
Les recherches sur la protection de l'environnement : situation actuelle et perspectives

Jean-Christophe Gariel

Un peu d'histoire...à travers la CIPR

→ Jusqu'en 1991 : L'homme est la cible à protéger.
L'environnement est probablement protégé.

"..., the level of safety required for the protection of all human individuals is thought likely to be adequate to protect other species, although not necessarily individual members of those species. The Commission therefore believes that if man is adequately protected then other living things are also likely to be sufficiently protected" (§14 de la publication 14 de la CIPR, 1977)

→ 1991 : les standards mis en place pour la protection de l'homme assurent que l'environnement n'est pas mis en danger. Celui-ci est considéré uniquement comme voie de transfert à l'homme.

"The Commission believes that the standards of environmental controls needed to protect man to the degree currently thought desirable will ensure that other species are not put at risk. Occasionnaly, individual members of non-human species might be harmed..." (§16 de la publication 60 de la CIPR, 1991).

Un peu d'histoire...à travers l'AIEA et l'UNSCEAR

→ Depuis 1991, discussions autour du postulat "qui protège l'homme, protège l'environnement"

- **Technical report AIEA (1992)** : *"...il n'existe pas d'évidence, à partir de la littérature scientifique, que des débits de dose inférieurs à 1 mGy/j affecteront des populations animales ou végétales..."*

- **Rapport UNSCEAR (1996)** : *"...pour les espèces animales les plus radiosensibles, les mammifères, il existe peu d'indication que des débits de dose de 400 μ Gy/h à l'individu le plus exposé affecteraient sérieusement la mortalité de la population..."*

Situation actuelle

- Depuis quelques années, apparition d'un consensus international sur la nécessité de réfléchir à la mise en place d'un système de protection de l'environnement contre l'effet des rayonnements ionisants.
- ❑ CIPR : Mise en place d'un Task Group sur la protection de l'environnement à la CIPR (2001)
 - ❑ AIEA : réunion annuelle de spécialistes depuis 1999 + travail d'un groupe d'experts
 - ❑ Commission européenne : financement du programme FASSET (5ème PCRD) concernant la mise en place d'un cadre pour l'évaluation de l'impact environnemental des rayonnements ionisants.
 - ❑ UIR : groupe de travail sur la protection de l'environnement.
 - ❑ 2 pays ont déjà mis en place une méthodologie pour évaluer le risque écologique : USA (DoE) et Canada (Env. Canada).

Pourquoi mettre en place un système de radioprotection de l'environnement?

- Postulat de la CIPR n'est pas valide dans certaines circonstances
- Absence de démonstration explicite associée à des critères spécifiques pour la protection de l'environnement (déduits de la protection de l'homme).
- Incohérence avec les polluants chimiques pour lesquels existent des standards.
- Absence de méthodes éprouvées fournissant l'assurance que les mesures en place garantissent la protection de l'environnement contre l'effet des radionucléides.

Que sait-on des effets des rayonnements ionisants sur les organismes vivants non-humains?

→ Effets stochastiques : non essentiels pour les populations animales et végétales sauf pour les mutations transmissibles à la descendance.

→ Effets déterministes :

- ❑ interaction directe entre toxique et la cible biologique
- ❑ effets indirects conduisant à des répercussions sur la croissance, la fécondité et la durée de vie
- ❑ effets comportementaux

Ces effets précoces au niveau des individus peuvent affecter la structure et le fonctionnement de l'écosystème soit directement, soit indirectement par des effets d'interactions entre les espèces.

Que sait-on des effets des rayonnements ionisants sur les organismes vivants non-humains?

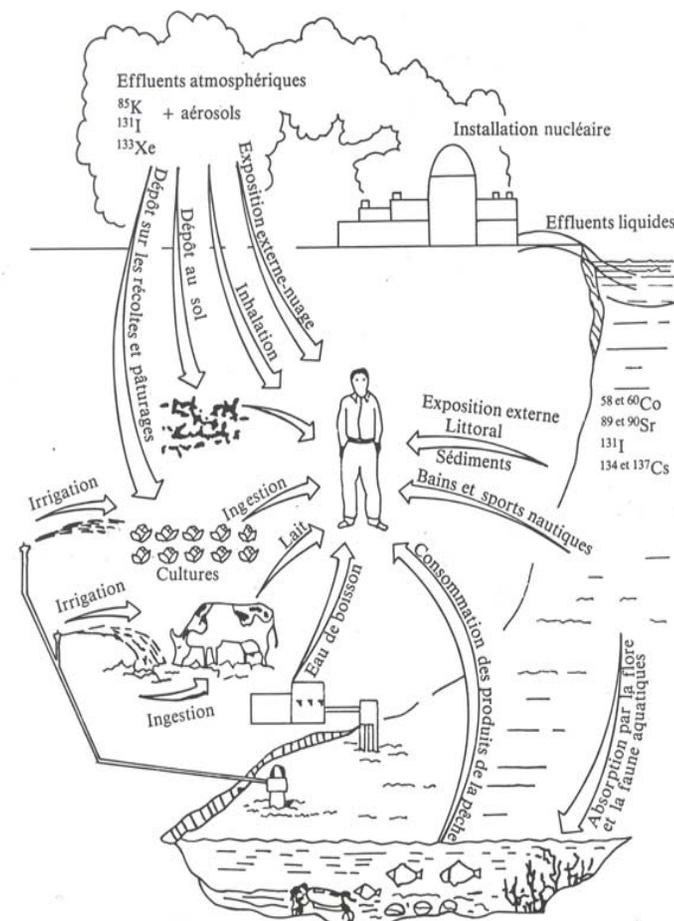
- La plupart des travaux sur les écosystèmes concerne l'impact au niveau de l'individu.
- La quasi-totalité des études concerne des situations d'exposition aiguë à court terme.
- En grande majorité, les travaux correspondent à des situations d'irradiation gamma externe.

