saxonne reprise par le *Parlement Européen* remet en cause cette certitude. Aujourd'hui et encore plus

demain, quand on parle de «**disruptive radiology**», en ira-t'il ainsi avec la **tomographie par émission de positons** (PET-scanner), agressif pour le moment principalement pour les finances des budgétivores en mégaeuros ?

DU RADIODIAGNOSTICIEN DERRIÈRE TCHERNOBYL ET DEVANT LA TÉLÉMÉDECINE.

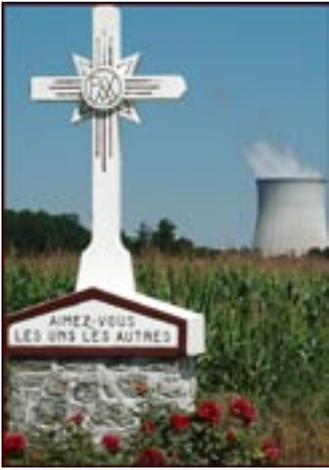
En 1986, Maurice Tubiana et lui présidaient aux destinées chaotiques de l'*International Society of Radiology* (ISR) après le désastreux ICR'85 d'Honolulu. Il en allait du succès du *XVIe Congrès International de Radiologie de Paris* (ICR'89). Il fallait ramener la radiologie nord-américaine dans le sein de la communauté internationale qu'elle avait piteusement fuie. Pure coïncidence, quelques semaines après l'**explosion du réacteur de TCHERNOBYL**, il se rendit à Baltimore pour que l'*American College of Radiology* fasse un come-back avec les honneurs de la guerre. L'ISR contribuait au budget de deux commissions qu'elle avait créées en 1927 à Stockholm. L'une, l'*International Commission of Radiation Protection*³⁷ (ICRP) allait jouer un rôle trop important pour que les USA négligeassent de participer aux débats sur le risque nucléaire induit par Tchernobyl après **THREE MILE ISLAND**. L'autre, l'*International Commission of Radiation Unit and Measurement*³⁸ (ICRU), s'occupait de la réforme des unités de radiations et de leurs mesures. Il obtint gain de cause et la possibilité d'inclure un **symposium** dédié à

Tchernobyl - et à une autre catastrophe moins connue survenue à Goiânia au Brésil - dans le programme scientifique de la section radiodiagnostic d'ICR'89. **Maurice Tubiana et lui voulaient que ce rendez-vous fondamental pour l'avenir des études du risque radiologique ait lieu pour témoigner de leur volonté de ne pas fuir la discussion objective des effets secondaires réels des explosions nucléaires accidentelles.** Il y fut notamment évoqué le rôle qu'allait jouer l'échographie dans l'enquête épidémiologique des nodules thyroïdiens chez les rescapés et dans les régions traversées par le nuage radioactif.

UNE CERTITUDE EXISTE ET POUR LONGTEMPS : LA TECHNOLOGIE CROÎT EN POTENTIELS PLUS VITE QUE LES CAPACITÉS HUMAINES À S'ADAPTER AUX EFFETS QU'ELLES PROVOQUENT SUR L'EXERCICE DES PROFESSIONS DE SANTÉ.

Toutes les défenses naturelles ou artificielles que l'humain édifie pour contrôler le phénomène sont faillibles à plus ou moins court terme. Le risque radiatif n'est pas qu'affaire d'isotopes dans les mains des docteurs Mabuse. La justice tranchera sur les responsabilités respectives des technologies et des technologues dans le cadre récent des erreurs de dosages radiothérapeutiques d'Epinal. Elles ne seront ni plus ni moins édifiantes que ce qui se discutera encore longtemps dans les sections vosgiennes de l'écologie militante à propos de l'énergie nucléaire. L'ultrasonographie, classée non-vulnérante tant qu'elle reste à usage purement diagnostique, devient





potentiellement vulnérante quand elle est utilisée de façon aberrante pour équiper les lunaparks en « fœto-DVD ». Toutes les techniques d'imagerie peuvent se transformer d'outils purement diagnostiques en moyens thérapeutiques nécessairement beaucoup plus agressifs pour être efficaces. Les isotopes radioactifs servent non seulement l'imagerie mais aussi la biochimie, avec les dosages radio-immunologiques qui ne font de mal à personne, au moins avant qu'ils n'aillent à la poubelle. Viennent s'introduire dans le débat de la définition de la vulnérance de nouveaux interlocuteurs : les économistes, les juristes, les banquiers, les assureurs, les philosophes, les législateurs, ... Pour ne citer que ceux qui tentent de mieux canaliser positivement la nécessité de protéger les citoyens de **l'infirmité iatrogénique**.

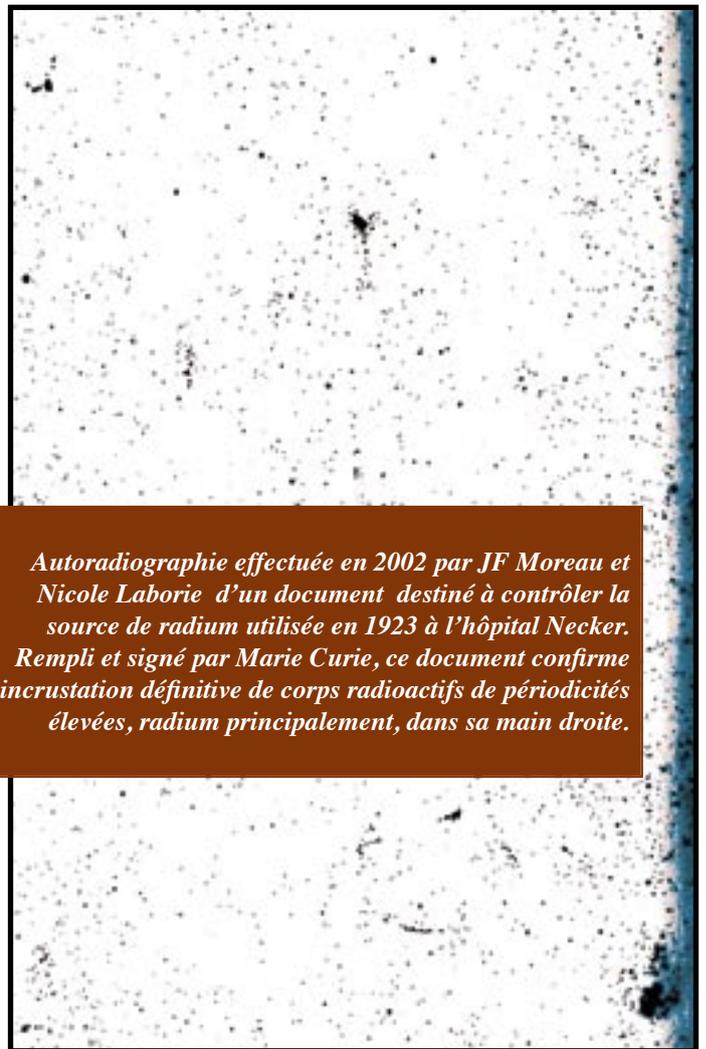
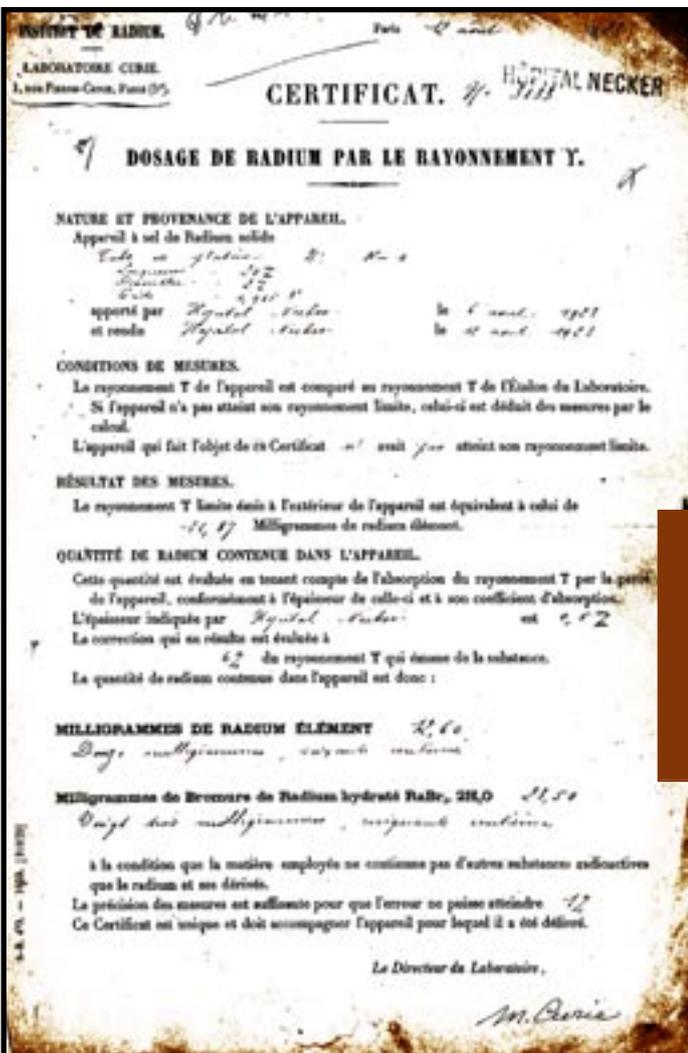


Les spécialistes de la radioprotection s'associent à ceux qui assument le risque nucléaire en général pour réclamer une **rationalisation du devoir de précaution**, notion maintenant constitutionnelle dans le droit français, mais nullement absente dans les autres pays de l'Union Européenne. Les Anglo-Saxons ont l'*habeas corpus* depuis trois siècles.

« *Apprivoiser, c'est créer des liens* », apprend-on au Petit Prince, venu sur terre d'une autre planète, avant les Shadocks et les Gibis. autoradiographie d'un docu

Quel que soit le futur du nucléaire, l'énergie électrique n'est pas stockable, quelle que soit la quantité nécessaire, de la terratonne de TNT au picojoule produits. L'être humain doit mûrir suffisamment pour comprendre que son sort est lié pour encore des décennies, en partie sinon en exclusivité, à la **domestication des radiations ionisantes à des fins civiles utiles**. Elles

□ les sonotones dans les oreilles des sourds qui voudraient bien entendre comme vous et encore lui.



Autoradiographie effectuée en 2002 par JF Moreau et Nicole Laborie d'un document destiné à contrôler la source de radium utilisée en 1923 à l'hôpital Necker. Rempli et signé par Marie Curie, ce document confirme l'incrustation définitive de corps radioactifs de périodicités élevées, radium principalement, dans sa main droite.

ENTRETIEN AVEC ANDRÉ AURENGO

en date du 14 juin 2006

validé le 12 novembre 2006



6 à 8 avant l'accident. En Ukraine, Bélarus et Russie, on dénombre au total aujourd'hui quatre mille cas en excès par rapport à la norme. Il s'agit essentiellement d'enfants et surtout des très jeunes de moins de cinq ans. Une fois faite la thyroïdectomie à Kiev, il n'y avait aucune structure locale capable d'effectuer le traitement radio-isotopique complémentaire. Sous l'impulsion de son créateur, Jean-Claude Savoie (1947), le service de médecine nucléaire de la Pitié-Salpêtrière avait acquis une grande réputation en matière de pathologie thyroïdienne, et j'ai été amené à traiter une trentaine d'enfants de Tchernobyl par l'iode radioactif (I^{131}).

Jean-François Moreau : Est-ce pertinent que de traiter un cancer radio-induit par un isotope radioactif ?

André Aurengo : Absolument. Lors de l'accident, la quantité d'iodes radioactifs (I^{131} I^{132} I^{133}) captés par la thyroïde fut suffisante pour créer des lésions cancérogènes sur des cellules initialement saines en pleine période de multiplication. La thyroïde est fonctionnelle dès le troisième mois de la vie fœtale et les mitoses sont nombreuses jusqu'à l'adolescence. Les cellules thyroïdiennes sont avides d'iode et leurs chromosomes sont vulnérables à leur radioactivité. Pour tuer les cellules cancéreuses primitives ou secondaires, on administre des doses thérapeutiques considérablement plus élevées, de l'ordre de 80 grays. Elles ne sont délivrables que dans les centres spécialement équipés, tel celui de la Pitié-Salpêtrière. Un centre pleinement autonome n'existe en Ukraine que depuis 1995. J'avais participé à l'élaboration de son projet médical à l'occasion de deux missions exploratoires déjà anciennes.

Jean-François Moreau : Aux USA, l'arrêt de la production d'électricité par le nucléaire fut décidée par Jeremy Carter, à la suite de l'accident de Three Mile Island (TMI), une centrale située en Pennsylvanie, survenu le 28 mars 1979. A-t-on constaté la même augmentation de fréquence des cancers radio-induits dans le voisinage ?

Jean-François Moreau : André Aurengo, vous êtes Professeur de Biophysique à l'Université Pierre & Marie Curie (Paris VI) et le chef du service de Médecine Nucléaire du GH de la Pitié Salpêtrière (GHU Est) depuis 1989, année de vos 40 ans. Vous êtes le président en exercice de la SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE RADIOPROTECTION (SFRP). Né en 1949, vous avez été élu Membre de l'Académie Nationale de Médecine en 2005. Vous y exercez un rôle d'expert de référence en matière de risque nucléaire et, d'une façon plus générale, des radiations ionisantes. Avant de commencer vos études de médecine, vous étiez sorti de l'École Polytechnique (X67) et vous êtes docteur ès sciences. Nommé au concours de l'Internat des hôpitaux de Paris en 1976, vous aviez donc dix années d'exercice de la médecine hospitalière lors de l'explosion de la centrale nucléaire de Tchernobyl dont le monde entier a célébré le triste vingtième anniversaire

le 26 avril dernier. Pourquoi, quand et comment avez-vous été impliqué dans le suivi médical cette grande catastrophe nucléaire civile, au sommet de l'échelle INES qui en évalue la gravité ?

André Aurengo : J'ai été contacté au début des années 1990 par une association caritative du XIII^e arrondissement de Paris, « Les Enfants de Tchernobyl ! ». Entraînée par sa présidente Marie-Laurence Simonet, aussi dynamique que pauvre en moyens financiers, elle prenait en charge des enfants malades d'origine ukrainienne qui ne pouvaient être soignés sur place faute de moyens techniques. À peine quatre ans après l'explosion de la centrale nucléaire, c'est-à-dire très tôt, on fut alarmé par l'incidence anormalement croissante de cancers de la thyroïde de jeunes enfants, à l'évidence radio-induits, qui atteignit bientôt près de cent nouveaux cas par an en Ukraine, alors qu'on en dénombrait

André Aurengo : Non, et pour une raison très simple : les mécanismes des deux accidents et leurs conséquences n'ont strictement rien à voir. Dans le cas de TMI, une erreur humaine qui avait pour origine une information erronée quant à la position d'une vanne entraîna une fuite radioactive de très faible importance (trois millions de fois moins qu'à Tchernobyl). L'accident fut détecté très vite et contrôlé techniquement. Il n'y eut aucune victime dans la centrale elle-même. En revanche, la diffusion dans les médias de la nouvelle et de l'ordre d'évacuation d'urgence promulgué après quelques atermoiements par le gouverneur de l'État entraîna une panique généralisée avec des morts par accident d'automobile parmi les fuyards. À distance, l'accident de TMI n'a pas eu d'effet statistiquement significatif sur la morbidité cancéreuse nord-américaine régionale ou nationale. Ce fut aussi l'occasion de revoir les protocoles de sécurité dans toutes les centrales nucléaires en les durcissant.

Jean-François Moreau : Pourquoi fut-ce si différent à Tchernobyl ?

André Aurengo : Avec Tchernobyl, on a affaire à un scénario totalement différent. L'usine fut construite à l'époque où l'Ukraine faisait partie de l'URSS, un régime marxiste-léniniste centralisé à Moscou. Il existe encore dans la Russie d'aujourd'hui quelques vieilles centrales construites sur le même modèle « grand réacteur à eau bouillante » RBMK, déjà différentes de celle de TMI, puisqu'elles servent à des fins mixtes, civiles et militaires.

Jean-François Moreau : Tchernobyl serait-il donc un nouvel Hiroshima ?

André Aurengo : L'accident de Tchernobyl n'est pas une « explosion nucléaire » comme Hiroshima ; c'est l'explosion d'une gigantesque cocotte-minute manipulée par d'incroyables maladroits irresponsables accumulant erreurs sur erreurs impardonnables. Rappelons que l'URSS dissimula la nouvelle de l'explosion pendant une semaine, et ses causes pendant plus d'un mois, mais on sait reconstituer exactement le déroulement des faits techniques. Il s'agit d'un test de fonctionnement de certains organes de la centrale, en mode dégradé. La poursuite du test, que les opérateurs voulaient absolument terminer avant le week-end

du 1er mai, les a conduits à lever une à une toutes les sécurités automatiques, induisant ainsi un emballement de la puissance du réacteur qui fut multipliée par mille en quelques secondes. La chaleur entraîna la vaporisation de l'eau sous pression qui fit exploser la cuve du réacteur lorsque le point de rupture mécanique fut atteint, dispersant environ 2% de son contenu. Pendant une semaine, ce fut le graphite qui brûla et que l'on ensevelit sous des tonnes de sable et de cailloux. Le nuage qui s'ensuivit fut donc un mélange d'eau, de fumées et de matières radioactives qui se répandirent dans l'atmosphère pendant des semaines au gré des vents et, au sol, à celui des pluies et des microclimats. Mis au courant de l'accident, les spécialistes du monde entier furent stupéfaits par l'aveuglement des « responsables » tant locaux que soviétiques.

Jean-François Moreau : Quels effets somatiques les populations humaines vivant autour de la centrale eurent-elles à subir à court et moyen termes ?

André Aurengo : La contamination de l'air et surtout des aliments a été très importante dans les zones de l'ex-URSS sous le vent par rapport à la centrale, principalement au nord-ouest de l'Ukraine, en Belarus et dans une petite zone de la Russie. Les isotopes radioactifs contenus dans le nuage ont été rabattus par la pluie, contaminant le sol et les végétaux, en particulier l'herbe des plaines où paissent les ovins et les bovins dont le lait a été contaminé par de l'iode radioactif. Or, les produits lactés – fromage et yaourt notamment – sont les produits de base de l'alimentation des locaux, les enfants en premier, bien entendu. L'iode étant concentré activement par la thyroïde (d'autant plus que ces régions sont touchées par une carence iodée) il en résulta une augmentation locale considérable de l'incidence du cancer thyroïdien chez ceux qui étaient des enfants ou *in utero* à l'époque de l'accident.

Jean-François Moreau : Qu'en fut-il donc pour l'Europe occidentale et plus particulièrement pour la France ? On sait que le nuage franchit la ligne Oder-Neisse. Se serait-il imparablement heurté à l'invincible rive droite du Rhin, comme on l'aurait clamé à l'époque ? On en reparle aujourd'hui à l'occasion de la mise en examen du professeur

de biophysique et électroradiologiste Pierre Pellerin qui dirigeait le SCPRI, (Service central de protection contre les rayonnements ionisants, rattaché à l'Inserm) alors en charge de notre radioprotection civile².

