

La démarche scientifique après Tchernobyl:

Rapports sur les questions traitées lors des séances thématiques de la conférence internationale réunie à Vienne dix ans après l'accident de Tchernobyl

CONSEQUENCES POUR L'ENVIRONNEMENT

Rapport de Mme Mona Dreicer (Etats-Unis), rapporteur, et de M. Rudolf Alexakhin, académicien de l'Institut de radiologie agricole et d'agro-écologie d'Obninsk (Fédération de Russie), vice-président de la séance thématique 5: «Conséquences pour l'environnement».

«**Q**ue pensent les experts des dommages subis par l'environnement à la suite de l'accident de Tchernobyl et à quoi peut-on s'attendre dans l'avenir?» — telle est la question que se posent souvent le public et les dirigeants.

Une seule et unique réponse est impossible: les niveaux de contamination du milieu sont très variables et il n'y a pas de commune mesure permettant de présenter les divers effets environnementaux, lesquels donnent lieu à un large éventail d'interprétations. En radioprotection, on juge que le milieu naturel est protégé quand la population humaine l'est, de sorte que les conséquences sont fréquemment considérées du seul point de vue de leur impact sur les humains. C'est pourquoi les méthodes les plus efficaces pour limiter le transfert naturel des radionucléides dans l'environnement (ce que l'on appelle les contre-mesures) sont très activement étudiées au cours des dix dernières années. La collecte d'importants renseignements facilite l'élaboration de directives de radioprotection pour les zones contaminées, et des progrès sont faits en recherche radioécologique fondamentale.

Nous donnons ci-après un bref aperçu des récentes estimations des premiers rejets dans l'environnement résultant de l'accident, des effets

observés de l'irradiation accrue des animaux et des plantes à proximité du site, et du transport des radionucléides.

Récentes estimations des rejets radioactifs.

Les diverses évaluations des premiers rejets, qui contiennent pour la plupart des radionucléides de courte période, concordent dans l'ensemble. Les évaluations actuelles des nucléides radiologiquement importants (iode 131, césium 134 et césium 137) sont de deux à trois fois supérieures à celles de 1986, à savoir 2 exabecquerels (EBq), 50 petabecquerels (PBq) et 90 PBq, respectivement. Cette réévaluation du terme source n'altère cependant pas les estimations des doses individuelles fondées sur les mesures de la contamination du milieu ou de l'organisme entier faites dans les régions touchées. Après dix ans de désintégration subsistent environ 80 PBq de radionucléides de longue période (principalement césium 137 et strontium 90), soit environ 1 % du total des rejets (*voir le tableau page suivante*).

Pendant cette période, la distribution de la contamination ne change pratiquement pas et le transport secondaire de matières est relativement minime. Les particules chaudes de combustible projetées hors du réacteur distinguent les rejets de cet accident des retombées d'essais d'armes nucléaires. A proximité du réacteur, elles commencent à se désintégrer et un complément d'étude est nécessaire pour déterminer leur distribution finale dans l'environnement.

Effets directs sur la faune et la flore. Immédiatement après l'accident, les plus fortes doses sont reçues par les animaux et les plantes dans un rayon de 30 kilomètres autour du réacteur. Les niveaux de contamination atteignent facilement des dizaines de mégabecquerels (MBq) par m² (milliers de Ci/km²) à certains endroits, de sorte que les doses externes aux petits animaux et aux végétaux dues aux radionucléides de courte période se chiffrent par dizaines de grays (Gy) pendant le premier mois. En automne 1986, le débit de dose à la surface du sol est 100 fois moindre qu'initialement.

Des dommages radio-induits directs à la faune et à la flore sont constatés dans certains coins de

les effets sociaux, sanitaires et écologiques



Ci-dessus: Châtaignier en fleurs dans la zone d'exclusion de 30 kilomètres. **A droite:** Aux alentours de la centrale de Tchernobyl, que l'on aperçoit à l'horizon, les arbres repoussent là où on avait dû abattre les forêts.

(Photo: Eric Voice)

la zone d'exclusion. Les doses sont létales pour des écosystèmes radiosensibles (petits mammifères et forêts de conifères des alentours).

Les effets directs aigus de fortes doses de rayonnement observés chez quelques animaux n'influent pas systématiquement sur l'état de santé général de la population. Par exemple, des vaches pâturant sur des prés contaminés à proximité du réacteur immédiatement après l'accident reçoivent des doses à la thyroïde de l'ordre de centaines de Gy qui provoquent l'atrophie et la nécrose totale de la glande. Dans d'autres écosystèmes, ou sur des sujets animaux ou végétaux isolés, aucun effet léthal n'est relevé.

Les débits des doses chroniques en certains endroits de la zone d'exclusion réduisent la fertilité de quelques espèces animales, mais la plupart des populations animales ou végétales irradiées se rétablissent quelques années plus tard. Par exemple, dans une zone de 3 000 hectares autour de la centrale, en 1988-1989, les conifères endommagés recouvrent déjà leurs fonctions de reproduction.

Matières radioactives résiduelles dans l'environnement mondial à la suite de l'accident de Tchernobyl d'avril 1986

Principaux radionucléides	Rejetés en 1986 (PBq*)	Restants en 1996 (PBq)	Restants en 2056 (PBq)
I-131	1200-1700	0	0
Sr-90	8	6	1,5
Cs-134	44-48	1,6	0
Cs-137	74-85	68	17
Pu-238	0,03	0,03	0,02
Pu-239	0,03	0,03	0,03
Pu-240	0,044	0,044	0,03
Pu-241	5,9	3,6	0,2
Am-241**	0,005	0,08	0,2

* 1 PBq = 10^{15} Bq. Estimation de la décroissance des rejets rapportée au 26 avril 1986, jour de l'accident.

