

Le projet international sur Tchernobyl

Des équipes multinationales d'experts évaluent les conséquences radiologiques de l'accident de Tchernobyl dans trois républiques soviétiques

Depuis le printemps de 1990 et jusqu'au début de 1991, des équipes multinationales de spécialistes en radioprotection, en médecine, en agriculture et autres disciplines ont fait une étude critique de la situation radiologique et sanitaire dans diverses régions de Biélorussie, de Russie et d'Ukraine. Dans la région considérée, environ 825 000 résidents de 2225 localités ont été très touchés par l'accident de Tchernobyl de 1986 — environ 25 000 km² de terres ont été fortement contaminés par le césium 137, radionucléide de longue période rejeté dans l'atmosphère lors de l'accident.

Ces équipes appartenaient au projet international sur Tchernobyl mis en œuvre en 1989 à la demande du Gouvernement soviétique. En l'espace d'une année, plus de 200 experts de 25 pays et de sept organisations internationales ont examiné des milliers d'habitants de diverses localités et passé en revue un volume considérable de données communiquées par les services officiels de santé et de radioprotection. Ces équipes ont participé à près de 50 missions techniques.

En mai 1991, les résultats de cette campagne ont été présentés par le Comité consultatif international de 21 membres, créé pour le projet, à une conférence internationale réunie à Vienne au Siège de l'AIEA. Le présent article reprend les passages les plus importants du rapport officiel de ce comité, intitulé *The International Chernobyl Project: An Overview*, publié par l'AIEA*.

Contamination de l'environnement

Il était clair dès le début que cette évaluation internationale ne pouvait être une répétition des quatre années d'efforts que les experts locaux

ont consacrées à l'étude de la contamination de l'environnement d'un territoire aussi vaste. Les experts du projet ont effectué un examen des évaluations officielles, en trois temps.

Premièrement, ils ont passé en revue les données officielles et les méthodes utilisées pour leur acquisition et leur présentation. Deuxièmement, ils se sont rendus auprès de 20 établissements et laboratoires de l'Etat pour étudier leurs méthodes et leurs moyens d'échantillonnage et d'analyse des matières prélevées dans l'environnement et des aliments.

Enfin, ils ont utilisé des méthodes et un matériel indépendants pour mesurer la radioactivité en surface et dans le sol, les sédiments, l'air, l'eau, la végétation, le lait et les denrées alimentaires. Vu le grand nombre de localités affectées et les ressources limitées mises à la disposition du projet, les experts n'ont procédé qu'à des échantillonnages au hasard et à des mesures ponctuelles. Les échantillons prélevés ont été analysés dans des laboratoires de six pays afin d'en déterminer la radioactivité.

CONCLUSIONS. Les mesures et les évaluations effectuées au titre du projet ont permis de corroborer dans l'ensemble les niveaux de contamination en surface par le césium indiqués sur les cartes officielles remises aux équipes du projet. Les résultats de l'analyse d'un nombre restreint d'échantillons de sol obtenus par ces équipes correspondaient aux estimations de la contamination en surface dans le cas du plutonium, mais étaient inférieurs dans le cas du strontium.

Les concentrations de radionucléides mesurées dans l'eau potable et, dans la plupart des cas, dans les aliments provenant des zones examinées étaient nettement inférieures aux niveaux de radiocontamination indicatifs pour les denrées faisant l'objet d'échanges commerciaux internationaux et, bien souvent, à la limite de détection (voir le graphique).

Capacités des laboratoires soviétiques. Les capacités d'analyse des laboratoires soviétiques se sont avérées suffisantes et l'infrastructure pour les analyses d'échantillons de l'environne-

* Voir dans ce bulletin la rubrique des nouvelles publications pour passer commande. Outre ce rapport de synthèse du Comité, l'AIEA publiera dans le courant de l'année le texte intégral des rapports techniques concernant le projet.



En 1990, les équipes du projet ont effectué près de 50 missions techniques pour acquérir l'information et évaluer indépendamment la situation radiologique dans les agglomérations. Elles ont notamment mesuré la radioactivité du sol, de l'air, de l'eau, de la végétation, du lait et des denrées alimentaires, ainsi que la radioexposition de milliers d'habitants. (Photos: Pavlicek/Mouchkin, AIEA)

Domaine du projet

Le projet international sur Tchernobyl a deux fins essentielles: examiner les évaluations de la situation radiologique et sanitaire dans les régions de l'URSS touchées par l'accident de Tchernobyl et évaluer les mesures de protection de la population. Il vise un territoire de quelque 25 000 km² partagé entre la République socialiste soviétique d'Ukraine, la République socialiste soviétique de Biélorussie et la République socialiste fédérative soviétique russe où, selon les autorités, la contamination en surface dépasse 185 kBq/m² (5 Ci/km²), et plus particulièrement



M. Shigematsu. (Photo: Pavlicek, AIEA)

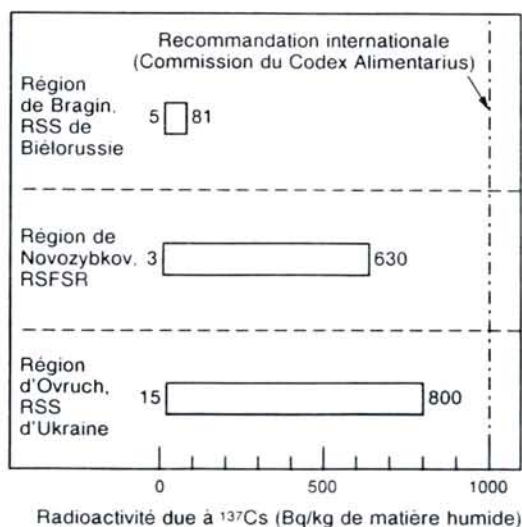
les zones où cette contamination dépasse 1480 kBq/m² (40 Ci/km²). Dans l'ensemble de la région considérée vivent 825 000 habitants répartis entre 2225 localités. Aux fins du projet, 28 localités contaminées et sept localités témoins hors du périmètre de contamination ont été choisies.

