



HAL
open science

**Sur les dynamiques de constitution des systèmes
d'expertise scientifique. La naissance du système
d'évaluation et de régulation des risques des
rayonnements ionisants**

Soraya Boudia

► **To cite this version:**

Soraya Boudia. Sur les dynamiques de constitution des systèmes d'expertise scientifique. La naissance du système d'évaluation et de régulation des risques des rayonnements ionisants. *Genèses. Sciences sociales et histoire*, 2008, 70, pp.26-44. hal-00444187

HAL Id: hal-00444187

<https://hal.science/hal-00444187>

Submitted on 6 Jan 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Pour citer cet article

Soraya Boudia, « Sur les dynamiques de constitution des systèmes d'expertise scientifique. La naissance du système d'évaluation et de régulation des risques des rayonnements ionisants », *Genèses*, 70, 2008, p. 26-44

Sur les dynamiques de constitution des systèmes d'expertise scientifique : le cas des rayonnements ionisants

Soraya Boudia
Université de Strasbourg

La constitution et les transformations des systèmes d'expertise scientifique et technologique sont au cœur de plusieurs travaux en sociologie, en sciences politiques ou en droit (Gilbert 2003 ; Collins et Evans 2002 ; Joly 2005). Ces travaux s'inscrivent dans un ensemble de productions en sciences sociales qui, s'il est polymorphe, se construit sur une pierre d'angle commune : la conviction que le risque est un trait caractéristique des sociétés contemporaines et un paramètre central dans leur analyse. Un des éléments clefs de ce qui est nommé « société du risque » (Beck 2001) est l'importance et la centralité des experts, de l'expertise scientifique et technique ainsi que celle des systèmes de régulation qu'ils contribuent à construire. Si un bilan rapide de cet ensemble de travaux peut induire le sentiment que tout ou presque tout a été dit sur l'expertise scientifique, un examen plus minutieux fait apparaître que bien des problématiques restent à explorer. Des questions, comme la pertinence des notions d'expertise et d'experts pour penser les phénomènes contemporains (Buton 2006) ou celle de la place des experts par rapport aux acteurs politiques et économiques de moindre visibilité publique dans les transformations de longue durée (Boudia et Jas 2007), montrent que des chantiers de recherche méritent d'être conduits pour rendre compte à la fois des enjeux de l'expertise scientifique, des pratiques auxquelles elle donne lieu ainsi que de son rôle dans la construction des sociétés contemporaines. De tels chantiers pourraient de plus inviter à une relecture d'une série d'affirmations issues de la sociologie du risque et de l'expertise. Nombre des travaux cités précédemment se sont attachés, par exemple, à décrire des ruptures et des changements de fond intervenus ces deux dernières décennies à la suite des crises sanitaires des années 1990, celle de la vache folle ou celle du sang contaminé, avec l'objectif de mettre en évidence la radicale nouveauté des transformations récentes de l'expertise. Replacées dans un long vingtième siècle, ces reconfigurations contemporaines ne paraissent pas totalement inédites. De l'examen des quelques travaux historiques disponibles, il ressort en particulier que plusieurs systèmes d'expertise scientifique se sont constitués ou ont connu des mutations d'ampleur dans le cadre d'importantes controverses et mobilisations publiques. Ce fut le cas avec la création, en 1906, de la Food and Drugs Administration aux États-Unis dans un contexte de crise autour des questions de sécurité alimentaire (Young 1989) ou, au début des années 1970, avec l'adoption d'une réglementation sur les produits chimiques après la vague de contestation contre le DDT initiée par l'ouvrage *Silent Spring* de Rachel Carson (1962) (Bosso 1987), ou encore avec la création de l'Environmental Protection Agency à la suite du développement du mouvement environnementaliste.

Ces constats montrent que si les problèmes liés à l'expertise scientifique sont aujourd'hui largement débattus publiquement et investis d'enjeux multiples, les questions qui les sous-tendent ont une longue histoire qui contribue largement à façonner leur mode d'existence contemporain. Pour illustrer plus précisément mon propos, je voudrais examiner dans cet

article le rôle des mobilisations et des critiques publiques passées dans les dynamiques de constitution et de reconfiguration des systèmes d'expertise scientifique, et de là questionner les fonctions politiques de cette activité particulière qu'est l'expertise scientifique. Je propose de le faire ici en m'appuyant sur le cas des risques sanitaires et environnementaux de la radioactivité, un exemple emblématique par son importance historique. Ce cas d'étude est difficile à restituer dans son ensemble dans le cadre d'un seul article ; la gamme des débats et des actions sur ces effets est large, la dangerosité de la radioactivité se posant dans le cas de faibles doses comme dans celui d'accidents nucléaires majeurs. L'organisation du système de régulation des risques nucléaires repose sur deux piliers : d'une part, la radioprotection, dont l'objet central est l'étude et la gestion du risque pour la santé – qu'il soit lié à une irradiation directe de l'homme ou à une contamination de son environnement et, d'autre part, la sécurité des installations. Ce système s'est structuré dans les années 1950 sous la forme sous laquelle il continue encore à fonctionner aujourd'hui. Il sera question ici plus spécifiquement de la radioprotection sur laquelle ont convergé alors les débats publics. Je chercherai à retracer la manière dont ce système d'expertise s'est constitué et a été façonné par la rencontre entre mobilisations publiques, critiques et demandes sociales de sécurité, intérêts de recherche et légitimations disciplinaires et professionnelles pour rendre compte de ce qu'ont été ses fonctions depuis sa mise en place.

Je souhaite tout particulièrement porter l'attention sur une double dynamique à l'œuvre dans la constitution et le fonctionnement des systèmes d'expertise. L'expertise – par l'acte même d'instituer un comité d'experts sur des scènes locales, nationales ou internationales – peut être analysée comme un élément important d'un processus de sortie de crise institutionnelle et/ou politique et représente une ressource importante pour gérer institutionnellement des formes de contestation ou de remise en cause publiques des cadres existants. À travers la convocation d'experts, il y a une invitation faite à un groupe de personnes aux compétences particulières à se consacrer à un problème donné. Il s'agit de tenter d'engager un processus de restauration d'une confiance mise à mal par la situation de controverse, et ainsi conduire à une démobilisation, même partielle, d'une partie des protagonistes qui voit ses inquiétudes critiques entendues. Un premier consensus peut se construire au moins sur la reconnaissance de la réalité du problème posé et la nécessité de le traiter. Une telle institution participe à l'ouverture d'un espace d'intermédiation qui contribue au déplacement de l'affrontement depuis des arènes publiques vers un cadre plus institutionnel. Par ailleurs, cette institution crée un « moment de répit » qui est celui de l'attente des résultats de l'expertise. Ce temps représente une possibilité supplémentaire de baisser le niveau des tensions et sortir d'un pic de crise, tout particulièrement lorsque différents groupes d'acteurs sont mobilisés. Si ce processus général peut se retrouver dans bien des dossiers, il convient néanmoins de restituer à chaque cas particulier et à chaque moment historique ses spécificités pour saisir finement ce qui se joue dans l'acte d'expertise. Le développement de système d'expertise peut être aussi analysé comme un vecteur important par lequel une partie des critiques, à l'origine ou au cœur de ces mobilisations sont intégrées dans les dispositifs institutionnels et politiques existants, par une reconfiguration de ces derniers ou par la création de nouvelles structures plus adaptées pour les prendre en charge.