** En 1996, l'activité de l'américium 241 est plus élevée qu'en 1986 car il s'agit d'un produit de filiation du plutonium 241 (période de 14 ans). Il faut tenir compte de cette augmentation dans tout pronostic radiologique; les doses dues à l'américium 241 n'excéderont cependant pas les doses actuelles dues aux autres radionucléides.



Il est difficile de déterminer comment évoluera à long terme l'état de santé de telle ou telle population.

Les médias rapportent de graves malformations à la naissance chez des animaux domestiques en dehors de la zone de 30 kilomètres, en 1988-1989; la fréquence de ces dernières est la même dans les régions très contaminées et les régions non contaminées d'Ukraine; la raison n'est donc pas un surcroît de radioexposition. Aucun autre effet sérieux n'est noté par la suite chez des animaux domestiques.

Par ailleurs, dans des zones à forts débits de dose, des altérations de chromosomes de mitochondries passent à la progéniture, mais des témoignages indiquent une réparation générale du dommage radio-induit. A ce jour, les avis sont partagés quant aux effets héréditaires potentiels à long terme des très fortes doses sur les animaux et les plantes.

Actuellement, les principaux responsables de l'irradiation chronique à faible dose sont les radioisotopes du césium. En certains points isolés, la dose externe est encore de l'ordre de 1 mGy par jour; dans le rayon de 30 kilomètres, l'environnement naturel se rétablit néanmoins. Du fait de la réinstallation des habitants de la zone d'exclusion, les effectifs et la variété des communautés animales et végétales varient quelque peu, mais la cause en est l'abandon des terres et non l'irradiation. Des populations naturelles prospèrent même après le départ des humains. Une élimination permanente d'espèces animales ou végétales des zones les plus contaminées n'est jamais constatée, sauf là où un nettoyage impliquant l'enlèvement des sols modifie totalement l'écosystème.

Contamination de l'environnement. Dans le milieu semi-naturel, les facteurs clés de la migration des radionucléides entre le sol et la végétation des écosystèmes de prairies sont l'argile, la matière organique et l'humidité du sol. La migration actuelle est généralement lente et stable et se maintiendra probablement pendant plusieurs décennies, malgré la baisse de la teneur du sol en matières radioactives. La migration du strontium 90 est plus rapide que celle du césium 137, mais l'influence des différents types de sol est la même. Il importe de connaître ce taux de migration avant de décider d'utiliser à long terme les prairies comme pâturages pour les bovins.

Pratiquement toute la contamination des écosystèmes forestiers se trouve aujourd'hui dans l'humus. Dans les arbres, le radiocésium absorbé par les racines se concentre dans les cernes récents. Le problème n'est pas grave, mais la concentration de césium 137 dans le bois va augmenter. On n'a pas trouvé de solution rentable pour freiner cette migration.

Le gibier qui pâture sur les herbages semi-naturels, en forêts ou dans les régions montagneuses, ainsi que les denrées sauvages consommables telles que les baies et les champignons sont toujours contaminés au-delà des strictes limites nationales non seulement dans certaines régions du Bélarus, de Fédération de Russie et d'Ukraine, mais aussi dans les pays nordiques et au Royaume-Uni, et resteront fortement contaminés pendant plusieurs décennies. Le césium 137 y demeurera transférable aux denrées alimentaires pendant plus longtemps que dans les environnements agricoles.

Depuis 1986, on fait la preuve en milieu agricole que des mesures efficaces permettraient de réduire sensiblement les concentrations de césium et de strontium dans les denrées alimentaires. Le niveau

de contamination, la nature et l'humidité du sol, ainsi que le genre de culture influent largement. Par exemple, le facteur de transfert du pâturage au lait varie d'un facteur de plusieurs centaines selon la nature du sol, ce qui montre clairement que les mesures doivent s'adapter à l'endroit pour être efficaces. Les remèdes sont simples, peu onéreux et sûrs: labours profonds des sols contaminés en surface; épandage d'engrais ou autres produits chimiques sur les terres cultivées; remplacement des cultures; modification du régime alimentaire et des périodes d'abattage du bétail; emploi de pains de sel et de boulettes alimentaires au bleu de Prusse pour freiner le transfert de césium au bétail; et évacuation du bétail vers des pâturages non contaminés (voir l'article page 38).

Les écosystèmes aquatiques tolèrent la contamination radioactive, qui se dépose progressivement dans les sédiments et affecte certaines populations seulement dans le bassin de refroidissement de la centrale de Tchernobyl. Aucun effet direct à long terme de l'irradiation n'est confirmé. Les quantités de matières radioactives qui atteignent les masses d'eau douce sont faibles comparées au dépôt total et le niveau d'activité des eaux superficielles baisse radicalement dans le mois qui suit l'accident. Contrairement à ce que pense le public, les niveaux de contamination actuels des lacs artificiels sont bien inférieurs aux critères de dégradation de la qualité de l'eau. En revanche, le poisson peut accumuler les radionucléides et des mesures seraient peut-être nécessaires dans certains endroits (même dans des pays éloignés, comme la Suède).

Conclusions. Aux niveaux élevés de rayonnement, l'existence d'impacts à court terme est manifeste dans quelques secteurs du milieu naturel à hauts débits de dose, mais celle d'effets significatifs à long terme reste à prouver; des mesures efficaces peuvent être prises pour réduire le transfert de la contamination de l'environnement à la population humaine, mais elles sont fonction du site et doivent être jugées d'après leur commodité. Si les remèdes agricoles sont bien appliqués, les doses futures proviendront surtout de la récolte de denrées et d'activités de loisir dans les écosystèmes naturels et semi-naturels.