

Energy AND Security

AN I E E R P U B L I C A T I O N

Décontamination des sols au Laboratoire national de Los Alamos

No. 35, 2006

- [Décontamination des sols a Laboratoire national de Los Alamos](#)
– par Brice Smith
 - [Compte Rendu De Voyage : Tchernobyl : Vingt ans après](#)
– par Cathie Sullivan
-

Crédits pour ce numéro:

- Traduction: Annike Thierry, avec la collaboration de: Jean-Luc Thierry et Annie Makhijani.
 - Rédactrice en chef: Lisa Ledwidge.
 - La version anglaise de ce numéro, *Science for Democratic Action* v. 14, no. 1, a été publiée en avril 2006.
-

Décontamination des sols au Laboratoire national de Los Alamos

Par Brice Smith

Entre 1944 et 1964, des déchets radioactifs liquides ont été rejetés dans la rivière South Fork de l'Acid Canyon par le Laboratoire national de Los Alamos, situé dans le nord du Nouveau Mexique. Le laboratoire a réalisé des travaux de réhabilitation de l'Acid Canyon en 2001. L'IEER a publié une analyse de la décontamination effectuée par le laboratoire en novembre 2005. On trouvera ici un résumé de cette étude.¹

Nous avons choisi d'étudier la décontamination de l'Acid Canyon pour différentes raisons :

- il s'agit d'un site accessible au public (aujourd'hui, Acid Canyon est situé à moins de 300 mètres d'un quartier résidentiel et à un kilomètre et demi d'un lycée local (voir carte) ;
- des efforts de réhabilitation avaient déjà été entrepris sur ce site sur la base, en partie, d'analyses effectuées par le Département américain de l'énergie (DOE) pour des scénarios spécifiques à certains sites ;
- il illustre certaines des préoccupations d'ordre général qui se manifesteront à Los Alamos et dans d'autres sites du DOE où la contamination par des actinides est le principal facteur de risque.

Ce choix s'est fait en coopération avec les associations Concerned Citizens for Nuclear Safety et Nuclear Watch du Nouveau Mexique. Pour procéder à cette analyse, l'IEER a évalué le *Rapport intérimaire sur la contamination des sédiments dans le South Fork de l'Acid Canyon (Interim Report on Sediment Contamination in the South Fork of Acid Canyon—dénommé ci-après le Rapport intérimaire)* préparé en avril 2000 par le Laboratoire national de Los Alamos (ci-après le LANL ou Los Alamos), sur lequel s'est appuyée la décontamination des sols.²

Le Rapport intérimaire du LANL

Le *Rapport intérimaire* donne les indications pour la décontamination de l'Acid Canyon et décrit les fondements techniques du LANL pour sa réalisation. Le plan est basé sur des doses estimées aux personnes sur la base de certaines hypothèses. Le *Rapport intérimaire* n'a pris en compte que les voies d'exposition par irradiation gamma externe, ingestion de sol et inhalation de sol du fait de l'absence de plantes comestibles dans le canyon et parce que la chasse et la pêche n'y sont pas autorisées.

Compte tenu de la proximité des zones résidentielles avec le canyon, le *Rapport intérimaire* a supposé que les enfants pouvaient se servir du canyon comme une extension de leurs espaces de jeux et que les adultes pourraient utiliser les chemins des canyons pour la randonnée ou le jogging. En dehors du tritium, qui n'est pas très préoccupant dans le cas de l'Acid Canyon, le scénario de « zone de jeu étendue » a été le plus contraignant de ceux qui ont été évalués par Los Alamos.

Sur les neuf radionucléides pris en compte dans le *Rapport intérimaire*, le plutonium 239 et le plutonium 240 étaient de loin les principaux facteurs de risque. C'est ce qui apparaît dans le

Tableau 1, qui présente les recommandations relatives aux radionucléides du sol définies par le LANL pour un scénario zone de jeu étendue et les mesures de contamination dans l'Acid Canyon avant et après la décontamination.

Tableau 1 : Recommandations relatives aux radionucléides du sol et mesures de contamination du sol en surface dans l'Acid Canyon (picocuries par gramme)

Radionucléide	Ligne directrice pour le sol du scénario « zone de jeu étendue »	Valeur maximale détectée avant la décontamination	Concentration moyenne du canyon avant la décontamination	Concentration moyenne du canyon après la décontamination
Tritium	38 000	1,86	0,53	0,2
Strontium-90+D	5 500	80	6,86	1,9
Césium-137+D	210	148	7,50	3,5
Uranium-234	3 000	21,5	2,92	3,6
Uranium-235+D	710	2	0,25	0,2
Uranium-238+D	2 000	16,6	1,92	1,9
Plutonium-238	310	37,3	0,97	0,6
Plutonium-239/240	280	7 780	211	112
Americium-241	270	278	13,8	5,4

Remarque : « +D » signifie « plus produits de filiation »

Sources : LANL, *Interim Report*, avril 2000, pp. 12-13; LANL, *Interim Action Completion Report for the South Fork of Acid Canyon*, septembre 2002, p. 17.

Comme le montre le Tableau 1, le niveau du plutonium résiduel qui reste dans l'Acid Canyon après la décontamination de 2001 est inférieur à l'objectif assigné à la réhabilitation selon le scénario « zone de jeu étendue ». Toutefois, cette ligne directrice pour la décontamination de Los Alamos ne tient pas encore compte des effets de la contamination des eaux de surface par le plutonium résiduel. Le LANL a déclaré qu'il procéderait à une analyse des eaux de surface. C'est nécessaire dans la mesure où l'Acid Canyon déborde régulièrement au cours des violents orages.

La principale conclusion de l'IEER est que d'importantes mesures de réhabilitation

complémentaires devront être prises pour l'Acid Canyon une fois que l'évaluation de l'impact sur les eaux de surface sera faite. Notre analyse indique que les concentrations moyennes en plutonium dans le sol du canyon sont nettement supérieures aux valeurs qui pourraient entraîner des concentrations des eaux de surface à des niveaux supérieurs à 0,15 picocuries par litre (pCi/l). Cette concentration est la limite actuelle pour les eaux de surface pour l'ensemble de l'État du Colorado et c'est également le niveau que l'IEER et d'autres groupes recommandent à l'Agence américaine pour la protection de l'environnement (EPA) d'adopter comme limite fédérale pour l'eau potable.³ *Bien que nous n'ayons pas formulé de recommandations spécifiques dans ce rapport pour les lignes directrices finales pour la réhabilitation d'Acid Canyon, nous avons conclu que le niveau actuel de contamination résiduelle est probablement trop élevé d'un facteur dix au minimum, du point de vue de la protection des eaux de surface.*

Les hypothèses généralement « protectrices » du *Rapport intérimaire*

Certaines parties du *Rapport intérimaire* sont généralement protectrices vis-à-vis de la santé publique. Au premier rang de celles-ci figure surtout l'adoption d'une limite de dose de 15 millirem par an (mrem/an) pour l'individu le plus exposé. L'utilisation d'une limite de dose de 15 mrem/an est plus prudente que les 25 ou 100 mrem/an qui sont parfois retenus. Toutefois, elle doit être utilisée en conjonction avec (a) des scénarios suffisamment prudents, tenant compte par exemple de l'ingestion de sol par les enfants et de l'exploitation agricole de terres contaminées et (b) une sous-limite distincte de 4 mrem/an pour l'organe le plus exposé en ce qui concerne l'exposition par l'eau potable. Nous n'avons pas évalué la voie d'exposition par l'eau potable dans le cadre de cette étude parce que Los Alamos n'a pas encore effectué son étude de caractérisation pour la décontamination des eaux de surface et des eaux souterraines dans l'Acid Canyon.