Radioécologie et Protection de l'environnement (1)

→ Jusqu'à récemment, étude du transfert et du comportement des radionucléides dans l'objectif d'évaluer l'exposition de l'homme.

→ Innocuité des radionucléides sur l'environnement supposée garantie par l'affirmation de la CIPR.

→ Affirmation supportée par comparaison avec des débits de dose limites sans effet sur les populations animales ou végétales



Radioécologie et Protection de l'environnement (2)

Limites de doses en mGy/j (NCRP, 1991; AIEA, 1992; UNSCEAR, 1996)

Plantes terrestres	10
Animaux terrestres	1
Organismes aquatiques	10

- études basées sur un petit nombre d'espèces.
- exposition aiguë court terme à de fortes doses.
- calculs supposant une distribution homogène des radionucléides.

Substances non-radioactives et protection de l'environnement : l'approche écotoxicologique

→ Dans le domaine de l'écotoxicologie, il existe des méthodes formalisées pour évaluer le risque environnemental (ERA : Ecological Risk Assessment) associé à une substance (US EPA, 1992; EC, 1996, Environnement Canada, 1997).

→ Approche en trois étapes :

- Etape d'identification des dangers
- Etape d'analyse (estimation de l'exposition et caractérisation des relations dose-effet)
- Etape de caractérisation du risque

Evaluation du risque écologique méthodologie générale

Etape 1 : Identification des dangers

- Distribution spatio-temporelle des rejets
- Evaluation des quantités rejetés
- Identification des compartiments potentiellement affectés
- Identification des cibles de l'évaluation

Etape 2 : Analyse

- 1) **Caractérisation des transferts dans l'environnement :**
 - Evaluation des flux de contaminants entre et à l'intérieur des compartiments
 - Evaluation des concentrations dans les compartiments abiotiques (air, eau, sol, sédiment)
- 2) **Caractérisation de l'exposition :**
 - Evaluation de la voie d'exposition
 - Evaluation de la distribution des contaminants dans les compartiments biotiques
 - Calcul de la concentration dans les "organismes de référence"
- 3) **Caractérisation des effets :**
 - Détermination des relations dose/concentration-effet.

Etape 3 : Caractérisation des risques

Caractérisation des risques au niveau de l'individu et extrapolation aux niveaux de la population et de l'écosystème :

- par exemple par comparaison entre la concentration prédite et celle pour laquelle des effets néfastes ne sont pas attendus. Utilisation de facteurs de sécurité pour prendre en compte l'extrapolation de l'individu à la population et à l'écosystème.

Radioécologie et écotoxicologie : conclusions

→ La mise en place d'un système de radioprotection de l'environnement doit se faire en cohérence avec les méthodes utilisées pour les substances non-radioactives :

- ❑ Les cibles d'évaluation du risque écologique sont les mêmes.
- ❑ Certains radionucléides présentent une forte toxicité chimique.
- ❑ Certains radionucléides sont des isotopes radioactifs d'éléments stables dont la toxicité chimique a été définie en termes de relations concentration-effet.
- ❑ Il faudra pouvoir traiter dans l'avenir les situations de multi-pollution.

Bases existantes pour un système de radioprotection de l'environnement

- Les différentes étapes qui pourraient sous-tendre un système de radioprotection de l'environnement sont similaires à celles utilisées pour les substances non-radioactives.