Le projet ne disposait pas des ressources nécessaires pour faire des recherches de longue durée exhaustives ou très approfondies, et ce n'était pas non plus son intention. De même, il ne pouvait être question de refaire les innombrables évaluations de la contamination de l'environnement, des niveaux de radioexposition de la population et des effets possibles sur la santé de l'irradiation causée par l'accident. Au-delà du territoire de l'étude, par exemple, vivaient des personnes qui avaient séjourné dans les zones contaminées mais s'étaient par la suite installées ailleurs, ainsi que des membres des équipes d'intervention et autre personnel ayant participé aux opérations de récupération et de nettoyage (souvent appelés les «liquidateurs») sur le site de Tchernobyl. Était également exclue de l'étude la zone interdite de 30 kilomètres autour du réacteur.

Plus de 200 experts venant d'établissements de recherche, d'universités et d'organismes d'Etat de 25 pays, et de sept organisations internationales ont pris part aux travaux. Le plan des opérations a été approuvé, et son exécution surveillée par un comité consultatif international de 21 membres présidé par M. Itsuzo Shigematsu, du Conseil de la recherche sur les effets des rayonnements, à Hiroshima. Parmi les membres figuraient des scientifiques de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), du Comité scientifique des Nations Unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants (UNSCEAR), du Bureau international du travail (BIT), de la Commission des Communautés européennes (CCE) et de l'AIEA. Le comité a déclaré dans son rapport que, malgré diverses contraintes, le projet a été «une initiative humanitaire et scientifique internationale très utile pour répondre aux besoins des autorités et de la population soviétiques touchées par l'accident de Tchernobyl», ainsi qu'une «étape importante» dans l'évaluation des conséquences de l'accident.

Le césium dans les échantillons de régime alimentaire total prélevés dans les localités étudiées

Les analyses effectuées au titre du projet sur un nombre restreint d'échantillons du régime alimentaire total (pain, pommes de terre, légumes verts) prélevés chez des résidents de 11 localités ont révélé des variations relativement importantes des niveaux mesurés de la contamination par le césium.



ment et d'aliments est bien développée. La variabilité de la qualité des résultats obtenus par les laboratoires soviétiques qui ont participé à l'intercomparaison était grande, mais du même ordre que celle relevée lors de comparaisons

internationales antérieures. Les quelques problèmes mis en évidence, notamment la tendance à surestimer la contamination par le strontium, n'ont pas réellement influé sur l'utilisation des données aux fins d'une évaluation prudente des doses.

Il est apparu que les études sur le terrain qui ont été évaluées, même si elles excluaient les «points chauds», avaient donné des résultats valables en ce qui concerne les niveaux moyens caractérisant les dépôts en surface dans une région.

Les vastes programmes de prélèvement d'échantillons d'eaux de surface sont adéquats. Certains problèmes survenus au cours du prélèvement ou de l'analyse des échantillons pourraient entraîner une surestimation éventuelle des concentrations de radionucléides dans l'eau.

Les informations disponibles étaient insuffisantes pour évaluer le matériel et les méthodes de prélèvement d'échantillons de l'air. Même si l'on estime que la remise en suspension dans l'air de matières radioactives ne contribue que très peu à la dose, il convient de noter que ce phénomène, en particulier lorsqu'il survient en

période de travaux agricoles ou par temps sec, ne peut pas être négligé.

Le tri rapide et les techniques perfectionnées localement pour contrôler, de la production à la consommation, les denrées alimentaires mises sur le marché se sont avérés satisfaisants. Les méthodes d'étalonnage des instruments n'ont pas pu être suffisamment évaluées dans le cadre du projet par manque d'informations techniques détaillées.

RECOMMANDATIONS. Un programme devrait être instauré pour déterminer l'importance des «points chauds». Les programmes de recherche sur les caractéristiques des particules fortement radioactives et sur leur apparition dans l'environnement sont justifiés et devraient être poursuivis.

Les techniques de prélèvement et d'analyse d'échantillons d'eau devraient être améliorées pour correspondre aux procédures habituelles. Le risque d'une contamination à long terme des masses d'eau pouvant se répercuter sur la chaîne alimentaire aquatique devrait être étudié. Des travaux de recherche devraient être prévus pour étudier le comportement des radionucléides dans les écosystèmes, la désorption du strontium à partir des sédiments dans les masses d'eau de surface et son incidence dans l'agriculture par le biais de l'irrigation.

Il faudrait lancer un programme pour dresser des cartes officielles à grande échelle et plus détaillées sur la contamination. Un programme de prélèvement et d'analyse d'échantillons d'air devrait être exécuté conjointement par les laboratoires locaux et le réseau de laboratoires internationaux mis sur pied par le Laboratoire de l'AIEA à Seibersdorf, afin de recueillir des informations plus fiables sur l'importance des voies d'exposition par remise en suspension et inhalation.

Radioexposition de la population

Comme dans le cas de la contamination de l'environnement, les experts du projet n'ont pas recommencé ce qui avait été déjà fait par ailleurs, mais se sont efforcés d'évaluer les valeurs officielles de l'exposition par une méthode en trois temps.

