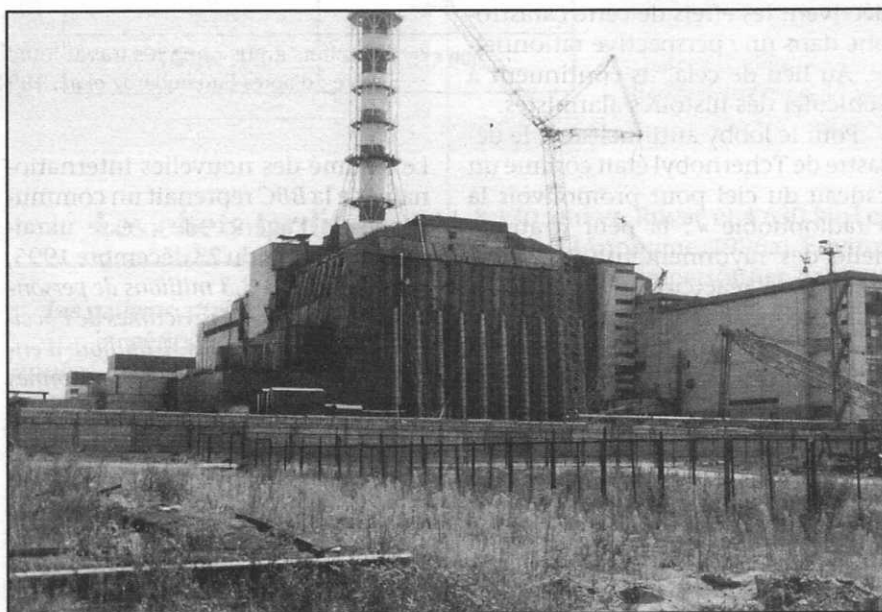


Une évaluation réaliste des effets de Tchernobyl sur la santé

ZBIGNIEW JAWOROWSKI

La peur des radiations, renforcée par les histoires effrayantes de la presse et les politiques incompetentes, a provoqué un grand nombre de maladies psychosomatiques dans la région de Tchernobyl. Un spécialiste des radiations passe en revue la situation et démonte les présupposés erronés des agences de contrôle des radiations.

Zbigniew Jaworowski est professeur au laboratoire de protection radiologique central à Varsovie. Scientifique pluridisciplinaire, il a étudié la pollution des radionucléides et des métaux lourds, et a été président du Comité scientifique des effets des radiations atomiques des Nations unies (UNSCEAR).



Les douze années qui se sont écoulées depuis la catastrophe de Tchernobyl sont amplement suffisantes pour évaluer de façon réaliste les effets aigus et tardifs sur la santé provoqués par cet accident nucléaire.

Les effets aigus sont les décès causés par un syndrome d'irradiation aiguë (SIA) ainsi que par les traumatismes thermiques et mécaniques, alors que les effets tardifs sont les cancers et les maladies héréditaires. Dans ce dernier groupe, le nombre maximum de morts en excès dues aux leucémies radio-induites apparaît entre trois et cinq ans après l'exposition, et les tumeurs solides après neuf à onze ans (Darby *et al.*, 1987). Ainsi, ces effets tardifs — s'il devait y en avoir — devraient être visibles maintenant.

On s'attendait à l'émergence de tels effets tardifs parmi trois catégories de la population : 1) les 106 per-

sonnes qui ont survécu à un SIA après avoir été exposées à de très fortes doses ; 2) les quelques millions d'habitants des régions contaminées en Ukraine, Biélorussie et Russie qui ont reçu des doses similaires à leur « dose-vie » naturelle moyenne (c'est-à-dire la dose reçue pendant soixante-dix ans à cause des radiations naturelles) ; 3) les 600 à 800 000 ouvriers impliqués dans l'assainissement des installations (les « liquidateurs »), qui ont reçu des doses similaires dans la zone des 30 km autour du réacteur de Tchernobyl (**Tableau 1**).

Je vais montrer que le plus grand groupe affecté, et de loin, est celui des personnes appartenant aux trois pays postsoviétiques (Ukraine, Biélorussie et Russie) et que les effets sur leur santé, réels mais psychosomatiques, ne sont pas attribuables aux radiations mais plutôt aux actions et initiatives des autorités politiques et de réglementation ainsi qu'aux médias.

De nombreux programmes internationaux et plusieurs centaines d'études ont été consacrés aux effets de Tchernobyl. Leurs résultats ont été présentés à de nombreux symposiums internationaux ces dernières années (le plus important à ce jour est « One Decade after Chernobyl : Summing up the Consequences of the Accident », Vienne : Autriche, avril 1996) ainsi que dans les publications scientifiques. Les informations maintenant disponibles nous permettent d'estimer le véritable impact de Tchernobyl. Malheureusement, les médias minimisent souvent, ou passent sous silence, les publications qui décrivent les effets de cette catastrophe dans une perspective rationnelle. Au lieu de cela, ils continuent à véhiculer des histoires alarmistes.

Pour le lobby antinucléaire, le désastre de Tchernobyl était comme un cadeau du ciel pour promouvoir la « radiophobie » : la peur irrationnelle des rayonnements ionisants. Lorsque le réacteur de Tchernobyl était encore en feu, les médias transmettaient des informations fausses et terrifiantes. Par exemple, le *London Daily Mail* du 29 avril 1986 titrait sur la moitié de sa première page « 2 000 morts », et rapportait que « 80 personnes ont été tuées sur le coup, 2 000 sont mortes sur le chemin de l'hôpital » et que leurs corps « ne sont pas enterrés dans les cimetières mais à Pirogovo, dans la décharge de déchets radioactifs ».

Le jour suivant, le *New York Post* imprimait en première page « Charniers », et prétendait que 15 000 corps avaient été enfouis dans des puits de déchets nucléaires. Le *National Inquirer* rapportait : « De Tchernobyl, en Russie, on a eu connaissance d'un poulet radioactif monstrueux de 1,80 m, une victime pathétique du plus grave accident nucléaire. [...] Le poulet est plus grand que la plupart des hommes et il doit peser près de 100 kg. » Un mois après la catastrophe, Thomas Cochran du Natural Resources Defense Council à Washington D.C. estimait qu'il y aura 110 000 cancers dus à l'accident de Tchernobyl en Union soviétique, en Europe de l'Est et en Scandinavie (Sweet, 1996).

La couverture de presse ne s'est pas tellement améliorée ces dernières années. Par exemple, Reuters annonçait le 13 octobre 1995 que « 800 000 enfants ont été touchés par Tchernobyl, comme dans une attaque nucléaire ».

Tableau 1

Dose (mGy)	Nbre de patients souffrant de SIA	Nbre de morts
800 - 2 100	41	0
2 200 - 4 100	50	1
4 200 - 6 400	22	7
6 500 - 16 000	21	20
TOTAL	134	28

Les effets aigus chez les travailleurs impliqués dans l'assainissement.
Source : d'après Barkhudarov *et al.*, 1994.

Le résumé des nouvelles internationales de la BBC reprenait un communiqué de l'agence de presse ukrainienne UNIAR du 23 décembre 1995, selon lequel « 3,3 millions de personnes sont devenues des victimes de l'accident parmi lesquelles 1 million d'enfants. [...] Plus de 125 000 personnes sont déjà mortes ». Selon le documentaire de la télévision britannique intitulé « Igor, enfant de Tchernobyl », « 1 million d'enfants souffraient de graves déformations ». Le quotidien polonais *Dziennik Polski* du 8 février 1996 écrivait qu'il y avait « 100 morts par jour à cause de Tchernobyl » et « une augmentation constante des cas de leucémies ». Enfin, en 1996, Greenpeace affirmait que 30 000 personnes avaient déjà succombé des suites de cancers attribuables à Tchernobyl (Sweet, 1996).