André Aurengo : A ma connaissance, aucune autorité nationale, et en particulier le SCPRI, n'a dit que le nuage de Tchernobyl n'était pas passé sur le territoire français. La communication a été de piètre qualité, personne n'en étant vraiment chargé. Une instruction judiciaire est en cours pour déterminer si, comme je le crois, la communication du SCPRI a été simplement d'un laconisme très maladroit mais avec des décisions conformes à la réglementation de l'époque, sans mettre en danger la santé des Français, ou bien si son action a été répréhensible³. Affaire à suivre.

Jean-François Moreau : L'accent est mis sur la contamination du sol par les isotopes radioactifs.

André Aurengo : La contamination des sols est très imparfaitement connue, mais de toute manière elle ne permet pas de déterminer la contamination des aliments, donc d'estimer les doses reçues par la population et encore moins par la thyroïde des enfants, comme je le montre dans le rapport que j'ai remis aux ministres de la Santé et de l'Environnement en avril dernier France. Ce rapport, bien embarrassant pour certains, a été mis au placard⁴.

Jean-François Moreau : Pouvez-vous être plus précis ?

André Aurengo : Des estimations dosimétriques assez fiables ont été conduites en 1997, fondées sur les mesures de contamination des aliments conduites en 1986 et sur la consommation moyenne des aliments en France. Elles montrent des doses maximales à la thyroïde des enfants d'environ 16 mGy, nettement inférieures aux niveaux auxquels on observe un excès significatif du risque de cancer thyroïdien (100 mGy).

Jean-François Moreau : Mais les cancers de la thyroïde doivent-ils mis sur le compte de Tchernobyl, oui ou non ?

André Aurengo : Les spécialistes, et cet avis est confirmé par le Bilan

actualisé sur les cancers thyroïdiens publié en avril 2006 par l'Institut de Veille Sanitaire, ne pensent pas que l'augmentation des cancer thyroïdiens en France soit liée à Tchernobyl. Ils avancent plusieurs arguments pertinents pour montrer que cette augmentation de la prévalence du cancer de la thyroïde ne peut pas résulter de Tchernobyl :

- a) elle a débuté plus de dix ans avant l'accident ;
- b) on la rencontre dans tous les pays développés où on pratique des échographies, qu'ils aient été contaminés ou non par l'accident ;
- c) elle ne concerne que les adultes alors qu'un « effet Tchernobyl » ne concernerait que des enfants très jeunes ou *in utero* en 86 ;
- d) enfin, l'augmentation département par département ne suit pas celle de la contamination. Par exemple, quand on compare les périodes 82-86 et 92-96, le nombre de cancers a été multiplié par 4 dans le Calvados et par 2 dans le Bas-Rhin.

Jean-François Moreau : N'allez-vous pas avoir du mal à en convaincre les Corses ?

André Aurengo : On constate effectivement une seule anomalie significative : une augmentation d'incidence en Corse, touchant des hommes adultes lors de l'accident. Mais il ne semble pas possible que cette anomalie soit liée à Tchernobyl -. Rappelons en effet qu'en Ukraine, 98 % des cancers thyroïdiens en excès recensés concernent des enfants qui avaient moins de 10 ans en 1986 et que 2/3 d'entre eux sont des petites filles.

Jean-François Moreau : La France métropolitaine est divisée schématiquement en deux parties. L'une, occidentale, est de climat atlantique avec des vents dominants du sud-ouest et un bon apport de sel marin iodé à sa population. L'autre, orientale, est continentale et supposée moins riche en iode. Cela explique-t'il une supposée moindre capacité du corps thyroïde des Alsaciens et des Jurassiens à résister naturellement au nuage de Tchernobyl ?

André Aurengo : L'iode des Français vient certes de l'air marin, mais la source principale est alimentaire. Au XIXe siècle, en France, l'autarcie alimentaire était responsable d'une carence iodée importante et grave : en

1840, une enquête nationale conduite par Mayet concluait, sur 36 millions d'habitants, à la présence de 370.000 goitreux, dont 120.000 « crétins » par hypothyroïdie congénitale. Aujourd'hui, notre sel de table est systématiquement et judicieusement suriodé. Également, voire surtout, il y a une augmentation des apports liée à la diversification des origines de nos aliments, du fait de la circulation des légumes et des viandes de provenances variées sur nos marchés. En revanche, dans la région de Tchernobyl, il y avait en 1986 une situation de carence iodée importante - une campagne de supplémentation en iode avait été interrompue quelques années auparavant ! - qui n'a pu que favoriser l'exposition thyroïdienne aux iodes radioactifs. De plus, aucune distribution d'iode stable efficace (c'est à dire très précoce) pour protéger la thyroïde ne fut conduite.

Jean-François Moreau : Mais alors pourquoi ces digressions en France sur l'impéritie supposée de nos responsables à divers degrés de la hiérarchie sociale et politique ? Faut-il soi-même céder à la désespérance ? La situation est-elle désespérée pour nos concitoyens les plus orientaux ?

André Aurengo : Vous pourriez poser la question autrement : pourquoi la France est-elle le seul pays d'Europe où on n'a pas refermé le dossier Tchernobyl ? Je ne comprends pas bien en quoi la situation serait « désespérée » pour les habitants de l'Est de la France. Les doses à la thyroïde reçues dans l'Est en 1986 ont été estimées à environ 2 mGy pour un adulte et 16 mGy pour un enfant de 5 ans. On n'a jamais observé de cancer radio-induit de l'enfant pour des doses aussi faibles. Pour les adultes, c'est encore plus simple : le cancer thyroïdien radio-induit n'existe probablement pas, comme le montrent les études épidémiologiques conduites aux USA et en Suède, sur près de 50.000 personnes après administration diagnostique ou thérapeutique d'iode 131.

Jean-François Moreau : Oui, mais la pluie ?

André Aurengo : Tout d'abord, qu'en est-il des zones où il a beaucoup plu début mai 86 (quand le nuage est passé sur la France) et où le sol est davantage contaminé ? Il ne faut pas confondre la contamination du sol en césium

radioactif et celle des aliments en iode radioactif : quand la pluie augmente, le césium est largement rabattu vers le sol, sans saturation (plus il pleut, plus on retrouve de césium dans le sol). En revanche, l'iode est peu entraîné par la pluie et son dépôt sur l'herbe et les légumes feuillus est vite saturé ; au delà de 20 mm de pluie environ, la contamination de ces végétaux n'augmente plus car la pluie coule vers le sol. Ce n'est pas en regardant où il a plu le plus qu'on peut déduire où les contaminations alimentaires ont été les plus fortes.

Jean-François Moreau : Qu'en est-il des personnes vivant en autarcie et/ou ayant un régime alimentaire très particulier ?

André Aurengo : Les calculs dosimétriques de 1997 sont fondés sur des mesures conduites sur des mélanges (du lait de coopérative par exemple) et ils permettent d'estimer avec une fiabilité satisfaisante les doses à la thyroïde d'enfants ayant une alimentation habituelle. On ne peut exclure que des enfants (probablement en petit nombre) vivant en autarcie, dans des zones où la contamination des aliments aurait été particulièrement élevée et qui auraient consommé des produits laitiers frais en abondance, aient eu une dose nettement plus élevée à la thyroïde. Il est pratiquement impossible, rétrospectivement, de conduire une étude dosimétrique pour un cas particulier : la contamination des aliments en un point donné est inconnue et ne peut pas être déduite de celle du sol aujourd'hui ; d'autre part, une enquête alimentaire conduite vingt ans après est illusoire et comporterait un risque de biais d'anamnèse majeur.

Jean-François Moreau : J'ai commencé mes études de médecine avec le roentgen et le rem, le rad et le curie. On parle aujourd'hui de becquerel, de gray et de sievert. Comment ne pas être agacé par des changements incessants de nomenclature dont on saisit mal le bien-fondé ?

André Aurengo : Le rad (système CGS) a été abandonné au profit du gray, conforme au Système international MKSA. Le rem (dérivé du rad) et le sievert « efficace » (dérivé du gray) ont été créés pour les besoins de la radioprotection : a) ils tiennent compte de la plus ou moins grande dangerosité

des rayonnements et de la sensibilité différente des tissus à la cancérogenèse ; b) ils permettent d'ajouter des doses très diverses chez une même personne tout au long d'une vie, par exemple une radiothérapie pour cancer du sein, une scintigraphie thyroïdienne et un scanner du genou, dans un même espace de temps ou à intervalles plus ou moins éloignés. Les jeunes générations y sont maintenant habituées. Il est exact que la multiplicité des unités ne simplifie pas un sujet déjà complexe en lui-même.

Pour la mesure de la radioactivité d'une source (c'est-à-dire le nombre de désintégration de noyaux par unité de temps) on utilisait jadis le curie, qui est la radioactivité d'un gramme de radium. Cette unité, très grande (37 milliards de désintégrations par seconde) a été remplacée par le becquerel, unité très petite (1 désintégration par seconde). On peut s'inquiéter de l'effet psychologique que créent les nombres élevés auxquels conduit une unité aussi petite, d'autant que les repères manquent pour le public et ne sont jamais rappelés.

Le sanglier des Vosges qui contenait 2000 becquerels de césium 137 par kg a été présenté comme la Bête de l'Apocalypse. Rappelons que le corps humain d'un adulte contient naturellement environ 7000 becquerels. On a calculé que, si un garde forestier vosgien ne consommait pendant un an que de la viande de sanglier et des champignons locaux, sa dose d'irradiation n'augmenterait que d'un seul millisievert, soit la moitié de la différence qui existe entre un Parisien et un Auvergnat de Clermont-Ferrand.

Jean-François Moreau : Quid du carbone 14 et du «dari» ?

André Aurengo : Le carbone 14, autre élément radioactif bien connu pour la datation en archéologie, normalement présent dans le corps humain mais au rayonnement β trop « mou », est indétectable par la technique de l'anthropogammamétrie. L'irradiation annuelle naturelle liée aux radioéléments que contient notre organisme (essentiellement potassium 40 et carbone 14) définit le DARI, unité de « dose annuelle due aux radiations internes », proposée par Charpak et Garwin. Normalement 1 dari = 170 microsievverts.

Jean-François Moreau : Quelle unité doit-on utiliser en radiologie ?

André Aurengo : Les radiologues et les isotopistes doivent maintenant fournir à leurs patients une fiche d'irradiation qui s'exprime en millisievverts efficaces. Un effort pédagogique supplémentaire et des éléments de comparaison en direction de tous les publics sont évidemment nécessaires.

Jean-François Moreau : Comment la cellule vivante réagit-elle quand elle reçoit une radiation ionisante ?

André Aurengo : Tout dépend de la dose. Très schématiquement, agressée par une irradiation à très forte dose, une cellule sera tuée par nécrose ou après quelques mitoses. C'est comme cela que l'on traite les cancers par les radiations ionisantes, rayons X ou radio-isotopes.

Jean-François Moreau : Dans la vie courante des individus et fort heureusement pour l'humanité, le risque quotidien relève plutôt de doses beaucoup plus faibles voire infinitésimales.

André Aurengo : Avec une dose modérée à faible, la cellule peut réagir à d'éventuelles lésions de l'ADN selon trois mécanismes mieux connus qu'il y a vingt ans, mais encore difficilement quantifiables.

a) Dans la plus mauvaise hypothèse pour elle, mais la meilleure pour l'individu, la cellule est détruite soit par nécrose soit par apoptose.

b) Dans la meilleure hypothèse pour elle-même et cet individu, la cellule se répare par ses propres moyens pour revenir à son état anatomo-fonctionnel normal antérieur.

c) Dans la troisième hypothèse, la plus dangereuse pour l'individu, l'ADN est mal réparé, engendrant des mutations génétiques. Les cellules somatiques pourront dégénérer et devenir cancéreuses. Les cellules germinales pourront engendrer des monstruosité génétiques chez l'embryon ou le fœtus, tantôt létales, tantôt à l'origine d'infirmités plus ou moins handicapantes. Ces effets génétiques transmissibles à la descendance existent chez la souris, mais ils n'ont jamais été mis en évidence chez l'homme, même après Hiroshima-Nagasaki ou Tchernobyl.

Jean-François Moreau : Pourrait-on imaginer que certains effets soient

bénéfiques à des doses, disons, homéopathiques ?

André Aurengo : Chez l'animal, après de faibles irradiations, on observe dans 40% des expériences une diminution paradoxale significative du risque spontané de cancer. Cet effet appelé « hormésis », bien connu et fréquent en toxicologie, serait lié à la stimulation des défenses de l'organisme contre les dégâts naturels de l'ADN (non tant ceux de l'irradiation naturelle, que ceux, quantitativement beaucoup plus importants, du métabolisme oxydatif).

Jean-François Moreau : Vous, AIHP sorti de Polytechnique, avez-vous un modèle mathématique qui puisse servir à la prédiction des effets et des risques ?

André Aurengo : Je n'ai pas de modèle « clefs en mains », mais il faut dénoncer une erreur conceptuelle grave qui consiste à faire de la prédiction avec la loi qui sert à établir la réglementation (un peu comme si on calculait la puissance cardiaque en utilisant des chevaux fiscaux...). Il n'est pas possible d'extrapoler par une équation linéaire sans seuil les risques biologiques des faibles doses à partir de ce que l'on sait des risques des fortes doses. En effet, selon la dose, des mécanismes de défense de l'organisme différents sont mis en jeu. La plupart des expériences montrent que les moyens impliqués par les faibles doses (laisser mourir la cellule lésée sans la réparer, ou déclencher l'apoptose des cellules irréparables) sont proportionnellement plus efficaces.

Jean-François Moreau : Comment vos étudiants vous perçoivent-ils lorsque vous enseignez ces questions de biophysique des radiations et de radioprotection ?

André Aurengo : Les étudiants de seconde année sont majoritairement motivés et intéressés. Certains s'en désintéressent faute de ne pas encore connaître la médecine clinique enseignée, elle, dans le deuxième cycle. Je crains que, s'il n'est pas relayé par des modules plus tardifs dans leur cursus, ce seul enseignement spécifique de biophysique ne vienne trop tôt dans le premier cycle des études de médecine pour être vraiment bien assimilé.

Jean-François Moreau : Vous faites partie du Conseil d'Administration

d'EDF. Serez-vous vexé, choqué ou indigné si je vous demande de vous situer dans le cadre du lobby du nucléaire auquel manifestement vous appartenez ?

André Aurengo : Bien que j'utilise tous les jours des produits radioactifs dans ma pratique médicale (je dirige un service de médecine nucléaire) et que je sois convaincu qu'il n'y a pas d'alternative à la production nucléaire d'énergie, pour un grand pays industriel comme le nôtre, je n'ai pas l'impression d'appartenir au « lobby nucléaire ». Si on pouvait se passer de l'énergie nucléaire pour produire de l'électricité en quantité suffisante quand on en a besoin (contrairement aux éoliennes), sans générer de gaz à effet de serre (contrairement aux centrales thermiques classiques) et en assurant l'indépendance énergétique de l'Europe, j'en serais enchanté. Comme l'actualité le montre abondamment, je ne suis pas le seul à faire ce raisonnement. Mais il est indispensable que des médecins soient représentés et actifs dans les institutions et les instances qui régissent l'industrie et la recherche. Notre corporation est là pour inciter à encore plus de précaution dans la construction et la maintenance des installations fonctionnant avec des matières radioactives.

Jean-François Moreau : Comment s'y retrouver dans les multiples acronymes qui couvrent les appellations des organismes qui s'occupent de plus ou moins près de notre sûreté. Où se situe le politique par rapport au technicien ?

André Aurengo : En 2002, l'Institut de protection et de sûreté nucléaire (IPSN) et l'Office de protection contre les rayonnements ionisants (OPRI¹²) furent regroupés au sein de l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), organisme d'expertise. Parallèlement l'institution chargée du contrôle de la sûreté des installations nucléaires civiles se voyait également chargée de la radioprotection et devenait la Direction Générale de la Sûreté Nucléaire et de la Radioprotection (DGSNR). Très récemment, en juin 2006, il a été décidé de créer une Haute Autorité de Sûreté Nucléaire (HASN) qui regroupe dans une même entité administrative l'ensemble des responsabilités civiles résultant de l'utilisation du nucléaire. La

nomination du Directeur de l'HASN relève du pouvoir politique, mais la fonction est autonome et régaliennne.

Jean-François Moreau : Dans quel état d'esprit abordez-vous le risque nucléaire ?

André Aurengo : En matière de sécurité, je suis inconditionnellement pour la TOLÉRANCE ZERO, sans aucune concession, à tous les maillons humains et techniques de la chaîne des centrales nucléaires. Tous les personnels, de l'administrateur au sommet jusqu'au mécano de base, sont concernés par la sûreté et la radioprotection, en sachant qu'elles exigent une vigilance permanente et que dans ce domaine on doit toujours progresser, sous risque de régresser. Ne pas signaler une anomalie, si minime soit elle, est une faute professionnelle grave. La sécurité a fait d'énormes progrès depuis les accidents de TMI et de Tchernobyl. Les ingénieurs de toutes disciplines communiquent entre eux d'une centrale à l'autre, d'un pays à l'autre, d'un continent à l'autre. Les inspections croisées nationales et internationales sont périodiques. En France, les incidents et accidents observés dans nos centrales se situent de 0 à 2 au maximum sur l'échelle INES. L'HASN, sous la direction de André-Claude Lacoste, devrait accentuer encore cette recherche de la perfection.

(Endnotes)

¹ Marc Pennec. Ouest-France du vendredi 21 avril 2006. « Prévention !

C'est ce que font, depuis 1992, Marie-Laurence Simonet et Olga Vassilenko au Centre médical français de Kiev. Leur association, Les enfants de Tchernobyl, se démène pour juguler ces cancers de la thyroïde qui se sont multipliés chez les jeunes Ukrainiens. « Je n'en ai pas perdu un seul. Pas un, se réjouit Marie-Laurence Simonet. Nous avons détecté 470 cancers de la thyroïde. Une centaine opérés à Paris. Et nous avons suivi plus de 20 000 personnes. » Victor Kozrov avait 4 ans au moment de l'accident. Il habitait Pripiat, son père travaillait à la centrale. Il fut le premier enfant de Tchernobyl à être opéré en France, en 1992. Sa santé s'est stabilisée. Victor est un solide gaillard qui poursuit des études de diplomate. Il a appris le français sur son lit d'hôpital. Ses cicatrices au cou se voient à peine. Il n'a pas eu d'enfance mais son regard est doux : « Je ne veux plus penser à ce que j'ai eu. Sinon, je serais pessimiste. Je n'accuse personne. Je pardonne. »

² H Morin, C Prieur. *Pierre Pellerin serein sur son nuage*. Le Monde, 30 juin 2006. 20-21.

