

Tchernobyl

Contexte et conséquences

Serge Prêtre

Prémices de l'accident

L'arrêt du bloc 4 de Tchernobyl pour maintenance annuelle était prévu pour le vendredi 25 avril 1986. Une équipe d'ingénieurs-électriciens venue de Moscou veut profiter de la phase d'arrêt pour faire un essai concernant l'alimentation électrique de secours. On prépare les conditions nécessaires à l'exécution de l'essai et en particulier on découple certains systèmes de sûreté qui pourraient entraver l'essai. Un conflit de responsabilités s'amorce entre les 2 équipes présentes en salle de commande. L'équipe de quart normale se soumet à contrecœur aux exigences bizarres et non réglementaires de l'équipe venue du siège de Moscou.

Pour assurer les besoins du réseau en électricité, l'arrêt de la centrale est retardé de 11 heures. Enfin à 23 heures la réduction de puissance débute. L'essai devrait démarrer lorsque le niveau de puissance du réacteur a été stabilisé à environ 22 %.

L'accident

Samedi 26 avril à 00h30. La puissance tombe à 1 %. Les électriciens exigent de remonter la puissance. Le réacteur devient instable. Le signal d'arrêt d'urgence automatique apparaît mais il a été découplé. A 01h03 on démarre l'essai malgré les conditions défavorables. A 01h23 le chef du quart devient enfin actif et provoque l'arrêt d'urgence. Mais les barres de commande ne produisent plus l'effet escompté et sont trop lentes. Le réacteur diverge puis explose. Sept tonnes de combustible incandescent sont projetées dans l'environnement proche. Le cœur du réacteur fond et l'incendie de graphite, qui durera environ 10 jours, démarre.

Ce n'est que lundi 28 avril en fin d'après-midi que les médias annoncent une augmentation incompréhensible de la radioactivité en Suède et en Finlande.

Particularité de cet accident

Cet accident nucléaire est extrêmement grave. En fait ce sont 3 accidents majeurs en un : L'explosion, la fonte du cœur et l'incendie de graphite. Le rejet de matières radioactives dans l'atmosphère (aérosols et gaz) a lieu à très haute température. Le panache est ainsi entraîné à ~ 2 km d'altitude. C'est une chance pour les 49'000 habitants de la ville proche de Pripjat éloignée de seulement 5 km. La dose principale due au passage des gaz rares à basse altitude leurs est ainsi évitée. Par rapport aux modèles de calcul, il y aura relativement moins de dépôts locaux d'aérosols et par contre des retombées relativement fortes à l'échelle européenne.

La contamination du terrain

La zone interdite est contaminée à plus de 1500 kBq/m² de Cs-137 (> 40 Ci/km²). Elle couvre une surface de 4'300 km² englobant le cercle de 30 km de rayon. Cette zone est aussi contaminée par le strontium-90 et le plutonium-239. Elle est officiellement inhabitée et non cultivée, et a été déclarée parc naturel. Quelques milliers de personnes travaillent dans cette zone.

La zone 2, adjacente à la zone interdite, est contaminée à plus de 555 kBq/m² (> 15 Ci/km²). Elle couvre 7'000 km² et 270'000 personnes y vivent. L'agriculture y est ciblée, contrôlée et entretenue par des engrais spéciaux. Ses produits se situent en dessous des limites de

contamination pour les denrées alimentaires, mais malgré tout, se vendent très mal. Les acheteurs qui ont le choix préfèrent acheter des produits agricoles provenant d'une région non suspecte, même s'ils sont un peu plus chers.