Des suppositions erronées

Le facteur le plus important dans la création du mythe de Tchernobyl fut sans doute la supposition selon laquelle n'importe quelle dose d'irradiation, même proche de zéro, a des effets nuisibles. Cette supposition, sur laquelle la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) a établi sa réglementation (CIPR, 1959), est appelée « hypothèse linéaire » ou « hypothèse linéaire sans seuil ». Cela signifie qu'il n'y a pas de seuil, ou de limite, en dessous

duquel les effets des rayonnements (qui sont connus et observés à de fortes doses) cessent d'apparaître.*

Néanmoins, cette supposition contredit les observations expérimentales et épidémiologiques qui démontrent que les faibles doses de rayonnements ionisants sont bénéfiques pour les organismes vivants. Comme l'a documenté le célèbre radiobiologiste suédois, le Pr Gunnar Walinder, la radioprotection et la réglementation de la CIPR reposant sur l'hypothèse linéaire sans seuil représentent un véritable risque pour la santé (Walinder, 1995).

La déclaration de Walinder vaut également en ce qui concerne les conséquences de Tchernobyl : l'application des réglementations de la CIPR et les recommandations par les autorités soviétiques et postsoviétiques ont considérablement aggravé la souffrance, la morbidité et l'appauvrissement de la population dans de vastes régions d'Ukraine, de Biélorussie et de Russie.

Le nombre incroyable de morts attribuées à Tchernobyl, et si souvent cité par les médias, n'est pas le résultat d'observations épidémiologiques. On a d'ailleurs parfois affaire à de purs mensonges, comme dans le rapport UNIAR ou le documentaire de la

* Pour une critique de l'hypothèse linéaire sans seuil voir, par exemple, l'article de T.D. Luckey, « Les effets inattendus de la radioactivité sur la santé », *Fusion*, n°64, janvier-février 1997, et Z. Jaworowski « Hormesis : The Beneficial Effects of Radiation », *21st Century*, Fall, 1994.

télévision britannique mentionné ci-dessus. Plus souvent, il s'agit d'estimations calculées sur la base de l'hypothèse linéaire sans seuil, comme une simple extrapolation des effets observés des bombardements atomiques d'Hiroshima et de Nagasaki. Mais dans ces villes japonaises, les doses étaient plus élevées de plusieurs ordres de grandeur et étaient absorbées dans une période de temps plus courte d'un facteur 10^{15} que ne l'ont été les doses reçues après Tchernobyl.

Il n'existe aucune donnée épidémiologique permettant de conclure à une relation linéaire entre doses et effets dans le cas de Tchernobyl. Des doses d'irradiation prolongée, comme celles de Tchernobyl, ont beaucoup moins d'impact que les seules doses à court terme. De plus, les doses reçues suite à Tchernobyl sont inférieures au niveau des 200 mSv en dessous duquel aucun cancer n'a été détecté à Hiroshima et Nagasaki. Comme le déclarait le Pr Walinder, « la nature hypothétique de cette méthode de calcul (reposant sur la supposition d'une réponse linéaire sans seuil à la dose) est complètement non scientifique et je considère qu'il est plus ou moins criminel d'établir des chiffres de cette sorte, si l'on pense aux dommages et à l'anxiété qu'ils peuvent provoquer [...] ».

Les effets aigus

Au moment de l'accident, il y avait environ 470 personnes sur le site de la centrale nucléaire de Tchernobyl : approximativement 200 membres du personnel en service, 250 ouvriers et 20 pompiers et gardes de service. On a diagnostiqué des SIA chez 134 d'entre eux, c'est-à-dire environ un tiers (Illyin, 1995). Ces patients souffrants d'un SIA ont reçu de fortes doses et 28 d'entre eux sont morts dans les quatre mois qui ont suivi l'accident (**Tableau 1**).

La mort de 26 de ces patients était associée à des lésions cutanées dues aux radiations recouvrant plus de 50% de la surface totale du corps. Deux autres patients sont morts durant les tous premiers jours à cause de graves brûlures thermiques et d'accidents mécaniques. Un autre patient est mort suite à une thrombose coronarienne. Ainsi, le nombre total de morts résultant des effets aigus de l'accident de Tchernobyl s'élève à 31.

Tableau 2

Dose (mSv)	Nbre de personnes
5 - 20	88 000
20 - 50	132 000
50 - 100	44 000
100 - 200	1 500
250 - 250	420
> 250	250
TOTAL	273 000

Répartition des doses à l'organisme entier, entre 1986-1989, chez les habitants des régions contaminées au-dessus de 555 kBq/m² de césium 137.

Source : d'après Barkhudarov *et al.*, 1994.

Les effets tardifs

Les patients atteints de SIA

Sur la période des dix dernières années, parmi les 106 patients souffrant d'un SIA et qui ont survécu la phase aiguë, 14 personnes sont mortes. Ces décès (causés par des accidents de voitures, une infection pulmonaire, la tuberculose, un sarcome à la cuisse, etc.) ne sont pas directement attribuables à l'exposition aux rayonnements (Wagemaker *et al.*, 1996). Il doit y avoir néanmoins un suivi des survivants atteints d'un SIA pendant les deux ou trois prochaines décennies afin de pouvoir distinguer les maladies liées aux effets des rayonnements et les facteurs de confusion que l'on trouve dans toute la population.

Les habitants des régions contaminées de l'ex-Union soviétique et ailleurs

Les effets tardifs sur les habitants des régions contaminées peuvent être estimés grâce à des observations épidémiologiques et sur la base des doses reçues attribuables aux dépôts de radionucléides.

La plus grande contamination recouvre plusieurs régions de Biélorussie, d'Ukraine et de Russie, souvent en forme d'îlots, à des dizaines et des centaines de kilomètres de distance de Tchernobyl. La contamination au césium 137 supérieure à 185 kBq/m² couvre 1 530 km² en Biélorussie,

8 130 km² en Russie et 4 630 km² en Ukraine (Anonyme, 1996a). Environ 1,06 million de personnes habitent ces régions. Même dans les régions contaminées au-dessus de 555 kBq/m², seul un petit nombre de personnes (environ 670) ont reçu, entre 1986 et 1989, des doses à l'organisme entier supérieures à 200 mSv (**Tableau 2**).

On doit noter qu'en dessous de 200 mSv, les études épidémiologiques d'Hiroshima et de Nagasaki n'ont pas révélé une augmentation du nombre des cancers (UNSCEAR, 1994). Néanmoins, l'ex-Union soviétique a entrepris de déplacer massivement les habitants des régions où la contamination au césium 137 était même inférieure à 37 kBq/m² (Anonyme, 1996b).

Des îlots de fortes contaminations ont également été repérés dans des régions éloignées de l'ex-Union soviétique. Par exemple, dans la région norvégienne d'Oppland, la contamination au radiocésium atteignait 104 kBq/m² (Backe *et al.*, 1986), et dans la région suédoise de Gälve, elle a atteint environ 200 kBq/m² (Snihs, 1996). De tels îlots, avec des contaminations au césium radioactif atteignant jusqu'à 120 kBq/m², ont été également localisés en Grèce, en Roumanie, en Suisse, en Autriche et dans le sud de l'Allemagne.