³ Pour comprendre les versions des parties adverses, lire sur : http://www.dissident-media.org/stop_nogent/107_retour_tcherno.html « Retour sur la gestion en France de la crise ouverte par Tchernobyl ». Publié dans la Gazette Nucléaire, 207/208, juillet 2003, p. 23-27. Bella Belbéoch, juin 2003.

⁴ *Rapport sur les conséquences de l'accident de Tchernobyl en France. Missions ministérielles du 25 février et du 6 août 2002* ; disponible sur simple demande (aurengo@wanaadoo.fr)



ENTRETIEN AVEC MAURICE TUBIANA

DE L'INSTITUT DE FRANCE, PRÉSIDENT D'HONNEUR DU CENTRE ANTOINE BÉCLÈRE



Jean-François Moreau: *Maurice Tubiana, je vous interviewe au Centre Antoine Béclère¹, baptisé du nom du père de la radiologie clinique à tous. Vous en êtes le Président Honoraire. Électroradiologiste des hôpitaux de Paris, vous avez dirigé l'Institut Gustave Roussy de Villejuif en tant que radiothérapeute et un Espace y a été récemment ouvert qui porte votre nom³. Parmi les titres de votre parcours glorieux, vous avez présidé l'Académie des Sciences et l'Académie Nationale de Médecine, en chevauchant par-dessus l'an 2000, ses espérances et ses déceptions. Nous avons eu la chance de travailler conjointement au succès du XVI^e Congrès International de Radiologie de Paris en 1989. Nous avons présidé, vous l'International*

Society of Radiology de 1986 à 1993, moi sa Radiodiagnostic Section qui fut créée à Hawaï en 1985. Nous nous connaissons bien, ce qui va permettre d'approfondir, sans langue de bois ni a priori courtisan, votre rôle dans la création d'une politique médicale nationale ouverte à la science de l'atome et des radiations ionisantes en général. Nommé au concours de l'Internat des hôpitaux de Paris en 1946 et licencié ès science physique à 23 ans, vous avez en effet occupé une place de pionnier international dans la création de la discipline de médecine nucléaire. Qu'a représenté pour l'enfant de l'avant-guerre la date de 1935 qui a vu le couronnement de Frédéric Joliot et d'Irène Joliot-Curie par un Prix Nobel pour leur découverte de la radioactivité

artificielle l'année précédente ? Fut-ce la révélation initiatrice d'une vocation médicale axée sur l'exploitation des radiations ionisantes ?

Maurice Tubiana : J'avais quatorze ans lors de la découverte de la radioactivité artificielle dont j'ai pris connaissance avec intérêt, mais sans que cela m'ait produit l'éblouissement que vous espérez peut-être me voir décrire. J'ai été nommé au concours de l'externat des hôpitaux de Paris en 1938. Par la suite, ce fut la guerre, le refus du nazisme et du vichysme, la résistance puis le départ à travers les Pyrénées vers l'Espagne puis l'Algérie pour rejoindre l'armée française. La campagne d'Italie dans le corps expéditionnaire français commandé par Juin, le débarquement le 15 août 1944 dans le Sud de la France où cours duquel j'ai été blessé.

En revanche, dès l'annonce de l'explosion des bombes atomiques d'Hiroshima et de Nagasaki en 1945, j'ai compris qu'il fallait que j'allie la médecine que j'allais pratiquer pendant l'internat à l'exploration scientifique de cette nouvelle énergie fabuleusement puissante. Médecin et physicien, j'ai travaillé dans le laboratoire de Frédéric Joliot au *Collège de France* de 1947 à 1950. C'est le même Joliot qui me conseilla de partir pour les USA où il savait que se développaient des recherches dont les fruits étaient déjà remarquables. Par Louis Bugnard qui était le Directeur de l'Institut National d'Hygiène, l'ancêtre de l'Inserm, j'ai obtenu une bourse qui m'a permis de passer un an à l'*University of California, Berkeley* de 1947 à 1948. Ce fut une année miraculeuse auprès du grand John H Lawrence². J'y ai découvert une médecine moderne - *evidence-based medicine* – qui bannissait le paternalisme, le psittacisme et l'empirisme. Il y avait foison de Prix Nobel, de cliniciens, de biologistes qui travaillaient ensemble dans la collégialité avec des physiciens. Les médecins cumulaient trois fonctions dans le même rôle : soins, recherche clinique et recherche sur l'animal de laboratoire et la paillasse. Ils

disposaient du matériel nucléaire le plus moderne dérivé de l'industrie militaire. C'est à Berkeley que furent mis au point les cristaux à scintillation puis, en 1957, la gammacamera à scintillation de Hal Anger. J'y ai utilisé de nouveaux isotopes applicables en médecine, notamment le fer 59.

À mon retour, j'ai terminé mon internat tout en travaillant avec Joliot. En 1950, grâce au soutien de Robert Debré et du radiothérapeute de Necker, Robert Coliez, j'ai pu ouvrir un petit laboratoire de radio-isotopes au fin fond des Enfants-Malades. J'y ai spécialement développé les applications de l'iode radioactif à des fins diagnostiques et thérapeutiques sur le corps thyroïde.

Jean-François Moreau : *Un médecin promis à appartenir à l'establishment pouvait-il s'entendre avec un savant aussi ouvertement marxiste que Frédéric Joliot ? Il était membre du Parti Communiste Français et il avait été le Président de l'Appel de Stockholm qui marqua une date pour les hommes de gauche hostiles aux programmes nucléaires occidentaux.*

Maurice Tubiana : D'abord le savant avait une stature authentiquement respectable et très respectée. Dans son laboratoire, on savait distinguer la science et le politique et il y avait des chercheurs de toute sensibilité politique avec une liberté totale de pensée et de parler. Frédéric Joliot, lui-même, était d'un homme d'une grande ouverture intellectuelle et quand il a été nommé haut-commissaire à l'énergie atomique, nul n'ignorait ses attaches politiques, mais tous savaient qu'il était d'abord un Français patriote. Les partis communistes marxistes-léninistes, en France comme dans les pays de l'Est, ont toujours été favorables au nucléaire car ils respectent la science et la technologie. Mais Staline redoutait l'invasion de l'URSS par des Alliés à la force atomique surpuissante. Ce fut la guerre froide, le rideau de fer et l'équilibre par la terreur. Les marxistes lancèrent l'appel de Stockholm, et déclenchèrent la peur des rayonnements ionisants pour ralentir ou arrêter à l'Ouest les recherches sur l'atome militaire et la bombe H. Joliot croyait possible de dissocier la recherche civile, qu'il appuyait de tout son poids, de la recherche militaire qu'il redoutait. J'étais de ceux qui pensaient que c'était une utopie et je n'ai pas signé cet appel.

La suite nous a donné raison. Mendès-France a lancé le programme militaire français en 1954. Jusqu'à ce jour, il y a toujours eu une majorité politique largement étalée de la droite à la gauche sociale pour que cette orientation soit maintenue.

Jean-François Moreau : *Vous êtes donc un membre du lobby du nucléaire depuis son origine et vous n'en rougissez pas ?*

Maurice Tubiana : Oui, j'en fais indiscutablement partie. Non, je n'en éprouve nulle honte, mais comprenons nous bien, je ne me suis intéressé qu'à l'action civile et, en particulier, aux effets des radiations sur l'organisme humain, puisque ceci concernait directement mon métier de radiothérapeute et de spécialiste en médecine nucléaire. Du fait de la rareté des experts et mon implication précoce, j'ai été appelé dès 1953 à occuper le siège de la France à l'**International Commission of Radiation Protection** (ICRP). Ceci m'a permis de connaître et de discuter avec les collègues qui étudiaient l'énorme masse de données expérimentales et cliniques concernant ces recherches civiles et militaires sur les effets de la radioactivité artificielle et des rayons X sur la matière vivante. J'y apportais ma propre connaissance clinique et expérimentale des effets bénéfiques et nocifs des radiations ionisantes. Je suis donc devenu un expert fréquemment consulté par les pouvoirs politiques, des gaullistes aux socialistes, François Mitterrand inclus. Je suis entré au Comité de Radioprotection de l'EDF et au Conseil d'administration du CEA (à titre bénévole sans aucune rémunération). Raymond Latarjet et moi avons signé un rapport pour le gouvernement de Messmer donnant un avis biomédical concernant les effets des rayonnements sur l'homme et les risques sanitaires éventuels liés à la création de centrales nucléaires. Les conclusions étaient favorables au lancement de l'énergie nucléaire et ces travaux ont été repris dans un rapport publié par l'Académie des Sciences. Aujourd'hui les trois-quarts de la production française de courant électrique vient du nucléaire ; ce chiffre parle pour moi.

Jean-François Moreau : *La catastrophe de Tchernobyl a produit un effet révélateur des dangers des radiations ionisantes sur les*

populations du globe peut être plus fort que celui de la bombe A, quarante ans auparavant. Comment la notion de radio-toxicité a-t-elle évolué au long du XXe siècle alors qu'on ne cesse de les utiliser en médecine de façon exponentiellement croissante ?

Maurice Tubiana : La notion de cancer radio-induit date de 1903. En 1910, des expériences sur des lapins confirmèrent cette nuisance. Les pionniers de la radiologie ont été les premières victimes de leur art. Une stèle rend hommage aux quatre cents médecins et physiciens victimes des « rayons » répertoriées dans le monde. Les radiologues d'avant 1940 développaient dix fois plus de leucémies myéloïdes que leurs confrères non-pratiquants. Marie Curie comme sa fille Irène Joliot-Curie moururent de leucémies radio-induites.

Jean-François Moreau : *Puisque vous évoquez les Curie, ne trouvez-vous pas surprenant qu'on n'ait pas étudié les conséquences de la contamination directe de leurs deux enfants, Irène et Eve, à partir du corps de Marie qui était truffé de radium ? Elle dut bien leur manifester quelque tendresse à expression charnelle directe !*

Maurice Tubiana : Marie Curie ne fut pas uniquement la victime de la manipulation du radium. Elle avait créé durant la première guerre mondiale les ambulances Curie munies de tubes à rayons X et elle pratiqua elle-même sur les blessés des radioscopies hautement irradiantes pour elle. C'est l'occasion de rappeler que les doses d'irradiation sont cumulatives. Si l'aînée de ses filles, Irène, mourut d'une leucémie, Eve, la cadette bientôt centenaire, vit toujours en parfaite santé en Amérique et visite la France régulièrement. Ses petits-enfants, Hélène Langevin et Pierre Joliot-Curie, que je sache, n'ont développé aucun symptôme de lésion radique. Dans la première moitié du XXe siècle, comme dans tous les autres corps de métiers dangereux, les médecins acceptaient la notion de risque professionnel avec un courage dont les jeunes générations actuelles ne réalisent pas la radicalité⁴. Le risque infectieux, notamment de tuberculose, était alors quotidien (un étudiant en médecine sur cinq contractait une tuberculose) et cela ne rebutait nul médecin clinicien. Connue et reconnue inhérent à la fonction de radiologue, le risque de cancer et de

leucémie était accepté volontairement et sans réticences.

Un virage a été pris vers 1955 lorsque les résultats des études des effets des bombes atomiques ont mis l'accent sur plusieurs syndromes cliniques radio-induits. Les effets des doses fortes, de l'ordre du gray, sont bien connus. Ils sont utilisés en thérapeutique pour tuer les cellules cancéreuses. La radiothérapie, qui n'utilise des doses de l'ordre de 60 à 80 Gy sur une région de l'organisme est une des deux armes majeures contre le cancer. L'irradiation totale de l'organisme (à dose d'environ 10 Gy) est utilisée pour réduire les défenses immunologiques avant une greffe d'organe ; des doses supérieures sur l'ensemble de l'organisme peuvent entraîner la mort par la sidération des tissus hématopoïétiques et lésion intestinale. En radioprotection et pour le radiodiagnostic, on considère des doses environ mille fois plus faibles. Les études effectuées après Hiroshima et Nagasaki ont montré qu'à partir d'une centaine de milliGy en une séance à débit élevé il y avait augmentation de la fréquence des cancers, mais pour des doses inférieures à 100 milliGy aucune augmentation de cette fréquence n'a été décelée. Il y a eu après Tchernobyl une quarantaine de décès et 4 000 cancers de la thyroïde sur deux millions d'enfants ayant été contaminés. Heureusement, le cancer de la thyroïde chez les jeunes est l'un de ceux dont le pronostic est le meilleur s'il est bien traité (pour l'instant 15 décès ont été observés). Dans ces cas, aussi, il n'y a pas d'augmentation pour des doses inférieures à une centaine de milliGy.

A Hiroshima, il s'agissait d'un acte de guerre, celui-ci a fait plus de 150 000 milles victimes et a mis fin à la guerre. On s'est interrogé pour savoir s'il n'aurait pas suffi de faire exploser la bombe au milieu d'un désert pour terrifier les Japonais. Les Américains, alors, n'avaient que deux bombes, et la guerre avait déjà fait 40 millions de victimes; un débarquement au Japon aurait pu faire un million de victimes civiles et militaires. On a négligé ce contexte et il est exact que ces explosions ont marqué d'infamie la naissance de l'énergie.

Jean-François Moreau : *Indignation partagée par de très nombreux sympathisants dans le monde, rappelons nous l'impact du film d'Alain Resnais « Hiroshima, mon amour ¹³ », sorti en 1957. La radiophobie relève donc de*

mécanismes complexes dont il convient d'analyser en profondeur les racines si l'on veut qu'elle ne soit pas réductrice à l'extrême dans toutes les activités humaines qui dépendent des radiations ionisantes, dont la médecine. La radio-nuisance s'exprime-t-elle de la même façon chez les humains et les animaux, chez certaines catégories d'individus par rapport à leurs congénères ?

Maurice Tubiana : L'histoire des conséquences délétères de certaines formes d'irradiation médicale a conduit plus ou moins rapidement à partir des années 50 à tirer des leçons de radioprotection pour l'homme. D'abord la qualité de la survie des malades traités par la radiothérapie se révéla obérée d'un risque de cancer élevé, touchant trois à cinq pour cent des malades irradiés. Cette proportion est plus élevée chez les enfants et les fillettes. Il faut donc être particulièrement prudent chez eux. On imagine difficilement aujourd'hui la popularité des radiothérapies de jadis pour des affections bénignes, telles arthroses, panaris, verrues plantaires, myomes utérins... Ces indications sont logiquement interdites aujourd'hui, car seule la gravité de la maladie cancéreuse justifie l'emploi de radiations ionisantes à titre thérapeutique. Deux autres leçons furent tirées de certaines pratiques abusives du radiodiagnostic chez les fillettes et les jeunes femmes qui développèrent à long terme des cancers du sein avec une fréquence accrue. L'une relevait du suivi radiologique des tuberculoses pulmonaires traitées par pneumothorax avec une radioscopie hebdomadaire, à vie avant l'antibiochimiothérapie spécifique qui mit un terme à ces traitements. L'on mit quelques décennies pour obtenir le démantèlement des appareils de radioscopie et l'arrêt de sa pratique hors des services d'imagerie médicale, maintenant c'est fait. L'autre, aujourd'hui inimaginable, relevait d'une pratique régulière à un rythme effréné de clichés du rachis pour vérifier l'évolutivité des scolioses congénitales.

Jean-François Moreau : *Vous avez participé à un rapport de l'Académie Nationale de Médecine et de l'Académie des Sciences sur la nuisance des faibles doses de radiations ionisantes³. Sur quels arguments fondez-vous votre thèse prétendant qu'il n'est pas scientifique d'extrapoler leurs effets par rapport à ceux des fortes doses à l'aide d'une*

simple équation linéaire droite ? Vous êtes en contradiction avec des contestataires américains de l'envergure de John W Gofman, émule de Robert Oppenheimer, que vous aviez peut-être connu à Berkeley.

Maurice Tubiana : J'ai, en effet, bien connu John Gofman. C'était un biologiste extrêmement brillant qui avait fait une découverte retentissante et tous pensaient qu'elle lui vaudrait un prix Nobel. Hélas, il avait été victime d'une erreur méthodologique (comme pour la mémoire de l'eau). Sa déception fut si profonde qu'il ne s'en remit jamais et, après avoir été un scientifique brillant, il devint un contestataire. Ce n'est pas le seul cas. Le prix Nobel peut être un engin de destruction si on le rate de peu. En ce qui concerne les arguments au sujet de faibles doses, nous les développons dans un rapport de plus de 100 pages et avec plus de 300 références. Ils sont essentiellement basés sur des données biologiques qui montrent que la cellule des mammifères est dotée de mécanismes de sauvegarde extrêmement puissants (agents destructeurs de radicaux oxydants, réparation de l'ADN, apoptose) contre l'existence de mutations potentiellement cancérogène. Les êtres vivants utilisent l'oxygène comme source d'énergie. Or, le métabolisme de l'oxygène dans les cellules y crée des radicaux oxydants qui sont des génotoxiques et cancérogènes puissants, d'où la nécessité de mécanismes de défense. Ces mécanismes sont particulièrement efficaces dans le cas des faibles doses. Mais ceci était ignoré il y a 15 ans, ces recherches n'ont pris toute leur ampleur que depuis 5 ans. Sur le plan épidémiologique, il n'y a ni chez l'animal, ni chez l'homme d'effets cancérogènes par les faibles doses. On ne peut pas en exclure l'éventualité, mais ils n'ont jamais été prouvés.

André Aurengo et moi accordons une très grande importance aux constatations épidémiologiques sur la prévalence du cancer dans les populations des régions du globe où la radioactivité naturelle est dix fois supérieure à celle de la moyenne des autres pays (50 à 100mSv/an contre 1 à 6mSv/an). C'est le cas du Kerala et de quelques provinces chinoises et brésiliennes. La fréquence générale du cancer n'y est pas statistiquement plus élevée. Ceci corrobore les données expérimentales. Alors qu'on vivait depuis 1960 sur l'idée que même les faibles doses pouvaient

être cancérogènes, le spécialiste de la radioprotection qui n'a pas une formation biologique a du mal à remettre en question les idées qu'il avait apprises, qu'il avait enseignées depuis un demi-siècle. A chaque révolution des connaissances, de Copernic à Galilée et Harvey, on sait qu'il faut quelques années ou décennies pour que les idées nouvelles s'imposent, mais elles finissent toujours par s'imposer.

Jean-François Moreau : *Et pourtant Marie Curie isole le polonium puis le radium du minerai de pechblende extrait de mines de Bohême où l'on connaît depuis des siècles un mal pernicieux, en fait des cancers du poumon. Est-ce la faute de ce fameux radon que la terre entière exhale naturellement ?*

Maurice Tubiana : Les mineurs des mines de Bohême et de Saxe ont été, en effet, victimes du radon, on l'avait subodoré dès le XVIII^{ème} siècle mais ceci n'a été prouvé qu'au XX^{ème}. Partout la terre exhale du radon, en quantité très variable et généralement les doses sont inoffensives. Mais, elles peuvent atteindre dans certaines régions, et notamment dans les mines, des niveaux dangereux. Le travail de mineur a des risques notables, et celui-ci en est un.