Un critère administratif qui aura de lourdes conséquences

Les autorités de l'union soviétique décidèrent pour le Cs-137 de fixer le critère administratif de 1 Ci/km² (= 37 kBq/m²) au dessus duquel le terrain est considéré comme officiellement contaminé. Ce critère peut être comparé à la valeur directrice de 3 Bq/cm² (= 30 kBq/m²) pour la contamination surfacique en dehors de zones contrôlées (ORaP, Annexe 3). Il s'agit donc d'un niveau de propreté et non-pas d'un niveau d'intervention qui devrait se situer 20x à 50x plus haut. La vie normale dans une zone contaminée à 1 Ci/km² (de Cs-137) conduit à une dose annuelle moyenne de 0,5 à 1 mSv/an. Dans les pays fortement concernés (Ukraine, Belarus et Russie) la surface totale contaminée à plus de 1 Ci/km² (37 kBq/m²) est de 146'000 km² (3,5 fois la Suisse), avec une population de 5,2 millions de personnes qui, sur la base de ce critère, sont considérées officiellement comme victimes et ont accès à une rente et des privilèges sociaux. Ce critère amplifie artificiellement le nombre de victimes. Notons en passant que en Finlande, Suède, Norvège, Pologne, Roumanie, Grèce, Autriche et Allemagne de nombreuses taches de contamination du terrain au dessus du niveau de 37 kBq/m² ont été mesurées, sans pour autant que les populations concernées soient considérées comme victimes.

La situation en Suisse

En suisse, la majeure partie du pays a été contaminée par le Cs-137 au niveau de ~ 3 kBq/m². Ce niveau est comparable à celui des dépôts des années 60 dus aux explosions nucléaires expérimentales dans l'atmosphère. Ont été plus fortement contaminés le canton de St Gall (10 à 14 kBq/m²) et le canton du Tessin (jusqu'à 26 kBq/m²). A Caslano (TI) la contamination a frôlé le niveau de 1 Ci/km².

Les "hot spots"

Lorsqu'on parle d'une dose annuelle moyenne (due au dépôt de Cs-137) valable pour la population d'une certaine région, il ne faut pas oublier que, localement, le nuage a souvent été lavé par la pluie, créant ainsi des taches locales de plus forte contamination ("hot spots"). Les personnes vivant dans ces "hot spots" peuvent accumuler des doses ~ 5 fois plus élevées que la moyenne régionale. En outre, il est important de considérer séparément les familles vivant en autarcie du produit de leur jardin et consommant le lait de leur vache ou chèvre. La dose des membres de telles familles peut être 10 à 20 fois supérieure à celle des consommateurs se nourrissant des produits provenant des grands distributeurs (qui sont les mieux contrôlés). Ainsi une famille vivant en autarcie dans un "hot spot" peut accumuler des doses jusqu'à 2 ordres de grandeur au dessus de la moyenne régionale.

Doses effectives moyennes

Les doses effectives **moyennes** dues à la catastrophe de Tchernobyl intégrées sur 20 ans sont étonnamment faibles :

"Liquidateurs".....	~ 100-500 mSv
Population évacuée ou relogée.....	~ 20-30 mSv
Population des zones fortement contaminées.....	~ 50 mSv
Population suisse.....	~ 0.2-0.5 mSv

En comparaison, 20 ans de rayonnement naturel conduit à une dose de ~ 50 mSv. Mais dans chacun des groupes de personnes ci-dessus une petite minorité (évaluée à ~ 5 %) a accumulé des doses beaucoup plus importantes. Les vraies victimes sont ainsi "diluées" dans des

énormes groupes de pseudo victimes. Environ 95 % des "victimes" officielles de Tchernobyl ont ainsi accumulé des doses qui sont de l'ordre du "background" naturel.

Dose à la thyroïde

Le cas particulier important concerne la dose à la thyroïde des enfants des zones fortement contaminées. Cette dose est due à l'ingestion d'iode-131 surtout par le lait, pendant les premières semaines après l'accident. En moyenne, cette dose est évaluée à ~ 30 à 300 mGy, les maxima pouvant atteindre 10 à 50 Gy. En conséquence, dans les 3 pays principalement concernés, on a enregistré jusqu'à présent environ 5'000 cas de cancers de la thyroïde. Les spécialistes estiment que au moins 40 % de ces 5'000 cas sont imputables à la radioactivité provenant de Tchernobyl. Heureusement, le traitement de ces cancers (utilisant le I-131) est très efficace et atteint un taux de succès de 99 %. Jusqu'à présent on ne déplore que 15 morts. Cette irradiation aurait facilement pu être fortement réduite en évitant de consommer du lait frais et en distribuant des tablettes d'iode stable. Mais dans plusieurs régions on a su que très tard qu'on se trouvait dans un sérieux hot spot. Ceci est particulièrement vrai pour la région de Gomel en Belarus située à ~ 150 à 200 km de Tchernobyl. A l'extérieur de ces pays de l'ancien Union Soviétique, le cancer de la thyroïde n'a pas pu être mis en relation avec l'accident de Tchernobyl.