La densité moyenne du dépôt de césium 137 en Europe, en dehors de l'ex-Union soviétique, varie entre 20 Bq/m² au Portugal et 23 000 Bq/m² en Autriche. Ces densités ont été, en général, mesurées dans des couches

de sol de 10 cm d'épaisseur et peuvent être comparées avec la composition naturelle en autres radionucléides (potassium 40, quatorze membres de la famille de l'uranium 238 et les dix membres de la famille du thorium 228) dans le même volume de sol et roches (**Tableau 3**).

Même dans des zones fortement contaminées de l'ex-Union soviétique, le niveau de césium 137 est inférieur au niveau naturel des radionucléides. En Europe, en dehors de l'ex-Union soviétique, la quantité de césium 137 provenant de Tchernobyl est deux à trois fois plus faible que le niveau naturel de radionucléides et, dans de nombreuses régions, inférieure ou similaire aux dépôts moyens provenant des essais d'armes nucléaires, c'est-à-dire 5 000 Bq/m².

Entre 1986 et 1995, les doses moyennes à l'organisme entier dans les régions les plus contaminées de l'ex-Union soviétique, ont été inférieures d'un facteur 3 aux doses-vie moyennes que la population de la Terre reçoit des sources naturelles de rayonnement (**Tableau 2**). Toutefois, dans des régions à fortes radiations ambiantes comme en Inde, par exemple, les habitants ont vécu depuis trente générations avec des doses à l'organisme entier qui sont *vingt fois plus importantes* que celles des régions contaminées d'Ukraine, de Biélorussie et de Russie d'où les personnes ont été évacuées.

Aucun effet néfaste sur la santé n'a été trouvé dans ces régions à forte radiation naturelle. Au contraire, on a constaté que certains résidents de ces régions vivent plus longtemps et ont moins de cancers (par exemple, voir Jaworowski, 1997).

L'United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiations (UNSCEAR) a estimé, pour les habitants de l'hémisphère nord, les doses à l'organisme entier provenant des retombées de Tchernobyl. Ces données suggèrent que la dose-vie ira de 0,004 mSv au Canada, à 2,3 mSv en Bulgarie. En Europe centrale, cette dose-vie atteindra environ 1 mSv, soit près de 0,6% de la dose-vie moyenne naturelle d'environ 180 mSv.

Environ 74% de la dose à l'organisme entier des retombées de Tchernobyl provient du césium 137, 20% du césium 134, 1% de l'iode 131, et 5% d'autres radionucléides (UNSCEAR, 1988).

Tableau 3

Césium 137 de Tchernobyl : Europe sauf ex-URSS	20 - 23 000	UNSCEAR 1988
Césium 137 de Tchernobyl : Régions contaminées d'ex-URSS	40 000 - 5 000 000	OCDE 1996
Césium 137 des essais nucléaires : Europe centrale	5 000	UNSCEAR 1993
Radionucléides naturels : familles de potassium 40, uranium 238 et thorium 228	177 000 - 6 500 000	UNSCEAR 1982

Présence moyenne de césium 137 provenant des retombées de Tchernobyl, des tests nucléaires et des radionucléides naturels dans une couche de 10 cm d'épaisseur de sol (en Bq/m²)

Maintenant, à titre de comparaison : la dose de radiation moyenne du gaz naturel radioactif radon 222 est environ vingt-cinq fois plus importante à l'intérieur qu'à l'extérieur (UNSCEAR, 1988). En Pologne, un pays plus proche de l'ex-Union soviétique, la dose à l'organisme entier naturelle moyenne provenant de l'inhalation de radon dans des bâtiments est de 1,4 mSv. Si un Polonais moyen reste chaque jour à la maison quinze minutes de plus, pendant soixante-dix ans, il recevra du radon une dose naturelle additionnelle équivalente à celle provenant des retombées de Tchernobyl (soit 1 mSv en soixante-dix ans). Ainsi, pour éliminer les effets cancérigènes imaginaires de l'irradiation de l'organisme entier provenant des retombées de Tchernobyl en Pologne, il suffit de rester quotidiennement à l'extérieur de chez soi quinze minutes de plus que d'habitude.

Pas d'augmentation de cancers constatée

Les doses à l'organisme entier reçues à la suite de Tchernobyl, en dehors de l'ex-Union soviétique, sont si petites que l'on devrait s'attendre à aucune augmentation du nombre de cancers ou de maladies héréditaires.

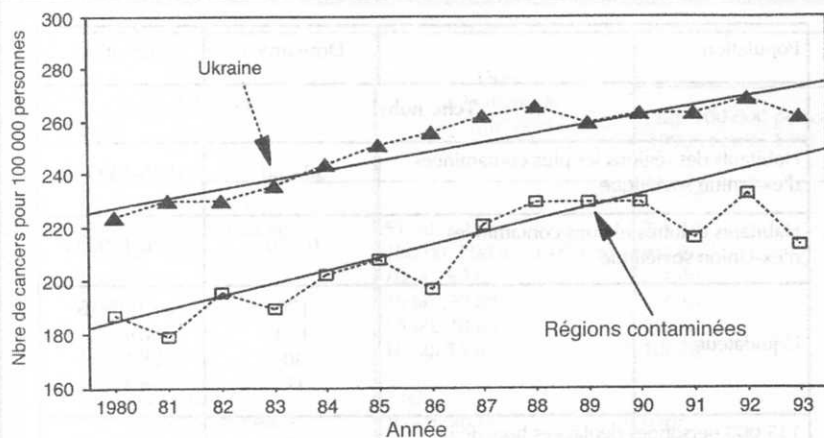
D'ailleurs, aucune augmentation qui puisse être liée aux retombées de Tchernobyl n'a été constatée. Des études épidémiologiques dans dix-neuf pays européens révèlent égale-

ment qu'il n'y a aucune augmentation du nombre de syndromes de Down après mai 1986 (De Wals *et al.*, 1988).

Dans trois études, on a observé une progression statistique significative de la maladie de Down rapportée de Berlin, d'Ecosse et de Suède, mais les retombées de Tchernobyl sont considérées comme un facteur peu probable de l'augmentation (Burkard *et al.*, 1997). Également dans les républiques soviétiques où les retombées de Tchernobyl ont été les plus importantes, il n'y a pas eu de variation dans le nombre d'anomalies congénitales qui puisse être reliée aux radiations (Little, 1993). Ces découvertes confirment les observations précédentes à Hiroshima et Nagasaki, où aucune augmentation des effets génétiques n'a été observée parmi les descendants des survivants (UNSCEAR, 1994).