Jean-François Moreau : *C'est en France qu'ont été découvertes les deux radioactivités, naturelle et artificielle. Est-il arrogant de penser que cette ancienneté lui donne une aura positive dans le domaine de la prévision des risques et de leur prévention ? Comme Fermi qui s'enfuit d'Italie à Londres à l'occasion de la remise de son Prix Nobel à Stockholm, Joliot démontra devant la guerre un sens aigu de ses responsabilités, notamment en soustrayant un stock d'eau lourde à la convoitise nazie. Il faut revoir le film de Jean Dréville où lui et ses collègues jouent leurs propres rôles. Ses successeurs pourraient-ils peu ou prou appartenir à la race des savants type docteur Folamour ?*

Maurice Tubiana : Le mythe du docteur Folamour, comme au XIX^{ème} siècle ceux de Frankenstein ou de l'apprenti sorcier, plaisent au public car la science, la magie ont toujours été considérées avec crainte. Le savoir a toujours été associé à l'idée de transgression. Rappelons-nous, Adam et

Eve chassés du paradis pour avoir mangé le fruit de l'arbre des connaissances (la pomme) et Prométhée condamné par Zeus au supplice éternel pour avoir dérobé le feu aux dieux. A une époque où les connaissances évoluent vite, où les innovations techniques sont nombreuses et où le public et les médias ignorent tout, ou presque, de la méthode scientifique, on assiste à la reviviscence de ces vieux mythes.

Jean-François Moreau : *Vous revenez d'un symposium tenu à Budapest pour tirer les conséquences de Tchernobyl, vingt ans après l'explosion du réacteur et la dissémination du nuage finalement sur toute l'Europe continentale. Vous connaissez le regain actuel d'animosité contre la façon dont le SCPRI a traité la carte de la radioactivité lors du passage du nuage sur le territoire français. D'où la mise en examen de Pierre Pellerin et le doute s'étend jusqu'à la véracité des données d'un article récent paru dans les Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, elle-même mise sur écoute téléphonique⁵. Rappelons que Jacques Chanteur, son adjoint d'alors, avait été l'un des orateurs de notre symposium d'ICR'89⁶, trois ans après la catastrophe. J'ai le souvenir d'un débat objectif, sérieux, documenté, nullement polémique et bien orienté vers les conséquences prévisibles du sinistre sur la santé des populations.*

Maurice Tubiana : Pierre Pellerin pensait depuis longtemps que l'angoisse devant le risque nucléaire fait plus de victimes que la radioactivité elle-même. J'ai le plus grand respect pour Pellerin et pour Chanteur. Ils ont évité à la France une panique comme celle qui a été observée en Allemagne ou d'autres pays. Les procès que Pellerin a gagnés ont prouvé qu'il n'a jamais dit que le nuage de Tchernobyl s'était arrêté sur le Rhin. C'est une phrase qu'on lui a prêtée et qui déformait sa pensée. Ce qu'il a dit c'est que les retombées en France déposées par le nuage ne posaient pas de problème sanitaire et qu'il était inutile d'affoler la population. À Budapest, j'ai pu mesurer, en écoutant les rescapés de tous endroits de la région d'Europe Centrale, les dégâts psychologiques catastrophiques provoqués par les réactions d'angoisse puis de panique provoquées par l'attitude des autorités soviétiques⁷. Cloîtrés sur place ou déportés dans des camps à longue distance, environ deux cent mille rescapés ukrainiens, biélorusses

et russes, réellement ou supposés contaminés, sont encore aujourd'hui considérés comme des parias. Ajoutées à la famine et à la dénutrition, dépressions mentales, suicides, avortements provoqués... se comptent par milliers. Dans les pays d'outre-Rhin très marqués par la vague écologiste, une forte pression anxio-gène a été mise par les médias sur les populations et il en résulte les mêmes syndromes psychosomatiques et un nombre considérable d'avortements « prophylactiques ». En France, par contre, il faut se féliciter que les autorités gouvernementales comme les experts scientifiques aient, non pas nié l'existence d'une augmentation de la radioactivité consécutive au passage du nuage, mais mis en valeur la faiblesse des doses en becquerels retombées sur le territoire avec les pluies. Notre côté du Rhin n'a pas eu à souffrir d'une morbidité par angoisse similaire, et il faut s'en réjouir. Les controverses actuelles sont fortement biaisées par des considérations philosophiques, morales, financières et politiques, sous-tendues elles-mêmes par une situation économique internationale remettant en cause les sources d'énergie nucléaire. La justice jugera le cas Pellerin.

Jean-François Moreau : *Tout le monde s'accorde à dire que la façon de communiquer fait voir la radio- nuisance en blanc, gris ou noir, selon la thèse que l'on veut privilégier. Vous avez professé un enseignement universitaire pendant toute votre vie académique dont le contenu fut cohérent avec ce que vous venez d'exprimer, ici comme dans vos livres⁸⁻¹¹. Révérence gardée, ceux qui vous connaissent savent que vous êtes un anxieux constitutionnel mais parfaitement maître de lui-même quand vous êtes en représentation. Comment voyez-vous évoluer la radiophobie d'une humanité angoissée en permanence par l'expansion du modernisme technoscientifique, avec l'option « retour à l'âge de pierre » comme principale sinon unique alternative, redoutée par Albert Einstein lui-même ? À l'orée du XXI^{ème} siècle, comment voyez-vous se profiler le langage scientifique à l'usage des masses et des individus de toutes qualifications ? En d'autres termes, qui gagnera l'Oscar de la sagesse ? L'or du silence ou l'argent de la parole ?*

Maurice Tubiana : D'abord, je crois que l'anxiété actuelle des populations occidentales n'est pas liée à la

technologie. La cause relève, Freud l'avait montré dans son essai illustre « *Malaise dans la civilisation* », à une angoisse existentielle. Autrefois, la religion, la famille, le travail protégeaient l'homme contre la peur de la mort. Ces défenses sont moins efficaces aujourd'hui. Il en résulte une anxiété diffuse qu'on focalise sur la science et la technologie qui sont les aspects les plus évidents de notre civilisation. Cette thèse de Freud en 1929 a été, hélas, confirmée par l'histoire. La crise économique en 1929, le nazisme puis la guerre ont donné à l'angoisse une justification et un point de focalisation. Le rejet de la science et de la technologie ont disparu, jusqu'à ce que la paix et la hausse du niveau de vie fassent réapparaître les mêmes problèmes qu'en 1929. Il faut relire *Malaise de la civilisation*. Il faudrait donner aussi à tous les Français un minimum de formation scientifique. Notre pays est vulnérable car il est gouverné par des énarques qui n'ont aucune formation scientifique et sont incapables de distinguer les risques imaginaires des risques réels. Je ferai une réflexion analogue à propos de certains médecins.

(Footnotes)

- Interview réalisée le 19 juin 2006 – validée le 15 novembre 2006.

¹ <http://www.centre-antoine-beclere.org/>

Le Centre Antoine Bécclère, association sans but lucratif, a été créé par Claude et Antoinette Bécclère en mémoire de leur père Antoine Bécclère (1856- 1939) pour maintenir le rayonnement international imprimé à la Radiologie. Son siège est localisé à l'UFR Bio-Médicale des Saints-Pères (Université René Descartes Paris 5).

² John H Lawrence (1904-1991), fondateur de la médecine nucléaire américaine et Prix Fermi, est le frère cadet d'Ernest O Lawrence (1901-1958), Prix Nobel de Physique. Tous deux physiciens nucléaires à l'UC Berkeley, ils donnèrent leur nom au *Lawrence National Radiation Laboratory*, acteur essentiel de la politique nucléaire américaine..

³Rapport adopté par l'Académie de Médecine le 5 octobre 2004 et le 22 février 2005 par

l'Académie des Sciences. *La relation dose-effet et l'estimation des effets cancérigènes des faibles doses de rayonnements ionisants*. (Maurice Tubiana et André Aurengo au nom d'un groupe de travail)

⁴M Tubiana, C Vrousos *et al* : *Risque & Société*. NucléoN, Paris, 1999.

⁵H Morin, C Prieur. *Tchernobyl : la manipulation de M. Pellerin*. Le Monde, 13 Juillet 2006.

Interrogé, Jean-François Bach, Secrétaire général de l'Académie des Sciences, répond : « *S'agissant de l'article des Comptes rendus de l'Académie des sciences dont la presse a parlé récemment, nous avons tenu à rappeler que l'article incriminé était un débat signé par trois auteurs dont deux n'étaient d'ailleurs pas membres de l'Académie des sciences ; le troisième, Pierre Galle, étant membre correspondant. Cet article a subi le traitement habituel de tous les articles publiés dans les Comptes rendus, avec expertise par des pairs. L'Académie n'est pas responsable du contenu de l'article et n'a pas à savoir si d'autres personnes que les auteurs de l'article ont participé à sa rédaction (nous n'avons d'ailleurs aucune information à ce sujet et n'avons pas à en avoir). En d'autres termes, l'Académie des sciences n'est pas impliquée dans la polémique qui s'est ouverte sur ce sujet.* »

Communication personnelle par courriel du 27 juillet 2006.

⁶M Tubiana, AR Oliveira, JF Moreau. *Radioprotection*. ICR'89, Paris, session du 8 juillet 1989.

⁷G Medvedev. *La vérité sur Tchernobyl*, VAAP, Moscou, 1989. (Albin Michel, Paris, 1990).

⁸M Tubiana : *Actualités en radiologie et radioprotection*. NucléoN, Paris, 2003.

⁹J Lallemand, M Tubiana : *Radiobiologie et radioprotection*. PUF, Paris, 2002.

¹⁰M Tubiana : *Le cancer*. 5e éd., PUF, Paris, 2003.

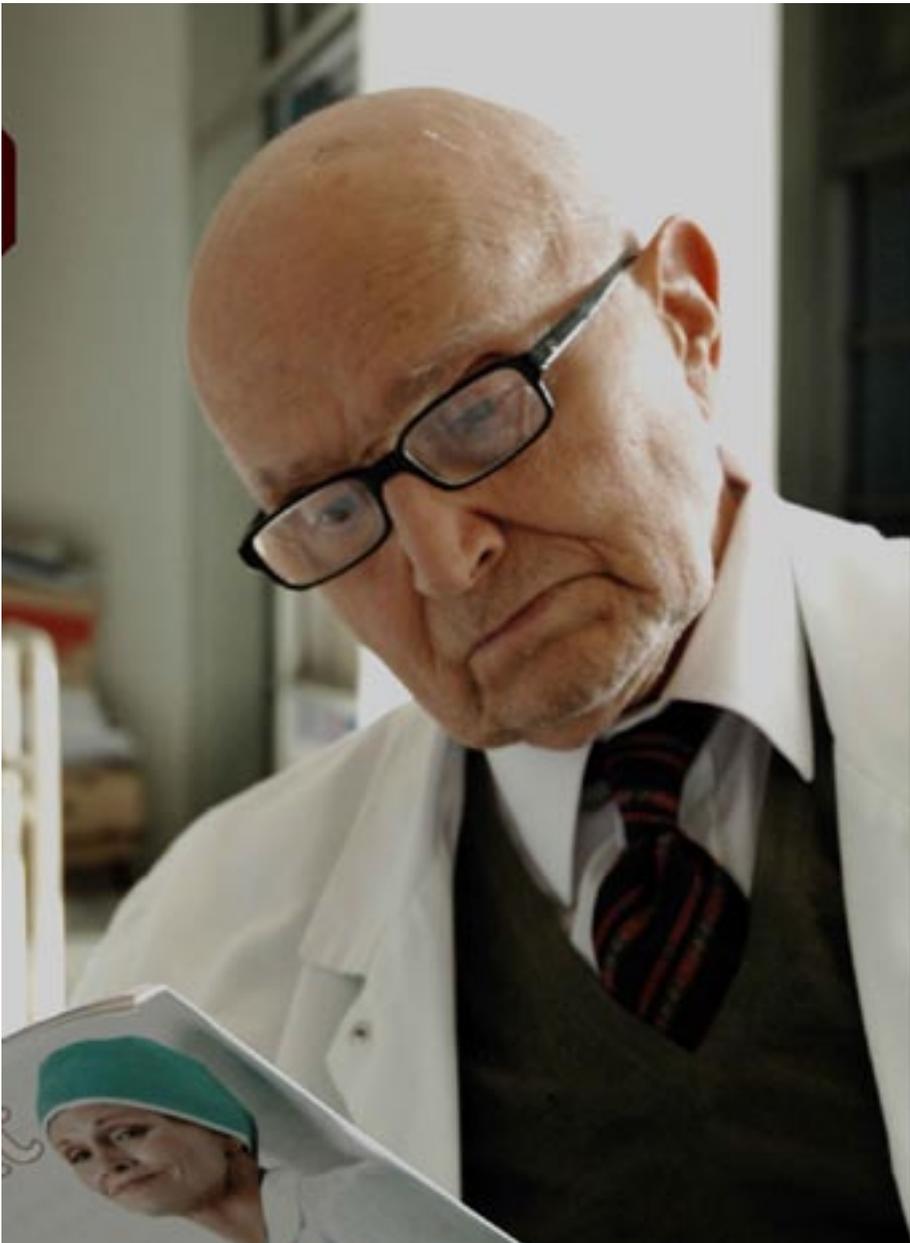
¹¹R Dautray, M Tubiana : *La radioactivité et ses applications*. Que sais-je? PUF, Paris, 1997.



entretien avec Georges MATHÉ

Prix Medawar 2002 et Grande Médaille de l'Académie Nationale de Médecine 2004

Fondateur et Président d'honneur de l'Institut du Cancer et d'Immunogénétique de Villejuif (hôpital Paul Brousse)



Jean-François Moreau : Georges Mathé, rappelons que vous fûtes nommé à votre premier concours d'internat en 1948, puis médaille d'or chez Robert Debré. Vous aviez très vite compris que le jeune médecin doit être plein-temps dès l'internat, l'après-midi devant être dédié au laboratoire et à la paillasse, entre la visite du matin et la contre-visite du soir. Vous aviez travaillé chez Bernard Halpern, vous attirant notamment la sympathie de Beruj Benacerraf, et Jean Hamburger que vous aviez suivi après votre passage chez Pasteur Valéry-Radot (1911), avant de rejoindre Jean Bernard où vous créez son premier

laboratoire dans quelques baraques à l'hôpital Saint-Louis. Votre célébrité internationale était déjà grande dans le monde de l'immunologie hématologique, lorsqu'éclata la nouvelle à la une des journaux de votre prise en charge des savants atomistes yougoslaves irradiés dans la centrale nucléaire serbe de Vinca, le 15 octobre 1958. Elle vous fit connaître du grand public du monde entier en quelques semaines. Pourquoi vous ?

Georges Mathé : Mes travaux originaux sur la moelle osseuse de la souris irradiée par les rayons X étaient ef-

fectivement connus des spécialistes à la recherche de la compréhension des mécanismes de l'hématopoïèse, de la biocompatibilité cellulaire et de la carcinogénèse. L'idée m'en était venue à la suite de mon année sabbatique passée au Sloane-Kettering Institute et au Memorial Hospital de New-York en 1955. L'irradiation ionisante est une technique de cyto-ablation. Elle détruit les cellules hématopoïétiques donc les lymphocytes leucémogènes et l'immunosuppression qui en résulte permet d'éviter le rejet de l'allogreffe de moelle osseuse. Beaucoup de spécialistes s'étaient formés dans mon laboratoire, notamment l'un des physiciens nucléaires de Vinca. Jusquelà, tous les humains irradiés à des doses létales ($DL_{100} \geq 800 \text{ rems} = 50 \text{ grays}$) étaient morts, quoiqu'on fit, par aplasie médullaire. Les sauver par des greffes de moelle était la seule source d'espoir. Les Yougoslaves le savaient et m'envoyèrent les irradiés. Dans le cas de Vinca, le dispositif de mesure des rayonnements avait été déconnecté du système d'alarme et de la commande de chute automatique des barres de contrôle. Des huit personnes irradiées, je reçus cinq survivants en état d'irradiation totale aiguë. Ils furent hospitalisés à la Fondation Curie pour des raisons de proximité d'experts sûrs en radiocancérologie. Ils furent placés en chambre stérile et traités par des greffes de moelle, une première thérapeutique qui focalisa tous les regards, par presse interposée.

Jean-François Moreau : Comment les avez-vous traités ?

Georges Mathé : Il fallut d'abord évaluer avec la plus grande précision possible les doses d'irradiation différemment subie par les cinq physiciens. Les calculs dosimétriques varièrent selon les trois centres, yougoslave, français et américain, auxquels il furent confiés. En fait, la dosimétrie hématologique correspondait davantage aux états cliniques que les trois dosimétries physiques qui différencieraient même dans le rang des six malades. Cela tenait un peu du roman policier à la Sherlock Holmes. La dose du patient qui décéda peu après l'irradiation pouvait être estimée à 800 rems, dose dite 100 pour cent létale, un autre pouvait

avoir reçu une dose que nous estimions non létale, inférieure à 400 rems. Les doses des quatre autres physiciens nous parurent intermédiaires, autour de 600 rems, dose généralement considérée comme 50 pour cent létale. Le décès du plus irradié nous avait avertis sur le risque que nous aurions encouru, si nous ne faisons rien, de laisser mourir un ou plusieurs des irradiés à cette DL50. Ces quatre irradiés qui ont guéri ont présenté un *chimérisme mixte*, leur sang provenant pour moitié du donneur, pour moitié du receveur. Ce phénomène ne sera confirmé que lorsque Thomas Starzl - vingt ans plus tard ! - se mit aux transplantations hépatiques et les réussit. Son grand intérêt est qu'il s'accompagne d'une tolérance immunitaire. Notez bien d'ailleurs que cette DL100 de 800 rems fut retenue par Küss (1938) et Legrain (1947) comme dose de conditionnement de la transplantation rénale non parentale, une première mondiale elle aussi.

Jean-François Moreau : Pour avoir été couronné par le Prix Medawar 2002 de «The International Transplantation Society», presque cinquante ans

plus tard, l'expérience des physiciens de Vinca a été un puissant coup d'accélérateur à vos travaux en direction des greffes d'organe. A chaque chose, malheur est bon?

Georges Mathé : Bien entendu, les retombées ont été immédiatement réjouissantes pour la recherche française et internationale. J'ai reçu en 2002 un *Prix Medawar* partagé avec deux chirurgiens, René Küss et Joseph Murray. Passons sur le développement des greffes de moelle osseuse qui devinrent quasiment routinières pour le traitement des leucoses. Je voudrais insister sur l'impact de cette découverte sur le développement de la greffe du rein chez l'humain. Vos lecteurs connaissent le rôle essentiel joué par Küss à la lumière de l'éloge écrit par notre collègue Alain Haertig (1972) dans *L'Internat de Paris*. C'est Küss qui décrit la technique chirurgicale de la transplantation rénale dans la fosse iliaque, à laquelle tous se réfèrent encore aujourd'hui. Dans les mois qui suivirent Vinca, de nombreuses inhibitions cédèrent à la place aux initiatives qui propulsèrent John P Merrill et Jean

Hamburger vers de nouvelles tentatives de greffes rénales, en stand-by depuis l'échec de la greffe de Marius Renard en 1952. En ce qui me concerne, j'ai contribué à la préparation des greffés tant que l'immunosuppression médicamenteuse ne supplanta pas l'irradiation corporelle totale à 800 rems. Il fallait un radiothérapeute capable de maîtriser cette technique de cyto-ablation risquée : Maurice Tubiana fut la référence nationale et il doit en être félicité car il traita tous les protocoles de façon égale pour tous les centres de greffe.