Ainsi abordée, l'expertise scientifique apparaît comme une technologie de production de certaines formes de consensus ou de compromis sociaux et institutionnels. Les formes de canalisation et de cadrage par l'expertise sont en effet tout à la fois des outils de gestion politique des conflits et, en même temps, un processus qui rend acceptable une partie des critiques émanant du social et un vecteur de leur prise en compte et de leur intégration par des réajustements institutionnels. Dans une telle description, il ne s'agit nullement de réduire la complexité des activités des comités d'experts. L'importance de ces derniers réside également

dans leur production, donc leur capacité à fournir des éléments susceptibles d'éclairer la thématique au cœur de la controverse. Souvent, dans les situations de crises où les sciences et les technologies sont en jeu, l'incertitude scientifique joue un rôle important, mettant à jour les limites des connaissances disponibles. De ce fait, les comités d'experts ne se contentent pas de dresser une cartographie des connaissances disponibles ou formuler des recommandations en vue de la décision. Parce qu'un certain nombre de connaissances font défaut, ce ou ces comités cherchent à stimuler des recherches multiples pour mieux répondre aux problèmes scientifiques et techniques au cœur des controverses et disposer d'arguments plus « sûrs » pour informer le public et convaincre les politiques des choix à opérer. Cette « expertise agissante » contribue à profondément reconfigurer le paysage institutionnel et scientifique existant, participant de ce fait à prendre en compte des critiques publiques et à finalement coproduire du social.

Les dangers de la radioactivité : naissance d'un problème public

L'expertise relative aux dangers des rayonnements ionisants (rayons X et radioactivité) est née de la volonté de la communauté professionnelle des radiations – médecins et scientifiques – soucieuse dans l'entre-deux-guerres de procéder à une synthèse des savoirs sur les effets pathogènes des rayonnements ionisants et de définir des formes de régulation de leur emploi. Cette volonté faisait suite à un ensemble convergent de constatations alarmantes sur les effets sanitaires de ces rayons. Dès le début du siècle, les radiodermites – brûlures caractéristiques des rayonnements – des manipulateurs de radiologie étaient mentionnées par des médecins. C'est avec l'extension massive de l'emploi de la radiologie pendant et après la Première Guerre mondiale que le problème a commencé à revêtir une dimension publique. Des articles de presse et des actualités cinématographiques, comme celle de Gaumont, images à l'appui, narrent le sort et le sacrifice de plusieurs médecins à qui leur pratique de soin vaut des amputations de doigts ou de bras à cause des rayons X utilisés en radiologie. Au début des années 1920, une série d'alertes consécutives au décès de chercheurs de l'Institut du radium de Londres et de deux ingénieurs français travaillant dans l'industrie du radium ont renforcé la volonté des spécialistes de formaliser les normes de dosage des radiations et les règles de protection. Ces dernières sont alors élaborées dans plusieurs pays, en Allemagne, en Grande-Bretagne, en Italie, en Union Soviétique et aux Etats-Unis (Wintz 1931).

En 1928, à Stockholm, à l'occasion du second congrès international de radiologie, un comité de protection des rayons X et du radium est alors constitué. Il est composé du Suédois Rolf Sievert (physicien), des Britanniques George Kaye (physicien) et Stanley Melville (médecin), du Français Elser Solomon (physicien et médecin), de l'Allemand Gustav Grossman (physicien), de l'Italien Giulio Ceresole (médecin) et de l'Américain Lauriston Taylor (physicien) (Kaye 1928 ; Taylor 1979 ; Bonet-Maury 1969 ; Serwer 2000). Ce comité s'est donné pour tâche de réunir des données scientifiques exhaustives sur les effets des radiations, sur les techniques de dosage et sur l'évaluation des effets biologiques et médicaux des rayonnements en vue d'élaborer des recommandations relatives à la protection contre les radiations (Kaye 1928). Son activité est toutefois restée relativement limitée, il ne se réunissait en effet qu'à l'occasion des congrès internationaux de radiologie, à Paris en 1930, à Zurich en 1934 et à Chicago en 1937 (Taylor 1979). Ainsi, dès l'entre-deux-guerres, la protection contre les rayonnements ionisants se construit comme un champ hybride à partir de la collaboration et de la confrontation de plusieurs champs disciplinaires, la physique, la médecine et la biologie en particulier (Boudia 2007b). Au début des années 1930, la synthèse des données aboutit à la formulation de recommandations concernant les mesures de protection contre les radiations, destinées aux structures professionnelles, aux laboratoires,

aux services hospitaliers et aux usines de radioéléments. Ces recommandations n'avaient en aucun cas un caractère réglementaire, les scientifiques qui en étaient à l'origine ne pouvant qu'œuvrer à leur promotion et à leur adoption dans leur pays respectif.

Après la Seconde Guerre mondiale, le dossier des effets pathogènes de la radioactivité a connu une redéfinition de fond, d'une question d'hygiène professionnelle à un problème de dangers collectifs. La nouvelle ère qui s'ouvre après 1945 est marquée par le développement des programmes nucléaires militaires et civils. La course aux armements nucléaires et la crainte d'une guerre Est-Ouest, donne lieu à des mobilisations publiques à l'échelle internationale (Wittner 1993, 1997) qui s'amplifient avec les essais des bombes H par les États-Unis d'Amérique et l'Union des républiques socialistes soviétiques (URSS), en atmosphère, dans les océans ou en sous-sol (voir encadré). Les effets de la radioactivité de ces essais atomiques deviennent un sujet de controverse scientifique et publique sur la scène internationale après la contamination de pêcheurs japonais par un essai américain sur l'atoll de Bikini. Le 1^{er} mars 1954, le déplacement du nuage radioactif généré par l'essai d'une bombe H, sept cents fois plus puissante que celle d'Hiroshima, entraîne la contamination d'un territoire de plusieurs milliers de kilomètres carrés et surtout celle de plusieurs pêcheurs japonais qui se trouvent à cent soixante kilomètres du lieu d'essai, soit en dehors de la zone de sécurité. L'événement montre clairement que contrairement à leurs discours, les promoteurs des essais atomiques ne maîtrisent pas tous les paramètres. De nombreuses inquiétudes s'expriment désormais publiquement et deviennent un sujet de préoccupation pour les politiques. Winston Churchill, par exemple, fait état à Dwight Eisenhower du fait qu'après cet incident, l'anxiété concernant la bombe H a cru de façon notable et qu'il doit faire face à un barrage de questions sans précédent (Wittner 1997).

Encadré

Des mobilisations polymorphes contre les armes nucléaires pendant la guerre froide

La course aux armements nucléaires, en pleine guerre froide, a donné lieu à des mobilisations hétérogènes. Dès 1949, s'est constitué le mouvement de la paix, proche des partis communistes (Pinault 2000) et dont Pablo Picasso a imaginé la fameuse colombe de la paix comme emblème. Le principal cheval de bataille de ce mouvement était la lutte contre les armements nucléaires et la guerre totale qu'ils pouvaient générer. À partir de 1953, les mobilisations pacifistes ont connu un tournant, à la suite du développement par les deux grandes puissances mondiales d'une nouvelle arme, la bombe thermonucléaire (bombe H), plusieurs centaines de fois plus puissantes que les bombes A larguées sur Hiroshima et Nagasaki. En mars 1950 déjà, le Conseil mondial de la paix répondait à l'annonce du président Harry Truman de la mise en chantier de cette bombe par l'appel de Stockholm, initié par le physicien prix Nobel Frédéric Joliot-Curie. Signé par plusieurs millions de personnes à travers le monde, cet appel exigeait « l'interdiction de l'arme atomique, arme d'épouvante et d'extermination massive ».