On n'a détecté aucune augmentation des tumeurs solides ou leucémies attribuable à Tchernobyl dans les pays en dehors de l'ex-Union soviétique (Cardis *et al.*, 1996 ; Parkin *et al.*, 1996). Une augmentation des leucémies infantiles a été rapportée de Grèce (Petridou *et al.*, 1996), parmi les enfants exposés *in utero* à des radiations de Tchernobyl de l'ordre de 0,33 mSv, et d'Allemagne parmi les enfants exposés à environ 0,49 mSv (Michaelis *et al.*, 1997). Petridou *et al.* (1996) ont interprété leurs résultats qui indiquent une augmentation de deux à trois fois des leucémies infantiles en Grèce comme résultant des radiations de Tcher-

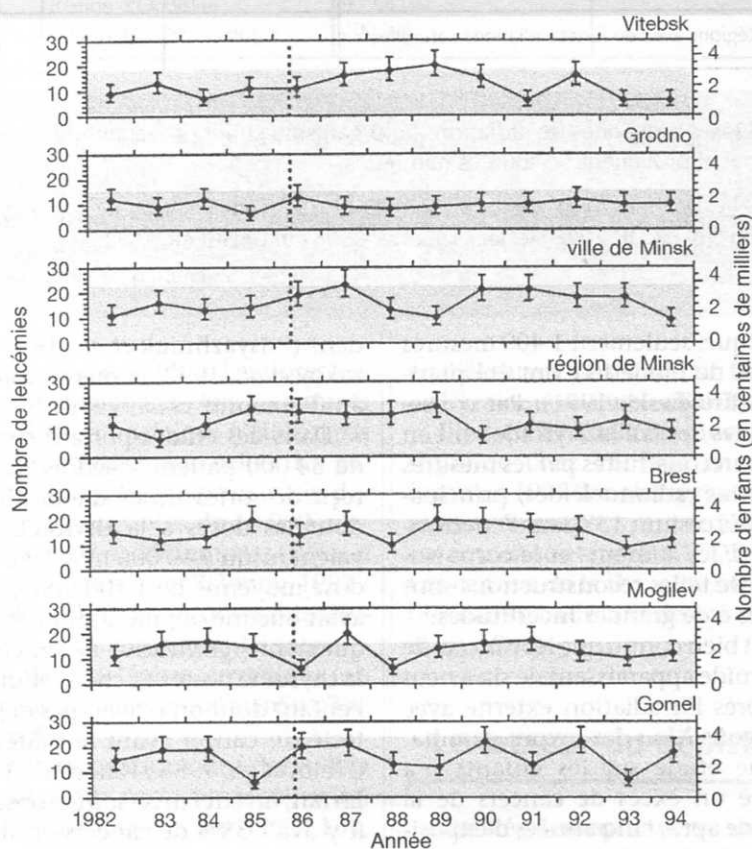
Figure 1



Nombre total des tumeurs malignes dans les régions contaminées d'Ukraine et dans toute l'Ukraine.

Source : Prisyazhniuk *et al.*, 1995.

Figure 2



Nombre de nouvelles leucémies chez les enfants dans les régions contaminées de Biélorussie. La zone grisée montre le nombre de tous les enfants.

Source: Ivanov *et al.*, 1996.

nobyl. Néanmoins, après avoir analysé les résultats en Grèce et en Allemagne, Michaelis *et al.* (1997) concluaient que l'augmentation des leucémies constatée dans les deux pays n'était pas causée par l'exposition dans l'utérus suite à l'accident de Tchernobyl.

Dans les régions à forte contamination de l'ex-Union soviétique, aucune augmentation de leucémies ou de tumeurs solides n'a été constatée, excepté pour les cancers de la thyroïde (voir ci-dessous), dans une étude conduite quatre années après l'accident par un groupe de deux cents experts internationaux (ICP, 1991), et dans des études postérieures (Cardis *et al.*, 1996).

Le nombre de tous les cancers dans les régions contaminées d'Ukraine a augmenté systématiquement dans le temps (Figure 1), comme cela s'est passé dans la majorité des autres pays, principalement à cause du vieillissement de la population (Zatonski, 1993). Dans les régions contaminées de l'Ukraine, ce nombre est inférieur à la moyenne du pays. Dans les régions contaminées de Biélorussie, le nombre de leucémies (dont le maximum doit apparaître vers 1991) n'a pas changé entre 1982 et 1994 (Figure 2).

La majorité des gens vivant dans les régions contaminées ont reçu des doses d'irradiation allant de 5 à 100 mSv. Des études épidémiologiques des survivants d'Hiroshima et de Nagasaki montrent qu'à de telles doses, on peut s'attendre à une *décroissance* du nombre des leucémies et non à une augmentation. Cela a également été mis en évidence par de nombreuses études épidémiologiques concernant les travailleurs de l'industrie nucléaire canadienne, américaine et britannique, les personnes irradiées pour des diagnostics par rayons X ainsi que les personnes irradiées dans les villages de l'est de l'Oural, après l'explosion thermique dans une installation militaire soviétique (pour une revue de ces études, voir Jaworowski, 1997).

Les liquidateurs

Le suivi des travailleurs impliqués dans les opérations d'assainissement en Biélorussie, en Ukraine et en Russie est bien plus précis que l'ensemble de la population de ces pays. L'intensité de ce dépistage peut, en fait, fortement influencer l'incidence des

maladies observée. Parmi les liquidateurs, l'incidence générale des maladies (980 pour 1 000 hommes en âge de travailler par an) est inférieure d'environ 25% par rapport à l'ensemble de la population russe (1 300 pour 1 000), et aucune augmentation dans le taux de leucémies n'a été observée (Tukov et Dzakovéva, 1993).

Selon Logachev *et al.* (1993), le nombre de néoplasmes chez les liquidateurs d'Ukraine n'a pas augmenté durant les sept premières années après l'accident. Parmi les liquidateurs de Biélorussie, le nombre de cancers chez les hommes était inférieur de 22% par rapport à l'ensemble de la population, et de 9% chez les femmes (Okeanov *et al.*, 1996). Des études très bien conçues, reposant sur les comparaisons avec des groupes de contrôle appropriés, ont montré des taux de morbidité et de mortalité pour les liquidateurs identiques à ceux des autres groupes de population (Logachev *et al.*, 1993 ; Nilova *et al.*, 1995 ; Okladnikova *et al.*, 1992).

Les cancers de la thyroïde chez l'enfant

Il est plus difficile d'estimer les effets de la dispersion d'iode radioactif suite à Tchernobyl, et donc la concentration d'iode radioactif dans la thyroïde des habitants des régions contaminées, que d'estimer les effets des radiations sur l'organisme entier. Une des raisons est qu'il existe une grande incertitude dans les estimations des doses à la thyroïde dans ces régions. En plus, les études épidémiologiques des patients ayant reçu de l'iode radioactif (iode 131) pour des raisons thérapeutiques ou de diagnostic, ont mis en évidence un nombre plus faible de cancers de la thyroïde malgré l'exposition à des doses plus importantes que celles reçues par les habitants des régions contaminées.

Même si plusieurs centaines de mesures de l'iode radioactif dans la thyroïde ont été pratiquées en Biélorussie, 150 000 en Ukraine et 60 000 en Russie, ces mesures étaient de faible qualité car pratiquées dans de mauvaises conditions et avec un équipement inadéquat (OCDE, 1996). En Pologne, le pays le plus proche de Tchernobyl en dehors de l'ex-Union

Tableau 4

Population	Dose (mSv)	Exposition
Tchernobyl		
Habitants des régions les plus contaminées d'ex-Union soviétique	50 - 60	1986-1995 (a)
Habitants d'autres régions contaminées d'ex-Union soviétique	6 - 20	1986-1995 (a)
Liquidateurs	170 130 30 15	en 1986 (b) en 1987 en 1988 en 1989
135 000 personnes déplacées hors de la zone de 30 km autour de la centrale	15	en 1986 (c)
Europe Asie Amérique du Nord	0,15 - 1,2 0,0006 - 0,12 ~0,0003	dose-vie (70 ans)
Pologne	0,3 0,9	en 1986 (e) dose-vie
Sources naturelles		
Monde	168	dose-vie (f)
Régions avec de fortes radiations naturelles	1 200	dose-vie (e)

Doses moyennes de radiations à l'organisme entier provenant de Tchernobyl et provenant de sources naturelles.