Par ailleurs, Los Alamos a choisi d'utiliser des « valeurs majorantes » pour les facteurs d'exposition, ce qui est adapté à ce type d'analyse préliminaire. Même si nous ne pensons pas que des valeurs suffisamment majorantes aient été retenues pour le temps que les enfants peuvent passer à jouer dans l'Acid Canyon ou la quantité de sol qu'ils peuvent ingérer, d'autres voies d'exposition, comme l'inhalation, ont effectivement utilisé des hypothèses suffisamment prudentes.

Des hypothèses insuffisamment « protectrices » du point de vue de la santé publique

Un certain nombre des hypothèses du *Rapport intérimaire* n'assurent pas une protection adéquate en matière de santé publique, notamment pour certaines d'entre elles relatives aux doses aux enfants, à la durée de l'exposition, à l'ingestion de sol et au sol transporté.

Doses chez les enfants

Malgré la priorité accordée au scénario de « zone de jeu étendue » pour les enfants, le *Rapport intérimaire* utilise des facteurs de conversion de dose destinés à un adulte de sexe masculin pesant 70 kg.⁴ Los Alamos a justifié son choix par le fait que « le DOE n'a pas publié de facteurs de conversion de dose pour les populations autres que les adultes travailleurs » et qu'il « n'existe pas de données pour estimer les facteurs de conversion de dose pour les enfants. » Quand

le *Rapport intérimaire d'achèvement de l'intervention (Interim Action Completion Report)* a été publié en septembre 2002, les facteurs de conversion pour l'adulte de sexe masculin étaient toujours utilisés pour évaluer les doses chez les enfants.⁵

Au moment où le *Rapport intérimaire* a été publié, en avril 2000, il est vrai que le Département de l'Énergie n'avait pas rendu public son propre ensemble de facteurs de conversion de dose en fonction de l'âge. Toutefois, la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) avait déjà publié des modèles de dose en fonction de l'âge largement acceptés. Le plutonium, le principal contaminant préoccupant pour l'Acid Canyon, a été discuté dans quatre des cinq rapports de la CIPR sur les modèles de dose en fonction de l'âge publiés avant le *Rapport intérimaire*.

L'affirmation du *Rapport intérimaire* sur « l'absence de données pour estimer les facteurs de conversion de dose pour les enfants » est incorrecte. Ces facteurs de conversion de dose étaient disponibles au moment de la préparation du rapport, et ils ont en fait été officiellement publiés par l'EPA en 2002.⁶ Il n'existe que deux explications possibles qui justifient l'utilisation de cet argument, et ni l'une ni l'autre n'est très rassurante. Soit les auteurs du rapport, les chercheurs de Los Alamos et les responsables chargés de la réhabilitation n'étaient pas au courant de données de base en matière de protection de la santé publiées par l'EPA, soit ils les connaissaient et on choisi de les ignorer.

De manière surprenante, dans le cas particulier du plutonium, l'utilisation des facteurs de conversion de dose en fonction de l'âge aurait tendance à réduire la dose chez les enfants par rapport à l'estimation du LANL. Par unité d'ingestion, un jeune enfant recevra toujours une dose estimée supérieure à celle d'un adulte. Toutefois, du fait de nouvelles connaissances scientifiques concernant les facteurs de pondération pour les tissus biologiques et le comportement du plutonium dans le corps, ainsi que des perfectionnements du modèle utilisé pour représenter le système respiratoire, la dose estimée à l'ensemble des groupes d'âge, à l'exception des nouveau-nés, a baissé par rapport aux estimations pour « l'individu de référence » utilisées dans le *Rapport intérimaire*. Même si cela signifie que les estimations du LANL pour le plutonium étaient, en fait, majorantes du point de vue du facteur de conversion de dose utilisé, elles ne reposaient pas sur les informations scientifiques disponibles les plus récentes. Pour de nombreux autres radionucléides, les facteurs de conversion de dose pour les enfants seraient bien supérieurs. Dans toutes les futures évaluations, le DOE devrait utiliser les derniers facteurs de conversion de dose disponibles.

Durée de l'exposition

Le *Rapport intérimaire* prétend avoir utilisé des « valeurs majorantes » pour les facteurs d'exposition. Néanmoins, le choix fait par Los Alamos pour la durée que les enfants passeraient à l'avenir à jouer dans le canyon n'a pas été suffisamment prudent. Le *Rapport intérimaire* fait l'hypothèse qu'un enfant passera 200 heures par an à jouer dans le canyon, ce qui correspond à environ une heure par jour pendant sept mois de l'année. Il soutient que cette hypothèse « s'appuie sur un jugement professionnel, qui intègre une contribution du NMED [le Département de l'environnement du Nouveau Mexique]. »⁷ Toutefois, l'EPA estime qu'en moyenne les enfants passent 2,2 heures dehors quand ils sont à la maison et 1,9 heure de plus par jour dehors

dans des parcs, etc.

Un calcul préliminaire sert à fournir une base prudente aux efforts de décontamination ; il est donc important d'adopter de manière constante des « valeurs majorantes » pour tous les paramètres, y compris pour la durée d'exposition. Le choix d'une estimation suffisamment prudente doit pouvoir être fait avec une participation des populations résidentes (locales). À partir des études servant de base aux recommandations de l'EPA, il est probable qu'une exposition de 300 à 400 heures par an serait un niveau préliminaire plus approprié, même si nous retenons l'hypothèse de Los Alamos selon laquelle les enfants ne passeront que 200 heures par an dans le canyon. Des valeurs préliminaires supérieures seraient possibles si une participation des résidents de la zone remettait également en cause cette hypothèse.

Ingestion de sol

L'ingestion de sol est de loin la voie d'exposition la plus importante dans le scénario de zone de jeu étendue, et elle représente plus de 90 % de la dose totale estimée par le LANL. Étant donné son rôle dominant, il est particulièrement important que la voie d'exposition de l'ingestion de sol soit gérée de façon précise et appropriée. Le *Rapport intérimaire* commence par le chiffre de percentile 95 recommandé par l'EPA (400 milligrammes de sol contaminé ingérés quotidiennement) et estime qu'un enfant du scénario de « zone de jeu étendue » consommera involontairement 14,3 grammes de sol contaminé au cours de l'année. (À titre de comparaison, cette quantité de poussière remplirait une boîte de presque 2,5 cm sur chaque côté.) Toutefois, d'importantes incertitudes pèsent encore sur le taux à long terme d'ingestion de sol involontaire et la variabilité de l'ingestion de sol entre les différents individus et groupes.