Les mobilisations pour l'arrêt des essais atomiques et la limitation de la production des armements nucléaires ont pris des formes variées, appels à l'opinion, pétitions, réunions publiques, ou manifestations, portées par des acteurs appartenant à un échiquier politique large. Les scientifiques se plaçaient au premier rang des entrepreneurs de cette mobilisation, à travers les activités de la Fédération internationale des travailleurs scientifiques ou par des appels publics largement médiatisés comme celui d'Albert Einstein et de Bertrand Russell en 1955 contre le péril des armes nucléaires ou, encore, l'appel « aux gouvernements et aux peuples du monde », lancé en 1957 par Linus Pauling, lauréat du prix Nobel en 1954 signé par deux mille scientifiques américains, prolongé par une pétition adressée au secrétaire général de l'Organisation des Nations unies portant la signature de neuf mille scientifiques du monde entier. À côté du mouvement de la paix, très actif internationalement, d'autres groupements ont fait de l'opposition aux armements nucléaires leur priorité du moment. C'est par exemple le cas de la *Women's International League for Peace and Freedom* (WILPF) créée en 1915 qui, à travers ses sections nationales, a cherché à mobiliser l'opinion publique contre la course aux armements. D'autres organisations, comme le mouvement *Campaign for Nuclear Disarmament* né en 1958 de la convergence de deux mouvements, le *National Committee for the Abolition of Nuclear Weapons Tests*

(NCANWT) et le *Emergency Committee for Direct Action Against Nuclear War* (DAC), se sont fait connaître par les marches qu'elles ont organisées à travers le monde.

À côté de ces mouvements militants, plusieurs États, en particulier ceux qui ont initié le mouvement de non-alignement, déclaraient publiquement leurs inquiétudes devant l'escalade des essais nucléaires. Ainsi, à l'issue de la conférence internationale de Bandoeng (Indonésie) en 1955 à laquelle avaient assisté des délégations de vingt-neuf pays d'Afrique et d'Asie afin d'affirmer leur volonté d'indépendance vis-à-vis des puissances mondiales, un communiqué final stipulait que l'interdiction de la production et d'essai d'armes atomiques, en particulier les bombes thermonucléaires, était indispensable pour sauver l'humanité d'une destruction totale. À partir de là, plusieurs dirigeants de ces pays, en premier lieu l'Indien Jawaharlal Nehru, se sont faits les porte-parole d'un accord international pour cesser les essais atomiques et pour limiter drastiquement la production d'armements nucléaires. Nehru utilisa à plusieurs reprises la tribune des Nations unies dans ce sens.

Ce mouvement déclina après le moratoire unilatéral décidé par le gouvernement soviétique sur les essais atomiques en atmosphère en 1958, puis surtout après la signature d'un traité international interdisant les essais en atmosphère (traité de Berlin) après la crise des missiles cubains, traité qui a éloigné la perspective du risque apocalyptique d'une guerre nucléaire.

Parallèlement à ces mobilisations politiques, se développe un autre type d'engagement qui prend racine dans des savoirs experts (Boudia 2007a). Il prend forme dans des débats à contenu scientifique concernant les effets sanitaires des retombées radioactives consécutives aux essais atomiques. En France, la revue de vulgarisation scientifique *Science et vie*, dans un article intitulé « Retombées radio-actives. Déjà un million de victimes dans le monde » note que « les retombées ne sont pas seulement la sinistre préfiguration d'une guerre totale, puisque le péril est déjà présent » (Badet 1959 : 81). L'intervention des scientifiques sur les dangers des essais atomiques contribue à engager un ensemble de débats qui se transforment progressivement en controverses publiques et internationales (Schubert et Lapp 1958 ; Kopp 1979 ; Hacker 1994 ; Boyer 1994). Les controverses scientifiques les plus violentes concernent, d'une part les effets génétiques des radiations et leurs conséquences à plus long terme sur l'espèce humaine (Beatty 1991 ; Lindee 1994) et, d'autre part, les effets cancérigènes des radioisotopes, en particulier ceux du strontium, disséminés par les explosions atomiques (Kopp 1979 ; Bruno 2003 ; Boudia 2007a). Des résultats sur les effets des faibles doses renforcent les inquiétudes et participent à amplifier les controverses publiques : des études poursuivies sur les radiologues exposés aux rayons X dès le début du siècle, ainsi que sur les populations japonaises irradiées en 1945, montrent que, en dessous des seuils d'apparition des effets dits déterministes, peuvent se manifester des effets aléatoires, en particulier des cancers.

Le climat d'inquiétude et d'hostilité vis-à-vis des armements nucléaires devient une source de préoccupation importante pour les porteurs des programmes nucléaires et pour des dirigeants politiques des deux puissances nucléaires occidentales, les États-Unis et la Grande-Bretagne. En janvier 1956, dans une conférence au sommet entre Américains et Britanniques, le secrétaire du Foreign Office britannique insiste sur le fait qu'une part importante et croissante de l'opinion publique britannique se montre favorable à des formes de régulation des essais atomiques (Wittner 1997). La défiance publique vis-à-vis des programmes nucléaires devient palpable, rapportée par la presse et par quelques sondages d'opinion consacrés à la question. Elle devient une donnée préoccupante pour les politiques et les scientifiques qui conduisent les programmes nucléaires, et ceci d'autant plus que ces programmes entrent dans une phase industrielle avec la commercialisation des réacteurs américains et la construction des centrales pour la production d'électricité nucléaire (Hecht 1998). Bertrand Goldschmidt, l'un des fondateurs du Commissariat à l'énergie atomique (CEA) et son directeur des relations internationales estime que « La propagande sur les dangers sur l'homme des retombées radioactives des explosions nucléaires a contribué à accroître l'inquiétude du grand public vis-à-vis de toute industrie nucléaire et risque d'avoir de ce fait une influence nuisible au développement des applications pacifiques de la fission » (Goldschmidt 1962 : 191). On

assiste alors au déploiement d'une série de dispositifs d'information et de propagande initiée en particulier par les autorités américaines sous la houlette du président Eisenhower et dont le volet le plus connu est l'opération internationale « Atoms for Peace » (Weart 1988 ; Hewlett et Holl 1989 ; Krige 2006). Des films, des expositions, des articles sont produits en quantité, dans différentes langues, et largement diffusés. Dans le même mouvement, la majorité des institutions travaillant sur l'énergie nucléaire se dotent de services de relations publiques et investissent d'importantes sommes dans cette activité (Boudia 2003). À côté de cette « machine médiatique », une autre activité va jouer un rôle déterminant dans cette histoire : l'expertise scientifique.

L'expertise en pratiques

Entre 1955 et 1960, une pléthore de comités d'experts est constituée à l'échelle internationale. L'analyse de leur dynamique de constitution (Boudia 2007b) laisse apparaître qu'un élément important dans leur établissement puis de leur action a été le souci de répondre à une opinion internationale inquiète et mobilisée. À partir de 1950, la Commission internationale pour la protection contre les rayons X et le radium en 1928 s'est transformée en Commission internationale de protection contre les rayonnements ionisants (CIPR), le champ de son activité et le nombre de ses membres s'étant considérablement élargis (Taylor 1979). Composée de scientifiques et de médecins cooptés, la CIPR devient un acteur majeur de la radioprotection. Organe consultatif, elle n'a pas le pouvoir d'élaborer des directives réglementaires mais travaille à proposer des principes fondamentaux de protection à partir desquels pourront être établis des règlements et des codes pratiques, adaptés aux conditions particulières de chaque pays.