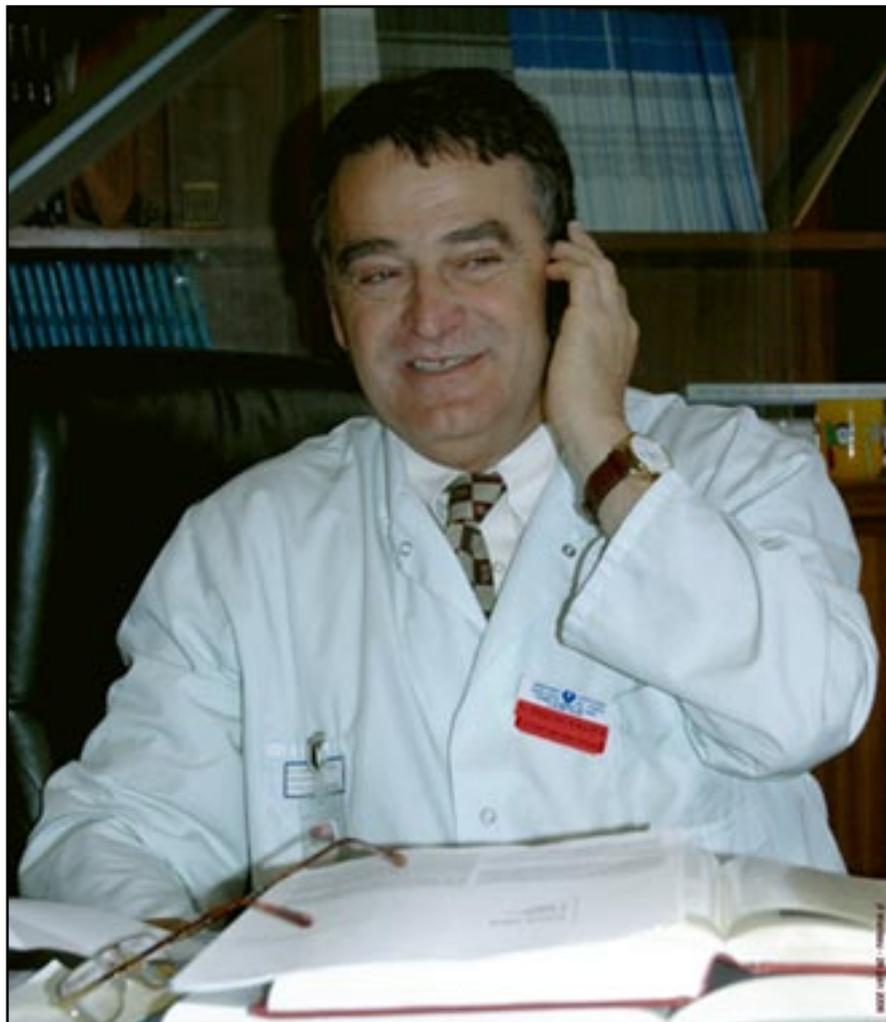
Jean-François Moreau : Pensez-vous que vous auriez pu agir de nos jours aussi hardiment qu'en 1958, notamment en obtenant un O.K. des Comités d'Ethique ?

Georges Mathé : Nous n'avions à cette époque comme seule limite infranchissable à nos actions pionnières que notre propre sens moral et notre confiance dans nos capacités techniques pour juger de ce qu'il fallait entreprendre ou non.



ENTRETIEN AVEC GABRIEL KALIFA

en date du 26 juin 2006
validé le 20 septembre 2006



Jean-François Moreau : (Léon-) Gabriel Kalifa, vous êtes AIHP de la promotion 1970, professeur de radiologie et d'imagerie médicale à la nouvellement nommée Université et Faculté de médecine René Descartes (Paris V) et chef du service de radiopédiatrie de l'hôpital Saint-Vincent de Paul (GHU Ouest). Comment devient-on un expert reconnu en matière de radioprotection comme vous l'êtes aujourd'hui?

Gabriel Kalifa : J'avais déjà une formation de pédiatre interniste lorsque j'ai découvert la radiopédiatrie au cours d'un semestre dans le service de Pierre Chaumont, à l'hôpital de Bicêtre. Après un clinicat effectué principalement aux Enfants-Malades chez Jacques Sauvegrain, j'ai été nommé, le 1^{er} janvier 1981, maître de conférences agrégé et adjoint de Jean Bennet dans son service de l'hôpital Saint-Vincent de Paul. Je lui ai succédé en 1989 et n'en ai pas bougé depuis. Voici pour mon parcours

général. On pourrait me reprocher de ne pas avoir souscrit à l'obligation de mobilité, si je n'avais bénéficié en 1974 d'une bourse pour passer une année chez Alexander Margulis, le gourou de la radiologie nord-américaine sinon mondiale, au Moffitt Hospital de l'University of California at San Francisco. De nombreux collègues parisiens y sont passés pour s'initier au CT scanner dans les années 70, à l'IRM dans les années 80. Je suis venu à la radioprotection par le biais de mes fonctions de Secrétaire Général de l'EUROPEAN SOCIETY OF PEDIATRIC RADIOLOGY pendant sept ans (1986-1994). Autour de l'Allemand Helmut Fendel s'assembla un groupe de douze radiologues européens connu sous le nom de « Lake Starnberg » pour enquêter sur les réalités des mesures prises dans différents services dédiés à la radiopédiatrie à raison d'au moins 50 pour cent de leur activité globale. Il constata des disparités trop grandes d'un lieu à l'autre pour faire fi du problème.

Il se réunit tous les ans pour faire le bilan de la progression des améliorations suggérées. Au fil des années, ma réputation d'expert s'est fortifiée et l'on m'a confié la présidence de la *Société Française de RadioProtection* (SFRP) de 2001 à 2003. Je me suis efforcé de la métisser en y incorporant des médecins, des fundamentalistes, des ingénieurs, des industriels concernés pour élargir le cercle des compétences de ses membres.

Jean-François Moreau : Pourquoi aussi peu de professionnels de l'imagerie médicale s'impliquent-ils effectivement dans la radioprotection ? Les besoins sont pourtant immenses et bien exprimés par la population, surtout depuis l'accident de Tchernobyl et la vague écologiste qui s'ensuivit en Europe.

Gabriel Kalifa : Il faut différencier deux aspects dans la radioprotection en médecine : celle des malades et celle des praticiens. La radioprotection est un sujet aride, autrefois très souvent et encore maintenant, le domaine électif des biophysiciens et des radiothérapeutes pour des raisons évidentes. Parmi les radiodiagnosticiens cliniciens de la seconde moitié du XX^e siècle, les radiopédiatres, notamment Jacques Lefebvre et Clément Fauré (1946), ont toujours été en pointe dans le domaine de la protection des enfants. Il est vrai que, à l'époque de l'après-guerre, les temps de radioscopie et le nombre de clichés à refaire pour imperfection étaient plus courants que chez les adultes. Un outil comme la roue d'AIMÉ, mise au point dans cet hôpital en 1950 pour maintenir les nourrissons pendant des examens radiologiques de longue durée, a été un pas très important pour la protection tant des petits enfants que des radiologues... et de leurs parents.

Jean-François Moreau : Qui mettriez-vous dans le Who'sWho ?

Gabriel Kalifa : Peu de radiologues sont spontanément portés à s'intéresser à la radioprotection dans le cadre d'une recherche biomédicale valorisante pour leur cursus. Les experts, rares en nombre, sont très sollicités dès que

leur réputation est établie. Maurice Tubiana est toujours notre référence. André Aurengo, l'actuel président de la SFRP, siège à l'Académie Nationale de Médecine depuis le décès brutal d'André Bonnin (1966) en 2004. Il y a un DESS de radioprotection à l'université de Grenoble. Parmi les autres personnalités qui ont un investissement personnel important, je citerais volontiers Jean-Marc Cosset (1970, Institut Curie) et Jeannine Lallemand (EDF).

Jean-François Moreau : Quid des radiologues de l'AP-HP ?

Gabriel Kalifa : La présidente en exercice du Syndicat des Electroradiologistes des Hôpitaux de Paris, Elisabeth Schouman-Clayès, AIH Strasbourg, ACCA Paris Ouest-Raymond Poincaré, chef de service à l'hôpital Bichat, vient de réunir informellement une quinzaine de PU-PH pour faire le point sur les risques des

Jean-François Moreau : Que faire pour protéger les interventionnistes?

Gabriel Kalifa : Le radiologue praticien est aussi préoccupé qu'à l'époque d'Antoine Béclère, dès lors qu'il touche à la radiologie d'intervention. Elle impose des temps de radioscopie parfois considérables. Les cardiologues et certains chirurgiens utilisateurs de l'amplificateur de luminance en salle d'opération doivent également en tenir compte. On aime que nos patients soient traités par des opérateurs expérimentés, donc les plus anciennement exposés aux excès d'irradiation professionnelle. Les pionniers sont toujours actifs car la discipline est jeune! Les interventionnistes disposent de mesures spécifiques, car leurs mains sont trop souvent directement dans le faisceau de rayons X. Ils ont le droit d'utiliser des dosimètres ciblés sur certaines parties du corps plus particulièrement exposées

tube ou devant son tablier plombé, 2) par défaut, le porter sur un endroit inapproprié du corps, 3) par négligence ou refus d'obéissance au règlement, l'égarer ou refuser de le porter.

Jean-François Moreau : Appartenir au milieu pédiatrique modifie-t'il l'abord du problème ?

Gabriel Kalifa : Indiscutablement oui, et favorablement pour la défense de la cause de la radioprotection. Les radiopédiatres font de leur mieux depuis des décennies pour limiter les doses, les incidences, les séquences, les expositions des organes sensibles, les gonades notamment. Notez bien qu'il y a aussi des radiopédiatres interventionnistes soumis aux mêmes tourments. Nos collègues médecins et chirurgiens pédiatres s'en préoccupent également. Ils comprennent l'importance de limiter la récurrence des examens trop facilement prescrits pour des suivis de maladies chroniques, mais aussi parfois des affections aiguës, telle une banale broncho-pneumopathie aiguë qu'ils verraient bien radiographiée tous les jours.

Jean-François Moreau : Est-ce tellement différent chez les adultes ?

Gabriel Kalifa : Ça ne devrait pas. Mais nous avons des soucis avec certaines techniques et certaines technologies trop ou pas assez séduisantes, les « modernes » notamment. Le médecin prescripteur devrait davantage tenir compte du nécessaire dialogue interdisciplinaire requis par les bonnes pratiques de l'art médical, avant de prescrire ou d'accepter tout et n'importe quoi. La radiologie générale dite « conventionnelle » est maintenant sécurisé grâce à l'éducation du personnel médical et paramédical, d'une part, à l'imagerie numérisée, d'autre part. On ne devrait plus voir des médecins regarder un cliché à travers une vitre sale ou un négatoscope antédiluvien. Il y a de moins en moins de « clichés nuls, à refaire ». Sauf à être très souvent répétée, l'irradiation pour des examens tels une UIV ou un « rachis complet » reste dans des limites des doses très faibles, au plus de l'ordre du milligray (mGy = dose physique) et du millisievert (mSv = dose biologique).

Jean-François Moreau : Le CT-scanner est une imagerie numérique par

Le sujet reçoit deux types de rayonnement lors d'une exposition médicale aux rayons X.

1) La zone couverte et traversée par le **rayonnement direct** est un volume géométrique cylindrique ou parallélépipédique ; il reçoit 100 pour cent de la dose physique délivrée et exprimée en (milli)gray, d'où l'intérêt de collimater (visée centrale) et de diaphragmer (cadrage) correctement le faisceau et de limiter au strict minimum nécessaire au diagnostic et la prise des clichés et le temps de radioscopie. Selon la zone anatomique traversée, la dose délivrée aux organes de la région variera selon le rendement en profondeur du rayonnement et l'originalité des tissus (les organes

général, la moelle osseuse et les cristallins sont les plus vulnérables) et s'exprimera en (milli)sievert. 2) Le **rayonnement diffusé** provient des chocs du faisceau sur la matière des tissus corporels et des objets sus- ou sous-jacents traversés, notamment la table radiologique sur laquelle s'appuie le client ; les photons divergent... pour être bloqués par le tablier plombé de l'opérateur. Selon que les rayons X seront durs ou mous (kilovoltage), forts ou faibles (ampérage/seconde), ($e = 1/d^2$), la loi de l'inverse du carré de la distance jouera en blanc ou noir sur l'arrosage du radiologue, de son client (par exemple le nourrisson) et de son entourage immédiat (par exemple la mère qui le tient).

radiations ionisantes au quotidien. Les radiologues ne doivent pas dépasser la DOSE MAXIMALE ADMISSIBLE générale de 20mSv/an. Sa composante principale est habituellement réduite au seul rayonnement diffusé. Les bons radiologues savent bien s'en protéger. La DMA est calculée à partir de dosifilms constamment portés et correctement placés sur la pochette gauche de leur blouse, sous leur tablier plombé s'ils approchent du faisceau. Il faut toutefois tenir compte de la susceptibilité plus ou moins grande des organes irradiés.

pervers devenu préoccupant, ciblant les grands spécialistes trop sollicités pour leurs mains expertes : l'abandon délibéré du port du dosimètre par refus d'arrêt prématuré de leur activité annuelle.

Jean-François Moreau : On peut donc tricher avec la radioprotection médicale?

Gabriel Kalifa : On connaît trois moyens de biaiser le contrôle de la dosimétrie professionnellement obligatoire : 1) par excès, irradier le dosifilm sous un



*Jean-François Moreau : Vous connaissez bien les heurs et malheurs de la coopération avec l'administration de l'AP-HP, puisque vous avez présidé le syndicat des **Electro-Radiologistes de Hôpitaux de Paris**. Comme de nombreux radiologues depuis une quinzaine d'années dans leurs hôpitaux respectifs, vous avez aussi assumé le rôle de **président du Conseil Consultatif Médical de Saint-Vincent de Paul**. Quels fruits en avez-vous retirés ? Raisins verts ? Grenades mures ?*

Gabriel Kalifa : J'ai effectivement tenu ces rôles difficiles pendant huit ans, de 1991 à 1999. L'homogénéité d'un hôpital purement pédiatrique à la taille humaine m'intéressait et me tenait à cœur. Les collègues m'ont apprécié suffisamment pour m'accorder leur confiance à deux reprises et ce fut une expérience passionnante. L'arrivée en force des grandes technologies budgétivores n'est pas toujours facile à gérer même si les collègues comprennent l'importance de posséder un scanographe ou une salle de radiologie vasculaire. J'ai bien aimé le dialogue avec l'administration malgré les difficultés. C'est ainsi que collègues et administratifs ont adhéré positivement à une aventure récente menée avec George Charpak.

Jean-François Moreau : Parmi les orientations technologiques destinées à la fois à optimiser la qualité de l'image radiologique et restreindre l'irradiation, qu'en est-il effectivement de cette innovation insuffisamment connue du monde médical qui vous a amené

excellence...

Gabriel Kalifa: ... Certes, mais les scanographes multibarettes peuvent délivrer, pour des examens sophistiqués en coupes très fines de grandes régions du corps, des doses jusqu'à quarante fois supérieures. Au niveau du patient, tout doit se discuter en fonction de l'intérêt de l'indication spécifique dans un cas bien précis. Il n'y a pas de scandale à irradier jusqu'à 40 milligrays et plus, en une fois ou deux, dans le cadre d'un polytraumatisme grave ou une malformation vasculaire complexe. Il serait regrettable que le « scanner céphalopédieux » multicoupes fines avec reconstruction 3-D devienne une prescription courante pour une symptomatologie clinique mal étudiée par un interrogatoire et un examen physique bâclés par paresse ou incompétence. Autre exemple, le coloscan est un progrès diagnostique majeur pour le gastroentérologue dont

il faut user mais ne pas abuser, pour les mêmes raisons d'irradiation conséquente car cumulative sur l'abdomen et le pelvis.

**examen
d'un enfant
par**

l'appareil
de G. Charpak

à coopérer étroitement avec le Prix Nobel de Physique, Georges Charpak, qui flatte aussi bien sûr l'orgueil de la Direction Générale de l'AP-HP ?

Gabriel Kalifa : J'ai rencontré Georges Charpak, une première fois en 1989, avec bonheur alors qu'il n'était pas encore nobélisé. Il n'était qu'un sympathique et anonyme physicien du CERN d'origine ukrainienne naturalisé français. Il venait de fonder une start-up, *Biospace Instrument*, à Paris même. Il me proposait d'expérimenter dans mon service un appareil de radiodiagnostic numérique révolutionnaire qu'il avait conçu avec des médecins russes de Novossibirsk, en Sibérie. Il le destinait aux pelvimétries des femmes gravides. Nous avons décidé d'étudier plutôt le squelette osseux notamment rachidien. L'appareil se révéla en effet très performant pour la réduction de la dose de rayons X efficace, mais la qualité de l'image laissait trop à désirer. Cette expérience nous laissa un bon souvenir mutuellement partagé. Quelques années plus tard, alors qu'il avait reçu le Prix Nobel en 1992, il revint me voir avec un second prototype, l'*EOS*. Nous avons continué de le promouvoir pour l'étude de l'appareil osteo-articulaire, au plus grand bonheur de nos rhumatologues et nos orthopédistes. Il procure en effet des images remarquables et ce, avec une irradiation dix fois moindre en 2-D, cinq cent fois moindre en 3-D qu'avec les outils radiodiagnostiques équivalents. Suite à ce succès, il a été adopté par des équipes mixtes « hôpital-ingénieurs » à Bruxelles, Montréal, Bordeaux. Aujourd'hui, l'appareil est en voie de commercialisation car il s'avère excellent. Il reste encore cher et ne peut pas se substituer complètement aux technologies préexistantes. Il faut lui créer une salle spécifique, ce qui crée

des soucis à nos administrateurs. La Pitié-Salpêtrière devrait en acquérir un prochainement.

Jean-François Moreau : Quelle est votre vision d'avenir des conséquences de la radio-nuisance sur les populations de la planète ?