L'ingestion de sol volontaire constitue peut-être un problème plus important que les incertitudes touchant à l'ingestion de sol involontaire. La géophagie, la consommation intentionnelle de grandes quantités de sol, aussi appelée pica, est un comportement qui a été observé depuis des siècles. Elle peut être rencontrée au-delà des frontières géographiques, ethniques et culturelles. Dans ses recommandations de 1985 sur les sites pollués (Superfund Guidance), l'EPA admet qu'il est possible d'avoir une ingestion de sol à court terme très supérieure à 400 milligrammes par jour et recommande que les analyses de risque prennent en compte des expositions aiguës de 5 grammes par jour. En 1997, l'EPA a conclu qu'on « peut supposer que la fréquence d'un comportement d'ingestion de sol délibéré est faible dans la population dans son ensemble. » Toutefois, l'EPA relevait également que « la fréquence d'un comportement de géophagie n'est pas connue » et que, du fait de la courte durée pendant laquelle les enfants ont été étudiés jusqu'ici, « il est plausible que beaucoup d'enfants présenteraient dans une certaine mesure un comportement géophagique si on les étudiait plus longtemps. »⁸

L'estimation précise de la quantité de sol ingérée exige une certaine familiarité avec la culture et les habitudes des personnes susceptibles d'effectuer cette ingestion. Le fait qu'un enfant atteint de pica consomme entre 5 et 10 grammes de sol par jour est cohérent avec les hypothèses utilisées par l'EPA, les Centres de contrôles des maladies (Centers for Disease Control), et l'Agence pour le registre des substances toxiques et maladies (Agency for Toxic Substances and Disease Registry - ATSDR). La recommandation actuelle de l'EPA est d'utiliser 10 grammes par jour comme taux d'ingestion pour un enfant atteint de pica. Toutefois, des estimations plus

faibles (un à cinq grammes par jour) et des estimations plus élevées (26 à 85 grammes par jour) ont été proposées par d'autres sources. Pour des calculs préliminaires dans lesquels l'ingestion de sol est une voie d'exposition essentielle, comme dans le cas d'Acid Canyon, des expositions aiguës résultant de la consommation d'au moins 30 à 40 grammes de sol par an doivent être envisagées en plus de l'exposition chronique issue de l'ingestion de sol habituelle.

Enfin, étant donné que les cas d'ingestion de sol intentionnels sont plus probablement à court terme, il est nécessaire de prendre en compte l'hétérogénéité de la répartition de la contamination pour estimer l'impact potentiel de cas de pica. C'est particulièrement vrai pour les éléments transuraniens dont on sait qu'ils aboutissent à des modes de contamination extrêmement hétérogènes. Dans le cas de l'Acid Canyon, par exemple, il existait avant la décontamination des points chauds sur une surface totale de 50 mètres carrés, dont la concentration moyenne en plutonium 239 était de 2 740 picocuries par grammes (pCi/g). Un seul cas de pica dans lequel un enfant aurait consommé 10 grammes de sol à partir de ces points chauds aurait à lui seul occasionné une dose supérieure à 25 millirems, ce qui dépasse la limite annuelle adoptée par le *Rapport intérimaire*. Bien qu'il ne soit pas fait mention de l'éventualité de telles doses aiguës, ces deux zones de contamination ont été ultérieurement éliminées au cours de l'été et de l'automne 2001 dans le cadre d'efforts visant à des doses aussi faibles que raisonnablement possibles. Après l'achèvement de l'action de décontamination, aucun point chaud susceptible de poser un problème important du point de vue de cas de picas isolés n'était plus signalé.

Transport de sol

Le scénario de « zone de jeu étendue » ne prend pas en compte l'éventualité que des enfants puissent laisser des traces de sol contaminé dans leurs maisons. Cette voie d'exposition a été relevée par l'EPA et l'ATSDR dans des cas d'exposition à des substances toxiques chimiques et à des métaux lourds. Cette voie d'exposition rend possible que des nouveau-nés et d'autres personnes à la maison soient exposés sans jamais se déplacer dans le canyon.

Généralement, la poussière d'une maison est constituée d'un mélange de sol provenant de l'extérieur, de peinture, de plâtre, de matières biologiques et d'autres matériaux. La proportion de poussière de la maison qui provient de l'extérieur est très variable et dépend de divers facteurs spécifiquement liés au site. Par exemple, trois études différentes ont estimé que la fraction de sol de la poussière des maisons était de 14 à 15 pour cent, 30 à 40 pour cent, et 75 à 100 pour cent. Des variations importantes ont été observées d'un polluant à un autre, et d'une maison à une autre.

Un certain nombre de facteurs peuvent intervenir et augmenter la concentration de polluants dans la poussière : (1) Il existe moins de façons pour les polluants contenus dans la poussière de la maison de se dégrader ou d'être emportés. (2) Les tapis peuvent stocker la poussière sur de longues périodes. (3) Certaines poussières proviennent de matières biologiques comme des moisissures ou des champignons qui peuvent bioconcentrer certains polluants. Les recherches sur ces effets ont toutefois fait apparaître une importante variabilité. Il serait nécessaire d'effectuer des mesures dans les habitations du site pour déterminer dans quelle mesure cette voie d'exposition peut être importante pour l'Acid Canyon.

Évaluation des eaux de surface

Le *Rapport intérimaire* exclut explicitement une analyse des voies d'exposition liées aux eaux de surface du fait de « l'absence de données sur les eaux de surfaces de l'Acid Canyon », mais il précise que l'analyse est en cours. Quand cette évaluation sera effectuée, il sera important qu'elle prenne en compte les connaissances les plus récentes sur les risques sanitaires liés au plutonium.

Comme le montre l'analyse détaillée du rapport de l'IEER *Bad to the Bone*, les connaissances scientifiques sur lesquelles reposent les limites actuelles pour la radioactivité alpha totale pour l'eau potable (qui inclurait l'activité du plutonium) ne constituent pas une base satisfaisante pour la protection de la santé publique et ne sont pas conformes à l'intention qui a présidé à la promulgation des réglementations sur l'eau potable en 1976. L'IEER a recommandé de faire passer la limite de concentration pour le plutonium et les autres éléments transuraniens émetteurs alpha à vie longue de sa valeur actuelle de 15 pCi/l à 0,15 pCi/l, ce qui est cohérent avec la norme pour le plutonium dans les eaux de surface pour l'État du Colorado. En outre, le gouverneur du Nouveau Mexique Bill Richardson a écrit à l'EPA pour l'inviter à abaisser la limite inférieure pour le plutonium dans le sens de ce qui est recommandé par l'IEER.⁹

Pour illustrer l'importance potentielle de l'impact de la contamination des eaux de surface dans l'Acid Canyon, nous avons étudié les teneurs types de plutonium dans des sédiments de rivière qui entraîneraient une concentration d'équilibre de 0,15 pCi/l dans les eaux de surface. Le tableau 2 résume nos résultats en utilisant des valeurs typiques de coefficient de partage. (Le coefficient de partage décrit la façon dont des radionucléides sont mobiles dans un environnement donné.)

