

Etat actuel de la radioécologie

P. BOVARD*

(Manuscrit reçu le 7 avril 1983)

INTRODUCTION

Si la notion de *Radioécologie* est prise dans un sens très large, l'origine de cette discipline peut remonter jusqu'au début de ce siècle. En effet, dès la découverte de la radioactivité par Becquerel en 1896, certains chercheurs se sont penchés sur la teneur en radionucléides naturels de certaines composantes de biocoenoses, mais il s'agissait essentiellement de physiiciens qui n'étaient nullement animés par des motivations écologiques. Il est plus rationnel de situer cette origine dans les années trente lorsque furent découvertes les modifications provoquées par les radiations chez les organismes vivants sous l'influence de l'augmentation de la radioactivité naturelle.

Mais c'est vraiment à la fin des années quarante et au début des années cinquante que la radioécologie a acquis pignon sur rue. La découverte des radioéléments artificiels, la domestication de l'énergie nucléaire ont été la source de cet essor.

A partir de cette époque, la radioécologie a continuellement oscillé entre deux tendances :

- une tendance plus académique motivée essentiellement par la connaissance des mécanismes de l'action des rayonnements ionisants sur les écosystèmes ;
- une tendance plus appliquée ayant pour seul objectif la protection sanitaire de l'homme et de son environnement.

A l'heure actuelle, la seconde motivation a pris le pas sur la première ; la protection des populations contre les risques nucléaires, la gestion des déchets et des effluents justifient vis-à-vis des gouvernements les crédits attribués.

Sur le terrain, néanmoins, les radioécologistes ont su garder une certaine harmonie entre les deux tendances, se démarquant du radioprotectionniste comme du radiobiologiste. Ils ont même débordé le cadre de la radioécologie *stricto sensu* en montrant les possibilités d'utilisation des radionucléides comme traceurs du transport et de l'accumulation des éléments stables dans les chaînes trophiques et en introduisant leurs techniques, leurs méthodes et leur expérience, dans l'étude des autres types de pollution.

* Président honoraire de l'Union internationale des radioécologistes.

EVOLUTION

Du fait de la prédominance de son aspect appliqué, l'expansion de la radioécologie a été liée à la politique énergétique des différents pays, connaissant successivement des périodes d'essor et de stagnation.

Un peu partout dans le monde, les investigations en matière de radioécologie ont démarré par l'étude des retombées des explosions nucléaires atmosphériques. La surveillance de ces retombées au début des années soixante après la grande période des tests nucléaires atmosphériques fut l'occasion de la création des premières équipes structurées de radioécologistes telles que nous les connaissons actuellement. Ces investigations permirent de mettre au point des méthodes de prélèvement et de mesure et d'établir les premiers coefficients de transfert. Durant cette même période, la construction des grands équipements nucléaires fut accompagnée des premières ébauches d'études d'impact, devenues depuis systématiques et codifiées selon des règles de plus en plus élaborées.

L'intérêt international pour la radioécologie a été concrétisé par la création, par décision de l'assemblée générale de l'ONU, en 1955, du Comité scientifique sur les effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR) dont l'une des tâches consiste à évaluer et à analyser les modifications du taux des rayonnements sur notre planète du fait de l'activité humaine. L'implantation à Monaco, en 1961, d'un laboratoire de radioécologie marine confirma ce souci.

Les premières investigations sur le comportement des radionucléides dans le milieu ambiant furent orientées essentiellement :

- d'une part vers le strontium 90, le césium 137 et, à un moindre degré, les autres produits de fission ;
- d'autre part vers les radionucléides naturels, uranium et radium principalement.

L'intérêt pour le strontium 90 et le césium 137 s'explique par leur importance dans les retombées, leur durée de vie radioactive (période de l'ordre de trente ans), leur mobilité dans le milieu, leur accessibilité par les plantes et les animaux qui rendent ces éléments primordiaux dans l'évaluation de la dose reçue par les populations.

Concurremment, l'apparition de l'énergie nucléaire comme source d'électricité entraîna la recherche d'approvisionnement en uranium, matière première de cette industrie naissante. Son extraction et son traitement primaire, le plus souvent à proximité des gisements, provoque la libération dans le milieu de radionucléides des familles de l'uranium et du thorium et, par voie de conséquence, un besoin pour les pays producteurs de connaissances en matière de transfert jusqu'à l'homme de ces produits et en particulier du radium.

L'arrêt des explosions atmosphériques russes et américaines, le triomphe du pétrole en tant que source d'énergie électrique à bon marché entraînèrent une inflexion de la plupart des programmes nationaux qui se répercuta sur les équipes de radioécologie. Le temps de réflexion accordé par cette pause

dans plusieurs pays permet de faire le point des connaissances. L'examen critique des données expérimentales sur les paramètres quantitatifs de transfert fit apparaître l'importance du contexte local et le danger d'une généralisation trop hâtive. Il s'avéra également utile de compléter la collecte des données par l'élaboration de modèles spatio-temporels des transferts du milieu aux organismes vivants et à l'homme.