Les liquidateurs

L'autre cas particulier important est celui des "liquidateurs". Officiellement ils sont 600'000 ou même 800'000 mais on estime qu'environ 200'000 ont été effectivement engagés sur le site. Beaucoup de personnes ont réussi à obtenir le statut de liquidateur qui donne accès à une rente et des privilèges. D'autre part, beaucoup de soldats engagés comme liquidateurs préfèrent taire cet épisode de leur vie afin d'éviter la discrimination sociale. (Ils aimeraient par exemple pouvoir trouver une fiancée.) L'identité des vrais liquidateurs ainsi que les doses accumulées avaient été soigneusement enregistrées par le service de radioprotection de la centrale. Malheureusement, ces registres étaient fortement contaminés et ont été éliminés dans les déchets radioactifs. Dans ces conditions, il est illusoire de penser à une étude épidémiologique de grande envergure.

Le nombre total de morts

Sur la base des doses collectives accumulées par les différents groupes de personnes il devrait être possible d'évaluer grossièrement le nombre total de cancers mortels (déjà survenus ou encore à venir) imputables à Tchernobyl. Le problème c'est que les coefficients de risque, qui proviennent surtout de la grande étude épidémiologique de Hiroshima et Nagasaki, ne sont pas applicables. D'une part, les types d'exposition sont très différents: A Hiroshima et Nagasaki ce fut une dose externe de très courte durée tandis qu'à Tchernobyl c'est surtout une dose interne distribuée sur une très longue période. D'autre part, l'espérance de vie en Ukraine, Belarus et Russie est environ 15 à 20 ans plus courte qu'au Japon. Comme les cancers – qu'ils soient naturels ou radio-induits - apparaissent surtout après 60 ans, en cas de mort précoce, on meurt avant l'apparition du cancer qui était programmé. Compte tenu de ces différences par rapport à Hiroshima-Nagasaki, l'OMS a conclu, dans le cas Tchernobyl, à un pronostic réaliste de 4'000 morts au total.

Effets sanitaires

La liste des effets sanitaires dus à l'exposition aux rayonnements originaires de Tchernobyl se présente actuellement comme suit:

- **Cancers de la thyroïde (enfants):** 2000 à 5000 cas (15 morts)
- **Leucémie:** Doublement de l'incidence naturelle parmi un groupe de vrais liquidateurs.
Parmi la population : tendance élevée mais statistiquement non significative.
- **Cancer du sein:** Tendance à la hausse. Bientôt significatif
- **Cataracte:** Lors de doses à l'œil > 250 mGy
- **Effets cardio-vasculaires:** Risque réel pour les liquidateurs
- **Effets génétiques:** Pas d'augmentation

Effets psychiques et sociaux

Dans cette population de 7 millions de personnes concernées vivant dans un rayon d'environ 300 km autour de Tchernobyl, les effets les plus importants sont cependant les effets psychiques et sociaux. Ces effets sont des retombées indirectes de la catastrophe dues à l'information mensongère et contradictoire, aux mesures de protections chaotiques et incompréhensibles, à l'effondrement de l'Union Soviétique, aux discriminations sociales (les victimes de Tchernobyl sont considérées comme des pestiférés) ainsi qu'au rôle aggravant joué par les médecins et les instituteurs incompetents en matière de radioprotection. Les effets psychiques se traduisent par anxiété, stress, angoisse chronique, attitude fataliste, apathie, insomnie, dépression, épuisement, effets psychosomatiques, état de santé déficient, taux élevé d'alcoolisme et de suicide. Il s'ensuit des effets sociaux tels que méfiance générale, état de dépendance, déstabilisation de la société et catastrophe économique.

Des mesures nuisibles

Ce qui a été particulièrement nuisible pour cette population c'est que les nombreuses personnes évacuées ont été relogées ailleurs alors qu'un retour à la maison aurait souvent été possible après ~ 6 semaines. Les groupes de personnes relogées ont constitué des "ghettos de pestiférés". Ce qui a été particulièrement incompréhensible et déstabilisant c'est que les autorités modifient leurs critères de relogement en 1988 puis encore une fois en 1991. Ceci a conduit à nouvellement évacuer puis reloger des nouveaux groupes de population 2 ans puis 5 ans après la catastrophe.