Premièrement, ils ont examiné les données officielles sur les doses de rayonnement reçues par des habitants de sept localités choisies pour l'étude. Dans toutes ces localités, la contamination du sol par le césium 137 est supérieure à 555 kBq/m² (15 Ci/km²) et, dans chacune d'entre elles, des denrées alimentaires non contaminées sont mises sur le marché, la consommation de denrées produites localement étant interdite. Les experts du projet se sont rendus auprès de 20 organismes et ministères de RSFSR, de RSS de Biélorussie et de RSS d'Ukraine où ils ont pu examiner et discuter la méthodologie utilisée pour les calculs de dose. Ils ont tenté de reconstituer les évaluations des doses à partir des données officielles qui leur étaient fournies et de discuter directement avec les experts locaux. Toutefois, leurs efforts

se sont vus contrariés par les lacunes de l'information présentée, notamment en ce qui concerne les méthodes employées pour évaluer les doses d'iode 131 à la thyroïde et les niveaux antérieurs de la contamination des denrées alimentaires par le césium.

Deuxièmement, les experts ont évalué la radioexposition des populations choisies à l'aide des méthodes internationalement agréées en se fondant sur une base de données qu'ils avaient établie indépendamment au cours des importants travaux menés en campagne pendant l'été 1990. Ils ont mesuré la radioexposition externe de quelque 8000 résidents et fait des mesures anthroporadiométriques sur 9000 personnes pour en déterminer la contamination interne. Les résultats anthroporadiométriques ont été validés par des laboratoires français et autrichiens ainsi que par le Laboratoire de l'AIEA de Seibersdorf.

Enfin, les évaluations indépendantes faites au titre du projet ont été comparées avec les valeurs officielles de la dose. Bien que l'extrapolation des expositions de l'échantillon de population relativement restreint utilisé pour le projet soit une méthode imparfaite, les résultats sont suffisants pour faire un calcul valable de la radioexposition de l'ensemble de la population.

CONCLUSIONS. Les procédures officielles d'estimation des doses reposaient sur des fondements scientifiques solides. Les méthodes utilisées étaient censées produire des résultats qui ne sous-estimeraient pas les doses.

Exposition externe. L'exposition externe due au dépôt de radionucléides est le facteur qui contribue le plus à la dose dans la plupart des zones, et particulièrement dans celles où des restrictions alimentaires ont été imposées. La méthode appliquée pour le calcul des doses externes est actuellement confirmée par des mesures effectuées localement au moyen de dosimètres thermoluminescents.

Des mesures indépendantes de l'exposition externe ont été effectuées sous les auspices de l'AIEA dans le cadre du projet. Huit mille dosimètres photographiques individuels ont été distribués aux habitants de sept localités. Quatre-vingt-dix pour cent des résultats ont été inférieurs au seuil de détection de 0,2 mSv pour une période d'exposition de deux mois. Ce résultat concorde avec les prévisions que permettent les modèles (*voir le graphique*).

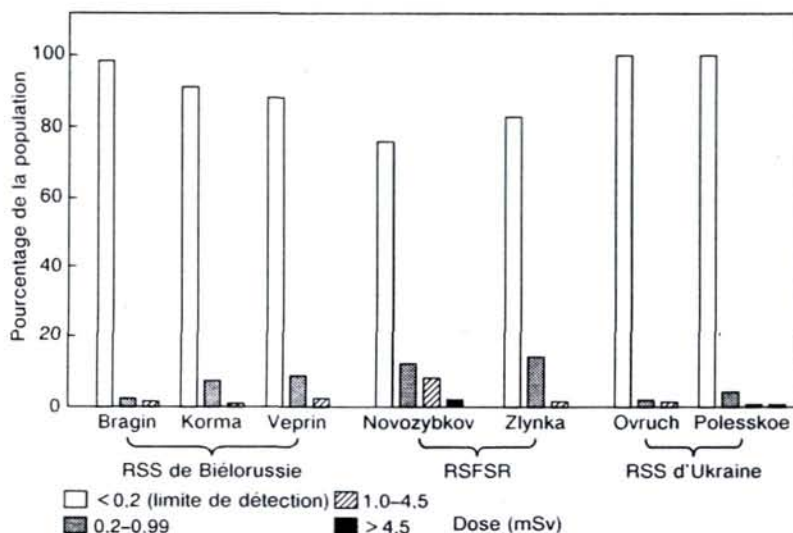
Exposition interne. Les doses dues à l'incorporation de césium au cours des quatre premières années après l'accident ont été estimées par les autorités à partir des mesures du césium incorporé, y compris ¹³⁴Cs et ¹³⁷Cs. La procédure d'estimation des doses à partir de ces mesures est conforme à celle qui a été suivie lors des évaluations indépendantes effectuées dans le cadre du projet.

L'anthroporadiométrie du césium a été effectuée sous les auspices de l'AIEA dans le cadre du projet sur plus de 9000 personnes dans neuf localités. Les résultats ont révélé, d'une manière générale, une teneur corporelle en césium inférieure à celle que permettraient de

prédire la plupart des modèles de transfert environnemental, d'assimilation des aliments et de métabolisme. D'autres pays ont annoncé des résultats similaires pour l'anthroporadiométrie du césium.

Les doses absorbées à la thyroïde dues à l'iode qui ont été communiquées officiellement reposaient sur des mesures effectuées peu après l'accident et sur des hypothèses concernant l'incorporation. Il a été annoncé officiellement que les doses moyennes absorbées à la thyroïde pour les enfants de la naissance à sept ans variaient de moins de 0,2 Gy à 3,2 Gy dans sept localités contaminées étudiées (la valeur calculée de la dose absorbée maximale à la thyroïde, à Bragin, était de 30 à 40 Gy, selon l'annonce officielle). Cependant, aucune vérification indépendante n'a été possible car l'iode avait totalement décru au moment du projet.