Cette période se caractérisa également par la naissance d'un vif intérêt pour les pollutions non radioactives.

Après 1972, la crise du pétrole redonna une impulsion nouvelle à l'énergie nucléaire et à la radioécologie, non sans provoquer, ici et là, des réactions de rejet parmi certains secteurs de la population.

SITUATION ACTUELLE

Depuis quelques années, l'énergie nucléaire prend une place de plus en plus importante dans la production d'énergie électrique. Ce développement est variable suivant les pays ; il est particulièrement important au Japon et en France, par exemple. Il se heurte, un peu partout, à une opposition, particulièrement efficace dans des pays comme la RFA.

L'expansion de la radioécologie est également variable avec les pays. En URSS, très importante dès le début, elle a subi peu de variations ; en France et au Japon, elle s'est développée parallèlement au programme électronucléaire, d'abord pour répondre aux besoins des organismes de tutelle et des constructeurs préoccupés par la constitution des dossiers d'autorisation de construction et d'exploitation ; puis, de plus en plus, pour répondre aux objections des opposants, ce qui est également une des préoccupations de la RFA, l'un des pays où l'accroissement du nombre des radioécologistes a été le plus spectaculaire. Par contre, en Amérique du Nord et particulièrement aux USA, la radioécologie est victime de son succès ; on y constate une récession des recherches radioécologiques dont la raison principale semble être une appréciation particulière des responsables politiques qui considèrent l'état des connaissances comme suffisant et ne nécessitant que le maintien d'une activité réduite.

Il faut reconnaître qu'après une trentaine d'années d'investigations, le bilan de la radioécologie est très positif :

- une expérience concluante de la mise en pratique de la pluridisciplinarité ;
- une vive conscience des problèmes de pollution et de leur globalisation ;
- une méthodologie qui a su s'imposer dans d'autres domaines ;
- une accumulation particulièrement riche de données expérimentales.

PERSPECTIVES

La plupart des équipes structurées disposent des moyens nécessaires à l'étude des voies de transfert et à l'établissement de modèles satisfaisants.

Les moyens matériels, du moins dans les pays qui en sont dotés, ne sont donc pas un facteur limitant du développement des recherches radioéco-

logiques dans le futur proche. Les programmes de la plupart des pays sont axés sur l'étude des processus de transfert qui gouvernent le mouvement des radionucléides *in situ* et en laboratoire. Leur motivation est de fournir des données susceptibles d'être intégrées dans les modèles d'estimation de dose et d'améliorer les coefficients de transfert couramment utilisés dans ces modèles. Les études *in situ* servent à définir la distribution des radionucléides dans un environnement défini et à proposer des hypothèses sur les taux et les modalités de mobilisation de ces nucléides. Les expériences en laboratoire sont conçues pour valider les hypothèses ou élucider divers mécanismes. Une attention toute particulière est apportée à la détection de mécanismes possibles de concentration le long des chaînes trophiques et des conséquences qui peuvent en découler sur les doses reçues par les organismes et par l'homme.

Les résultats obtenus à ce jour sont-ils suffisants ? quelle doit être l'importance de l'effort à maintenir ? telles sont les questions qui se posent aux décideurs. L'acquis de la radioécologie pourrait laisser croire qu'il est superflu de maintenir l'effort de recherche, d'étude et de formation. Une telle vision serait trop simpliste.

L'hétérogénéité du milieu et le fait qu'il soit vivant et évolue avec le temps ne permettent pas la banalisation et obligent à suivre, à des intervalles de temps variables selon les cas, les situations ayant déjà fait l'objet d'études, par exemple au moment de la création de l'installation. Par ailleurs, l'évolution de la société réclame une meilleure attention des problèmes de l'environnement et de l'information du public; cette double contrainte implique une connaissance plus approfondie des mécanismes de transfert et de leurs conséquences sur la dose, même lorsque celle-ci peut être considérée comme négligeable pour la santé publique. De même, l'opinion exige qu'un effort soit fait dans l'étude des conséquences des accidents, même si ceux-ci sont fort peu probables.

Il faut également convenir que notre expérience est insuffisante sur le fonctionnement des installations et l'évolution de la composition des rejets avec le temps (vieillessement des installations en particulier) et que nous devons disposer de radioécologistes expérimentés pour la gestion des déchets radioactifs et les études des futurs sites de stockage. Enfin, l'évolution des techniques d'une part, des moyens et du genre de vie d'autre part, peuvent entraîner une modification de l'impact d'une installation qu'il faudra être capable d'évaluer à toute époque.