Tableau 2 : Concentrations admissibles dans les sédiments du lit de la rivière pour différents types de sols de façon à maintenir une concentration d'équilibre des eaux de surface à 0,15 picocurie par litre.

Coefficient de partage – K_d (litres par kilogramme)	Concentration du plutonium dans l'eau (pCi/l)	Concentration du plutonium dans les sédiments (pCi/g)
550 (valeur de la moyenne géométrique pour le sable)	0,15	0,083
2 000 (Valeur par défaut ResRad)	0,15	0,30
5 100 (valeur de la moyenne géométrique pour l'argile)	0,15	0,77

Étant donné que la concentration moyenne du plutonium 239 après les efforts de décontamination en 2001 était de 112 pCi/g, il est clair qu'il existe une possibilité que cette contamination ait un effet négatif sur les eaux de surface. Comme le montre le Tableau 2, ce

chiffre est bien supérieur à celui qui entraînerait une concentration de plutonium dans l'eau de 0,15 pCi/l, le niveau recommandé par l'IEER, dans la mesure où il est plus cohérent avec les objectifs de protection de la santé des réglementations fédérales sur l'eau potable.

L'impact potentiel du plutonium résiduel présent dans le sol du site de Los Alamos sur les eaux de surface et les eaux souterraines doit être traité de façon approfondie. Aucune ligne directrice ne devrait être acceptée qui ne maintiendrait pas la concentration de l'ensemble des éléments transuraniens émetteurs alpha à vie longue à un niveau inférieur à 0,15 pCi/l. Dans le cas précis de l'Acid Canyon, la nécessité de protéger les eaux de surface constituera presque certainement un critère plus restrictif que le scénario de zone de jeu étendue.

Conclusion

Le *Rapport intérimaire* n'est pas suffisamment prudent, que ce soit pour la durée d'exposition ou pour l'ingestion de sol volontaire. En ce qui concerne le scénario de zone de jeu étendue, nous avons établi que, malgré la sous-estimation importante de certains facteurs d'exposition, les recommandations moyennes pour la décontamination du sol calculées par Los Alamos ne seraient réduites que d'environ 20 pour cent si nos recommandations sur le temps d'exposition et l'ingestion de sol étaient suivies. Ceci tient à l'annulation approximative de ces sous-estimations par la surestimation du facteur de conversion de dose pour le plutonium dans l'analyse du LANL.

Par ailleurs, l'impact estimé pour la contamination par le plutonium des eaux de surface de l'Acid Canyon, qui n'a pas été abordé dans le *Rapport intérimaire*, devrait conduire à des critères de décontamination moyens beaucoup plus contraignants que le scénario de zone de jeu étendue. Les teneurs en plutonium restant dans le sol de l'Acid Canyon sont probablement au moins dix fois trop élevées. Même si nous n'avons pas proposé de recommandations spécifiques pour la réhabilitation de l'Acid Canyon, dans l'attente d'une évaluation complémentaire du DOE sur la voie d'exposition par les eaux de surface, nous remarquons que l'IEER avait antérieurement recommandé de définir un objectif de décontamination à Rocky Flats situé entre 1 et 10 pCi/g pour les éléments transuraniens.¹⁰ Même si les particularités du transport de sol ou de la contamination de l'eau de Los Alamos seraient différentes de celles Rocky Flats, la fourchette est cohérente avec nos propres attentes concernant le niveau de la contamination résiduelle qui pourrait être exigé à l'Acid Canyon pour protéger les eaux de surface à une norme de 0,15 pCi/l.

LES NOTES BAS DE PAGE

¹ Cet article est basé sur l'étude de l'IEER de Brice Smith, *Soil Cleanup at Los Alamos National Laboratory : Sediment Contamination in the South Fork of Acid Canyon*, 29 novembre 2005. Cette étude a été réalisée dans le cadre d'une subvention accordée par le Citizens' Monitoring and Technical Assessment Fund, administré par RESOLVE, Inc. Les références détaillées figurent dans le rapport qui se trouve en ligne sur : <http://ieer.org/resource/reports/soil-cleanup-los-alamos-national/>.

² Steven Reneau, Randall Ryti, Ralph Perona, Mark Tardiff, Danny Katzman. *Interim Report on Sediment Contamination in the South Fork of Acid Canyon*. LA-UR-00-1903. Los Alamos, NM: Canyons Focus Area, Environmental Restoration Project, Los Alamos National Laboratories, 27 avril 2000.

³ Arjun Makhijani, *Néfastes pour le squelette : Analyse des valeurs limites fédérales pour la concentration du Plutonium-239 et des autres radionucléides transuraniens émetteurs alpha dans l'eau potable*. Takoma Park, MD: Institute for Energy and Environmental Research, novembre 2005. Sur le web : <http://ieer.org/resource/health-and-safety/bad-to-the-bone/>.

⁴ Les facteurs de conversion de dose sont utilisés pour convertir une quantité de radionucléide (par exemple en Curie ou Becquerel) en une dose (par exemple en rems ou en sieverts). Le modèle de l'homme de référence utilisé pour élaborer les facteurs de conversion de dose pour les travailleurs adultes a été décrit par la Commission internationale de protection radiologique de la façon suivante : « Un homme de référence est défini comme un individu entre 20 et 30 ans, pesant 70 kg, d'une taille de 170 cm et vivant dans un climat où la température est située entre 10 et 20 °C. Il est de type caucasien et Européen de l'Ouest ou Nord-Américain pour l'habitat et le mode de vie. » (ICRP 23, 1975, p. 4)

⁵ Steven Reneau, Tom Benson, Randall Ryti. *Interim Action Completion Report for the South Fork of Acid Canyon*. LA-UR-02-5785; ER2002-0544. "Environmental Restoration Project" Los Alamos, NM: Los Alamos National Laboratories, septembre 2002.

⁶ U.S. Environmental Protection Agency. *Cancer Risk Coefficients for Environmental Exposure to Radionuclides: CD Supplement*. Federal Guidance Report No. 13. EPA-402-C-R-99-001, Rev. 1, 2002.

⁷ *Interim Report*, p. 7.

⁸ U.S. Environmental Protection Agency. *Exposure Factors Handbook. Volume I: General Factors*. EPA/600/P-95/002Fa. Washington, DC: EPA Office of Research and Development, août 1997, pp. 4–18 et 4–20.

⁹ Lettre de M. Bill Richardson, Gouverneur de l'État du Nouveau Mexique à Stephen L. Johnson, Administrateur de l'Agence américaine pour la protection de l'environnement (EPA) en date du 2 novembre 2005. Sur le Web : <http://ieer.org/resource/health-and-safety/bad-to-the-bone/>.