Gabriel Kalifa : Il est encore très difficile aujourd'hui d'apprécier objectivement les effets stochastiques des radiations ionisantes. Il faut un suivi effectif sur trois à quatre générations pour apprécier la réalité du risque de mutation génétique dans une fratrie. On reste donc dans le domaine de l'aléatoire pour prédire l'avenir génétique de nos descendants sinon de nous-mêmes devenus sexagénaires. Est-ce à dire d'ailleurs que ces mutations se feraient systématiquement sous un angle négatif ? Maintenant qu'on connaît mieux les capacités de lutte des cellules animales face à une agression ionisante, certains vont jusqu'à penser que certaines mutations auraient des effets eugéniques positifs pour l'évolution des espèces ! L'effort de recherche épidémiologique reste à concrétiser dans notre univers politique encore trop velléitaire aujourd'hui.

Jean-François Moreau : Et si je vous accusais « méchamment » d'appartenir au « lobby du nucléaire » ?

Gabriel Kalifa : J'ai le plaisir de vous informer de l'évolution de ma position professionnelle depuis qu'un accord original a été passé entre EDF, d'une part, et les autorités hospitalo-universitaires (AP-HP et Paris V) dont je dépends, d'autre part. Je travaille officiellement un quart de mon temps pour EDF depuis 2000. C'est Hubert Curien qui avait proposé au Président

François Roussely d'EDF de donner à la radioprotection une place égale à celle de la sûreté. Je travaille donc à l'*Inspection Générale pour la Sûreté Nucléaire* (IGSN) qui sert de « troisième œil » au Président d'EDF pour toutes ces questions.

Jean-François Moreau : Et comment vos collègues voient-ils cela ?

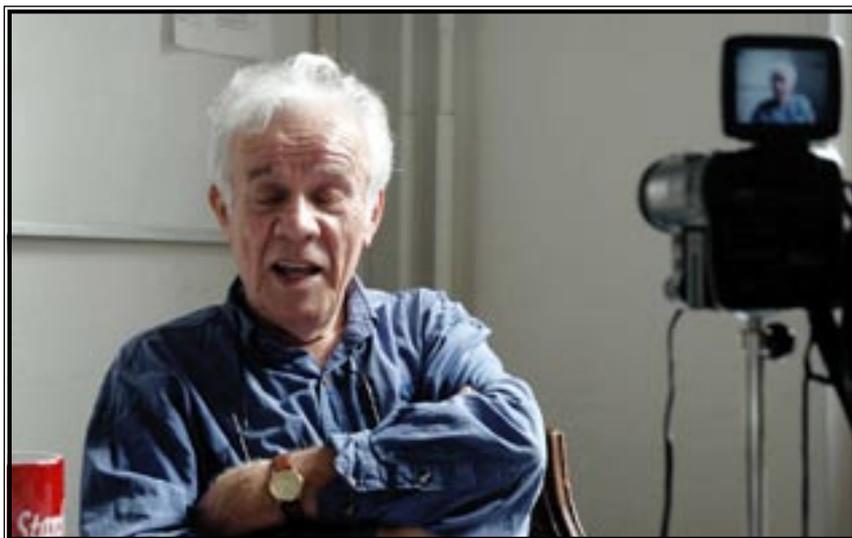
Gabriel Kalifa : Leur réaction immédiate fut de s'exclamer : « *Mais alors, tu es pour le nucléaire !* ». Ma position est naturellement plus nuancée. La politique énergétique de la France est fondée sur la prééminence du nucléaire. Je n'y peux rien, et, reconnaissons-le, elle est efficace. Il y a bien sûr des risques, mais ils tendent à être grossis de manière irrationnelle et polémique. La surveillance des centrales nucléaires est très, et de plus en plus, sévère, fort heureusement. La surveillance internationale est poussée à un très haut niveau de coopération sur le terrain, avec les Américains (INPO), les industriels du WANO, l'AIEA de Vienne... THE WORLD ASSOCIATION OF NUCLEAR OPERATORS (WANO) fut fondé le 5 octobre 1987 pour faire face aux conséquences mondiales de l'explosion de Tchernobyl. L'Iran est en fait partie. Je suis bien sûr en faveur des énergies renouvelables, mais la substitution ne peut pas se faire du jour au lendemain et les besoins sont tels qu'il paraît difficile de se passer du nucléaire à moyen terme. Il faut toujours garder à l'esprit l'approche bénéfique / risque. Il s'agit là d'un véritable débat de société. Je considère que les médecins doivent être très prudents dans ce domaine. N'oublions jamais que nous sommes de très gros consommateurs d'énergie. En témoignent les factures d'électricité de nos hôpitaux.



entretien avec Alain LAUGIER

Professeur émérite (Paris VI), ancien chef de service d'oncologie-radiothérapie de l'hôpital Tenon.

validé le 17 novembre 2005



Jean-François Moreau : Alain Laugier, vous portez sur votre tête de nombreuses casquettes scientifiques et politiques qui font de vous un personnage hors-norme du demi-siècle dernier. Votre dernier exploit fut de conduire l'AP-HP à fêter son cent-cinquantième en 1999, et vous avez fondé l'association Les Anciens de l'AP dont le siège est à l'hôtel Miramion. Mes questions s'adressent à l'ancien PU-PH, chef du service de radiothérapie de l'hôpital Tenon. Comment enseignez-vous la radiobiologie ?

Alain Laugier : La radiobiologie clinique naît avec Henri Becquerel et Pierre Curie qui met une plaque contenant du radium sur son avant-bras. Il observe les stades de lésions cutanées du « cancer » des radiothérapeutes: rougeur, puis nécrose superficielle, puis cicatrisation, le tout en 4 à 6 semaines. Les accidents de la radiologie diagnostique débutante concernent d'abord les doigts et les mains. Antoinette Béclère n'a jamais vu les mains de son père Antoine parce qu'il portait toujours des gants à la maison. Il y avait quarante-six Français, médecins ou paramédicaux, morts de leucémies ou d'épithéliomas cités en 1946 (A Dariaux. *Hommage aux victimes de rayons X*. J Radiol Electrol 1946, 27:101-4). Certains, comme le célèbre Bordelais Jean-Alban Bergonié, furent amputés de leur membre supérieur jusqu'à l'épaule, parfois des deux côtés. La reconnaissance internationale du sacrifice de quelques quatre cents

pionniers s'exprime sur une stèle installée au Allgemeines Krankenhaus St. Georg de Hambourg, inaugurée en

Goiania est la capitale d'un Etat brésilien au sud-ouest de Brasília sur le plateau du Matto Grosso. Lorsqu'une épidémie locale de troubles généraux, cutanés et digestifs affecta ses citoyens, il fut naturel que l'on pensât d'abord à une maladie tropicale. En fait, il s'agissait d'un syndrome d'irradiation aiguë liée à la « perte » d'une source de césium 137 utilisée dans un service de radiothérapie. Ça n'a donc rien à voir avec un accident de centrale nucléaire. Trouvée dans un dépôt d'ordures par des fouineurs, elle circula entre au moins 250 personnes

intriguées par la lumière bleue qu'elle émettait. Les irradiés furent soignés à Rio de Janeiro. Cinq moururent des suites d'une irradiation de 4,5 à 6 Gy ; trois présentèrent un syndrome sévère et six autres des problèmes hématopoïétiques. Plus de cent mille personnes furent examinés après que l'alarme fut donnée. Il en résulta aussi un certain nombre de troubles psychologiques à type de dépression anxieuse chez les habitants de la ville. (AR Oliveira et al. The Goiania radiological accident. In: JM Bigot, JF Moreau (eds). *Radiology*. Excerpta Medica, Amsterdam, 1990, pp135-142).

1936 par Antoine Béclère et Hermann Holthussen, le successeur d'Albers-Schönberg qui mourut là d'une leucémie radioinduite. Les situations d'exposition accidentelle à la radioactivité sont l'objet de nombreuses investigations et publications internationales (AIEA de Vienne, la commission de l'ONU sur les effets des armes nucléaires et,

plus récemment, les conférences sur Tchernobyl).

Jean-François Moreau : Avec Goiania, pour la première fois dans l'histoire civile de l'atome, l'accent était mis sur le rôle de la négligence plus ou moins malveillante et nocive dans le maniement de sources radioactives employées dans le monde purement médical. Vingt ans plus tard, il y a quelques semaines, un autre facteur de défaillance humaine a vu le jour à Epinal à l'occasion d'une série de surdosages radiothérapeutiques chez des cancéreux. Y aurait-il un paradigme applicable à tous les accidents radio-induits, de Bikini à Epinal, en passant par Tchernobyl et Goiania ?

Alain Laugier : Les enquêtes évoluent en trois étapes :

1) constater que les symptômes correspondent à une irradiation accidentelle. Il y a des lésions cutanées, surtout des mains, des troubles digestifs et hématologiques qui ne ressemblent à rien de spécifique et il faut des semaines parfois des mois pour que l'on pense à rechercher une exposition aux rayonnements. C'est le cas du voleur de source d'iridium pour métallographie sur les chantiers notamment pétroliers, des enfants jouant avec une source de césium radioactif démantelée sur une décharge publique à Goiania. Également, de certains accidents de la radiothérapie mal dosée constatés plusieurs semaines ou mois après le traitement (le cas récent d'Epinal, sur laquelle la justice est appelée à trancher).

2) Evaluer les doses absorbées par les divers organes, tant la dose totale que son étalement dans le temps, car les conséquences varient selon la dose aussi bien que la chronologie des délivrances. C'est dire que d'un accident à l'autre la comparaison est difficile. Les radiobiologistes expérimentaux préfèrent - pas par paresse, espérons-le! - une dose unique pour juger les effets cellulaires et tissulaires. Cette situation est loin d'être celle des irradiations fractionnées de la radiothérapie habituelle.

3) Suivre les populations irradiées. C'est très bien fait au Japon par une

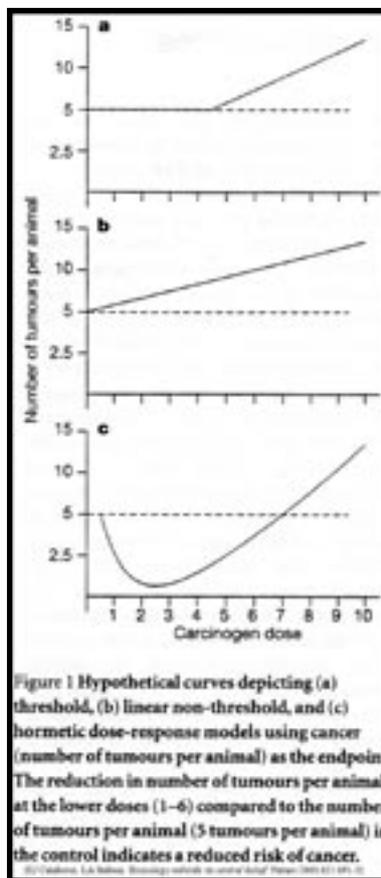
organisation nippo-américaine qui suit les survivants de Hiroshima et Nagasaki. Sur l'atoll de Bikini, on a reconstitué les doses pour chaque personne exposée tenant compte de son emplacement par rapport au point d'impact et de la nature des rayonnements. Il y eut davantage de neutrons que de rayons gamma à Nagasaki (bombe A au plutonium) qu'à Hiroshima (bombe A à l'uranium). En Russie, on suit les populations qui ont vécu près des sites contaminés, mais aussi les héroïques soldats de l'Armée Rouge mobilisés pour mettre des éléments de radioprotection à tour de rôle pendant quarante secondes sur la centrale de Tchernobyl.

Jean-François Moreau : Comment les radiothérapeutes assurent-ils plus précisément la sécurité de leurs malades ?

Alain Laugier : Le radiothérapeute doit donner la dose suffisante pour une guérison locale des cancers mais insuffisante pour créer des complications notamment tardives. Notre expérience clinique séculaire a montré exactement quelle dose il faut délivrer et de quelle manière chronologique la répartir. Cependant la zone de tolérance est faible entre le sous-dosage qui conduit à la récurrence et le surdosage qui entraîne des complications. Nous sommes moins à l'aise qu'en matière de médicaments dont la marge de tolérance est beaucoup plus vaste dans tous les domaines de la pharmacopée. **C'est dire la nécessité reconnue depuis longtemps d'une dosimétrie précise. Cette posologie des rayons est le fait des radiophysiciens associés aux radiothérapeutes.** Ils sont l'équivalent des pharmaciens de l'industrie, responsables de la bonne quantité de médicaments contenus dans les ampoules et les comprimés, celui des anesthésistes aux côtés des chirurgiens. **L'informatique** contribue puissamment à la radiothérapie en fournissant des images tridimensionnelles des organes à irradier se superposant à la répartition de la dose évaluée dans chaque voxel élémentaire du volume anatomique traversé. Les risques d'erreur existent à toutes les étapes de la dosimétrie. C'est ainsi qu'à Épinal une incompréhension de la documentation en anglais des logiciels de calcul et de positionnement a conduit à un surdosage de plusieurs cancers de la prostate aboutissant à des nécroses invalidantes.

Jean-François Moreau : Dans votre service de Tenon, et votre successeur Emmanuel Touboul (1978) poursuit cette action, vous avez manifesté un intérêt particulièrement attentif à la dosimétrie des femmes enceintes irradiées lors d'examen radiologiques. Comment avez-vous conçu ce service rendu à la collectivité ?

Alain Laugier : La crainte des rayonnements confine parfois à la psychose, ancrée sur le principe de précaution, avec le risque pour les radiologistes de se voir un jour conduits devant les tribunaux alors qu'ils sont déjà soumis à des mesures de contrôle excessives et coûteuses. S'agissant de la femme enceinte radiographiée



alors qu'elle ignorait son état - et que le radiologiste n'a pas pu ou pas dû tenir compte de son état - il y a souvent panique. D'abord de la parturiente débutante et de son conjoint qui veulent un rejeton le plus proche possible de la perfection. Du radiologiste et/ou du gynécologue prescripteur associé ensuite qui craignent le recours au tribunal. On a alors contribué à effectuer des dosimétries exactes à l'embryon: une unité de dosimétrie et un registre national ont été créés à Tenon. Car tout acte de radiodiagnostic est assimilable

à un acte de microradiothérapie. Il appartenait à ceux qui connaissent la dosimétrie des rayons X de s'en occuper. A aucun moment, la dose reçue lors d'UIV et/ou de lavement baryté - et maintenant avec la radiologie numérique; notamment le CT-scanner - n'a motivé une interruption thérapeutique de la grossesse. Par contre on explique au couple que toute grossesse présente un risque d'avortement spontané et de malformations; Constatées à la naissance - ou avant par l'échographie - il s'agit d'une coïncidence et non d'une relation de dose à effet avec la radiographie. Le risque stochastique de radioleucémie au troisième âge ne s'exprimera qu'au bout d'une génération ou deux; il n'y a donc aucune raison de restreindre le recours fréquent à la radiologie chez les porteurs de pathologies multiples quand elle est indispensable. Lorsqu'il s'agit d'adultes, notamment en âge de procréer, on fait attention : on évite bien évidemment au tant que faire ce peut de mettre testicules et ovaires dans le faisceau direct. Chez l'enfant, on redouble de précaution, ce qui est la mystique pratique de tous les radiopédiatres inspirés par leur maître Jacques Lefebvre.

Jean-François Moreau : Si à chaque chose malheur est bon, faut-il faire une place à l'hormèse en cas d'irradiation ionisante ? Si oui, comment qualifier ses effets ? Comment les quantifier ?

Alain Laugier : Je préfère le mot d'hormèse, une loi fondamentale de la biologie, connue depuis Mithridate, selon laquelle un toxique a des effets bénéfiques à petite dose. Calabrese lui a fort opportunément redonné du lustre il y a peu (EJ Calabrese, LA Balwin. *Toxicology rethinks its central belief.* Nature 2003;421:691-2). C'est là un champ d'études et de recherches passionnantes pour des jeunes médecins curieux. Avec un PhD de ce calibre, ils délaisseraient moins la radiothérapie alors qu'elle ouvre de grands débouchés d'avenir au sein de la cancérologie, voire au-delà, la médecine aérospatiale par exemple. L'hormèse dérange le politiquement correct «écologique» qui ne veut pas entendre parler de seuil ou de creux quand ça l'arrange. Et pourtant, à petites doses, les rayonnements allongent la durée de vie chez la souris. Le vin, bu avec modération, évidemment aussi, ce sont les Américains qui le disent.

ENTRETIEN AVEC THÉRÈSE PLANIOL

Professeur et chef de service honoraire de biophysique à l'Université François Rabelais, Tours
George von Hevesy Prize for Nuclear Medicine 1982

en date du 17 juillet 2006
validé le 14 novembre 2006



Jean-François Moreau : *Thérèse Planiol, Madame la Professeure Honoraire de l'Université François Rabelais de Tours, vous êtes née Dupeyron et c'est sous ce nom que l'on vous trouve en lanterne rouge de la promotion du concours 1947 de l'internat des hôpitaux de Paris. Cette entrée serait d'une rare insolence si elle n'était là pour rappeler que votre exceptionnelle carrière illustre on ne peut mieux l'adage selon lequel les derniers seront les premiers et ce, en ce qui vous concerne, bien avant l'heure du jugement dernier auquel d'ailleurs vous ne croyez pas, vous l'avez écrit dans une autobiographie (Thérèse Planiol. Une femme, un destin. Éditions Rive Droite, 1995). Certains collègues sont convaincus que ce livre est une fiction romanesque qui décrirait votre vie comme l'aurait fait Hector Malot dans un remake de «Sans Famille». Ceux qui vous connaissent savent que votre réalité dépasse de très loin la fiction. Née le 25 décembre 1914, abandonnée à l'Assistance Publique à Paris quand vous aviez trois mois, vous êtes élevée avec un frère de lait dans la campagne auvergnate chez de braves gens, impécunieux mais aimants, que*

vous reconnaissez être votre vraie famille. Vous obtenez le certif, le brevet élémentaire, une bourse parce que vous êtes jugée brillante, le bac et une licence de physique. Aviez-vous réagi à la découverte de la radioactivité artificielle par Frédéric et Irène Joliot-Curie en 1934 ?

Thérèse Planiol : Je m'en souviens très bien. J'étais en vacances chez mes parents à Sauxillanges dans le Puy-de-Dôme. La nouvelle d'une découverte scientifique française capitale diffusa sur la TSF et atteignit les quelque cent cinquante personnes réunies par la rumeur à la mairie pour préciser tout cela. Comme vous l'avez dit, j'avais vingt ans et j'étais physicienne. J'ai de suite été éblouie par cette vision éclatée de l'atome, de ces nouveaux corps chimiques dynamiques émetteurs de particules radioactives. J'ai eu la conviction que je m'y lancerai certainement, dans un avenir pourtant plus qu'hypothétique. A onze ans, comme je refusais le choix de devenir bonne à tout faire à la campagne, j'ai passé avec succès le concours des

bourses avec pour perspective officielle de devenir institutrice! Je raconte dans mon livre comment une vocation médicale irrédentiste s'imposa à moi très tôt. À l'âge de douze ans, il fallut que je supplée le médecin surmené en effectuant les soins pluriquotidiens que nécessitait ma grand-mère, «hydropique» à l'agonie. Elle survécut grâce à des piqûres dans la cuisse et j'en fus transformée : on pouvait soigner et guérir et j'y avais contribué! Moi! Une fois bachelière à 17 ans, la profession médicale m'était fermée du fait de la longueur des études et ma condition féminine. J'obtins une licence de physique-chimie-mathématique obtenue en trois ans à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand. L'AP s'occupait remarquablement bien de ses pupilles durant toute leur jeunesse. Mais brutalement, du jour au lendemain, elle rompait tout lien à l'orée de leurs vingt ans, sans doute parce que c'était l'âge pour les garçons de remplir leurs obligations militaires. Moi, j'étais femme et je devais gagner ma vie. Je fus recrutée comme comptable salariée à l'AP grâce à la bienveillance de son directeur général, Louis Mourier. Il aurait plutôt préféré m'orienter vers une licence de droit et une direction d'hôpital, mais comprit mon obstination.