Les spécificités concernent :

- La caractérisation de l'écosystème, de son exposition et la définition des espèces de référence
- L'évaluation dosimétrique - écosystème - espèces de référence
- Les relations dose-effets

Caractérisation de l'écosystème, de son exposition et des espèces de référence

- Objectifs : protection des populations de l'écosystème.
- D'un point de vue pratique, cible de l'évaluation = individu
 - ❑ Pas d'effet au niveau de la population si pas d'effet au niveau de l'individu
 - ❑ Effets au niveau de la population sont complexes à évaluer/données sont rares
 - ❑ Effets au niveau de l'individu nécessaires pour protection des espèces en danger
- Démarche : caractérisation de l'écosystème à partir d'organismes de référence dont la protection garantit celle de l'écosystème. Choix basé sur :
 - ❑ Sensibilité radioécologique
 - ❑ Sensibilité écologique
 - ❑ Sensibilité radiologique

Evaluation dosimétrique

- Nécessité d'utiliser des modèles dosimétriques afin d'évaluer les débits de dose réels ou potentiels absorbés par l'organisme à partir des sources interne et externe de rayonnements.
- Plusieurs méthodes sont actuellement disponibles.
- Problème du facteur de pondération qui rend compte que, pour un même effet biologique, il faut moins d'énergie pour une radiation à fort LET (α et β) que pour une radiation à faible LET (à l'heure actuelle , valeurs prises varient de 1 à 40).

Relations dose-effet

→ Point le plus critique!

- ❑ Détermination des Valeurs-limites de l'AIEA et de l'UNSCEAR n'est pas explicite → ne peuvent pas être assimilées à des "valeurs sans effet".
- ❑ La plupart des études concernent la situation d'exposition externe à de fortes doses à court terme → difficulté pour établir des relations dose-effet pour les situations d'exposition chronique.
- ❑ Très peu de données sur les situations de contaminations internes (radiotoxicité et chimiotoxicité).

Vers la mise en place d'un système de radioprotection de l'environnement : actions AIEA en cours

- Specialists meeting en 1999, 2000, 2001.
- Expert group (8 membres : USA, Suède, Canada, UK):
 - 1999 : TECDOC - "Protection of the environment from the effects of ionizing radiation - A report for discussion".
 - 2002 : TECDOC - "Ethical considerations in protecting the environment from the effects of ionizing radiation".
 - Préparation d'un guide sur la protection de l'environnement contre l'effet des rayonnements ionisants.

Vers la mise en place d'un système de radioprotection de l'environnement actions CIPR en cours

→ **Création d'un Task Group en 2000** (6 membres, Canada, Norvège, USA, UK, Russie, Suède)

□ Objectifs :

- définir comment la CIPR peut contribuer à la protection de l'environnement.
- suggérer un cadre pour l'évaluation de l'effet des rayonnements ionisants sur l'environnement.
- démontrer comment un tel cadre peut être intégré dans le système global de radioprotection.

□ Une publication "Protection of non-human species from ionizing radiation" en cours de revision internationale devrait être adoptée par la commission principale en avril 2003.

□ Quelle suite? Nouveau comité CIPR (5?), Nouveau Task group?

Vers la mise en place d'un système de radioprotection de l'environnement : actions de la commission européenne en cours

“...la Commission estime qu'il n'est ni faisable ni approprié de demander d'imposer de nouvelles réglementations dans le but de protéger l'environnement contre l'effet des rayonnements ionisants. La Commission estime par contre approprié de participer activement aux travaux conduisant au développement de critères de protection de l'environnement. »
(EC working document, 2000)

→ Financement du programme européen FASSET (5ème PCRD) qui vise à développer un cadre pour l'évaluation de l'impact environnemental des rayonnements ionisants sur les écosystèmes européens (15 partenaires, Suède, UK, Norvège, Finlande, Allemagne, Espagne, France).

→ Radioprotection de l'environnement est un thème prioritaire pour le 6ème PCRD.

Vers la mise en place d'un système de radioprotection de l'environnement

Conclusions sur les actions internationales

- Thème de la protection de l'environnement a été saisi par tous les grands organismes internationaux. Rôle de chacun n'est pas encore clair. Devrait s'éclaircir lors d'une conférence en octobre 2003 à Stockholm.
- Approche "pragmatique" des pays nord-américains qui ont déjà mis en place une méthodologie.
- Au niveau européen, forte influence des pays nordiques (Suède et Norvège).

CONCLUSIONS (1)

- ❑ Consensus international pour la mise en place d'un système de radioprotection de l'environnement.
- ❑ Organismes internationaux (AIEA, CIPR, CE,...) se sont saisis du sujet. A l'heure actuelle, essentiellement réflexions sur le cadre à mettre en place.
- ❑ Quelques pays sont déjà en train de mettre en place des méthodologies d'évaluation du risque écologique pour les substances radioactives.
- ❑ Nécessité d'être cohérent avec les méthodes utilisées pour les substances non-radioactives.

CONCLUSIONS (2)

- ❑ Base de connaissance doit être étendue → travaux de recherches en laboratoire et *in situ* sur :
 - ❑ obtention de relations dose-effets (définition de doses sans effet)
 - ❑ les situations d'exposition chronique en particulier par la caractérisation et la prise en compte de phénomènes de bioaccumulation.
 - ❑ l'étude du couplage de la radiotoxicité et de la chimiotoxicité
 - ❑ la prise en compte du contexte de multipollution.
 - ❑ réflexions sur le concept d'impact global à l'environnement.