¹⁰ Arjun Makhijani et Sriram Gopal. *Setting Cleanup Standards to Protect Future Generations: The Scientific Basis of the Subsistence Farmer Scenario and Its Application to the Estimation of Radionuclide Soil Action Levels (RSALs) for Rocky Flats*. Takoma Park, MD: Institute for Energy and Environmental Research. Décembre 2001. Sur le Web : <http://ieer.org/resource/reports/setting-cleanup-standards-protect/>.

Compte Rendu De Voyage Tchernobyl : Vingt ans après

Cathie Sullivan¹

Au printemps 2004, j'ai effectué un voyage à Tchernobyl, le site de la centrale nucléaire la plus tristement célèbre au monde.

Le voyage, organisé par l'association *Friends of Chernobyl Centers United States* (FOCCUS) de Madison, dans le Wisconsin, a commencé par la capitale de l'Ukraine, Kiev, située à une

centaine de kilomètre au sud du site de Tchernobyl. Nous nous sommes ensuite rendus à Slavoutitch, une ville de 27 000 habitants, où vivent les 4 000 personnes travaillant actuellement à Tchernobyl et leurs familles. Parmi eux certains ont été évacués en 1986 de Pripiat, la ville d'origine des employés de Tchernobyl, toujours inhabitable du fait de la contamination causée par l'accident.

Selon des représentants de la ville, Slavoutitch se bat depuis l'an 2000 pour évoluer vers un nouveau rôle en tant que centre national d'expertise nucléaire, particulièrement en matière de déclassement de réacteurs RBMK, du type de celui de Tchernobyl. Selon eux, l'avenir de la ville dépend de la poursuite des travaux à Tchernobyl, où le dernier des quatre réacteurs a été fermé en 2000 sous la pression de plusieurs gouvernements occidentaux.

De Slavoutitch, notre groupe s'est rendu à la centrale de Tchernobyl par le train réservé aux travailleurs. Au cours du trajet, d'une durée d'une heure, nous sommes brièvement passés dans le Belarus, qui a reçu l'essentiel des retombées des Tchernobyl.² Lorsque la centrale est apparue à travers les brouillards matinaux au dessus des paysages de marais, nous avons mis en route nos caméscopes pour filmer le symbole des errements de la technologie du XX^e siècle : le « sarcophage » de béton gris qui recouvre le réacteur détruit. (à la différence des tombes de pierre qui accueilleraient les dépouilles des riches Grecs, le sarcophage de Tchernobyl ensevelit un coûteux réacteur nucléaire.) Les travailleurs qui nous accompagnaient nous ont immédiatement demandé d'arrêter nos caméras. Du fait des inquiétudes portant sur le terrorisme, la sécurité est très stricte à Tchernobyl.

Une fois arrivés à la centrale, nous avons remis nos passeports et nos couteaux de poche, déballé nos sacs à dos ou nos sacs à main pour l'inspection, puis nos noms ont été vérifiés à partir d'une liste fournie avant notre arrivée. De la salle d'observation, notre arrêt suivant, nous avons pu voir l'énorme sarcophage ainsi que des détecteurs de radioactivité placés sur les murs en vis-à-vis de la salle de 9 m de large, indiquant à quelle rapidité l'intensité du rayonnement augmente au fur et à mesure qu'on se dirige vers le sarcophage.

L'accident et le sarcophage

L'explosion de 1986 a fait sauter le couvercle massif du réacteur comme s'il s'agissait d'une simple pièce de monnaie, le laissant coincé et suspendu de travers à l'intérieur du réacteur en ruines. Le cœur du réacteur a pris feu, entraînant le plus grand rejet non militaire de radioactivité de l'histoire estimé entre 100 et 200 millions de curies de produits de fission.³

Le sarcophage de béton a été construit, en six mois environ, au-dessus du réacteur détruit, par un nombre de travailleurs estimé à 250 000, qui sont intervenus en milieu très radioactif. Vingt ans de minima et maxima de températures saisonnières plus des interstices existant dans les structures d'origine, ont entraîné des vides qui représentent aujourd'hui la surface d'environ 13 terrains de football américain.⁴ Les oiseaux et les animaux vont et viennent, la radioactivité s'échappe, et la neige et la pluie s'accumulent à l'intérieur.

Il est envisagé de construire une immense nouvelle enceinte, destinée à enfermer complètement le sarcophage actuel ainsi que la salle des turbines qui lui est contiguë. Cette nouvelle structure,

dont le coût prévu est supérieur à 1 milliard de dollars, minimisera la peur d'une possible libération des 10 tonnes de poussières radioactives accumulées dans les ruines si le sarcophage vieillissant venait à s'effondrer. Parmi les autres matériaux radioactifs présents se trouvent environ 180 tonnes de combustibles ou de matériaux contenant du combustible, 64 000 mètres cubes de matériaux de construction, 10 000 tonnes de matériaux de structure en métal et 800–1000 mètres cubes d'eau radioactive.⁵ À la suite d'une réunion en janvier 2006 à Kiev, la Banque européenne pour la reconstruction et le développement, qui gère avec l'Ukraine le Fonds international pour le sarcophage (*Chernobyl Shelter Fund*), a déclaré que l'attribution du contrat pour la construction du nouveau sarcophage devrait intervenir en 2006, l'essentiel de la construction devant être achevé en 2008. Le Fonds international pour le sarcophage est un consortium qui comprend les pays du G8, l'Union européenne, l'Ukraine, la République tchèque, la Finlande, l'Irlande, les Pays-Bas, la Norvège, la Pologne, la Corée du Sud, la Suède et la Suisse.⁶

Le modèle conceptuel du sarcophage à « nouveau confinement sécurisé » a été développé par un consortium comprenant le géant américain de la construction Bechtel Corporation, Battelle Memorial Institute, Électricité de France et un consortium d'entreprises ukrainiennes. Le nouveau sarcophage sera constitué d'une structure en forme d'arche d'une hauteur maximale de 92,5 mètres, une longueur de 150 mètres et une portée intérieure de 245 mètres. Il est suffisamment grand pour loger trois navires de la taille du Titanic.⁷ La structure est conçue pour résister à des charges de neige importantes, résister à des tremblements de terre et des vents violents et supporter quatre ponts roulants capables de soulever 50 tonnes chacun. Même s'il n'arrête pas les rayonnements, il fournira une enceinte résistant aux intempéries pendant plusieurs générations de travailleurs et les grues télécommandées et les machines de découpe de métaux conçues pour travailler dans des environnements fortement radioactifs.⁸

Pour protéger les travailleurs des importants niveaux de rayonnements ionisants, le nouveau sarcophage sera assemblé à environ 200 mètres de l'ancien. Avant que la construction puisse commencer, la zone d'assemblage doit elle-même être débarrassée du sol contaminé par la radioactivité, notamment d'environ 800 tranchées creusées à la hâte en 1986 et 1987 pour enfouir les débris radioactifs provenant de l'explosion.⁹ Un ancien agent de décontamination m'a confié que les emplacements des tranchées sont mal connus, et qu'il sera donc difficile de les retrouver et d'en retirer le contenu sans danger.