Jean-François Moreau : *Vous assouvissez enfin votre rêve d'enfance en y menant parallèlement vos études de médecine durant la dernière guerre mondiale. Serge Gas, un nouveau Directeur Général, pressentant une difficile adaptation de l'AP à l'occupation allemande et au régime de Vichy, vous mute dans le service administratif des enfants abandonnés, ce qui vous permettra d'accéder subrepticement à votre dossier confidentiel d'adoption et de savoir qui sont vos parents par le sang, un peintre provençal talentueux mort pour la France en 1915 et son modèle. Vous appartenez à la catégorie des «sacrées bossueuses, ambitieuses mais pas coureuses». Les besoins médicaux*

sont énormes et vous passez vos nuits de garde à l'hôpital plus souvent que dans votre pension de famille. Par l'externat commencé en 1942, puis l'internat auquel vous avez accédé après une lutte rocambolesque à l'âge de trente-trois ans, vous acquérez une culture très vaste qui aurait dû vous porter vers la neuropsychiatrie ou la pédiatrie. Mais durant votre dernière année aux Enfants-Malades, Robert Debré, qui vous épaulera toute sa vie, vous confie à son chef de clinique, Maurice Tubiana, pour vous faire découvrir la médecine nucléaire à l'occasion d'un sujet de thèse de doctorat en médecine.

Thérèse Planiol : Ma vie est une succession de miracles. Ma rencontre avec la médecine nucléaire est le fruit de plusieurs coïncidences : 1) l'ouverture d'esprit de Robert Debré sur toutes les disciplines scientifiques à appliquer à la médecine humaine, 2) le recrutement exceptionnel de la Clinique Médicale Infantile qu'il dirigeait entouré de nombreux assistants valeureux, notamment Jean Bernard, 3) l'installation du laboratoire d'isotopes de Maurice Tubiana aux *Enfants-Malades* à son retour de Berkeley. La méningite tuberculeuse tuait alors pratiquement tous les enfants atteints. Ils venaient de la France entière chez Debré, car, avec la streptomycine découverte en 1943, se profilait un espoir de guérison. Maurice Tubiana me proposa de dédier ma thèse à l'étude de la perméabilité méningée par le sodium radioactif. Pendant deux ans, j'étudiai cent trente enfants hospitalisés pour méningite et je fis les ponctions lombaires étagées que nécessitaient les fréquents cloisonnements inflammatoires. Cela aboutit à un test de diagnostic précoce et de pronostic qui me valut une médaille d'argent de la Faculté et une publication à un congrès qui m'apporta une réputation débutante de chercheuse. J'eus toutefois le courage – mais il ne m'en fit jamais grief, quoiqu'il en eut – de refuser le poste de recherche clinique en médecine nucléaire que Jean Coursaget me proposait d'ouvrir à l'hôpital d'Orsay. Trop loin de Paris, il n'était pas compatible avec ma vie de jeune mariée.

Jean-François Moreau : *Votre nom ne figure pas parmi les médecins pédiatres de l'école Debré titularisés aux Enfants-Malades. Maurice Tubiana ne tarda pas à quitter cet hôpital pour mener une brillante carrière à Villejuif. N'auriez-*

vous pu prétendre à sa succession in situ au poste qu'ouvrira Gabriel Vallée (1952) dans la Clinique Chirurgicale Infantile?

Thérèse Planiol : Pour être très franche, je n'aimais pas soigner les nourrissons. J'ai toujours eu besoin de converser avec les malades. J'ai abandonné cette orientation pour me lancer dans l'aventure de la médecine nucléaire avec un autre projet, lui, totalement personnel. Je suis à l'origine et du terme et de la technique de la gamma-encéphalographie appliquée au diagnostic des lésions cérébrales (Thérèse Planiol. *Diagnostic des lésions intra-craniennes par les radio-isotopes (gamma-encéphalographie)*. Masson Ed. Paris, 1959). Mon idée était d'étudier la diffusion spatio-temporelle du radio-isotope sur plusieurs jours et d'enregistrer les signaux par comptage externe. J'avais pu construire un premier prototype, bricolé avec l'aide de mon mari, René Planiol, un brillant savant ingénieur sorti de X-Mines spécialiste de l'acier. J'étais installée dans le réduit d'un laboratoire du *Collège de France*, au sous-sol de l'immeuble de l'Académie de Médecine, rue Bonaparte, et dirigé par le doyen de la Faculté de médecine de Paris, le neurophysiologiste Beaudouin. Ce n'était pas suffisant pour réaliser une étude clinique consistante. Je la mènerai à la Pitié, d'abord dans le service de radiologie du titulaire de la chaire de physique médicale, Henri Desgrez, auprès duquel Théophile Alajouanine (1914) m'avait introduite, chez le neuro-chirurgien Petit-Dutaillis (1911), ensuite et en tant qu'attachée d'électro-encéphalographie. Nous étions en pleine illégalité car, à l'insu de l'AP, nous faisons transiter par taxi les serum-ambumines marquées à l'iode 131 fournies par Coursaget et les malades à examiner.

Jean-François Moreau : *Il fallait en effet tout créer à l'époque des pionniers de la médecine nucléaire, en particulier des cadres à la fois administratifs et hospitaliers. Comment êtes-vous passée sous la férule du neuroradiologue Hermann Fishgold?*

Thérèse Planiol: Fishgold faisait partie des médecins roumains qui émigrèrent en France parce qu'il y avait une équivalence des diplômes de doctorat en médecine obtenus à Bucarest. Venu à Paris en 1929, il avait commencé par être l'électro-encéphalographiste de Clovis Vincent

(1905) et de Denis Petit-Dutaillis. Peu à peu, il avait réussi à créer un service complet de neuroradiologie, intégré dans la Clinique neurochirurgicale de la Pitié, au milieu du rez-de-chaussée et dans le sous-sol sous-jacent. Il m'y installa en 1960, assez surnoisement, en me convainquant que je ne m'entendrais pas – à tort – avec le nouveau neurochirurgien, Marcel David (1925). Il ne me pardonnera pas avant longtemps de l'avoir traité de «*moins mauvais choix*»! J'étais néanmoins au sein d'un milieu très brillant, avec d'un côté l'équipe neurochirurgicale avec Bernard Pertuiset (1944) avec qui je deviendrai très amie, José Aboulker (1949), Jean-François Hirsch (1953)... Sans oublier la charmante neurochirurgienne pédiatre également d'origine roumaine, Judith Lepintre. De l'autre, la pépinière neuroradiologique du service de Fishgold était féconde. Son adjoint, Jean Metzger, qui maîtrisait bien l'artériographie cérébrale, et moi, avec la gamma-encéphalographie, menions en permanence un duel spectaculaire pour affirmer nos performances respectives. L'émulation était forte à une époque où, il faut bien insister, il n'y avait pas de scanographe et encore moins d'IRM. J'en ai publié les résultats dans un second livre datant de 1965 (Thérèse Planiol. *Radio-isotopes et affections du système nerveux central*. Masson Ed.).

Mon ambition était de créer un laboratoire d'exploration fonctionnelle ambulatoire – l'adjectif non-invasif viendra plus tard – qui permettrait d'éviter les méthodes «*barbares*» qu'étaient alors l'encéphalographie gazeuse et l'artériographie carotidienne ou translobaire selon Moniz et Dos Santos, c'est-à-dire de l'avant-Seldinger.

Jean-François Moreau : *Comment ressentait-on alors le recours médical à la radioactivité?*

Thérèse Planiol : Avec beaucoup de scepticisme, à cause de l'insuffisance qualitative de l'imagerie obtenue avant l'apparition de la gamma-caméra. On avait du mal à se procurer les isotopes radio-actifs nécessaires. Avec méfiance aussi, car le risque biologique était encore mal connu. La demi-vie de l'iode 131 était très longue et il fallut du temps pour que l'on puisse disposer d'isotopes d'action rapide et courte, comme aujourd'hui le thallium et le technétium.

Jean-François Moreau : *Avec des états*

de service pareils, je suppose que la terre entière s'est agenouillée pour vous promouvoir le plus tôt possible avec une chaire dans son nouveau panthéon hospitalo-universitaire plein-temps. Vous débutez tard, mais votre personnalité s'est forgée comme l'acier à Tolède. Votre condition féminine fut-elle un atout supplémentaire pour l'aboutissement de votre carrière ?

Thérèse Planiol : Vous voulez plaisanter ! À Paris, trouver une position qui me donne à la fois un salaire et des moyens de travail se traduit par des avatars rétrospectivement amusants, mais durs à vivre dans l'instant présent. J'aurais plutôt gagné la réputation d'empoisonneuse au mauvais caractère garanti ! Fort heureusement, l'affection que me portait mon mari m'a permis de faire face aux difficultés quotidiennes et aux turpitudes subies par la femme ambitieuse que j'étais alors totalement, pourquoi le nierai-je ? J'ai été chercheuse à l'Institut National d'Hygiène, attachée d'électroencéphalographie à la Pitié, chef de travaux de biophysique à la Faculté de Médecine. J'ai vécu toutes les manies de l'époque des chaires omnipotentes empêtrées dans leurs manipulations. De fausses promesses en vrais coups tordus, j'ai fini, grâce à Maurice Tubiana qui n'accéda jamais au Bureau central, par comprendre qu'il fallait que je passe le concours d'agrégation de biophysique et que je devienne – mais quand ? - chef de service hospitalier. Je me suis présentée deux fois à ce concours qui comportait plusieurs épreuves dont l'une était une leçon de 24 heures qui mériterait à elle seule tout un chapitre. J'ai été nommée au concours de 1967 et occupé un poste à Rouen pendant un an. Il n'y avait rien de palpable à l'horizon parisien. Toujours grâce à l'appui moral de mon mari, du doyen de Clermont-Ferrand, Gaston Meyniel, et de Robert Debré, j'ai choisi le poste du tout nouveau CHU de Tours qui, je dois le dire, m'a accueillie les bras ouverts en 1968. C'était une création *ex nihilo*. Je savais qu'il fallait obtenir de suite des crédits d'équipement pour démarrer avec des chances de succès rapide. Il n'y en avait, bien entendu, aucun. J'ai alors spontanément écrit une lettre au Président Charles de Gaulle expliquant ma situation et les raisons de ma demande. J'ai obtenu et les crédits et une considération locale pour la femme de pouvoir que j'étais devenue... sans

dévoiler l'actuelle faiblesse de mes ressources.

Jean-François Moreau : *Vous êtes donc rapidement à la tête d'une école nombreuse, que devient la médecine nucléaire à Tours, alors que se développe la pratique de la radio-immunologie qui révolutionne la biochimie des années 60 ?*

Thérèse Planiol : Très vite j'ai créé un service d'explorations fonctionnelles à l'hôpital Bretonneau, dont j'ai confié une partie de la gestion à mes adjoints, notamment Jean-Claude Besnard qui sera mon premier agrégé. J'ai eu le très grand bonheur et la grande chance de très bien m'entendre avec Mireille Brochier qui s'installa comme chef de service de cardiologie à Bretonneau après l'indépendance de l'Algérie. Elle avait été chef de clinique au CHU d'Alger avec Raynaud dont elle devint l'adjointe. J'ai développé avec elle l'exploration fonctionnelle du cœur et des vaisseaux par la gamma-caméra, mais aussi, grâce à Léandre Pourcelot, par l'échographie ultrasonore.

Jean-François Moreau : *Vous êtes une des très rares stars de la biophysique, voire la seule de votre génération, à avoir acquis des réputations égales aux sommets de la reconnaissance internationale à la fois en médecine nucléaire et en ultrasonographie. Vous avez reçu le George von Hevesy Prize for Nuclear Medicine 1982 attribué par la World Federation for Nuclear Medicine & Biology tous les quatre ans. Rappelons que vous avez fondé la Société Française pour l'Application des Ultrasons à la Médecine et à la Biologie en 1973, à l'occasion de la première réunion nationale pluridisciplinaire tenue à Tours à votre initiative. Le pari engagé de faire de l'ingénieur Léandre Pourcelot un médecin n'était pas gagné d'avance. Il y en eut bien d'autres, techniciens ou paramédicaux, moins connus mais tout aussi efficaces pour assurer vos objectifs. En fin de compte, votre succès à Tours ne tient-il pas en très grande part à votre capacité d'absorber dans votre équipe des personnalités sans qualification médicale initiale qui y feront florès au contact des médecins et des malades ?*

Thérèse Planiol : Je me suis intéressée à l'échographie ultrasonore dès que

j'eus compris que l'écho-A permettrait d'étudier la boîte crânienne. J'étais alors à la Pitié. J'ai fait fabriquer le premier échographe par Alvar, le fabricant d'électro-encéphalographe. Cette technique simple a rendu de très grands services dans la recherche des épanchements sanguins intracrâniens d'origine traumatique. Je le répète, il n'y avait pas de scanographe et la mortalité par hématome extradural était encore fréquente faute de diagnostic précoce lorsque l'on ne disposait pas d'artériographie carotidienne en urgence sur place. À Tours, j'ai pu créer un Laboratoire de Biophysique dans les locaux de la Faculté. Le recrutement de Léandre Pourcelot, ingénieur acousticien sorti de l'école de Lyon, a pu se faire par ce biais. Comme vous le savez, il a suivi le cycle régulier des études de médecine jusqu'au doctorat en médecine obtenu en 1979. Avec lui, j'ai progressé dans la recherche technologique et clinique sur l'échographie B, le doppler et l'analyse spectrale. Vous vous rappelez sans doute qu'il est un des pionniers des transducteurs linéaires à barrettes et qu'il a construit avec un prototype d'échographe en temps réel, *Usabel*, que la CGR fut incapable de commercialiser, laissant aux Japonais et aux Américains un terrain vierge pour leur expansion commerciale. Il a mené ses protocoles de recherche jusqu'à la coopération spatiale avec les Russes de Baïkonour puis les Américains de la Nasa pour mieux connaître l'hémodynamique des astronautes. Je voudrais également



rappeler que je n'ai jamais oublié les leçons de mes expériences d'assistante parisienne. Je me suis toujours comportée avec mes collaborateurs des deux sexes comme j'aurais aimé qu'on me traitât à Paris avant de devenir patronne à Tours.

Jean-François Moreau : *Vous avez traversé un siècle d'aventures multiples ayant abouti à l'émancipation de la femme et vous avez triomphé de nombreuses embûches, sans jamais aliéner votre liberté de penser et d'agir, ni perdre votre féminité. Vous avez apporté votre contribution littéraire à la défense et l'illustration de la femme dans la médecine. La nomination en 1936 d'Irène Joliot-Curie à un Secrétariat d'État à la Recherche Scientifique dans le gouvernement du Front Populaire de Léon Blum vous fit-il*

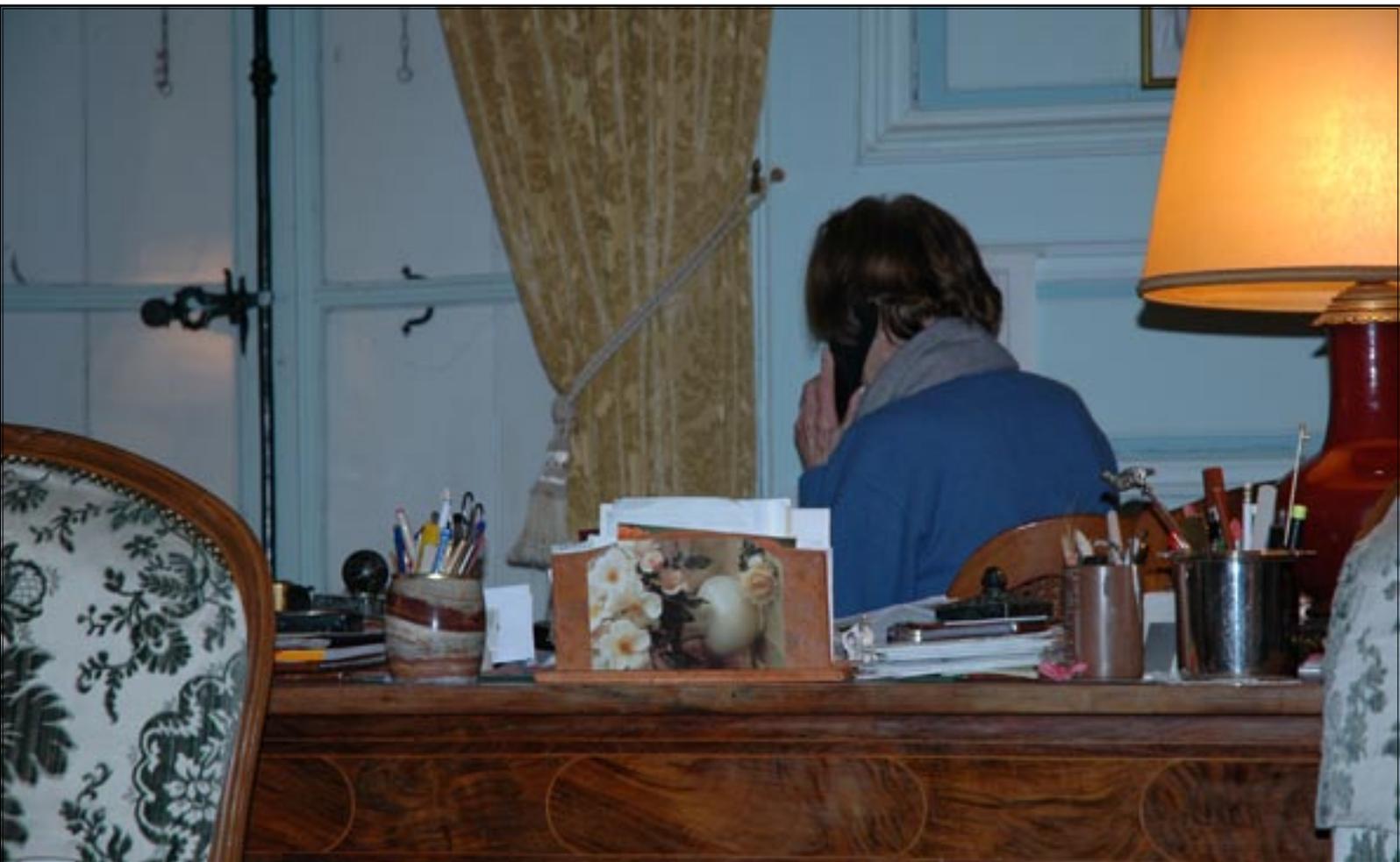
également réagir alors que vous veniez d'avoir vingt-et-un ans mais, mais, comme elle et toutes les Françaises majeures, pas le droit de vote?