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) s'empare également du problème à travers des groupes d'experts qu'elle réunit. Ces comités traitent d'un large spectre de préoccupations dont les effets génétiques des radiations chez l'homme, la gravité relative des dangers créés par les rayonnements ou encore le rôle des services de santé publique dans la protection contre les rayonnements ionisants (OMS 1957, 1958, 1960, 1962, 1963 ; Dorolle 1957 ; Lindell et Dobson 1961). L'assemblée générale des Nations unies établit également un comité d'experts par la résolution 913X datée du 3 décembre 1955 : le Comité scientifique des Nations unies pour l'étude des effets des radiations atomiques (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation – UNSCEAR)¹. Ce comité scientifique, composé de représentants officiels de quinze pays², est chargé de collecter et de rassembler toutes les informations sur les niveaux de radiations ionisantes de l'ensemble des sources naturelles ou artificielles, et d'en étudier les effets possibles sur l'homme et son environnement. L'organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (Food and Agriculture Organization – FAO) collabore avec l'UNSCEAR à l'étude des transferts des radioéléments contenus dans le sol à la chaîne alimentaire (FAO 1960). L'organisation météorologique mondiale s'intéresse, pour sa part, aux effets des essais sur le climat et la contamination du milieu ambiant. Le Bureau international du travail (BIT) s'engage dans une importante réflexion et promeut des recommandations sur la protection des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants (BIT 1955, 1960). L'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) se préoccupe dès sa création des problèmes de protection posés par l'exploitation de l'énergie nucléaire (AIEA et OMS 1960 ; AIEA et FAO 1963). C'est ainsi que se construit un espace international d'expertise des risques sanitaires et environnementaux des rayonnements ionisants, constitué par la convergence et l'enchevêtrement d'activités de différents comités dans lesquels des experts de divers pays se côtoient et circulent d'un comité à l'autre (Boudia 2007b).

Cette structuration internationale a posé un cadre général qui contribue à inciter différents pays à mettre en œuvre des systèmes d'étude et de protection relatifs aux radiations et à adopter des réglementations encadrant l'usage de ces rayonnements. La France, en comparaison avec les États-Unis ou la Grande-Bretagne, était relativement en retrait sur la prise en charge institutionnelle et politique de cette question. Si la surveillance d'une partie des personnes exposées professionnellement aux radiations s'exerçait dès avant la Seconde Guerre mondiale, les premières structures de radioprotection ne se sont mises en place qu'au début des années 1950, à l'Institut du radium de Paris et au CEA en premier lieu (Bonet-Maury 1969 ; Foasso 2003 ; Boudia et Fellingner 2007). Au milieu des années 1950, à une préoccupation centrée sur la gestion des seuls risques à caractère professionnel, s'ajoutait une réflexion sur des questions de santé publique qui a contribué à reformuler les termes du problème et à réorganiser les structures qui les gèrent. Le 14 juin 1955, un décret du *Journal officiel* signé du ministre de la Santé publique et de la Population instituait une commission chargée d'étudier les problèmes de protection que posent les rayons X et la radioactivité des éléments naturels ou artificiels (*JO* 1955 : 6301).

La Commission de protection des radiations regroupe des membres de droit : le directeur de l'Hygiène sociale, le directeur de l'Hygiène publique et des Hôpitaux, le directeur de l'Institut national d'hygiène, le directeur du Travail au ministère du Travail et de la Sécurité sociale, deux représentants du CEA ainsi qu'un mandataire de trois autres ministères, le ministère de la Défense nationale et des Forces armées, le ministère de l'Éducation nationale et le ministère de l'Industrie et du Commerce. À cela s'ajoute une dizaine de membres désignés par le ministre de la Santé et de la Population parmi les plus importants spécialistes des radiations en biologie et en médecine : le D^r André Chevallier, professeur à la faculté de médecine et directeur du centre de lutte contre le cancer de Strasbourg, le D^r Antoine Lacassagne, professeur au Collège de France, le D^r Simone Laborde, chef de service à l'Institut Gustave Roussy et présidente de la Société française d'électrologie, Raymond Latarjet, directeur du laboratoire Pasteur de l'Institut du radium-Fondation Curie et le D^r André Strohl, professeur à la faculté de médecine de Paris. Au sein de cette commission, trois sections de travail, dirigées respectivement par A. Lacassagne, A. Strohl et S. Laborde, sont constituées : la première est consacrée à l'étude de l'action biologique des radiations, la seconde à l'examen et la définition d'unités de mesure des radiations, et la troisième à la proposition de dispositions pratiques de protection à mettre en œuvre contre les radiations. Chacune de ces sections, en fonction des dossiers traités, peut faire appel à d'autres experts. La commission est présidée par le D^r Eugène Aujaleu, directeur de l'Hygiène sociale au ministère de la Santé publique et de la Population, mais c'est Louis Bugnard qui en est le véritable animateur. L. Bugnard était un personnage peu ordinaire dans le paysage médical français. Ingénieur polytechnicien et médecin à la fois, il a été spécialiste de la radiothérapie, sous directeur du centre anticancéreux de Toulouse, professeur de physique médicale à l'université de cette même ville, avant de devenir le directeur de l'Institut national d'hygiène après la Seconde Guerre mondiale. Dans le cadre de ses différents travaux, la commission mobilisera la majorité des spécialistes français de la médecine et de la biologie des radiations, soit un large spectre de compétences.

Dès le début, L. Bugnard précise que « Cette commission a été créée pour répondre à une préoccupation ressentie dans tous les pays. En effet, l'utilisation pacifique de l'énergie atomique accroît l'inquiétude³. » Pour ce faire, la commission construit son activité autour de réunions régulières dont le rythme varie entre deux semaines et deux mois. Son action se structure autour de la discussion des principaux problèmes sanitaires induits par la dangerosité potentielle de la radioactivité et la rédaction d'avis et de recommandations sur des questions qui lui sont posées par différents ministères. Des comptes rendus des réunions de la

commission, il apparaît clairement que l'un de ses soucis importants est de rassurer les populations et d'endiguer les inquiétudes qui se développent, y compris concernant le volet civil du nucléaire. En plus des retombées des essais atomiques, l'accident du réacteur de Windscale en Grande-Bretagne, survenu le 10 octobre 1957, met au jour les risques d'accidents technologiques alors que l'industrie nucléaire en est à ses débuts. « Il est bien évident qu'à partir du moment où le nombre de réacteurs est appelé à croître, l'implantation sur le territoire va poser des problèmes graves et difficiles à résoudre⁴. » L. Bugnard exprime ainsi l'avis d'un certain nombre de membres de la commission. Le problème n'est pas hypothétique. Déjà dans le Gard où la centrale de Marcoule entrait en fonctionnement en 1956, l'inquiétude des populations amène le préfet à demander officiellement les mesures à prendre en cas d'accident. Pierre Pellerin qui dirige le Service central de protection des rayonnements ionisants, dont il sera question plus loin, insiste sur le fait que « le développement de l'énergie nucléaire inquiète de plus en plus les populations et les administrations » et poursuit qu'il lui paraît « difficile de rassurer les gens si aucun chiffre ne peut leur être donné⁵. » Il propose alors l'adoption d'une dose maxima « geste qui apportera un élément de calme pour les populations⁶. » Henri Jammet, le « pape » de la radioprotection au CEA, exprime son désaccord, insistant sur la difficulté d'adopter un « seul chiffre » et l'importance d'introduire de la souplesse dans les normes admissibles et leur application. Il ajoute toutefois que son point de vue qui semble s'écarter de celui de P. Pellerin ne s'en éloigne pas tant sur le fond car ce qu'il faut, c'est : « rassurer les populations, leur prouver que la question est étudiée, que des dispositifs sont prévus pour assurer leur sécurité⁷. » A. Chevallier conclut la discussion sur le fait que le travail que la commission doit faire se situe sur deux plans : « 1)- celui des normes, qui à son avis ne paraît pas urgent ; 2)- celui de rassurer les populations et les administrations civiles qui paraît plus urgent⁸. »