Mesures de la dose externe à la population de localités choisies



Comparaison des estimations de doses. Des estimations indépendantes des doses ont été effectuées dans les localités contaminées étudiées à partir des résultats moyens relatifs aux dépôts. On ne pouvait pas supposer que ces hypothèses généralisées retenues pour l'estimation des doses ou les calculs reposant sur des modèles de l'environnement rendraient compte précisément des caractéristiques des sols, des pratiques agricoles et des habitudes de vie dans les localités contaminées étudiées, mais on comptait que les résultats serviraient de base générale de comparaison.

Les fourchettes ci-après représentent les estimations de doses sur 70 ans (1986-2056):

- *Estimations indépendantes pour les localités contaminées étudiées:* dose externe — 60-130 mSv; dose interne (césium) — 20-30 mSv; total (y compris le strontium) — 80-160 mSv.

- *Estimations officielles pour les mêmes localités:* dose externe — 80-160 mSv; dose interne (césium) — 60-230 mSv; total (y compris le strontium) — 150-400 mSv.

Les estimations indépendantes effectuées dans le cadre du projet pour les localités contaminées étudiées sont inférieures aux estimations de dose officielles. Dans l'ensemble, il y a concordance avec un facteur de deux à trois entre les estimations indépendantes et les estimations officielles.

RECOMMANDATIONS. Les procédures officielles d'estimation des doses, qui ont été présentées à l'équipe du projet, utilisaient des modèles déterministes afin de ne pas sous-estimer les doses. Il faudrait mettre au point des méthodes d'évaluation probabiliste des doses pour procéder ultérieurement à des estimations plus réalistes et évaluer pleinement les incertitudes dans les calculs.

Au cours des prochaines décennies, il devrait être possible d'accroître les connaissances scientifiques sur les facteurs de transfert environnemental en étudiant les zones contaminées critiques. La mesure du débit d'exposition externe, de la charge corporelle due au césium ainsi que de la teneur en césium et en strontium des aliments devrait se poursuivre.

Bien que la contribution relative potentielle de la remise en suspension à la dose soit considérée comme mineure, même pour les personnes travaillant à l'extérieur, les doses devraient être évaluées pour des groupes critiques tels que les agriculteurs.

Effets sur la santé

Pour tenter une évaluation des augmentations signalées de la morbidité attribuée à l'accident de Tchernobyl, et pour répondre aux préoccupations, une approche en deux temps a été utilisée dans le cadre du projet. Le premier travail a consisté à passer en revue les chiffres officiels dans les centres et instituts médicaux principaux. Ensuite, on a examiné des habitants des localités étudiées et des localités témoins et l'on a comparé les résultats. Etant donné le peu d'informations médicales existant avant 1986, l'état de santé des habitants des localités contaminées a dû être comparé avec celui d'une population analogue habitant des localités témoins où les niveaux de contamination sont inférieurs mais les conditions socio-économiques comparables. Les résultats ont été examinés par des équipes de médecins et d'épidémiologistes du projet qui ont appliqué une version abrégée d'une méthode épidémiologique courante pour déterminer le risque. Par ailleurs, un spécialiste de la nutrition a examiné des données à Moscou et dans trois républiques, et une équipe volante a visité 13 localités pour étudier le régime alimentaire total.

Toute étude entreprise quatre ans après l'accident devait nécessairement présenter des points faibles et des limitations, et celle-ci n'a pas fait exception. Pour commencer, elle s'est limitée à des populations qui continuent d'être exposées à des rayonnements provenant de l'accident, c'est-à-dire celles qui sont demeurées dans les localités contaminées.

étudiées. Il n'aurait pas été possible de rechercher et d'examiner les personnes qui ont quitté ces localités.

L'étude a porté essentiellement sur des villages et des villes de faible ou moyenne importance car ils se trouvaient dans des secteurs plus contaminés que les grandes villes. Les localités et les groupes de population étudiés ne peuvent pas être considérés comme représentatifs de la situation dans les grandes agglomérations des régions touchées. Nul doute que les vicissitudes du ravitaillement et les variations du régime alimentaire influent sur la nutrition et sur l'état de santé.

Les données officielles étaient très imparfaites. La corrélation des divers résultats entre eux ainsi que la corrélation entre ceux-ci et des données obtenues dans le cadre du projet étaient rendues extrêmement difficiles par l'insuffisance du matériel et les faiblesses de la méthodologie employée.

CONCLUSIONS. On a observé d'importants troubles de santé non liés aux rayonnements chez les populations des localités contaminées et témoins étudiées, mais aucun trouble directement imputable à l'exposition aux rayonnements. L'accident a donné lieu, même en dehors des zones contaminées, à des conséquences psychologiques négatives considérables en termes d'anxiété et de stress dues à une grande incertitude permanente. Ces conséquences ont été amplifiées par les changements socio-économiques et politiques survenant en URSS.

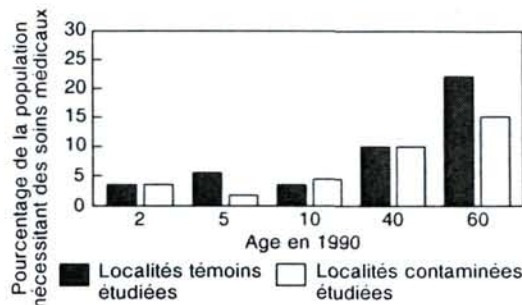
Effets actuels sur la santé attribués aux rayonnements. Les effets nocifs sur la santé qui avaient été attribués aux rayonnements n'ont été confirmés ni par celles des études locales qui ont été bien menées, ni par les études faites dans le cadre du projet.

Nombre de recherches cliniques locales sur les effets sanitaires avaient été mal faites et leurs résultats étaient ambigus et souvent contradictoires. Les raisons étaient notamment les suivantes: absence de matériel en bon état et de fournitures, rareté de l'information due à un manque de documentation et à l'impossibilité de se procurer des publications scientifiques, et manque de spécialistes bien formés. Toutefois, en dépit de ces obstacles, plusieurs des études cliniques locales ont été effectuées avec soin et compétence et l'équipe du projet a été en mesure, dans la plupart des cas, d'en corroborer les résultats.