Sources : (a) Cardis *et al.*, 1996 ; (b) Sevankaev *et al.*, 1995a ; (c) Sevankaev *et al.*, 1995b ; (d) OCDE, 1996 ; (e) Jagielak *et al.*, 1996 ; (f) UNSCEAR, 1988.

soviétique, seulement 1 400 mesures directes de l'iode 131 ont été pratiquées (Krajewski, 1991). Par conséquent, les doses à la thyroïde sont en général reconstruites par les mesures des autres radionucléides, principalement le césium 137 dans l'environnement, les aliments et le corps humain. De telles reconstructions sont sujettes à de grandes incertitudes.

Il est bien connu que les cancers de la thyroïde apparaissent de six à neuf ans après l'irradiation externe avec des rayons X ou des rayons gamma. Aucune étude sur les enfants n'a montré un excès de cancers de la thyroïde après cinq années d'exposition, même après des traitements thérapeutiques à fortes doses (Tucker *et al.*, 1991 ; Ron *et al.*, 1995). Néanmoins, dans l'ex-Union soviétique, l'augmentation du nombre de cancers de la thyroïde a été enregistrée seulement quatre ans après l'acci-

dent (Prisyazhniuk *et al.*, 1991 ; Kazakov *et al.*, 1992) et même après un an (Remennik *et al.*, 1996).

Dans des études portant sur plus de 34 000 patients suédois qui ont reçu de fortes doses d'iode 131, et dont les doses à la thyroïde s'élevaient jusqu'à 40 000 mSv (avec une dose moyenne de 1 100 mSv), il n'y avait aucune augmentation statistiquement significative de cancers de la thyroïde observée chez l'adulte ou l'enfant dont on n'avait pas déjà détecté un cancer avant le traitement (Holm *et al.*, 1988 ; Hall *et al.*, 1996). En fait, un effet inverse a été observé : il y avait 38% de cancers en moins par rapport à la population adulte non irradiée.

Des résultats similaires ont été constatés dans d'autres études sur des enfants qui avaient reçu des doses encore plus fortes d'iode 131 (Holm *et al.*, 1991 ; Tucker *et al.*,

Tableau 5

Région	Dose à la thyroïde (mSv)	Cancers de la thyroïde	
		Pour 100 000 personnes en 1993 et entre 1991 et 1994	Nbre total entre 1986 et 1995 (accroissement depuis 1986)
BIELORUSSIE (totalité)	51 (a)	3,4 (b)	424 [45] (b, c)
Gomel	200 (a), 290 (c), 1 000 (n)	9,4 (b)	9,4 (b)
Mogilev	70 (a), 90 (c)	2,4 (b)	2,4 (b)
Brest	20 (a), 30 (c)	6,7 (b)	6,7 (b)
Minsk	16 (a), 20 (c)	1,1 (b)	1,1 (b)
Grodno	10 (a), 15 (c)	1,5 (b)	1,5 (b)
RUSSIE (totalité)	2 (e)		
Régions contaminées	30 - 63 (d,f)	6 (p)	17 [4 dans 7 régions contaminées] (b, c)
UKRAINE (totalité)	13 (g)	0,39 (i, j)	211 [4] (h, i)
8 régions contaminées autour de la centrale de Tchernobyl	380 (j)	1,1 (i, j)	
Une implantation Kiev	3 300 (k) 18 - 104 ; moyen. 37 (o)		
Nombre total de cancers 652			
POLOGNE* (totalité)	—	0,1 (l)	24 [2] (l)
Occidentale	2 - 30 (m)		
Orientale	10 - 90 (m)		
Région d'Opolskie	9 - 68 (m)		
5% des enfants	200 (m)		

Doses moyennes à la thyroïde provenant de l'iode 131 et cancers de la thyroïde chez les enfants. (*Gamme de doses.)

Sources : (a) Gavrilin *et al.*, 1996 ; (b) Demidchik *et al.*, 1996 ; (c) Cardis *et al.*, 1996 ; (d) Zvonova et Balonov, 1993 ; (e) Balonov, 1996 ; (f) Stepanenko *et al.*, 1996 ; (g) Likhtarev *et al.*, 1995 ; (h) Tronko *et al.*, 1994 ; (i) Williams et Tronko, 1996 ; (j) Likhtarev *et al.*, 1993 ; (k) Williams *et al.*, 1996 ; (l) Centrum Onkologii, 1979-1993 ; (m) Krajewski, 1991 ; (n) Barkhudarov *et al.*, 1994 ; (o) Likhtarev *et al.*, 1994a ; (p) Remennik *et al.*, 1996.

1991 ; Ron *et al.*, 1995). Les doses à la thyroïde maximales chez les enfants de l'ex-Union soviétique n'étaient pas plus importantes que celles des patients suédois. En Biélorussie, ces doses atteignaient plus de 10 000 mSv chez seulement 300 enfants (Illyn *et al.*, 1990 ; Zvonova et Balonov, 1993 ; Buldakov, 1993). Les doses à la thyroïde moyennes dans différentes régions de l'ex-Union soviétique allaient de 10 mSv à 3 300 mSv (**Tableau 5**).

Si ces estimations des doses à la thyroïde sont correctes alors, selon les études suédoises sur l'iode 131, on ne doit pas s'attendre à une augmentation des cancers de la thyroïde en Biélorussie, en Ukraine et en Russie. Pourquoi alors, pendant les dix dernières années, le nombre de cancers de la thyroïde enregistré chez les enfants a augmenté d'un facteur 45

en Biélorussie ainsi que d'un facteur 4 en Ukraine et en Russie (**Tableau 5**) ?

Il y a eu au total 650 cancers de la thyroïde chez l'enfant enregistrés jusqu'en 1995 dans les régions contaminées de ces pays et, à ce jour, trois enfants en sont morts (OCDE, 1996). Les cancers de la thyroïde sont curables dans plus de 90% des cas (Reiners *et al.*, 1996).

Le facteur du dépistage

On a également observé une augmentation du nombre de cancers de la thyroïde chez les liquidateurs de Russie, de Biélorussie et d'Ukraine (Cardis *et al.*, 1996). Mais il n'est toujours pas clair si celle-ci est causée par l'iode 131 radioactif de Tchernobyl ou par d'autres facteurs. Le plus

important de ces facteurs est sans doute la multiplication des procédures de dépistage et la vigilance plus importante des parents, professeurs et docteurs (Ron *et al.*, 1992 ; Beral et Reeves, 1992 ; Shigematsu et Thiesen, 1992 ; Hall *et al.*, 1996 ; Remennik *et al.*, 1996).

La répartition des âges des enfants souffrant d'un cancer de la thyroïde en Biélorussie et en Ukraine suggère que les radiations de Tchernobyl en soient l'une des causes. En effet, le plus grand nombre de ces cancers apparaît dans un groupe d'enfants qui avaient entre 1 et 2 ans au moment de la catastrophe — c'est-à-dire au moment où les glandes de la thyroïde sont le plus sensible aux radiations (Reiners *et al.*, 1996). Néanmoins, ce groupe est peut-être celui où les parents étaient le plus avertis du besoin de dépistage.

Dans certaines régions, le nombre de cancers de la thyroïde n'était pas directement relié aux doses à la thyroïde (**Tableau 5**). Par exemple, parmi cinq régions de Biélorussie, la région de Brest oblast a la deuxième plus forte incidence de cancers de la thyroïde, alors que les doses à la thyroïde étaient plus basses que la moyenne dans le pays. En fait, les doses de Brest étaient similaires à celle de la région de Minsk où le nombre de cancers observés a été le plus faible. Dans la région de Mogilev, les doses à la thyroïde étaient trois fois plus importantes qu'à Brest mais l'incidence de cancers de la thyroïde était près de trois fois inférieure à Mogilev.