La ville de Tchernobyl

La centrale de Tchernobyl est située à une vingtaine de kilomètres de la ville de Tchernobyl, vieille de 800 ans, dont environ 18 000 habitants ont été évacués après l'accident. Aujourd'hui, les rues sont abandonnées, les mauvaises herbes ont envahi les jardins, les vitres des maisons sont brisées et le matériel agricole est rouillé et jonché de pommes pourries. Tchernobyl a été vidée par un désastre technologique que ses habitants ont à peine compris ; comme d'autres communautés anéanties par l'accident, c'est un endroit triste.

Mais la ville n'est pas complètement vide, même s'il est contraire à la loi d'y résider. Quelques anciens sont revenus et quelques familles plus jeunes occupent des maisons contaminées mais où elles n'ont pas de loyer à payer. Pour eux, les risques pour la santé sont compensés par la gratuité

du logement. C'est un pari ; la radioactivité ne les rendra peut-être jamais malades, ou peut-être pas très malades, ou peut-être pas pendant beaucoup d'années. Pour les plus âgés, la radioactivité est un souci moins important. Ils mourront avant le développement d'un grand nombre de cancers. Pour eux, un exil permanent de leur ville natale serait un destin plus cruel.

Un des couples de personnes âgées avec qui nous avons eu l'honneur de parler, Anastasia et Nikolai, ont survécu à la famine dans les années 1930 du temps de la dictature brutale de Joseph Staline, et à l'accident de Tchernobyl à une vingtaine de kilomètres de chez eux. Anastasia, dont le sourire révélait des dents en métal en haut et en matière plastique en bas, parlait si vite que notre interprète parvenait tout juste à traduire, pendant que son mari se contentait de sourire et gardait les yeux rivés sur le sol.

Anastasia avait huit ans quand Joseph Staline, pour punir les Ukrainiens de leur résistance à la collectivisation des terres, a envoyé des soldats dans toute l'Ukraine pour réquisitionner les récoltes de céréales de 1932 et 1933. Jusqu'à 7 000 000 d'Ukrainiens sont morts de faim pendant ces années.¹⁰ Anastasia nous a décrit les ventres gonflés des gens mal nourris de cette époque, dont elle faisait partie. Du temps des Soviétiques, elle et Nikolai travaillaient dans une ferme collective : il conduisait un tracteur et elle travaillait comme concierge d'école et ouvrière agricole. Elle nous a donné son opinion sur l'accident de Tchernobyl sous forme de question : « Pourquoi est-ce qu'ils ont construit une centrale nucléaire à 20 kilomètres d'une ville de 18 000 habitants ? » Selon Anastasia, les autorités n'ont rien dit aux gens lors de l'accident et n'ont donné aucun conseil sur la façon de se protéger de la radioactivité.

Pendant que nous parlions avec Anastasia et Nikolai, mon amie Natalia Manzurova écoutait. Natalia, biologiste nucléaire inscrite sur le registre national russe des personnes pour lesquelles on a diagnostiqué une maladie liée à Tchernobyl, faisait partie des plus de 700 000 soldats et civils soviétiques envoyés comme « liquidateurs » pour décontaminer après l'accident.¹¹ Elle a travaillé sur place pendant 4 ans et demi et s'est jointe à notre groupe pour donner un témoignage direct de la « décontamination » à Tchernobyl. Comme beaucoup d'autres, Natalia porte un « collier de Tchernobyl », une cicatrice au bas de la gorge provenant d'une opération de la thyroïde suite à une exposition à l'iode radioactif. Plusieurs fois par an, Natalia reçoit la visite de ce qu'elle appelle « l'ambassadeur de Tchernobyl », une métaphore pour les fréquents rhumes et manques d'énergie qui tiennent au mauvais fonctionnement de son système immunitaire hérité de son ancienne exposition à la radioactivité.

Pripiat

Nous avons également visité la ville de Pripiat, là où vivaient les travailleurs de Tchernobyl et leurs familles. Dans le contexte chaotique d'avril 1986, environ 45 000 personnes ont été évacuées de Pripiat trois jours après l'accident, dans un millier de cars réquisitionnés de Kiev.¹² On leur a demandé de ne prendre que leurs papiers, un change de vêtements et un petit peu de nourriture pour le voyage en car, en leur disant qu'ils seraient de retour chez eux dans quelques jours. Ce fut la dernière fois que la majorité des résidents de Pripiat ont vu leurs maisons et ce qu'ils possédaient.

Il a fallu un certain temps pour se rendre compte que la totalité de la ville était devenue

inhabitable du fait d'une contamination invisible, sans goût et sans odeur. Pendant que notre car se frayait un chemin dans des rues envahies de mauvaises herbes et contournait les branches basses des arbres qui avaient poussé dans les fissures de la chaussée, je ne pouvais m'empêcher de me demander si dans quelques décennies Pripiat serait couverte comme une ancienne cité maya dans la jungle du Yucatan.

Aujourd'hui, nous a expliqué Natalia, des gardes et des clôtures contrôlent l'accès à Pripiat, mais le pillage de la ville a commencé peu après le départ de ses habitants en 1986. Certains de ces biens contaminés sont maintenant en la possession de personnes qui ne se doutent de rien, qui sont irradiés chez eux par des appareils ménagers ou d'autres objets volés à Pripiat.

Malgré le pillage et les montagnes de mobilier, appareils électroménagers ou autres objets contaminés transportés par les militaires pour être enterrés, il reste des traces des vies du passé à Pripiat. Dans un vieux hangar, nous avons découvert des banderoles de deux mètres de haut représentant des dirigeants soviétiques, toujours en attente du début du défilé du Premier Mai 1986 à Pripiat. J'ai pu y reconnaître le portrait de celui qui a été longtemps l'ambassadeur de l'Union soviétique aux États-Unis, Andréï Gromyko. Une urne pour les élections avec des restes de rubans rouges et un moulage en aluminium du marteau et de la faucille soviétiques sont posés à côté, souvenir des élections de style soviétique, dans lesquelles les candidats communistes sans opposants « remportaient » des majorités de 99 %. Certains pensent que l'accident de Tchernobyl a largement contribué à la chute du système soviétique. La politique de glasnost (transparence) de Gorbatchev a révélé une histoire qui répugnait aux citoyens soviétiques ; Tchernobyl a été considéré comme la goutte qui a fait déborder le vase.

Non loin de l'entrepôt, nous avons trouvé les restes d'une fête foraine avec des manèges, une grande roue et un entassement de voitures tamponneuses cabossées. J'imaginai les enfants, maintenant entre 20 et 30 ans, juchés sur les épaules de leurs pères et mangeant de la barbe à papa il y a 20 ans. Une mesure sur une touffe d'herbe à côté des voitures tamponneuses a indiqué 1 259 microontgens/heure de radioactivité, le niveau de rayonnement le plus élevé que nous ayons rencontré pendant l'ensemble du voyage, légèrement supérieur même à notre relevé le plus élevé à la centrale.