Résultats des diverses études menées sur le terrain dans le cadre du projet. On a étudié sur place des résidents permanents de localités rurales contaminées (avec une contamination en surface due au césium dépassant 555 kBq/m² (15 Ci/km²) et de localités témoins de 2000 à 50 000 habitants, en utilisant un schéma d'appariement par groupe d'âge. Ces études, effectuées au cours du deuxième semestre de 1990, reflètent la situation sanitaire à ce moment-là. La stratégie retenue, qui visait à résoudre les principaux problèmes sanitaires relevés lors des examens cliniques généraux et

des analyses complexes effectuées en laboratoire, a permis de répondre à la plupart des préoccupations de la population. On n'a pas procédé à un examen complet de chaque individu, et l'étude n'a pas résolu toutes les questions liées aux effets sanitaires éventuels.

● **Troubles psychologiques.** De nombreux troubles psychologiques graves tels que l'anxiété et le stress liés à l'accident de Tchernobyl ont été constatés et, dans les zones étudiées dans le cadre du projet, ces problèmes étaient totalement disproportionnés avec l'importance biologique de la contamination radioactive. Ils prévalent même dans les localités témoins étudiées. Les conséquences de l'accident sont inextricablement liées aux nombreux changements sociaux, économiques et politiques que connaît l'URSS.



Evaluation de l'état de santé général de la population de localités choisies

Une grande partie de la population est très inquiète, sans toutefois agir de cette manière irrationnelle que l'on pourrait qualifier de «radiophobique». La grande majorité des adultes examinés dans les localités contaminées et les localités témoins étudiées croyaient ou soupçonnaient qu'ils avaient une maladie due aux rayonnements. La plupart des adultes habitant tant dans les localités contaminées que dans les localités témoins étaient nés dans la région, et pratiquement tous ont déclaré qu'ils y vivaient depuis leur naissance. Leur réinstallation est donc un sérieux sujet de préoccupation.

Alors que 8% seulement des adultes habitant dans les localités témoins souhaitaient s'installer ailleurs, ceux des localités contaminées étaient tellement inquiets que 72% d'entre eux souhaitaient partir. Les pourcentages des habitants qui estiment que le gouvernement devrait réinstaller l'ensemble de la population sont plus élevés: 20% et 83% respectivement.

● **Situation sanitaire générale.** Dans l'ensemble, les enfants examinés ont été trouvés en bonne santé. Les études sur le terrain font ressortir qu'un nombre important d'adultes des localités contaminées et des localités témoins avaient de sérieux problèmes de santé, et que de 10 à 15% d'entre eux (non compris les hypertendus) nécessitaient un traitement médical (voir le graphique).

● **Maladies cardiovasculaires.** De nombreux adultes souffraient d'hypertension; toutefois, les statistiques portant sur la pression artérielle tant systolique que diastolique ne



Mesure de la radioactivité
dans une habitation
du village Babovichi en
République de Russie.
(Photo: Pavlicek, AIEA)

différait pas dans les localités contaminées et les localités témoins, et étaient comparables aux valeurs publiées pour Moscou et Leningrad.

● *Nutrition.* Il est apparu que le régime alimentaire était peu diversifié mais adéquat. On n'a noté aucune différence marquée entre les habitudes alimentaires dans les localités contaminées et les localités témoins. De même, on n'a constaté aucun effet nocif sur la croissance dû à des restrictions alimentaires, aussi bien volontaires qu'imposées par les autorités à la suite de l'accident.

Les taux de croissance des enfants dans les localités contaminées et les localités témoins étaient sensiblement les mêmes et conformes dans les deux cas aux taux normaux en URSS et ailleurs dans le monde. Dans toutes les zones étudiées, les adultes avaient en général un excès de poids par rapport aux moyennes internationales. L'ingestion et l'excrétion d'iode étaient au niveau inférieur de la fourchette admise. La plupart des autres composants et éléments du régime alimentaire étaient satisfaisants; toutefois, on n'a pas examiné l'ingestion de vitamines.

La proportion d'éléments toxiques (plomb, cadmium, mercure) dans les apports alimentaires était inférieure à celle enregistrée dans nombre d'autres pays et bien inférieure aux niveaux maximaux tolérables fixés par les organisations internationales. On a aussi mesuré les concentrations de plomb dans le sang: elles étaient tout à fait dans les limites normales.

● *Affections de la thyroïde.* On n'a relevé chez les enfants examinés aucune anomalie de la thyroïdienne (TSH) ou de l'hormone thyroïdienne (T4 libre). On n'a décelé aucune différence statistiquement significative entre les localités contaminées et les localités témoins pour chaque groupe d'âge.

Les tailles moyennes de la thyroïde et leur répartition étaient les mêmes pour la population des localités contaminées et des localités témoins. Chez les enfants, les nodules de la thyroïde étaient extrêmement rares; jusqu'à 15% des adultes des localités contaminées et des localités témoins en avaient. Les résultats du projet sont similaires à ceux concernant la population d'autres pays.

● *Hématologie.* On a relevé chez certains jeunes enfants des taux d'hémoglobine faibles et un faible nombre d'hématies. Toutefois, on n'a pas décelé, pour aucun groupe d'âge, de différences statistiquement significatives entre les valeurs dans les localités contaminées et dans les localités témoins. L'examen des leucocytes et des plaquettes n'a révélé aucune divergence entre les différentes populations. Les systèmes immunitaires (jugés d'après le taux de lymphocytes et la prévalence d'autres maladies) ne semblent pas avoir été fortement atteints par l'accident.