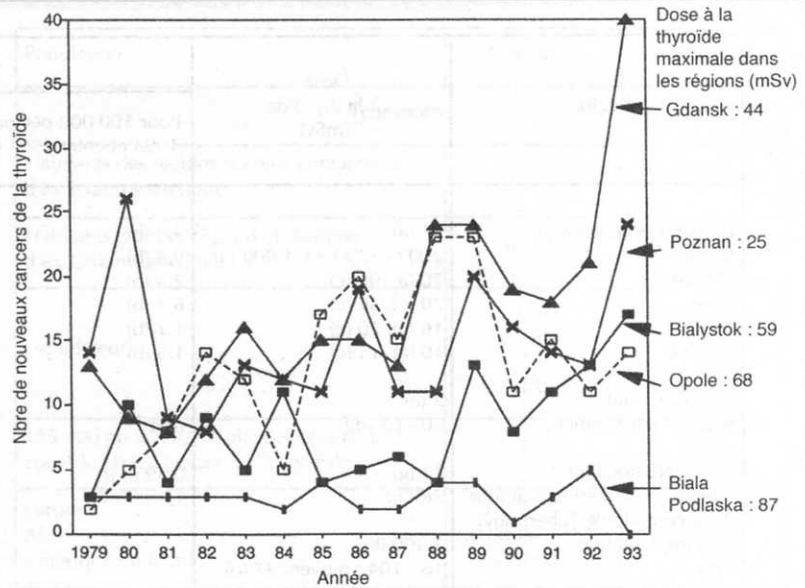
Dans une partie de la Pologne adjacente à la région de Brest (les provinces de Bialystok et Biala Podlaska), où les doses à la thyroïde chez l'enfant étaient similaires à celles de Brest (dans la province de Bialystok, les doses moyennes à la thyroïde étaient de 20 mSv), il n'y a pas eu d'augmentation du nombre de cancers (**Figure 3**). Il n'y a pas eu d'augmentation constatée dans le reste de la Pologne, même si 5% des enfants polonais ont reçu des doses à la thyroïde de 200 mSv, similaires à celles de la région très contaminée de Gomel en Biélorussie (**Tableau 6**).

En 1993, le plus grand nombre de cancers de la thyroïde a été observé en Pologne, dans les régions où les radiations ont été les plus faibles (Poznan et Gdansk). Le plus petit nombre de cancers de la thyroïde a été observé dans la province d'Opole, dans le sud-ouest de la Pologne, et dans la province de Biala Podlaska qui ont reçu les plus fortes doses (**Figure 3**).

Au regard des études suédoises mentionnées ci-dessus, les doses à la thyroïde étaient trop faibles en Pologne pour causer des cancers de la thyroïde. Les faibles doses à la thyroïde en Pologne peuvent être en partie expliquées par le fait que l'on a administré de l'iode stable à 10,5 millions d'enfants et 7 millions d'adultes, saturant les glandes thyroïdes et bloquant ainsi partiellement l'absorption d'iode radioactif pour une grande partie de la population polonaise. (Cela inclut environ 90% des enfants entre 0 et 16 ans, 40% des jeunes de 16 à 19 ans et 20% des adultes.)

Le fait que l'on n'a pas constaté d'augmentation de cancers de la thyroïde enregistrés en Pologne est sans

Figure 3



Les cancers de la thyroïde chez les habitants de cinq régions en Pologne (âgés de 0 à 85 ans).
Source : Centrum Onkologii, 1979-1996.

Tableau 6

Année	Pologne (totalité)	Biélorussie, Gomel	Biélorussie, Brest	Russie, Briansk
1981	0,05	—	—	0,1*
1982	0	—	—	—
1983	0	—	—	—
1984	0	—	—	—
1985	0,05	—	—	—
1986	0,05	0,05	0,3	—
1987	0,05	0,5	—	0,3
1988	0,15	0,5	0,3	0,3
1989	0,1	1,0	0,3	0,0
1990	0,1	3,3	1,7	0,6
1991	0,1	11,3	1,1	0,0
1992	0,1	8,8	4,5	0,6
1993	0,1	9,4	6,7	0,3
1994	—	—	—	2,5

Nombre de cancers de la thyroïde chez les enfants en Pologne (âgés de 0 à 14 ans), dans les régions de Gomel et Brest en Biélorussie et dans les régions de Briansk en Russie. (*Estimations pour 1981-1986.)

Sources : Centrum Onkologii, 1979-1996 ; Demidchik *et al.*, 1994 ; et Remennik *et al.*, 1996.

doute dû à un facteur plus important, de nature politique plutôt que radiologique. Contrairement à la Biélorussie, l'Ukraine et la Russie, ni la partie orientale ni aucune autre partie de la Pologne n'a été déclarée « contaminée », et il n'y a eu aucune motivation économique ou psychologique pour attirer l'attention des parents et du personnel médical ainsi que pour améliorer le nombre et la qualité des examens médicaux.

Si de telles motivations avaient été présentes, alors on aurait pu s'attendre à une multiplication des cas de cancers de la thyroïde en Pologne — ou dans n'importe quel autre pays. Une telle augmentation peut se produire après la mise en route d'un projet épidémiologique destiné à dépister les cancers de la thyroïde. Cela s'explique par le très grand nombre de cancers de la thyroïde cachés, ceux qui n'ont pas de manifestations cliniques et qui existent dans l'ensemble de la population (Fransilla et Harach, 1986 ; Harach *et al.*, 1985).

Diagnostiquer des cancers de la thyroïde non détectés

Dans les populations normales, le nombre de cancers de la thyroïde diagnostiqués cliniquement varie de moins de 0,5 pour 100 000 hommes aux Etats-Unis et en Europe centrale, à 8 pour 100 000 parmi les Chinois et les Philippins vivant à Hawaii. La correspondance pour les femmes est de 1,0 en Pologne et 24 pour les femmes d'origine philippine à Hawaii (Zatonski *et al.*, 1996). Les cancers de la thyroïde occultes, détectés lors des examens histologiques des autopsies, existent dans la population normale avec une incidence qui est mille fois plus grande — allant de 5 600 pour 100 000 personnes en Colombie à 35 000 pour 100 000 personnes en Finlande (**Tableau 7**). Dans les groupes plus jeunes (0 à 15 ans), le nombre de cancers occultes en Finlande est plus bas (2 400 pour 100 000).

Ces cancers occultes sont du même type papillaire que ceux détectés en Biélorussie, et montrent le même type d'invasion (Fransilla et Harach, 1986). Ainsi, la possibilité de détecter un « excès » de cancers de la thyroïde, après avoir amélioré ou intensifié les

Tableau 7

Pays	Nbre pour 100 000 personnes
Colombie	5 600
Canada	6 000
Pologne	9 000
Etats-Unis (contigu)	13 000
Hawaii	28 100
Japon (Sendai)	28 400
Japon (Hiroshima et Nagasaki)	28 400
Finlande	35 600
Biélorussie (Gomel)	11,3

Nombre de cancers de la thyroïde occultes dans les populations normales, observés lors d'autopsies, et nombre maximum de cancers de la thyroïde diagnostiqués cliniquement chez les enfants en Biélorussie.

Source : Harach *et al.*, 1985 ; Tableau 5.

diagnostics, est énorme et peut même mener à une plus grande quantité que celle trouvée dans la région à forte contamination de Gomel en Biélorussie, où l'incidence de 11,3 cancers de la thyroïde pour 100 000 enfants a été attribuée aux radiations de Tchernobyl.