La commission s'engage alors dans l'élaboration de recommandations de normes d'exposition aux rayonnements ionisants sur la base de celles proposées par les instances internationales. En 1957, une première circulaire est publiée dans le *Journal officiel* (1957 : 6825). L'année suivante, une révision de ces normes est entreprise, suite aux nouvelles recommandations internationales formulées par la CIPR. Cette dernière préconise l'abaissement des doses de rayonnement permises pour les travailleurs et la création d'un nouveau type de norme, celui de la dose maxima pour la population en vue de répondre aux inquiétudes et controverses sur les dangers collectifs des retombées radioactives des essais atomiques. L. Bugnard et H. Jammet, experts internationaux, le premier au sein de la CIPR, le second au sein de l'UNSCEAR font état des difficultés à dégager un consensus scientifique sur l'évaluation du niveau d'irradiation dû aux retombées radioactives. Puis L. Bugnard formule clairement les termes du problème auquel est confrontée la commission : « C'est un problème analogue devant lequel s'est trouvée la CIPR quand on a dû fixer les normes. Il faut aboutir à des choses raisonnables d'une part, protéger les populations, d'autre part, ne pas gêner le développement de l'énergie atomique⁹. » Il formule ainsi une tension qui traverse l'ensemble des commissions d'experts chargées d'étudier les questions de protection des risques des radiations.

Cette même tension, entre la protection des populations et la non entrave au développement de l'industrie nucléaire se retrouve sur un autre dossier important que la commission a eu à traiter, celui des rejets des effluents radioactifs par les installations nucléaires. Dès la création de la commission en 1955, une série de discussions s'engagent en son sein en vue de formuler un avis concernant les rejets du site de Saclay dans la Seine et de celui de Marcoule dans le Rhône. Dès les premières discussions, les termes dans lesquels la question est d'emblée posée donne une idée claire sur l'horizon des possibles que se fixe la commission. Dès le début du débat, M. Laussel, observateur du ministère de l'Intérieur pose d'abord le cadre général :

« [...] tenant compte, d'une part, de l'impossibilité d'affirmer que le rejet de déchets radioactifs dans la Seine ne représenterait pas de danger et, d'autre part, de la nécessité de ne pas freiner le développement du Commissariat à l'énergie atomique », il propose ensuite « d'accorder une autorisation provisoire et de demander au CEA de rendre compte des mesures prises pour s'assurer le maximum de sécurité¹⁰. »

Devant la difficulté d'affirmer l'innocuité d'une telle activité, E. Aujaleu (directeur de la Santé au ministère et futur premier directeur de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale – Inserm) déclare : « le déversement des déchets dans les eaux des fleuves représente-t-il un risque certain ? Dans l'affirmative, il faut rechercher d'autres méthodes puisqu'il ne peut être question de stopper le développement du CEA¹¹. » En 1957, un protocole de rejet des effluents radioactifs, reconductible annuellement, est signé entre le CEA et le ministère de la Santé. Trois ans plus tard, une première évaluation du protocole type est opérée. Un rapport préalable est rédigé par P. Pellerin et son directeur-adjoint Jean Chanteur. Le souci est « d'avoir un point de vue plus précis sur l'organisation d'un contrôle à la fois plus simple et plus efficace¹². » Tout comme pour les effluents industriels rejetés dans la nature, le problème souvent discuté par les experts en charge d'évaluer les pollutions induites est celui des seuils. Le contrôle porte sur le respect d'un seuil de rejet – seuil prêtant souvent à débats. P. Pellerin et J. Chanteur estiment que dans le cas des effluents radioactifs :

« Une formule de rejet, tenant compte des concentrations maximum admissibles par groupes de radioéléments, avait été, en principe, jusqu'à présent appliquée. Cette formule de rejet est, en réalité, illusoire car il est généralement impossible dans des délais compatibles avec la production de l'usine, d'effectuer avant rejet les analyses élément par élément qui permettent l'application de cette formule¹³. »

La formule est modifiée, pas le seuil maximum et les protocoles reconduits régulièrement pendant plusieurs années. Ce cas montre que les installations nucléaires ont commencé à fonctionner avec un état d'ignorance total concernant leur impact sur l'environnement (Wynne 1997). La révision des protocoles trois ans après leur première adoption n'indique nullement que des recherches, ni des ajustements ont été engagés pour remédier à cette situation d'ignorance.

Dans les processus d'expertise, les scientifiques paraissent jouer un rôle public important. C'est sur leur parole et leur production que s'appuie la décision politique. Pourtant un tel schéma rend difficilement compte des réajustements permanents que ces experts scientifiques opèrent pour concilier des logiques multiples. Ils peuvent faire état d'avis divergents, et tel est le cas, mais le cadre général est d'emblée posé, celui de ne pas entraver le développement du programme nucléaire et cela malgré les nombreuses incertitudes concernant l'innocuité des radiations, les effets des rejets radioactifs sur le milieu ambiant, ou encore la possibilité d'accident technologique. Plusieurs de ces experts ne sont pas directement liés à l'industrie nucléaire. Ils en viennent toutefois à adopter les points de vue des promoteurs de cette industrie et à endosser les problèmes auxquelles elle est exposée, outrepassant d'une certaine façon leur rôle initial. Ce cas montre clairement le dilemme auquel sont confrontés les experts qui veulent promouvoir une approche de précaution concernant les risques sanitaires et environnementaux sans accepter de remettre en cause des choix technologiques et industriels.

L'expertise agissante

Les différentes actions engagées dans le cadre de l'activité d'expertise participent de fait à la reconnaissance et à l'impulsion de nouveaux domaines de recherche et contribuent ainsi à un remodelage du paysage institutionnel du nucléaire. On assiste à la naissance d'une culture de la précaution, avec le développement de structures de radioprotection dans les différentes

organisations travaillant avec la radioactivité, le développement de réseaux de surveillance de l'environnement et l'établissement de règles sur le transport des produits radioactifs. Entre 1950 et 1960 sont élaborées une doctrine et des recommandations sur la protection des rayonnements ionisants par un jeu complexe entre plusieurs instances internationales. Dans ce processus, la CIPR joue un rôle important. Elle élabore des recommandations de normes sur la base de travaux et de données collectées par l'UNSCEAR, des académies nationales des sciences ou de médecine et des sociétés de radioprotection réunies plus tard dans l'Association internationale de radioprotection. Sur la base de ces recommandations, à l'échelle internationale, l'AIEA et, en Europe, l'Euratom, élaborent les textes de référence qui sont ensuite transposés en réglementation nationale (Jammet et Dousset 1983). Ces textes concernent non seulement les travailleurs exposés aux rayonnements ionisants, mais également l'ensemble de la population mondiale. Une telle activité d'évaluation et de régulation des risques liés aux rayonnements ionisants mobilise plusieurs centaines de personnes dans un véritable faisceau d'institutions.