● *Néoplasmes.* Un examen des données soviétiques a révélé que l'incidence officielle des cancers avait augmenté au cours des dix dernières années (donc avant l'accident de Tchernobyl) et avait continué de croître après l'accident. L'équipe du projet a estimé que les rapports établis dans le passé étaient incomplets et qu'il était impossible de juger si cette augmentation était due à une incidence accrue de la maladie, à des différences méthodologiques, à l'amélioration du dépistage et du diagnostic ou à d'autres causes. Les données n'ont révélé aucune augmentation marquée de l'incidence des leucémies ou des tumeurs de la thyroïde depuis l'accident. Toutefois, en raison du système de classification utilisé et d'autres facteurs, la possibilité d'un léger accroissement de l'incidence de ces tumeurs ne peut pas être exclue. On n'a pu recueillir à ce sujet que des rumeurs.

● *Cataractes radio-induites.* On n'a pu relever aucun indice de cataracte radio-induite dans l'ensemble de la population.

● *Dosimétrie biologique.* On est en train d'achever les analyses des mutations chromosomiques et somatiques chez les adultes qui ont travaillé à l'extérieur, puisqu'ils sont sensés avoir été les plus exposés. Jusqu'à présent, on n'a décelé aucune différence significative entre les adultes des localités contaminées et ceux des localités témoins. Les données obtenues concordaient avec les estimations de doses établies dans le cadre du projet.

● *Anomalies fœtales et génétiques.* Un examen des données de l'URSS concernant les localités des zones contaminées et des républiques dans leur ensemble a révélé des taux de mortalité infantile et périnatale relativement

élevés. Ces taux prévalaient avant l'accident et semblent diminuer. On n'a constaté aucun indice statistiquement significatif d'une augmentation de l'incidence des anomalies fœtales à la suite de l'exposition aux rayonnements.

Effets tardifs éventuels sur la santé. Les données disponibles examinées n'offrent pas une base suffisante pour déterminer si les leucémies ou les cancers de la thyroïde ont augmenté à la suite de l'accident. Elles n'étaient pas suffisamment précises pour exclure l'éventualité d'une augmentation de l'incidence de certains types de tumeurs.

Sur la base des doses estimées dans le cadre du projet et des estimations du risque radiologique actuellement admises, il serait difficile de discerner les augmentations futures par rapport à l'incidence naturelle de tous les cancers ou des effets héréditaires, même dans le cadre de grandes études épidémiologiques bien conçues et prolongées. Les estimations communiquées sur la dose absorbée à la thyroïde chez les enfants sont telles qu'il pourrait y avoir une augmentation statistiquement décelable de l'incidence des tumeurs de la thyroïde à l'avenir.

RECOMMANDATIONS. Il conviendrait d'étudier les effets nocifs sur la santé que peut avoir la réinstallation avant d'entreprendre toute autre opération de ce genre.

Il faudrait envisager de mettre en place des programmes pour atténuer les effets psychologiques, par exemple des programmes d'information du public. Il faudrait aussi prévoir des programmes d'éducation sur les soins de santé préventifs généraux et sur les effets sanitaires des rayonnements à l'intention des enseignants et des médecins locaux.

La pratique actuelle d'examen médicaux annuels est théoriquement adaptée aux besoins sanitaires de l'ensemble de la population des zones contaminées étudiées. Néanmoins, certains groupes à haut risque (tels que les enfants dont la thyroïde a absorbé une dose élevée) devront faire l'objet de programmes médicaux spéciaux conçus en fonction des risques potentiels.

Il faudrait prendre des mesures énergiques pour améliorer la qualité du matériel médical et du matériel de diagnostic et de recherche, ainsi que l'approvisionnement en fournitures médicales, en manuels et en pièces de rechange.

Les examens cliniques et les recherches devraient mettre l'accent sur le recours à des groupes témoins et à des normes de procédure de contrôle de la qualité appropriées.

Il faudrait améliorer les systèmes de collecte et d'enregistrement des données statistiques utilisées par les scientifiques locaux en adoptant et en appliquant les normes et méthodes acceptées au niveau international.

Les spécialistes locaux de la santé devraient avoir davantage l'occasion de participer à des échanges d'informations et d'obtenir de la documentation scientifique.

Étant donné que les ressources disponibles sont limitées, il conviendrait d'adopter l'idée

du Comité consultatif scientifique de l'OMS sur les effets sanitaires de Tchernobyl, à savoir se concentrer sur d'éventuelles études de cohorte portant sur certaines populations à haut risque. Il est impossible, en raison des difficultés extrêmes et des frais élevés que cela entraînerait, d'entreprendre des études à long terme ou d'examiner toutes les personnes vivant dans les républiques touchées.

Il faudrait prendre des mesures pour résoudre les principaux problèmes de santé, à savoir l'hypertension chez les adultes et l'hygiène dentaire. Il faudrait réévaluer la nécessité de poursuivre les programmes d'iodation du sel; si ceux-ci sont jugés indispensables, il faudrait déterminer l'efficacité du procédé chimique.

Mesures de protection

Les experts du projet ont essentiellement examiné les mesures de protection que les autorités ont appliquées ou proposées à partir de 1990. C'était là un des points essentiels de l'étude internationale demandée par l'URSS. Une étude plus superficielle a été faite des mesures prises avant 1990, afin de déterminer dans quelle mesure l'action antérieure a pu influencer ou forcer les options futures. Ces mesures ont été comparées avec les recommandations internationales et on les a évaluées pour déterminer leur pertinence.