Dans les salles saccagées d'une grande école maternelle, nous avons trouvé un tank soviétique miniature, des bureaux cassés et des livres jonchant le sol au milieu de la poussière et des vitres brisées. Les enfants des employés de Tchernobyl étaient privilégiés parce que leurs parents travaillaient dans une installation nucléaire. Entre autres avantages, ils bénéficiaient de bus modernes, d'un service téléphonique fiable et de plus de salles de cinéma, de bibliothèques, d'écoles et de complexes sportifs que la plupart des Soviétiques.

Dans un coin de l'école, je suis tombée sur une pile de gravures en sérigraphie. Pendant 29 ans, j'ai imprimé en sérigraphie et je possédais un atelier d'imprimerie à Santa Fé, au Nouveau Mexique, et ces gravures m'intéressaient beaucoup. Chacune représentait un métier différent. Il y avait des hommes et des femmes qui appliquaient du plâtre sur des murs, manœuvraient des équipements de terrassement, posaient des briques, coulaient du béton et construisaient des immeubles d'habitation. J'ai pensé en emmener un avec moi, mais la poussière contaminée en faisait un souvenir trop risqué.

Notre dernier arrêt à Pripiat s'est fait sur le toit d'un immeuble d'habitation. Natalia nous expliqua qu'un an après l'accident, des soldats avaient retiré tout ce qu'il y avait dans cet immeuble, des postes de télévision jusqu'aux couches pour bébé. Avant que leur travail ne commence, d'autres équipes avaient visité des milliers d'appartements à Pripiat pour inscrire et emballer des effets de valeur, comme des bijoux et des icônes, pour les rendre à leurs propriétaires. Natalia nous a raconté qu'elle avait fait partie de l'une de ces équipes d'inventaire. Certains objets pouvaient être nettoyés, d'autres non. Pour empêcher le pillage, des objets contaminés tels que des objets en verre ont été brisés et des tissus et des habits de fourrure ont été taillés. La valeur de tout ce qui était resté dans les appartements de Pripiat a été divisée par le nombre d'appartements pour trouver une valeur moyenne. Le gouvernement soviétique a donné la même somme à chaque habitant, une bonne affaire pour certains, une perte pour d'autres.

Les soldats ont ensuite ficelé le tout dans des draps et l'ont jeté par la fenêtre dans la rue pour le faire emporter jusqu'à des sites d'enfouissement à l'extérieur de la ville. Natalia et ses collègues vivaient dans la ville de Tchernobyl à cette époque et faisaient le trajet aller et retour à Pripiat dans des cars qui ont été ensuite connus sous le nom de « cars des pleurs ». De temps en temps, un des occupants du car, voyant ses affaires jetées par la fenêtre ou traînant dans les rues, se mettait à pleurer. Quand cela arrivait, les conversations s'arrêtaient dans le car.

Pour atteindre le toit de l'immeuble, nous avons grimpé 16 étages dans des escaliers jonchés de vitres brisées, de mobilier et d'une épaisse couche de poussière contaminée. En montant les escaliers, Natalia s'est couvert la bouche et le nez avec un mouchoir. J'ai fait la même chose mais nos compagnons semblaient ne pas avoir conscience de l'éventuel danger de respirer des poussières radioactives. Le point de vue depuis le toit de l'immeuble méritait l'ascension. À deux kilomètres de là, entourés de marais, on apercevait les bâtiments du réacteur et le sarcophage. À nos pieds, dans toutes les directions, s'étendait un paysage urbain de places désertes, d'immeubles d'habitation de grande taille et de rues envahies par les arbres. Sur le mur d'un immeuble, une fresque peinte du fameux profil de Vladimir Lénine encourageait Pripiat à construire l'avenir radieux du socialisme, alors que tout autour de nous on pouvait voir l'échec de cet objectif.

Tchernobyl reste un avertissement pour nous aujourd'hui. Le site de l'accident nucléaire ne peut être clôturé et abandonné, pas plus qu'il ne peut être ramené à son état d'origine. Une fois la destruction accomplie, la contamination va rester pendant des siècles. Les coûts économiques et sanitaires sont effarants. Il existe des alternatives viables à l'énergie nucléaire et nous devons œuvrer à ce que ces alternatives deviennent les technologies acceptées qui permettent au monde de produire l'électricité.

Quelques Repères sur l'Accident de Tchernobyl

Le programme de recherche de l'ANDRA est excellent dans certains domaines, satisfaisant

dans d'autres, et il est insuffisant ou laisse à désirer dans d'autres cas.

- Tôt le matin du 26 avril 1986, le réacteur numéro 4 de la centrale nucléaire de Tchernobyl a explosé au cours d'un essai de sûreté. Il ne s'est écoulé qu'une minute et demie entre le moment où les opérateurs ont reçu un message informatique les prévenant d'arrêter le réacteur et l'explosion.
- Le feu à l'intérieur du cœur du réacteur s'est consumé pendant dix jours et a donné lieu à un rejet de 80 millions de curies de radioactivité au cours de cette période. Des rejets relativement moins importants ont continué dans les mois qui ont suivi.
- L'Ukraine, le Belarus et la Russie ont reçu la plus grande partie des retombées radioactives issues de l'accident, mais une partie de celles-ci a touché l'ensemble des pays de l'hémisphère nord. On a découvert des points chauds 1000 fois supérieurs à la radioactivité naturelle jusqu'à 300 kilomètres de la centrale.
- Après quelques retards, les autorités ont procédé à l'évacuation de 130 000 personnes de la « zone d'exclusion », une zone circulaire située dans un rayon de 30 kilomètres autour de la centrale. L'agriculture et le commerce ont été interdits dans cette zone. En juin 1986, 113 villages extérieurs à la zone d'exclusion ont aussi été évacués.
- Il existe des évaluations très différentes sur les conséquences sanitaires. Le nombre officiel des décès immédiats (c'est-à-dire des agents de décontamination ayant reçu des doses mortelles d'irradiation) est de 31, mais ce chiffre ne tient pas compte des personnes qui sont tombées malades plusieurs mois ou années après l'accident. Les estimations de morts supplémentaires par cancer causées par l'accident vont de 200 à 600 pour l'ancienne Union soviétique, à 280 000 au niveau mondial, sans compter le groupe de ceux qui ont été les plus gravement exposés, les agents de décontamination et les soldats de Tchernobyl qui sont morts suite à leur irradiation.

Source: Arjun Makhijani et Scott Saleska, *The Nuclear Power Deception : U.S. nuclear mythology from electricity "too cheap to meter" to "inherently safe" reactors*. Rapport de l'*Institute for Energy and Environmental Research* (Apex Press, New York, 1999), pp. 153–164.

Les conséquences sanitaires de Tchernobyl

On a beaucoup écrit sur l'impact sanitaire de Tchernobyl, depuis les premiers bilans qui faisaient état du décès d'un peu plus de 30 personnes parmi les personnels de secours, jusqu'à des estimations de cancers mortels supérieurs de plusieurs ordres de grandeur.