Les résultats d'une étude de dépistage de personnes aux Etats-Unis qui avaient reçu des traitements par radiation pour la tête et le cou, indiquent que les cancers non détectés et l'amélioration des diagnostics peuvent considérablement influencer le nombre de cancers de la thyroïde enregistrés. Comme le montre la **figure 4**, durant la période la plus active de dépistage entre 1974 et 1979, le taux de nodules malins ou d'autres nodules thyroïdaires était plus important d'un facteur 21 que l'incidence de telles maladies avant 1974. Cette augmentation est de l'ordre de ce qui a été observé en Biélorussie (Ron *et al.*, 1992). Ainsi, l'augmentation du nombre de cancers de la thyroïde enregistrés dans l'ex-Union soviétique peut être l'effet d'une intensification et d'une amélioration des diagnostics plutôt que des effets réels des radiations.

Les effets autres que ceux des radiations

Près de 5 millions de personnes en ex-Union soviétique ont subi un stress psychologique grave, menant à des maladies psychosomatiques (Filyuskin, 1996). Cette véritable nuisance dépasse tous les risques hypothétiques de la contamination par de faibles radiations.

Le stress psychologique a été infligé aux habitants des régions contaminées en les convainquant qu'il était fatalement dangereux de vivre là, même si le niveau de radiation était plus bas que le niveau de radiation naturel de nombreux pays où les habitants vivent depuis des temps immémoriaux sans aucun signe nuisible à leur santé.

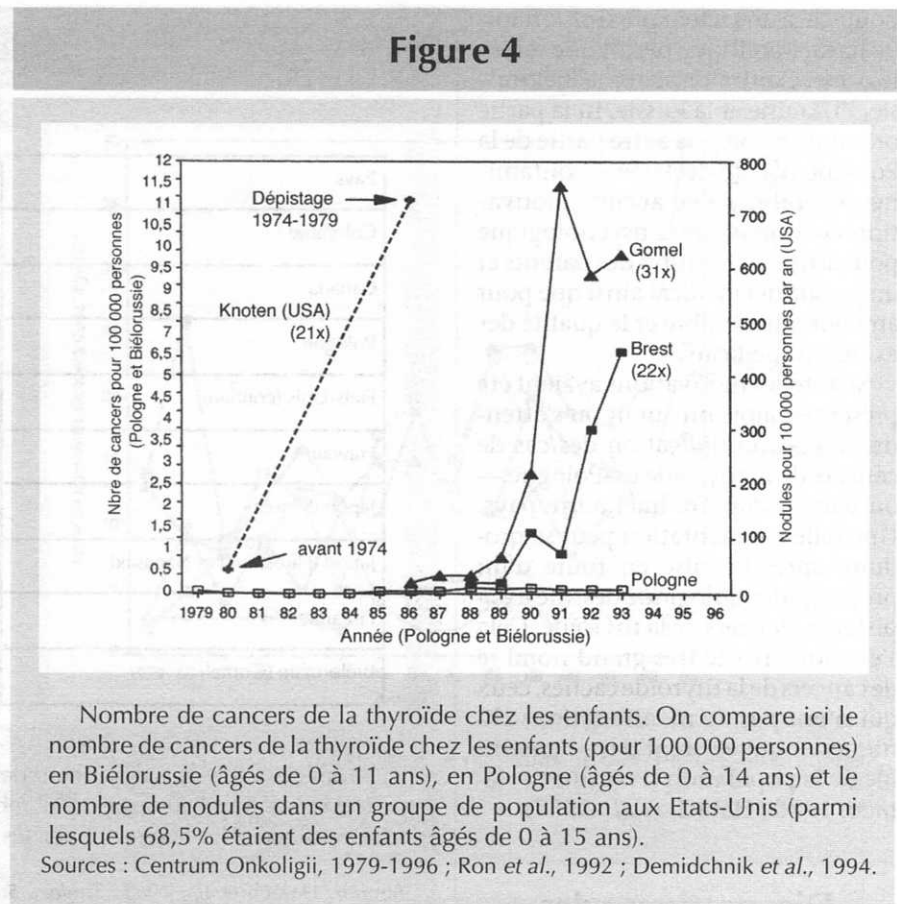
Les responsables de ces importants effets de stress sont les médias de l'Union soviétique et d'ailleurs, les décisions politiques des gouvernements soviétiques et postsoviétiques mal conseillés ainsi que le système de normes établi par la CIPR et reposant sur l'hypothèse linéaire sans seuil. La profession médicale a également joué

un rôle important, se fondant sur des connaissances des effets des radiations venant plus des médias que des études scientifiques universitaires.

De nombreux docteurs ont interprété les différents symptômes de maladies habituelles comme résultant de Tchernobyl. Cela a été le cas en Pologne comme dans d'autres pays européens en dehors de l'Union soviétique où, à cause de conseils médicaux incompetents, probablement plusieurs centaines de milliers d'avortement de grossesses « désirées » ont été pratiqués afin d'éviter des dommages inexistantes causés sur le fœtus par les radiations (Trichopoulos *et al.*, 1987 ; Spinelli et Osborn, 1991, Czeizel, 1994).

Dans les pays de l'ex-Union soviétique, les erreurs de diagnostic ont atteint une ampleur catastrophique à un point tel que même les maux de dents ou la sécheresse buccale étaient considérés comme des effets de Tchernobyl (ICP, 1991) ! De plus, une nouvelle maladie imaginaire a été créée de toutes pièces pour la situation postérieure à l'accident : la « dystonie végétative », supposée être causée par les radiations de Tchernobyl. Ce diagnostic, sans aucun test définitif, a été effectué par les parents et les docteurs pour expliquer différentes plaintes des enfants, et a été accepté par les adultes comme une explication pour des symptômes vagues. Rien qu'à Kiev, à n'importe quel moment, jusqu'à 1 000 enfants étaient hospitalisés, souvent pendant des semaines, pour des traitements de cette « maladie » qui n'existe tout simplement pas (OCDE, 1996).

Durant les dix dernières années, les personnalités des médias et du monde politique de l'ex-Union soviétique ont fait tout leur possible pour convaincre les habitants des régions contaminées de Biélorussie, d'Ukraine et de Russie que les radiations de Tchernobyl mettaient en danger leur santé et leur vie. Plus de 55% des habitants des régions contaminées et non contaminées de Biélorussie croient que l'accident de Tchernobyl a provoqué leur stress psychologique (Ageeva, 1996). Cette croyance a mené à une augmentation du nombre de souffrances psychosomatiques non reliées aux radiations, comme les maladies du système endocrinien, les maladies circulatoires et gastro-intestinales, les dépressions et autres troubles psychologiques, maux



de tête, insomnies, difficultés de concentration, instabilité émotionnelle, incapacité à travailler, etc. (ICP, 1991 ; WHO, 1995 ; Ivanov et Tsyb, 1996).

La création de victimes

Ce problème a été aggravé par la déclaration officielle selon laquelle des millions de personnes devraient être considérées comme « victimes de Tchernobyl ». Des lois ont été votées et appliquées pour donner à ces victimes des dédommagements financiers, appelés par les habitants locaux « subventions de cercueil ». Rien qu'en Ukraine, cette catégorie concernait 3 millions de personnes et le coût total représentait un sixième du budget de l'Etat (OCDE, 1996).

Pour la Biélorussie appauvrie, de telles subventions se chiffreront à 86 milliard de dollars américains en 2015 (Rolevich, 1996). Pour des millions de bénéficiaires de ces subventions, chaque fois qu'ils signent le reçu de leur versement mensuel, cela confirme qu'ils sont réellement des « victimes de Tchernobyl ». En effet, qui leur paierait de telles sommes s'il n'y avait pas un véritable préjudice

pour leur santé ou si la situation ne comportait pas un risque lié aux radiations qui, tôt ou tard, causerait un tel préjudice ?