En France, à côté de la commission de protection des radiations ionisantes qui a un caractère consultatif, est créé par un décret du 13 novembre 1956, au sein de l'Institut national d'hygiène (par la suite Inserm), le Service central de protection contre les radiations ionisantes (SCPRI). Le décret stipule que le SCPRI :

« [...] assure [...] la vérification des moyens de protection utilisés et de leur efficacité. À cet effet, il peut pratiquer [...] toutes mesures, analyses ou dosage permettant la détermination de la radioactivité ou des radiations ionisantes dans les divers milieux où elles peuvent présenter des risques pour la santé des individus ou de la population. Il effectue, en liaison avec les organismes existants, et notamment avec le Commissariat à l'énergie atomique, des recherches sur la protection contre les radiations ionisantes et, en particulier, sur l'établissement des normes, sur les méthodes de mesure et sur les techniques de prévention. [...] Il réunit et tient à jour la documentation relative à ces questions et diffuse les conseils nécessaires. » (JO 1956 : 10949)

Ce service occupe très vite une place importante dans le dispositif d'expertise et de régulation en France. Disposant d'un statut autonome, le SCPRI, placé sous la direction de P. Pellerin, est animé par une équipe jeune, partageant le sentiment d'engager une activité nouvelle, s'apparentant à une mission d'intérêt public : celle d'encadrer et de contrôler les conséquences du développement de l'énergie nucléaire pour la santé publique même si elle ne remet pas en cause la nécessité d'un tel développement. Le SCPRI est chargé de la surveillance de l'ensemble des causes d'irradiation de la population. Ses missions s'articulent autour de trois axes : contrôle, assistance et recherche (Gardel 1961 ; Pellerin 1962, 1964). Dans la pratique, le contrôle et la surveillance occupent une place centrale. Pour la surveillance des retombées radioactives, le SCPRI établit, en collaboration avec la Météorologie nationale et le Service national de protection civile, un réseau de trente stations de prélèvements réparties sur tout le territoire. À la demande du Secrétariat général à l'aviation civile, cette surveillance au sol est complétée par des prélèvements à haute altitude effectués en collaboration avec la compagnie de transport aérien Air France. Les rejets radioactifs en rivière sont également contrôlés dans le cadre de conventions annuelles passées entre les organismes du nucléaire (CEA et EDF¹⁴) et les ministères concernés (le ministère des Affaires sociales et celui de l'Industrie et du Commerce).

L'évaluation de l'efficacité de l'élaboration des règles et surtout de leur mise en œuvre effective est une question centrale. La configuration des acteurs préexistante à la création du SCPRI pèse lourdement sur son fonctionnement et son positionnement, surtout pour ce qui concerne le CEA, institution puissante et omniprésente qui cherche à contrôler et à intégrer l'expertise en son sein. Si la création du SCPRI et la mise en place d'un cadre réglementaire sont une tentative pour faire en sorte que les institutions du nucléaire ne soient pas juge et partie, le manque de moyens et de personnel nécessaires limite l'efficacité du dispositif. Le

SCPRI rencontre des difficultés pour affirmer ses prérogatives, devant nécessairement recourir aux acteurs du nucléaire pour former ses techniciens, obtenir certaines données scientifiques ou engager des recherches d'ampleur. La mise en place d'un système d'évaluation des risques des radiations et la régulation des activités nucléaires se fait par une superposition de structures qui engendre des tensions et des conflits de compétences. L'une des lignes de conflits visibles dans la mise en place de ce système sépare, d'une part, les institutions en charge du développement du nucléaire et le ministère de l'Industrie et, d'autre part, des services relevant des ministères de la Santé et du Travail. Le problème réside dans la définition des compétences et des champs d'intervention de chacun, en adéquation avec les attributions des administrations préalablement existantes, que ce soit sur les questions de santé, de sécurité au travail ou encore de contrôle des sites industriels classés.

Si les cultures épistémiques et professionnelles parmi les acteurs du nucléaire et ceux qui ont la charge des différents aspects de régulation sont multiples, pluralité qui trouve à s'exprimer régulièrement, il convient de ne pas les opposer. Dans le cas français, le nombre d'experts pouvant intervenir sur la question des risques des radiations est limité. Par leur travail au sein des mêmes comités d'experts nationaux et internationaux, des liens importants finissent par unir les différents spécialistes. Il s'opère ainsi une acculturation des différents experts au monde du nucléaire et, partant de là, la construction avec le temps d'une nouvelle culture commune ou du moins, la réduction des cultures épistémiques qui composent le monde de l'expertise des risques liés aux radiations ionisantes.

*
* *

Expertise et acceptabilité sociale des sciences et technologies

Le 30 juin 1966 est publié au *Journal officiel* un décret qui spécifiait les « principes généraux de protection contre les rayonnements ionisants¹⁵. » La France, après les États-Unis et la Grande-Bretagne, adoptait officiellement des limites réglementaires à l'exposition aux rayonnements ionisants pour différentes catégories de personnes sur la base d'une doctrine globale définie dans des structures internationales. Les pouvoirs publics se sont appuyés sur les travaux de la Commission de protection des radiations et ceux du Service de protection contre les rayonnements ionisants, pour définir des normes et un cadre de pratiques, « en connaissance de cause » – c'est-à-dire en s'appuyant sur les recommandations de personnes qualifiées, détentrices d'un savoir sur le sujet précis des effets de la radioactivité. Autrement dit, une situation classique d'expertise scientifique telle que de nombreux travaux la définissent. Philippe Fritsch (1985), en comparant les définitions provenant de différents dictionnaires (*Académie française, Littré, Larousse et Robert*) conclut que l'expert est un individu compétent nommé par une autorité dans un but de vérification ou d'aide à la décision. Dans des travaux devenus classiques, Philippe Roqueplo définit l'expertise scientifique de la manière suivante « ce qui transforme un énoncé scientifique en expertise scientifique, c'est le fait que son énonciation soit intégrée au dynamisme d'un processus de décision et qu'elle soit formulée à l'usage de ceux qui décident » (1997 : 15).

S'en tenir à une telle analyse occulterait une part importante de ce qui se joue dans l'expertise sur les risques de la radioactivité et sur bien d'autres dossiers. Les dispositions réglementaires adoptées en France, comme celles retenues dans d'autres pays ou à l'échelle internationale faisaient suite aux controverses et aux multiples mobilisations autour des dangers sanitaires et

environnementaux de ces rayonnements qui s'étaient déployées au cours de la décennie précédant leur promulgation. La mise en place de comités d'experts était alors une réponse scientifique et politique aux incertitudes relatives aux risques de la radioactivité et aux indécisions politiques qu'elles généraient. Tout d'abord, les instances d'expertise ont créé un espace pour un redéploiement des controverses, dans un cadre institutionnel plus favorable à l'atténuation de leur virulence. Ce processus s'est accompagné d'une reformulation des termes de la controverse, les rendant plus « gérables » dans les cadres existants. La constitution d'une commission d'experts prend en effet place sur des problèmes précis et, de ce fait, limite d'emblée la définition de ce que sont les « bonnes » questions à considérer et la façon de les gérer. Le choix des experts, les personnes et leur domaine de recherche, représente ensuite une donnée importante dans la définition des problèmes et des questions méritant d'être étudiés. Les chercheurs qui investissent l'analyse des risques tendent à formuler et traiter les problèmes en fonction de leurs capacités cognitives et instrumentales, et utilisent souvent des paradigmes scientifiques dominants dans leur milieu (Wynne 1996, 1997 ; Marris 2001). Derrière ces comités, on trouve souvent des rivalités et des enjeux de légitimité identitaires et disciplinaires dont seule une microanalyse permet de saisir pleinement les différents aspects. Par ailleurs, en plus des biais cognitifs induits par les cultures épistémiques (Knorr-Cetina 1999), dans leur travail, dès le début, ces experts prennent en considération le contexte et les conséquences politiques et économiques de leurs avis. Ils le font pour répondre à la demande politique afin de continuer à garder une place dans les dispositifs créés par eux ou par des autorités politiques. Cette volonté de rester présents est motivée par une série de raisons : disposer de ressources pour développer leurs recherches ; acquérir une reconnaissance publique et politique pour leurs activités ; ou encore tenter de jouer un rôle dans les décisions politiques, en particulier celles qui concernent des choix scientifiques et technologiques. Ces motivations n'ont pas manqué de les placer régulièrement dans des positions malaisées : le développement d'un idéal d'objectivisation et d'élaboration des décisions sur des bases considérées comme rationnelles s'est régulièrement heurté au mur des enjeux politiques et des intérêts économiques.