Même si l'IEER n'a pas réalisé d'évaluation indépendante des données, il semble raisonnablement fondé de formuler les observations suivantes sur l'impact sanitaire de l'exposition à la radioactivité due à l'accident de Tchernobyl en 1986, à partir des informations disponibles et fiables, des connaissances les plus récentes sur les faibles niveaux de radioactivité (le rapport BEIR VII 2005 de la National Academy of Sciences) et du bon sens.

Une étude restreinte des Nations unies souligne les points suivants :

- Environ 4 000 cas de cancer de la thyroïde, essentiellement parmi les enfants des populations les plus exposées ;
- 59 décès, dont 9 enfants morts de cancer de la thyroïde et 50 morts parmi les personnels de secours ;
- On estime à 3 940 le nombre de cancers mortels au sein des personnels de secours et des personnes situées dans les zones les plus affectées.

Toutefois, l'étude des Nations unies ne prend pas en compte les conséquences pour la grande majorité des gens. En effet, elle ne prend pas en considération l'hypothèse de la relation linéaire sans seuil, selon laquelle toute augmentation incrémentale des rayonnements ionisants entraîne un risque accru de cancer. Le nombre total de cancers mortels sera probablement bien supérieur à 4 000 lorsqu'on utilisera les coefficients de risque de cancer de BEIR VII et quand on tiendra compte des populations exposées au niveau mondial, y compris les travailleurs qui ont construit le premier sarcophage et ceux qui construiront la nouvelle structure de confinement et veilleront à la sûreté du réacteur pour un avenir indéfini. L'incidence totale des cancers sera de deux fois environ celle des décès par cancer.

Il est possible également qu'interviennent des malformations de développement dues à l'irradiation de la glande thyroïde des enfants, de l'irradiation des fœtus in utero ou d'un manque de soins adaptés pour d'importantes tranches de la population. Des dommages pour l'environnement, pour les plantes et les animaux de la zone touchée, ont également eu lieu et se poursuivront probablement.

Il faut également noter que le nombre des cancers est probablement sous-estimé du fait de l'effondrement du système de soins après la dislocation de l'Union soviétique, non seulement en Ukraine et au Belarus, mais aussi en Russie

— Arjun Makhijani, IEER

*Le Forum de Tchernobyl, *Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts*, septembre 2005. Sur le web : www.iaea.org/NewsCenter/Focus/Chernobyl/. Le Forum de Tchernobyl est constitué de huit agences des Nations unies et des gouvernements de Belarus, Russie et Ukraine. Les agences de l'ONU sont l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), l'Organisation mondiale de la santé

(OMS), le Programme des Nations unies pour le développement (PNUD), l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE), le Bureau de coordination des affaires humanitaires des Nations unies (OCHA), le Comité scientifique des Nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR) et la Banque mondiale.

Informations complémentaires sur Tchernobyl

- Zhores Medvedev, *The Legacy of Chernobyl* (New York: W.W. Norton, 1990, réimpression 1992)
- Alla Yaroshinskaya, *Chernobyl: The Forbidden Truth* (Jon Carpenter Publishing, 1993)
- Svetlana Alexievich, Keith Gessen (traducteur), *Voices from Chernobyl* (Dalkey Archive Press, 2005)
- International Chernobyl Research and Information Network : www.chernobyl.info
- Dossier d'information sur la Commission américaine de la réglementation nucléaire (NRC) : www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/fact-sheets/fschernobyl.html

LES NOTES BAS DE PAGE

¹ Cathie Sullivan siège au Comité directeur de Nuclear Watch au Nouveau Mexique, un groupe travaillant sur les questions liées au Laboratoire national de Los Alamos. Avec sa collègue Natalia Manzurova, qui a travaillé sur le site de Tchernobyl, elle a voyagé en Russie et en Ukraine et a discuté des problèmes de santé liés à l'irradiation avec des groupes de liquidateurs. Ce carnet de voyage reflète ses opinions.

² Ivan A. Kenik, "Belarus: a small country faces 70 percent of the fallout," *DHA News*, septembre–octobre 1995. Département des affaires humanitaires des Nations unies. Sur le Web : www.un.org/french/ha/tchernobyl/fallout.htm. Consulté le 7 février 2006.

³ Après correction de la décroissance à 10 jours après le début de l'accident. Jaurès Medvedev. *The Legacy of Chernobyl*. New York, W.W. Norton, 1990, réimpression 1992. Tableau 3.1, p. 78.

⁴ Nuclear Energy Institute, *Source Book: Soviet-Designed Nuclear Power Plants in Russia, Ukraine, Lithuania, Armenia, the Czech Republic, the Slovak Republic, Hungary and Bulgaria*, 5e édition. Washington, D.C.: NEI, 1997. P. 208. Sur le web : www.insc.anl.gov/neisb/neisb5/. Consulté le 12 mars 2006.

⁵ Ibid., p. 206.

⁶ "G8 Global Partnership Sets Out Its Priorities," *Insight* (Revue de l'International Chernobyl Center), Numéro 15, 2006, p. 6–7. Sur le Web : www.chernobyl.net/en/insight/.

⁷ "New Shelter Design Selected," *Insight* (revue de l'International Chernobyl Center), Numéro 2, 2001, p. 10.

⁸ Eric Schmieman, Matthew Wrona, Philippe Convert, Yuriy Nemchinov, Pascal Belicard, Michael Durst, Valery Kulishenko, and Charles Hogg, "Conceptual Design of the Chernobyl New Safe Confinement—An Overview," Bechtel Technical Paper, 2004. Sur le Web : www.bechtel.com/PDF/BIP/29844.pdf. Consulté le 12 mars 2006.

⁹ Interview de Yuri Risovansky par David R. Marples, "Revelations of a Chernobyl Insider," *Bulletin of the Atomic Scientists*, Déc. 1990, p. 16, 19; Yuri M. Shcherbak, "Ten Years of the Chernobyl Era," *Scientific American*, avril 1996, p 48.

¹⁰ "Ukrainian Famine" dans le cadre de l'exposition des Archives soviétiques de la Bibliothèque du Congrès. Sur le web : www.ibiblio.org/expo/soviet.exhibit/famine.html. Consulté le 7 mars 2006.

¹¹ "Chernobyl's 700,000 "Liquidators" struggle with psychological and social consequences," IAEA Staff Report, août 2005. Sur le web : www.iaea.org/NewsCenter/Features/Chernobyl-15/liquidators.shtml. Consulté le 7 mars 2006.

¹² Medvedev, p. 138.

[Énergie et Sécurité No. 35 Index](#)
[Énergie et Sécurité Index](#)
[IEER page d'accueil](#)

L'Institut pour la Recherche sur l'Énergie et l'Environnement

Envoyez vos impressions à la rédactrice en chef, *Énergie et Sécurité*: [annie\[at\]ieer.org](mailto:annie[at]ieer.org)
Takoma Park, Maryland, USA

(La version anglaise de ce numéro, *Science for Democratic Action* v. 14, no. 1, a été publiée en avril 2006.)

Mise en place octobre 2006