Personne ne dit à ces « victimes » que leurs faibles doses d'irradiation (en moyenne 6 mSv à 60 mSv dans les différentes régions), ou les doses plus fortes des liquidateurs (170 mSv en 1986) sont en dessous du niveau des 200 mSv, niveau auquel on a détecté une augmentation du nombre de cancers à Hiroshima et Nagasaki. On ne leur dit pas non plus que dans ces villes japonaises, les survivants irradiés des attaques nucléaires vivent plus longtemps que les survivants non irradiés, et qu'aucune augmentation de maladies génétiques n'a été constatée dans leur descendance.

Réimplantations inutiles

Le deuxième facteur important d'effets sur la santé autre que ceux des radiations est la législation, actuellement en vigueur, qui stipule la réimplantation de 850 000 personnes et la mise en route de la réimplantation d'environ 400 000 habitants des régions contaminées (Ilyin, 1995 ;

Anonyme, 1996a ; Filyushkin, 1996). La réimplantation a continué même en 1992. Le tissu familial et social a ainsi été déchiré, des zones industrielles abandonnées, et tout cela en exposant les personnes au ressentiment et à l'ostracisme dans les nouvelles localités, où les habitants d'origine les considéraient comme des intrus privilégiés.

Malgré ces inconvénients, à peu près 70% des gens vivant dans les régions contaminées ont souhaité être réimplantés, probablement influencés à la fois par la crainte des radiations, les incitations économiques et l'espoir de trouver des conditions de vie meilleures (OCDE, 1996).

Au début, les réimplantations ont été réalisées dans les régions où la dose-vie pouvait être supérieure à 350 mSv (à peu près le double de la dose naturelle moyenne). Par la suite, cette limite a été abaissée à 150 mSv (ce qui correspond à une dose annuelle d'environ 2,1 mSv), et encore après à 70 mSv (1 mSv par an). Pour comparaison, la dose naturelle moyenne mondiale est de 2,4 mSv par an. Ces décisions de réimplantations ont été prises en 1990 par le Soviet Suprême, sous la pression de pseudo-experts provenant de groupes écologistes, populistes et nationalistes (Ilyin, 1995 ; Filyushkin, 1996).

Les réimplantations ont été des mesures brutales dont le but déclaré était de protéger la santé et, en particulier, lutter contre les dommages de l'ADN des cellules somatiques (qui peuvent causer des cancers) ou dans les cellules génétiques (qui peuvent augmenter les maladies héréditaires). Le fait est qu'une irradiation de 1 mSv par an — niveau auquel les réimplantations ont commencé — provoque dans chaque cellule environ 0,2 dommage de l'ADN par an, soit 14 dommages de l'ADN radio-induits sont identiques aux différents types de dommages spontanés (naturels) causés par d'autres facteurs ; seule la proportion de types particuliers diffère.

Le nombre de dommages spontanés de l'ADN causés, par exemple, par le processus thermodynamique et les actions des radicaux libres (comme OH, les peroxydes et les formes d'oxygène réactif) est de 70 millions dans une cellule par an (Billen, 1990). Ce nombre donne une indication de

la puissance des mécanismes de reconstruction de l'ADN et des autres mécanismes d'homéostasie qui, dans le processus de changements physico-chimiques, préservent l'intégrité des organismes à la fois pendant la durée de la vie de l'individu et pendant des milliers de générations.

Cela montre également l'absurdité des décisions de réimplantations de masse dans l'ex-Union soviétique. Le but était de protéger la population contre les 14 dommages de l'ADN par cellule sur une période de soixante-dix ans, alors que dans la même période de temps, il y aura 4,9 milliards de dommages de l'ADN par cellule provoqués par des causes naturelles ! La probabilité que ces 14 dommages causeront un cancer — et non les 4,9 milliards de dommages spontanés — est de 1 pour 350 millions ce qui signifie pratiquement zéro.

Selon l'hypothèse linéaire sans seuil, les limites de 350 mSv et 150 mSv adoptées pour la réimplantation devraient épargner les populations d'une augmentation de respectivement 1,75 et 0,75% du nombre de cancers. Ces limites étaient en accord avec les recommandations de la CIPR pour la protection du public en cas d'accident d'irradiation et qui ont été publiées deux ans avant la catastrophe de Tchernobyl (ICPR, 1984). Dans ce document, la CIPR recommandait la réimplantation lorsque la dose d'irradiation pouvait atteindre la dose de 50 mSv dans la première année. Dans le cas de Tchernobyl, cela correspond à une dose-vie d'environ 150 mSv. La limite encore inférieure de 70 mSv était basée sur la dose limite recommandée par la CIPR de 1 mSv par an pour la population entière (Filyushkin, 1996).

Ces limites de la CIPR sont inférieures d'un facteur 4 à 40 à la dose-vie naturelle que l'on observe dans de nombreuses régions du monde (par exemple, 1 500 mSv en Norvège, 2 000 mSv en Inde et 3 000 mSv en Iran). Avec Tchernobyl, l'application des recommandations de la CIPR a mené à des conséquences catastrophiques : la réimplantation inutile de plusieurs centaines de milliers de personnes et l'introduction inutile d'une forme aggravée de radiophobie avec des conséquences psychosomatiques pour des millions de personnes de l'ex-Union soviétique.

Je doute néanmoins que la CIPR

soit prête à reconnaître ses responsabilités dans les conséquences pratiques de ses recommandations théoriques prises bien confortablement dans les fauteuils de salles de réunion.

Tchernobyl dans l'histoire

Les décès initiaux causés par les rayonnements ionisants de Tchernobyl, s'élèvent au total à 31 personnes : 28 personnes ont succombé à un SIA ; 3 autres personnes sont mortes durant les premières semaines après l'accident, à cause de facteurs de la catastrophe autres que ceux des radiations. Pendant la période des dix ans, 3 enfants sont morts des suites d'un cancer de la thyroïde mais il n'est pas certain que ceux-ci et les 679 autres cancers de la thyroïde enregistrés jusqu'à la fin de 1995 soient attribuables à Tchernobyl. Comme nous l'avons mentionné plus haut, des études méticuleuses sur des patients suédois, chez lesquels aucune augmentation de cancers de la thyroïde n'a été remarquée après avoir reçu des doses moyennes de radiation d'iode radioactif plus fortes que les retombées de Tchernobyl dans l'ex-Union soviétique, indiquent que ces cancers n'ont apparemment pas été causés par l'accident de Tchernobyl.

En ce qui concerne les populations de l'ex-Union soviétique, les doses moyennes à l'organisme entier provenant des retombées de Tchernobyl étaient légèrement inférieures à la moyenne de la dose-vie naturelle et inférieures d'un facteur 4 à 40 à celles des régions avec une forte radioactivité naturelle. Des doses encore plus petites ont été reçues dans les autres pays. Par conséquent, il n'est pas surprenant qu'aucune augmentation du nombre de tumeurs solides, de leucémies ou de maladies héréditaires, n'ait été détectée chez les populations de l'ex-Union soviétique et d'ailleurs.

D'un autre côté, les conséquences psychosomatiques sont apparues chez un grand nombre d'habitants des régions contaminées de Biélorussie, d'Ukraine et de Russie. La cause de ces troubles psychosomatiques n'était pas les radiations, ou un autre facteur physique, mais la radiophobie hystérique, induite par les médias