Toutes ces raisons militent pour le maintien et même le renforcement des activités des équipes de radioécologistes pour assurer le renouvellement de leurs membres de façon à assurer le transfert des connaissances et de l'expérience. Les radioécologistes ont trois principales tâches à remplir :

- le perfectionnement des connaissances ;
- la formation des futurs radioécologistes ;
- l'information.

LE PERFECTIONNEMENT DES CONNAISSANCES

Les progrès accomplis dans la connaissance des mécanismes de transfert ont périmé certaines données numériques qu'il convient de mettre à jour.

Des radioéléments qui, jusqu'ici n'avaient pas été pris en compte s'avèrent avoir un rôle qui implique la recherche de leur comportement. L'influence massive des isotopes stables, notamment pour les corps dont la teneur est faible et mal connue dans l'environnement, celle des isotopes radioactifs rejetés depuis trente ans dans l'environnement et devenus stables devront être plus approfondies. Des voies de transfert de plus en plus complexes sont détectées.

Aussi des programmes ambitieux sont-ils prévus dans différents pays. Les points forts en sont :

- **Les actinides** : les programmes envisagés dans différents pays (USA, URSS, France...) ont pour objectif de déterminer aussi précisément que possible le transfert des actinides dans l'environnement jusqu'à l'homme et de prévoir leur comportement dans l'espace et dans le temps pour des périodes allant du siècle au millénaire, ce qui implique de nouvelles méthodes et la création de modèles appropriés. Le plutonium a déjà fait l'objet de travaux, mais ceux-ci devront s'étendre au neptunium, à l'américium et au curium et ce, dans différents types de milieux aquatiques ou terrestres (Savannah River, Oak Ridge, Rocky Flats, Los Alamos, Nevada, Mer d'Irlande, Manche, Méditerranée, Cadarache, Russie, Japon,...).
- **Les produits de fission de longue période** : iode 129, technétium 99, étain 126 (URSS, France, Communautés européennes,...).
- **Les études régionales** : elles mettent en œuvre l'intervention simultanée et coordonnée de plusieurs pays : Baltique, mer du Nord, Méditerranée, bassin du Danube, du Rhin,...
- **La mise au point de modèles de transport océanique** : liée à l'étude des possibilités de stockage des déchets dans les fonds marins à grande profondeur (Programme Sea-bed...).
- Le comportement particulier des radionucléides dans les **estuaires**, réceptacle de tous les produits rejetés dans les rivières (Communautés européennes, URSS,...).
- **Les interactions** avec les autres pollutions et la détermination de la capacité écologique d'absorption d'altéragènes par les écosystèmes estuariens ou marins (Institut des mers du Sud de Sébastopol...).
- **La radioécologie agricole** : étude des transferts de radioéléments au cours du cycle agricole et recherche de moyens pour réduire ces transferts ou pour décontaminer les récoltes en cas d'accident (Communautés européennes, France, URSS,...).
- **Les effets biologiques des faibles doses** de rayonnements ionisants sur les écosystèmes.
- La préparation à l'arrivée de l'énergie de **fusion** : en vue d'avoir les données nécessaires à la gestion de l'énergie tirée de la fusion lors de son apparition, des études sont menées sur le cycle du tritium et sur les actions éventuelles du lithium et du béryllium.

LA FORMATION

Les futurs radioécologistes ont besoin d'une solide formation de base qui leur sera fournie par les écoles et les universités, mais une spécialisation efficace ne sera obtenue que sur le tas, dans les laboratoires spécialisés et auprès des équipes de terrain qui disposent du matériel, des connaissances et des hommes qui ne pourront être trouvés ailleurs.

L'INFORMATION

La fonction " information " du radioécologiste est encore peu développée, mais l'évolution des mentalités la rendra de plus en plus indispensable. L'information est réclamée aussi bien par le grand public que par les populations directement concernées par l'implantation d'une installation nucléaire.

Certains milieux, comme les journalistes et les enseignants, auront un rôle particulier pour la diffusion de cette information. Mais, pour que celle-ci reste crédible, il faut qu'au départ elle soit fournie par des " savants " et des spécialistes qui disposent du crédit et de la confiance de l'opinion publique. Pour que cette confiance se perpétue, il faut que ces savants, ces spécialistes soient dotés des moyens convenables pour mener à bien leurs travaux et ce en toute indépendance.

Le présent rapport a été rédigé dans le cadre du contrat de recherche qui lie l'Union internationale des radioécologistes (UIR) et la Communauté européenne de l'énergie atomique (N° Bio 468 B) et d'après les données fournies par P.O. Agnedal (Suède), S.I. Auerbach (USA), S. Fowler (AIEA), G. Myttenaere (Belgique), Nishiwaki (Japon), A. Polykarpov (URSS).