CONCLUSIONS. La nature et l'ampleur sans précédent de l'accident de Tchernobyl ont obligé les autorités responsables à réagir à une situation pour laquelle aucun plan n'avait été établi et à laquelle on ne s'attendait pas. C'est ainsi que nombre des premières mesures d'intervention ont dû être improvisées. En raison de la complexité des événements, les équipes du projet n'ont pas pu enquêter en détail sur bon nombre de mesures prises par les autorités. Dans les cas où elles ont pu évaluer ces mesures, elles ont estimé que l'action globale des autorités avait été judicieuse et conforme aux principes directeurs internationaux en vigueur au moment de l'accident. Certaines mesures auraient sans doute pu être meilleures ou prises à un moment plus opportun, mais il faut les replacer dans le contexte de l'intervention globale.

Les mesures de protection qui ont été prises ou qui sont prévues à plus long terme, quoique bien intentionnées, vont d'une manière générale au-delà de ce qui aurait été strictement nécessaire du point de vue de la radioprotection. La réinstallation et les restrictions concernant les denrées alimentaires n'auraient pas dû revêtir une telle ampleur. Ces mesures ne se justifient pas du point de vue de la radioprotection; cependant, étant donné l'état de stress et d'anxiété des habitants des zones contaminées et vu les attentes actuelles de la population, il est pratiquement certain que tout assouplissement de la politique en vigueur irait à l'encontre du but recherché. On admet toute-

fois que de nombreux facteurs sociaux et politiques doivent être pris en considération et que la décision finale incombe aux autorités responsables. En tout cas, aucune modification ne devrait aboutir à des critères plus restrictifs.

Restrictions concernant les denrées alimentaires. La base sur laquelle reposaient les niveaux d'intervention fixés par les autorités aux fins de l'application de restrictions concernant les denrées alimentaires concordait d'une manière générale avec les recommandations internationales en vigueur au moment de l'accident. Cependant, ces recommandations elles-mêmes étaient très ambiguës. En outre, pour le calcul des niveaux dérivés de concentration de radionucléides fixés par les autorités pour diverses denrées alimentaires, on a pris en considération les personnes les plus exposées, c'est-à-dire le groupe critique, et non l'individu moyen du groupe touché.

Si l'on tient compte des différences dans la formulation des critères, on constate que les niveaux d'intervention fixés par les autorités se situent à la limite inférieure de la fourchette recommandée au niveau international. Compte tenu de l'ampleur de l'accident, de l'importance des restrictions nécessaires et des difficultés d'approvisionnement et de distribution rencontrées dans les zones touchées, des niveaux d'intervention plus élevés auraient pu se justifier.

Les doses effectivement reçues du fait de l'ingestion de denrées alimentaires contaminées étant sensiblement inférieures aux niveaux d'intervention prescrits, en général d'un facteur de 2 à 4, les denrées alimentaires ont peut-être fait l'objet de restrictions qui n'étaient pas nécessaires.

Les conséquences sociales, y compris les coûts, imputables à l'interdiction de consommer certaines denrées alimentaires, étaient dans de nombreux cas disproportionnées avec les doses évitées.

Compte tenu de l'ensemble des facteurs sanitaires et socio-économiques en jeu, l'assouplissement des restrictions qui s'appliquent aux denrées alimentaires devrait être considéré comme une solution préférable à la réinstallation. Dans les zones contaminées, le maintien des restrictions frappant la consommation d'aliments produits sur place entraîne une grave détérioration de la qualité de vie de certaines personnes qui, pour retrouver leur mode de vie antérieur, devraient se réinstaller ailleurs. Il se peut que les niveaux d'intervention relativement bas adoptés pour les restrictions concernant les denrées alimentaires aient exacerbé ces problèmes.

Les autorités ont consenti un effort considérable et largement concluant pour limiter les conséquences de l'accident de Tchernobyl sur l'agriculture. De gros efforts ont aussi été déployés pour réduire les risques radiologiques pour la population en général et pour les travailleurs du secteur agricole et leurs familles en particulier. Les effets sociaux négatifs des mesures de protection prises dans le domaine

de l'agriculture pourraient être encore réduits grâce à l'emploi de certains types de liants du césium.

Réinstallation. Les bases à partir desquelles les autorités ont établi les critères de réinstallation ne sont pas pleinement conformes aux principes actuellement recommandés au niveau international; toutefois, cela ne signifie pas nécessairement que les critères quantitatifs adoptés sont mauvais.

Lors de l'établissement de ces critères, il y a entre les parties concernées (y compris les autorités centrales et locales) des malentendus sur les notions et des problèmes de terminologie qui sont à l'origine de bon nombre des difficultés actuelles:

- Dans la communauté scientifique comme dans d'autres milieux, l'utilisation d'une terminologie imprécise et les malentendus ou les présentations erronées en ce qui concerne certains concepts et principes fondamentaux de radioprotection ont provoqué une grande confusion et quantité de désaccords inutiles en URSS. Cette situation et le fait qu'il a fallu attendre très longtemps avant qu'une stratégie ne soit élaborée et présentée de manière efficace expliquent en grande partie l'absence d'un large consensus sur la politique de réinstallation. De plus, la population touchée a été amenée à perdre confiance dans les mesures qui avaient été prises dans son propre intérêt.

- L'un des principaux malentendus est que l'on n'a pas su distinguer les très grandes différences d'origine et d'objectif qui existent entre les limites de doses recommandées au niveau international pour le contrôle des augmentations planifiées de la radioexposition, d'une part, et les niveaux de doses auxquels il faut intervenir afin de réduire les radioexpositions existantes, d'autre part. Les limites de doses ne sont pas en elles-mêmes des niveaux appropriés pour déclencher une intervention à la suite d'un accident. La dose évitée grâce à la réinstallation est la valeur dont il y a lieu de tenir compte pour juger des avantages radiologiques de la mesure, et lorsque cela est possible, les critères quantitatifs devraient être exprimés en fonction de cette valeur.