L'instauration d'un système d'évaluation des risques de la radioactivité, et l'effort de recherche consenti autour des différentes questions liées aux effets sanitaires des radiations contribuent à matérialiser la preuve que les pouvoirs publics et les institutions du nucléaire ne se cantonnent pas à des discours mais manifestent une réelle préoccupation de santé publique. L'expertise scientifique apparaît alors comme un des éléments clés du dispositif d'accompagnement et d'encadrement du développement d'un programme industriel avec la construction de réacteurs nucléaires en nombre et l'édification des premières centrales destinées à produire de l'électricité. De ce fait, elle a participé à construire l'acceptabilité sociale du programme nucléaire. Après une période de controverses, au début des années 1960, le niveau des tensions a baissé et une nouvelle ère de développement des industries nucléaires civiles et militaires s'est ouverte. Les structures existantes ou mises en place ont gagné en robustesse pour la mise en œuvre du programme nucléaire. La robustesse ne signifie pas la fin de l'incertitude mais plutôt l'augmentation des capacités de résistance des structures et des choix technoscientifiques aux épreuves et aux tentatives de contestation (Cambrosio et Limoges 1991). Cet état, temporaire, a par la suite connu des ruptures : au début des années 1970 avec la mise en œuvre d'un large programme électronucléaire dans la foulée de la crise du pétrole, puis à la fin des années 1980 après l'accident de Tchernobyl. Dans ces nouveaux cycles de controverses, l'expertise scientifique fut à nouveau mobilisée et le système de régulation des risques fut à chaque fois reconfiguré, marquant ainsi l'importance du rôle de l'expertise dans les réponses aux crises et le rôle des mobilisations publiques dans les transformations des systèmes d'expertise et de régulation existants.

Ouvrages cités

AIEA et FAO. 1963. *Effects of Ionizing Radiations on Seeds and their Significance for Crop Improvement*. Vienne, AIEA.

AIEA et OMS. 1960. *Diagnostic et traitement des radiolésions aiguës. Compte rendu des travaux d'une réunion scientifique convoquée conjointement par l'Agence internationale de l'énergie atomique et par l'Organisation mondiale de la santé*. Genève, 17-21 octobre.

BADET, Paul. 1959. « Retombées radio-actives. Déjà un million de victimes dans le monde », *Science et vie*, octobre : 77-82.

BEATTY, John. 1991. « Genetics in the Atomic Age : the Atomic Bomb Casualty Commission, 1947-1956 », in Keith Rodney Benson, Jane Maienschein et Ronald Rainger (éd.), *The Expansion of American Biology*. New Brunswick, Rutgers University Press : 284-324.

BECK, Ulrich. 2001 [1986]. *La société du risque. Sur la voie d'une autre modernité*. Paris, Aubier (Alto) (éd. orig. *Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne*. Francfort-sur-le-Main, Suhrkamp).

BIT. 1955. *La protection des travailleurs contre les radiations ionisantes. Rapport présenté à la Conférence internationale sur l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques*. Genève.

— 1960. *Manuel de protection contre les radiations dans l'industrie. Convention et recommandations concernant la protection des travailleurs contre les radiations ionisantes adoptée par la Conférence internationale du travail à sa 44^e session Genève*. Genève.

BONET-MAURY, Paul. 1969. *La radioprotection*. Paris, Puf.

BOSSO, Christopher. 1987. *Pesticides and Politics. The Life Cycle of a Public Issue*. Pittsburgh, University of Pittsburgh Press.

BOUDIA, Soraya. 2003. « Exposition, institution scientifique et médiatisation des controverses techno-scientifique : le cas du nucléaire (1945-2000) ». *Médiamorphoses*, n° 9 : 47-52.

— 2007a. « Naissance, extinction et rebonds d'une controverse scientifique : les dangers de la radioactivité pendant la guerre froide ». *Mil neuf cent. Revue d'histoire intellectuelle*, n° 25 : 157-170.

— 2007b. « Global Regulation : Controlling and Accepting Radioactivity Risks », *History and Technology*, vol. 23, n° 4 : 389-406.

— et Anne FELLINGER. 2007. « Radioactivité et santé au travail : trajectoire historique d'un problème », *Histoire et sociétés, revue européenne d'histoire sociale*, n° 20 : 32-43.

— BOUDIA, Soraya et Nathalie JAS. 2007. « Risk and risk society in historical perspective ». *History and Technology*, vol. 23, n° 4 : 317-331.

- BOYER, Paul. 1994. *By the Bomb's Early Light : American Thought and Culture at the Dawn of the Atomic Age*. Chapel Hill, The University of North Carolina Press.
- BRUNO, Laura A. 2003. « The Bequest of the Nuclear Battlefield. Science, Nature, and the Atom during the First Decade of the Cold War », *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, vol. 33, n° 2 : 237-260.
- BUTON, François. 2006. « De l'expertise scientifique à l'intelligence épidémiologique : l'activité de veille sanitaire », *Genèses*, n° 65 : 71-91.
- CAMBROSIO, Alberto et Camille LIMOGES. 1991. « Controversies as Governing Processes in Technology Assessment », *Technology Analysis and Strategic Management*, vol. 3, n° 4 : 377-396.
- CARSON, Rachel Louise. 1962. *Silent spring*. Boston, Houghton Mifflin. Cambridge, Mass., Riverside Press.
- COLLINS, Harry et Robert EVANS. 2002. « The Third Wave of Science Studies: Studies of Expertise and Experience », *Social Studies of Science*, vol. 32, n° 2 : 235-296.
- DOROLLE, Pierre. 1957. « L'énergie atomique et l'avenir de l'Homme », *Chronique de l'Organisation mondiale de la santé*, vol. 11, n° 8 : 255-256.
- FAO. 1960. *Les substances radioactives dans l'alimentation et l'agriculture*. Rome, Collection FAO énergie atomique n° 2.
- FOASSO, Cyrille. 2003. « Histoire de la sûreté de l'énergie nucléaire en France (1945-2000) », thèse d'histoire nouveau régime, université de Lyon II.
- FRITSCH, Philippe. 1985. « Situation d'expertise et "expert-système" », in Centre de recherches et d'études sociologiques appliquées de la Loire, *Situations d'expertise et socialisation des savoirs*. Saint-Étienne, CRESAL : 15-48.
- GARDEL, Roger. 1961. *Rapport SCPRI*, n° 64, « L'organisation et le rôle du SCPRI ».
- GILBERT, Claude (éd.). 2003. *Risques collectifs et situation de crises. Apports de la recherche en sciences humaines et sociales*. Paris, L'Harmattan (Risques collectifs et situations de crise).
- GOLDSCHMIDT, Bertrand. 1962. *L'aventure atomique. Ses aspects politiques et techniques*. Paris, Fayard (Grandes études contemporaines).
- HACKER, Barton C. 1994. *Elements of Controversy. The Atomic Energy Commission and Radiation Safety in Nuclear Weapons Testing, 1947-1974*. Berkeley, University of California Press.
- HECHT, Gabrielle. 1998. *The Radiance of France. Nuclear Power and National Identity after World War II*. Cambridge MA, MIT Press.
- HEWLETT, Richard G. et Jack M. HOLL. 1989. *Atoms for Peace and War, 1953-1961. Eisenhower and the Atomic Energy Commission*. Berkeley, University of California Press.