Thérèse Planiol : Je pense m'être exprimée très clairement dans le livre que j'ai consacré aux parcours féminins en médecine (Thérèse Planiol. *Herbes folles hier, femmes médecins aujourd'hui*. Editions Cheminements 2000). Relisez-le pour comprendre comment le monde contemporain se comporte face à l'histoire récente de la condition féminine en général. Mon parcours s'est abstrait d'un engagement politique partisan. C'est sans aucune hésitation ni état d'âme que j'ai fait partie du Conseil d'administration de l'EDF dans les années 80.

Jean-François Moreau : *Avez-vous*

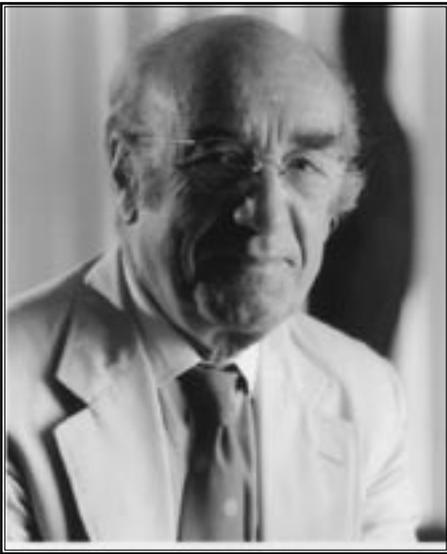
l'impression d'avoir achevé votre vie au sens latin du terme repris par les Anglo-saxon avec le mot achievement qui tient du couronnement d'un chef-d'œuvre existentiel?

Thérèse Planiol : Vous me demandez s'il y a une cerise sur le gâteau d'une existence dont je vous ai déjà dit qu'elle tenait du miracle. La réponse est, je l'espère, dans l'essor de la « **FONDATION THÉRÈSE ET RENÉ PLANIOL** » que j'ai créée en 2005 (<http://www.fondation-planiol.fr/index.html>). Elle veut honorer mes deux amours de femme comblée, mon mari et la neurologie, en donnant des moyens matériels et moraux de recherche sur le cerveau, gérés par mes élèves et successeurs. Notre collègue neurologue de Lariboisières, Marie-Germaine Bousser (1967), est présidente de son conseil scientifique.



Vrai-faux entretien avec Roger GUILLEMIN, Prix Nobel 1977

BIDOUILLÉ PAR COURRIELS - PCC. JF MOREAU, SCENARISTE ET DIALOGUISTE. 27 OCTOBRE 2006



Jean-François Moreau : Roger Guillemin, vous avez partagé le Prix Nobel de médecine et de physiologie 1977 avec Rosalyn Yalow et Andrew Schally, tous trois physiologistes endocrinologues. Qu'a représenté pour vous la mise à la disposition des laboratoires de physiologie de la technique du dosage radioimmunologique, en anglais radioimmunoassays (RIA)?

Roger Guillemin : Permettez-moi d'abord de rappeler que le premier des facteurs hypothalamiques isolé par l'équipe que je dirigeais l'a été en utilisant uniquement un bioétalonnage simple que j'avais mis au point pendant la brève expérience que j'ai menée au Collège de France¹, de 1960 à 1963, avec Edouard Sakiz et Eichi Yamazaki, chez Robert Courrier, restée sans suite faute d'opportunités locales. Je suis docteur en médecine de la Faculté de médecine de Lyon, mais c'est à Dijon que j'avais commencé à m'intéresser à l'endocrinologie chez Pierre Étienne-Martin et Jacques Charpy .. Toutefois, c'est à Montréal, chez Hans Selye, que j'ai appris mon métier de neurophysiologiste avec un travail original l'étude de l'hypertension élicitee par l'acétate de désoxycorticostérone (DCA). Quatre ans plus tard je me suis fixé pour vingt ans au Baylor Medical College de Houston. J'y ai recruté Andrew Schally, un biochimiste formé chez Murray Saffran à McGill, pour résoudre le problème de la structure du corticotropin-releasing factor (CRF). J'ai continué mes travaux à San Diego,

au Salk Institute à partir de 1970 en y créant les Laboratories for Neuroendocrinology. C'est là que j'ai décrit le luteinizing hormone releasing factor (LHRF), la somatostatine et les endorphines, sans oublier l'hypothalamic releasing factor (TRF) découvert au Baylor, qui m'ont valu le Prix Nobel en 1977.

Jean-François Moreau : Un autre quart de ce Nobel est allé à Andrew Schally qui s'était dirigé, lui, vers le Veterans Administration (VA) Hospital de la Nouvelle-Orléans, en Louisiane. Comment expliquez-vous que Rosalyn Yalow ait reçu l'autre moitié du quatre-quarts à elle seule ?

Roger Guillemin : L'idée de la radio-immunologie² vient en réalité de Solomon Berson, un remarquable interniste avec qui la physicienne Rosalyn Yalow³ travailla pendant une vingtaine d'années. Elle lui apporta la liaison technique avec la médecine nucléaire pour marquer les peptides avec des isotopes radioactifs. Le principe des radio-immuno-étalonnages publié par Sol Berson et Rose Yalow⁴ était tellement séduisant que j'y ai vu de suite un outil magnifique pour les manipulations à faire dans mes protocoles de recherche. Je me suis inscrit au premier cours public pratique organisé par Berson à la fin de l'année 1964 dans son laboratoire au VA Hospital du Bronx. Cet homme remarquable, médecin et musicien que j'ai bien connu après ce cours initiateur, décéda d'accidents vasculaires cérébraux à répétition en 1972, malheureusement trop tôt pour être nobélisé en même temps que nous trois. Mais revenons à votre question : TOUS les autres Releasing Factors plus la somatostatine ont été découverts et isolés en utilisant les RIAs. Rappelez vous l'épisode de Schally⁵ et al. croyant découvrir le GRF (Growth Hormone Releasing Factor) en utilisant un bioétalonnage classique, lequel GRF s'est révélé être en fait un fragment d'hémoglobine ! Mon laboratoire a finalement isolé le vrai GRF en 1981 d'une tumeur du pancréas développée chez un acromégale que m'avait procurée Geneviève Sassolas à Lyon. Nous avons montré plus tard l'identité avec la molécule de l'hypothalamus grâce à quatre cer-

veaux humains donnés par Rolf Gaillard de Lausanne, le tout évidemment suivi par RIA de la découverte de l'hormone de croissance mise au point dans mes laboratoires du Salk Institute. J'ai rendu hommage au RIA dans le discours que j'ai prononcé il y a quelques semaines à l'occasion du départ en retraite de Wylie Vale⁷... que j'avais recruté alors qu'il était un résident plein d'avenir !

Jean-François Moreau : Rosalyn Yalow, une physicienne new-yorkaise qui, après avoir étudié dans l'Illinois, s'installe dans le Bronx pour n'en plus bouger. Andrew Schally⁸, un biochimiste polonais d'origine austro-hongroise et française, sauvé de la shoah en Roumanie, formé en Suède et amené par vous de Montréal à Houston et s'autonomise en Louisiane. Vous-même, Roger Guillemin, un médecin dijonnais passé par Lyon, Montréal, Houston, pour devenir un Américain de San Diego et qui recrutez une équipe internationale pluridisciplinaire élargie et brillante. Outre la consécration de l'union de l'intelligence intellectuelle et de la technique appliquée à la recherche médicale, ce prix Nobel 1977 exprime les fructueux bénéfiques, d'une part, de la mondialisation, appliquée aux Etats-Unis à sens unique en apparence, d'autre part, de la mobilité comme de la stabilité appliquées aux chercheurs scientifiques. Pourquoi l'expérience que vous avez tentée au Collège de France a-t-elle été déçue ? Une rencontre avec une femme de tête comme Thérèse Planiol, experte en médecine nucléaire et en neurologie mais également malheureuse à Paris, aurait-elle pu changer le cours de vos destinées respectives en faisant de vous des nobélisés français ? Auriez-vous eu plus de chances de réussite dans votre pays natal aujourd'hui que jadis ?

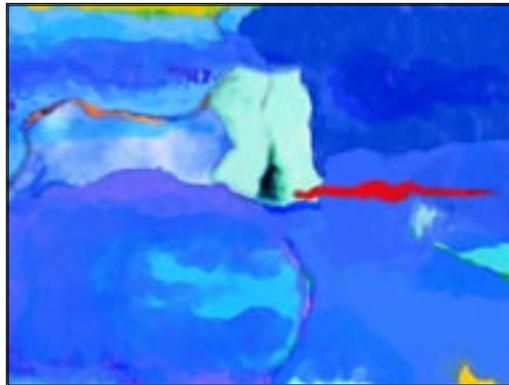
Roger Guillemin : Lisez avec attention le chapitre autobiographique¹⁰ dans lequel je relate en 1976 comment je me suis lancé dans l'aventure pionnière de la neuroendocrinologie juste après la deuxième guerre mondiale. Lisez également les notes biographiques sur le site NobelPrize. Vous y comprendrez à quel point l'état de la médecine française était désespérant pour un jeune étudiant en médecine

bourguignon à peine sorti de l'occupation nazie et seulement capable de pressentir que, sauf à devenir un médecin de campagne au milieu des vignobles, il devait pour s'accomplir pleinement sortir de la médecine clinique primitive que l'on y enseignait encore. J'ai appris par hasard qu'un cardiologue de la Pitié-Salpêtrière, Camille Lian¹¹, avait l'habitude d'inviter des conférenciers étrangers de passage à Paris pour faire des conférences « d'avant-garde » dans son service. C'est ainsi que j'ai pris le train pour aller écouter Hans Selye parler dans un parfait français du stress et du syndrome d'adaptation. J'ai ressenti comme une illumination et je suis allé converser avec lui à la fin de sa conférence. Il m'a offert une bourse de 120 dollars par mois pour aller travailler à Montréal dans son laboratoire à condition d'y rester au moins un an. J'y ai découvert des potentiels à la fois matériels et intellectuels d'une envergure insoupçonnable et mon séjour s'est prolongé quatre ans. Ceci étant dit, Selye n'était pas un pédagogue et son libéralisme laissait beaucoup de champs au jeune boursier qui trouva en Claude Fortier un meilleur guide scientifique pour un débutant. Il y avait des Claude Bernard Lectures pour les « étrangers » de passage à Montréal. L'Anglais Geoffrey Harris me fit comprendre qu'il y avait un avenir dans l'étude du contrôle hypothalamique de l'antéhypophyse. Je réfléchis alors à l'idée d'adapter au stress non spécifique des protocoles d'étude des effets de drogues excitatrices d'autres effets pharmacologiques très spécifiques, comme les antihistaminiques. Pourquoi ? Parce que deux autres Claude Bernard Lecturers, Bernard Halpern et Jean Hamburger, vinrent exposer les bienfaits de la prométhazine. Ce n'est qu'après cela qu'une série de phénomènes en cascade tantôt logiques tantôt aléatoires me conduisit à devenir l'un des pionniers de la neuroendocrinologie, de Montréal à San Diego, par Houston et, ne l'oublions pas, Paris, comme l'attestent mes nombreuses communications à l'Académie des Sciences, au début de mes découvertes.

Jean-François Moreau : Pourquoi Houston plutôt que Yale, une université beaucoup plus fameuse, au moins pour un Français moyen, qui vous offrait un poste que vous avez failli accepter ?

Roger Guillemain : Je suis frappé de devoir constater, dans vos carrières françaises comme celle de Thérèse Planiol dont

je ne connaissais pas les détails romanesques, le rôle joué par les arrangements et les agréments de patrons locaux et puissants plutôt que refuser de donner immédiatement les responsabilités correspondant aux idées, résultats, etc... C'est une façon de faire et de vivre que je n'ai JAMAIS eu à affronter dans ce pays d'Amérique. Après un seul entretien, Hebbel Hoff¹² et Michael DeBakey¹³ m'ont donné à Houston une fonction et des moyens nettement supérieurs à ceux que m'offrait Yale pour réaliser mon projet qui était initialement la recherche sur le CRF dont je pressentais l'existence. J'y aurais débuté au bas de l'échelle comme assistant professor. Aurais-je pu y recruter aussi vite la même équipe de gens exceptionnels qui m'ont rejoint au Baylor, tels Andrew Schally, Roger Burgus, Wylie Vale, Edouard Sakiz ... Yamazaki serait venu également s'il n'avait brusquement décidé de retourner au Japon pour étudier le bouddhisme. Ce fut aussi la découverte à Galveston, un port texan proche sur la côte du Golfe du Mexique, du laboratoire de Charles Pomerat où il dominait la culture tissulaire. Et l'énorme



travail ingrat passé à récolter des hypothalamus de bovins dans les abattoirs du Middle West. Mais il y avait enfin au Texas cette indispensable ouverture sur l'art et la culture indiens et latino-américains jointe à un cadre de vie plus attractif que celui du Connecticut. J'en collectionne de nombreuses oeuvres qui mériteraient sans doute un opuscule consacrant leur juste valeur. C'était plus important pour ma femme qui est musicienne, comme pour moi et nos futurs six enfants, que les exploits sportifs de la Ivy League. Vous savez que je consacre une partie importante de mon activité de senior à des créations artistiques¹⁴ utilisant les logiciels de création graphique comme Photoshop. Quoi dire d'autre ? L'axe hypothalamo-hypophysaire n'est que l'appendice du cerveau supérieur qui

nourrit l'intelligence de l'être humain à partir d'un environnement gratifiant que j'ai trouvé au mieux dans le Sud-Ouest américain, sans renier pour autant ce que je dois à la Bourgogne comme aux arpentés de neige du Québec pour stimuler mes inspirations !

Jean-François Moreau : Très tôt dans votre vie texane, vous avez acquis une résidence secondaire dans le Nouveau-Mexique, à Truchas¹⁵, un village situé près de Los Alamos où vous passez depuis tous vos étés. Vous établir près du lieu des premiers essais nucléaires du projet Manhattan fut-il une décision facile à prendre ? Comment les indigènes y vivent-ils le risque nucléaire ?

Roger Guillemain : Los Alamos ? Je ne peux pas écrire ou prononcer le nom de Los Alamos sans éprouver un « sens de participation » à ce qui s'y est passé, comme nos Anciens devaient évoquer les grands Mythes. Avec en plus notre connaissance que ce qui s'y passa était dans le réel. Le 16 juillet 1945, la première bombe atomique explosa à Alamogordo¹⁶, à 300km de Los Alamos, où il n'y avait qu'une dizaine de locaux dans les 25-50km alentour. Il y a une dizaine d'années, le gouvernement américain mit en branle une campagne pour que tous les anciens employés des laboratoires de Los Alamos ainsi que les mineurs des mines d'uranium avoisinantes¹⁷ (Grants et alentours) bénéficient d'une visite médicale complète. Un traitement leur était garanti si des problèmes étaient découverts et, dans ce cas, des pensions adéquates leur seraient allouées. Pratiquement tous les hommes de notre village de Truchas y ont participé et les cancers attendus ont été trouvés chez certains. Aujourd'hui encore beaucoup travaillent toujours « *at the Lab*¹⁸ », mais sont maintenant suivis correctement. Il y a chaque année toutes sortes de démonstrations antinucléaires à Los Alamos. Vous en trouverez certainement trace par Google, pour en contacter l'un ou l'autre^{19,20}. Je suis personnellement en faveur bien évidemment de l'énergie nucléaire... Je termine là pour ne pas vous faire concurrence !

Remerciements

Les illustrations ont été gracieusement offertes par le Pr Roger Guillemain. Le portrait photographique de Roger Guillemain provient du Salk Institute, La Jolla, California, USA. Les figures 2 (matter mythology) et 3 (room with a view)

sont des oeuvres personnelles de Roger Guillemin, en éditions originales limitées exposées au Harwood Museum, Taos, New Mexico, USA, 2005. www.holborngallery.com/harwood.html. Elles sont soumises à une mention de copyright RG.

NOTES

¹ E Yamazaki, E Sakiz, R Guillemin. *An in vivo bioassay for TSH-releasing factor (TRF)*. *Experientia* 19, 480-483, 1963

² *Radioimmunoassay: A Probe for Fine Structure of Biologic Systems*. Nobel Lecture, 8 December, 1977 by Rosalyn S. Yalow,

³ Dans sa présentation à Stockholm, Rosalyn Yalow explique comment la biographie de Marie Curie écrite par sa fille Eve fut à la base de son choix professionnel vers la physique nucléaire appliquée à la médecine et à la physiologie. Elle regrette qu'on n'incite pas davantage les enfants des écoles à lire de telle biographies.

⁴ Roger Guillemin. *Peptides in the brain. The new endocrinology of the neuron*. Nobel Lecture, 8 December, 1977. *Aspect of hypothalamic regulation of the*

pituitary gland with major emphasis on its implications for the control of reproductive processes. Nobel Lecture, 8 December, 1977 by Andrew V. Schally.

⁷ Roger Guillemin. Communication personnelle par courriel, 24 juillet 2006.

⁸ http://nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1977/schally-autobio.html

⁹ http://a3.epfl.ch/documents/A3-02_2006.pdf#search=%22jean%20rivier%20suisse%20salk%20OR%20institute%20

¹⁰ Roger Guillemin. *Pionering in neuroendocrinology 1952-1969*. In: J Meites, BT Donovan, SM McCann. *Pioneers in neuroendocrinology II*. Plenum Publishing Corporation. 1978, chap. 14, pp221-239.

¹¹
¹² LA Geddes. *The Elegant Record : dedicated to Hebbel E Hoff*. *The Physiologist*. 1982 25 :448-9.

¹³
¹⁴ www.holborngallery.com/harwood.html

¹⁵
¹⁶ Une seule bombe expérimentale de 21kT explosa à Alamogordo avant celles qui furent larguées sur les villes japonaises. La ville est actuellement essentiellement dédiée à la recherche spatiale.

¹⁷

¹⁸ Los Alamos National Laboratory (LANL) est le plus gros laboratoire de recherche nucléaire des USA. Sa mission est la sûreté nucléaire américaine. Jusqu'en 2005, il fut géré en partenariat exclusif avec University of California at Berkeley. Plusieurs scandales ont conduit à une réforme en cours d'application avec une coopération avec l'industriel Bechtel et deux autres partenaires. Le directeur du LANL, le Dr Michael Anastasio, est également Directeur du Lawrence Livermore National Laboratory à Berkeley. <http://www.lanl.gov/natlsecurity/nuclear/current/> et <http://lansllc.com/index.html/>

¹⁹ <http://www.inkstain.net/nukebeat/> se veut neutre.

²⁰ <http://whirledview.typepad.com/whirledview/2006/09/index.html/> est documenté et interactif.