Conséquences sociales. Il semble qu'en élaborant leur politique de réinstallation les autorités n'ont pas tenu dûment compte des nombreux aspects négatifs de la mesure. Il ressort d'études conduites dans d'autres domaines que le déplacement en masse de populations aboutit à une réduction de l'espérance de vie moyenne (due à un stress accru et à des changements de mode de vie) et à une moindre qualité de vie dans les nouveaux lieux de résidence.

L'approche prudente qui a été adoptée (c'est-à-dire la surestimation) pour le calcul des doses reçues par les personnes vivant dans les zones contaminées examinées, sous prétexte que c'était là une démarche qui servait au mieux les intérêts de ces personnes, était en principe mal adaptée et contraire aux objectifs fondamentaux d'une intervention. Elle a deux

effets négatifs importants: premièrement, les conséquences radiologiques que pouvait avoir le fait de continuer à vivre dans les zones contaminées ont été exagérées et cela a contribué à aviver inutilement les craintes et l'anxiété de la population; deuxièmement et c'est plus important, certaines personnes seront déplacées inutilement.

Les niveaux moyens de la dose individuelle biochronique qui pourraient éventuellement être évités par une réinstallation, estimés sur la base d'un critère de 350 mSv (35 rem) ou de 40 Ci/km² (1480 kBq/m²), sont du même ordre que les doses imputables au fond de rayonnement naturel moyen ou inférieur à ces doses.

On peut se demander si la population des zones contaminées examinées ou beaucoup de ceux qui préconisent des mesures plus strictes sont pleinement conscients de la modicité des doses qui pourraient être évitées par une réinstallation et des risques qu'elles sont supposées entraîner. Comparé aux risques encourus dans la vie de tous les jours, le risque supplémentaire auquel s'expose un individu demeurant dans la zone contaminée est marginal et ne saurait en lui-même justifier une mesure aussi draconienne que la réinstallation.

Réévaluation de la politique suivie. Du strict point de vue de la radioprotection, il est difficile, voire impossible, de justifier l'adoption de critères de réinstallation plus restrictifs que ceux qui sont actuellement en vigueur dans le programme soviétique (à savoir 40 Ci/km² ou 1480 kBq/m²). En fait, on pourrait raisonnablement justifier un assouplissement de la politique, c'est-à-dire un relèvement des niveaux d'intervention.

Des populations beaucoup plus nombreuses que celles qui vivent dans les localités où les niveaux de contamination dépassent 40 Ci/km² (1480 kBq/m²) doivent être réinstallées. Les doses ainsi évitées seront largement inférieures aux valeurs modestes déjà citées. Dans la pratique, cela signifie que l'on est en train d'appliquer des critères encore plus restrictifs.

De nombreux facteurs, autres que ceux qui entrent strictement dans le cadre des mesures de radioprotection, ont influé de manière importante, voire décisive, sur la politique de réinstallation. La nécessité de rétablir la confiance du public, qui pour de multiples raisons s'est considérablement détériorée au cours des cinq dernières années, et la volonté d'atténuer les craintes et d'obtenir une large acceptation de la politique suivie ont joué un rôle particulièrement important à cet égard. Pour les autorités qui réévaluent actuellement la politique de réinstallation, ces facteurs pèsent bien plus lourd que les considérations relevant strictement de la radioprotection. Cependant, l'importance relative qu'il convient d'accorder à ces facteurs est une question qui doit être tranchée par les autorités compétentes.

Les changements futurs de la politique de réinstallation seront inévitablement influencés par les mesures prises dans le passé. En dépit

des mérites et de la justification d'un changement de politique, il sera difficile de faire accepter des modifications majeures, en particulier si elles impliquent un assouplissement des critères précédemment adoptés.

Cependant, étant donné la situation sociale très difficile que connaissent les zones contaminées examinées, il est presque certain qu'un assouplissement de la politique de réinstallation actuelle (c'est-à-dire le relèvement des niveaux d'intervention) irait à l'encontre du but recherché. Du point de vue de la radioprotection, rien ne justifie l'adoption d'une politique plus restrictive. On devrait s'opposer fermement à une telle démarche, à moins qu'il n'existe des considérations sociales d'importance primordiale.

RECOMMANDATIONS. A l'avenir, il faudrait prendre des dispositions pour constituer, de façon concertée et dans un cadre cohérent, une base de données exhaustive qui contienne toutes les informations nécessaires sur l'application et l'efficacité des mesures de protection adoptées.

Il conviendrait de procéder à une évaluation complète et détaillée des mesures de protection prises (ou prévues) afin de valider les conclusions de l'étude effectuée au titre du projet. Cette évaluation devrait porter sur tous les aspects liés à la radioprotection, et en particulier sur les doses, sur les coûts et sur l'efficacité des mesures de protection.

Dans le domaine de l'agriculture, il faudrait rechercher des mesures susceptibles d'avoir un impact moins négatif sur les pratiques agricoles traditionnelles.

Information du public. Il faudrait continuer de recenser et d'analyser les facteurs qui pourraient inciter la population locale à rester dans les localités situées dans les zones contaminées examinées.

Il faudrait donner aux membres du public des informations plus réalistes, plus complètes sur les niveaux de dose et sur les risques auxquels ils s'exposent en demeurant dans les zones contaminées étudiées. Ces risques devraient être comparés avec les risques de la vie quotidienne et avec ceux que font courir d'autres contaminants de l'environnement, comme le radon et les émissions du secteur industriel.

Allocation des ressources. Il faudrait comparer l'efficacité des moyens consacrés à l'atténuation des conséquences de l'accident et celle des ressources allouées à d'autres programmes d'amélioration de la santé publique.

Pour confirmer la justesse des conclusions tirées en ce qui concerne les localités moyennes, il faudrait entreprendre une analyse coût-efficacité de la réinstallation pour un certain nombre de localités choisies, de manière à englober toute la gamme des caractéristiques rencontrées.