JAMMET, Henri et M. DOUSSET. 1983. *Rôle de deux instances internationales en protection radiologique (U.N.S.C.E.A.R. et C.I.P.R.)*. Paris, SI EDF.

JOLY, Pierre-Benoît. 2005. « La sociologie de l'expertise scientifique : les recherches françaises au milieu du gué », in Olivier Borraz, Claude Gilbert et Pierre-Benoît Joly (éd.), *Risques, crises et incertitudes : pour une analyse critique*. Grenoble, MSH-Alpes (Cahiers du GIS Risques collectifs et situations de crise) : 117-174.

JO. 1955. « Arrêté du 14 juin 1955 », 24 juin.

— 1956. « Arrêté du 13 novembre 1956 du ministre des affaires sociales », 15 novembre.

— 1957. « Circulaire du 3 juin 1957, relative aux recommandations générales visant la protection contre les rayonnements ionisants », Secrétariat d'état de la santé publique et de la population, 11 juillet.

— 1966. « Décret du ministre délégué chargé de la Recherche scientifique et des questions atomiques et spatiales ».

KAYE, George William Clarkson. 1928. « International Recommendations for X-rays and Radium Protection », *British Journal of Radiology* : 358-365.

KNORR-CETINA, Karin. 1999. *Epistemic Cultures. How the Science Makes Knowledge*. Cambridge, Harvard University Press.

KOPP, Carolyn. 1979. « The Origins of the American Scientific Debate over Fallout Hazards », *Social Studies of Science*, vol. 9, n° 4 : 403-422.

KRIGE, John. 2006. « Atoms for Peace, Scientific Internationalism, and Scientific Intelligence », in *Osiris*, vol. 21, John Krige et Kai-Henrik Barth (éd.), « Global Power Knowledge. Science, Technology and International Affairs » : 161-181.

LINDEE, Mary Susan. 1994. *Suffering Made Real. American Science and the Survivors at Hiroshima*. Chicago, University of Chicago Press.

LINDELL, Bo et Lowry R. DOBSON. 1961. *Rayonnements ionisants et santé*. Genève, Organisation mondiale de la santé.

MARRIS, Claire. 2001. « La perception des OGM par le public : remise en cause de quelques idées reçues », *Économie Rurale*, n° 266 : 58-79.

OMS. 1957. « Énergie atomique et santé », *Chronique de l'Organisation mondiale de la santé*, vol. 11, n° 8 : 118-119.

— 1958. *Effets génétiques des radiations chez l'homme : études de zones à forte radioactivité naturelle*, Rapport n° 1 du Comité d'experts des radiations, Genève.

— 1960. *La Surveillance médicale du personnel professionnellement exposé aux radiations*, Rapport n° 2 du Comité d'experts des radiations, Genève.

— 1962. *Gravité relative des dangers créés par les rayonnements*, Rapport n° 3 du Comité d'experts des radiations, Genève.

— 1963. *Le rôle des services de santé publique dans la protection contre les rayonnements ionisants*, Rapport n° 4 du Comité d'experts des radiations, Genève.

PELLERIN, Pierre. 1962. « Champ d'action de la santé publique dans le domaine de la radioprotection », *Revue d'hygiène et de médecine sociale*, n° 8 : 661-670.

— 1964. « Les problèmes de santé posés par le développement de l'énergie nucléaire », *Énergie nucléaire*, vol. 6, n° 8 : 533-539.

PINAULT, Michel. 2000. *Frédéric Joliot-Curie*. Paris, Odile Jacob.

ROQUEPLO, Philippe. 1997. *Entre savoir et décision, l'expertise scientifique*. Paris, Inra (Sciences en questions).

SERWER, Daniel Paul. 2000. *Permissible Dose. A History of Radiation Protection in the Twentieth Century*. Berkeley, University of California Press.

SCHUBERT, Jack et Ralph E. LAPP. 1958. *Le grand péril des radiations*. Paris, Payot (Bibliothèque scientifique).

TAYLOR, Lauriston. 1979. *Organization for Radiation Protection : the Operation of ICPR and NCRP, 1928-1974*. Washington DC, US Department of Energy.

WEART, Spencer, 1988. *Nuclear Fear : a History of Images*. Cambridge (Mass.), Londres, Harvard University Press.

WINTZ, Herman. 1931. *Protective Measures against Dangers resulting from the Use of Radium, Roentgen and Ultra-Violet Rays*. Health Organization of the League of Nations, Genève, Rapport 1054.

WITTNER, Lawrence S. 1993. *The Struggle against the Bomb*, vol. 1 : *One World or None. A History of the World Nuclear Disarmament Movement Through 1953*. Stanford, Stanford University Press.

— 1997. *The Struggle against the Bomb*, vol. 2 : *Resisting the Bom. A History of the World Nuclear Nisarmament Movement, 1954-1970*. Stanford, Stanford University Press.

WYNNE, Brian. 1996. « May the Sheep Safely Graze ? A Reflexive View of the Expert-Lay Knowledge Divide », in Scott Lash, Bronislaw Szerszynski and Brian Wynne (éd.), *Risk, Environment and Modernity. Towards a New Ecology*. Londres ; Thousand Oaks (Calif.) ; New Delhi, Sage Publications (Theory, culture & society) : 44-83.

— 1997. « Controverses, indéterminations et contrôle social de la technologie. Leçons du nucléaire et de quelques autres cas au Royaume-Uni », in Olivier Godard (éd), *Le principe de précaution. Dans la conduite des affaires humaines*. Paris, MSH-Inra : 149-178.

YOUNG, James Harvey. 1989. *Pure Food. Securing the Federal Food and Drug Act of 1906*. Princeton, Princeton University Press.

-
1. Texte disponible sur le site : <http://www.unscear.org>.
 2. Argentine, Australie, Belgique, Brésil, Canada, Tchécoslovaquie, Égypte, France, Inde, Japon, Mexique, Suède, Grande-Bretagne (et Irlande du Nord), États-Unis, URSS.
 3. Archives Inserm, Fonds Chevalier (par la suite AI et FC), « Compte rendu de la réunion de la section chargée de l'étude de l'action biologique des radiations de la Commission de protection contre les radiations (CR-CPCR/section biologie) du 3 octobre 1955 », p. 2.
 4. AI, FC. CR-CPCR du 2 juillet 1958, p. 6.
 5. *Ibid.*, p. 7.
 6. *Ibid.*, p. 8.
 7. *Ibid.*, p. 9.
 8. *Ibid.*, p. 10.
 9. *Ibid.*, p. 7.
 10. AI, FC. CR-CPCR du 16 novembre 1955, p. 2.
 11. *Ibid.*, p. 3.
 12. Archives Institut de radioprotection et de sécurité nucléaire (IRSN), Fonds SCPRI. Pierre Pellerin et Jean Chanteur, *Rapport sur les protocoles-types de contrôle des établissements nucléaires*. Rapport préparé pour la réunion de la Commission de protection contre les radiations du 27 avril 1960, p. 1.
 13. *Ibid.*, p. 2.
 14. Électricité de France (EDF)
 15. Décret du ministre délégué chargé de la Recherche scientifique et des questions atomiques et spatiales, signé également par le Premier ministre, le ministre de l'Agriculture, celui de l'Industrie et celui des Affaires sociales, datant du 20 juin et publié le 30 juin (*JO* 1966 : 5490-5495).