D'autre part, le système des subventions et privilèges que l'on peut considérer comme justifié pour environ 400'000 vraies victimes a agi comme un poison psychique sur les 7 millions de bénéficiaires actuels. Pour les bénéficiaires ce système apporte la confirmation tangible qu'ils sont effectivement des victimes, et petit à petit, les pseudo victimes deviennent aussi de vraies victimes.

Epilogue

A la recherche d'aides internationales substantielles, les autorités des pays et régions concernés avaient avantage à parler de très grands nombres de victimes. En abaissant les seuils de définition du statut de victime on a artificiellement augmenté leur nombre. Ainsi, les vraies victimes se trouvent "diluées" dans une foule de pseudo victimes, ce qui complique des études épidémiologiques potentielles. Finalement, les influences psychiques et sociales ont agi plus fortement que prévu et les pseudo victimes sont aujourd'hui devenues aussi de vraies victimes.

ARRAD, 3. Nov. 2006, Genève

Tchernobyl: Contexte et Conséquences

Serge Prêtre

Sources fiables

- Rapports UNSCEAR
- AEN de l'OCDE: Tchernobyl: Évaluation des incidences radiologiques et sanitaires (2002)
- Initiative Franco-Allemande pour Tchernobyl
- Le Forum Tchernobyl (Quintessence coordonnée de l'information issue de 7 organisations UN et 3 pays concernés). Colloque de Vienne: Septembre 2005
- Rapports allemands ILK-26 (Janvier 2006) et SSK (Mars 2006)
- NCRP Meeting: Chernobyl at Twenty (Avril 2006)
- Chernobyl: Catastrophe and Consequences, Smith + Beresford, Springer 2005

Déroulement de l'accident

- 25 avril 86: Arrêt prévu du bloc 4 pour maintenance annuelle.
- Une équipe d'ing.-électriciens venue de Moscou veut profiter de la phase d'arrêt pour faire un essai conc. l'alimentation électrique de secours.
- On bricole le découplément de certains systèmes de sûreté qui pourraient entraver l'essai.
- Conflit de responsabilité (et de compétences) entre l'équipe de quart normale et l'équipe spéciale venue de Moscou.
- 26 avril 00h30. La réduction de puissance du réacteur (en vue du démarrage de l'essai) se fait mal. Il faut corriger. Le réacteur devient instable. Le signal d'arrêt d'urgence automatique est ignoré.
- 01h03. On démarre l'essai malgré les conditions défavorables.
- 01h23. Le chef de quart devient enfin actif et provoque l'arrêt d'urgence. Mais les barres de commande ne produisent plus l'effet escompté et sont trop lentes. Le réacteur diverge puis explose.

Particularités de cet accident

- 3 accidents en 1. Explosion + fonte du cœur + incendie de graphite
- Haute température des rejets (panache entraîné à ~ 2 km d'altitude). Faible dose due aux gaz rares.
- Longue durée des rejets (10 jours). → Tous azimuts!
- Relativement peu de dépôts locaux (à part les éjections de l'explosion) et relativement forts dépôts à l'échelle européenne.
- Déchets hautement radioactifs: 7 tonnes dans l'environnement proche et 100 tonnes au fond du sarcophage.

Terrain fortement contaminé

> 1500 kBq/m² = 40 Ci/km² Cs-137

Zone interdite (4'300 km²) englobant le cercle R = 30 km.
Sol contaminé aussi par Sr-90 et Pu-239.
Officiellement inhabitée et non-cultivée. → Parc naturel

> 555 kBq/m² = 15 Ci/km² Cs-137

Zone 2: 7'000 km². Agriculture sélectionnée, contrôlée et soutenue par des engrais adéquats. La vente de ces produits agricoles est difficile.
270'000 Personnes vivent dans cette zone 2.

Critère administratif:
1 Ci Cs-137/km² = 37 kBq/m²

Concerne 146'000 km² (3,5 fois CH) et 5,2 millions de personnes
→ victimes administratives dédommagées par l'état.

Dose annuelle moyenne: 0,5 à 1 mSv/an.

Ce critère „dilue“ les vraies victimes dans des millions de fausses victimes.

Comparaison avec l'ORaP suisse:

Valeur directrice pour la contamination surfacique en dehors de zones contrôlées:

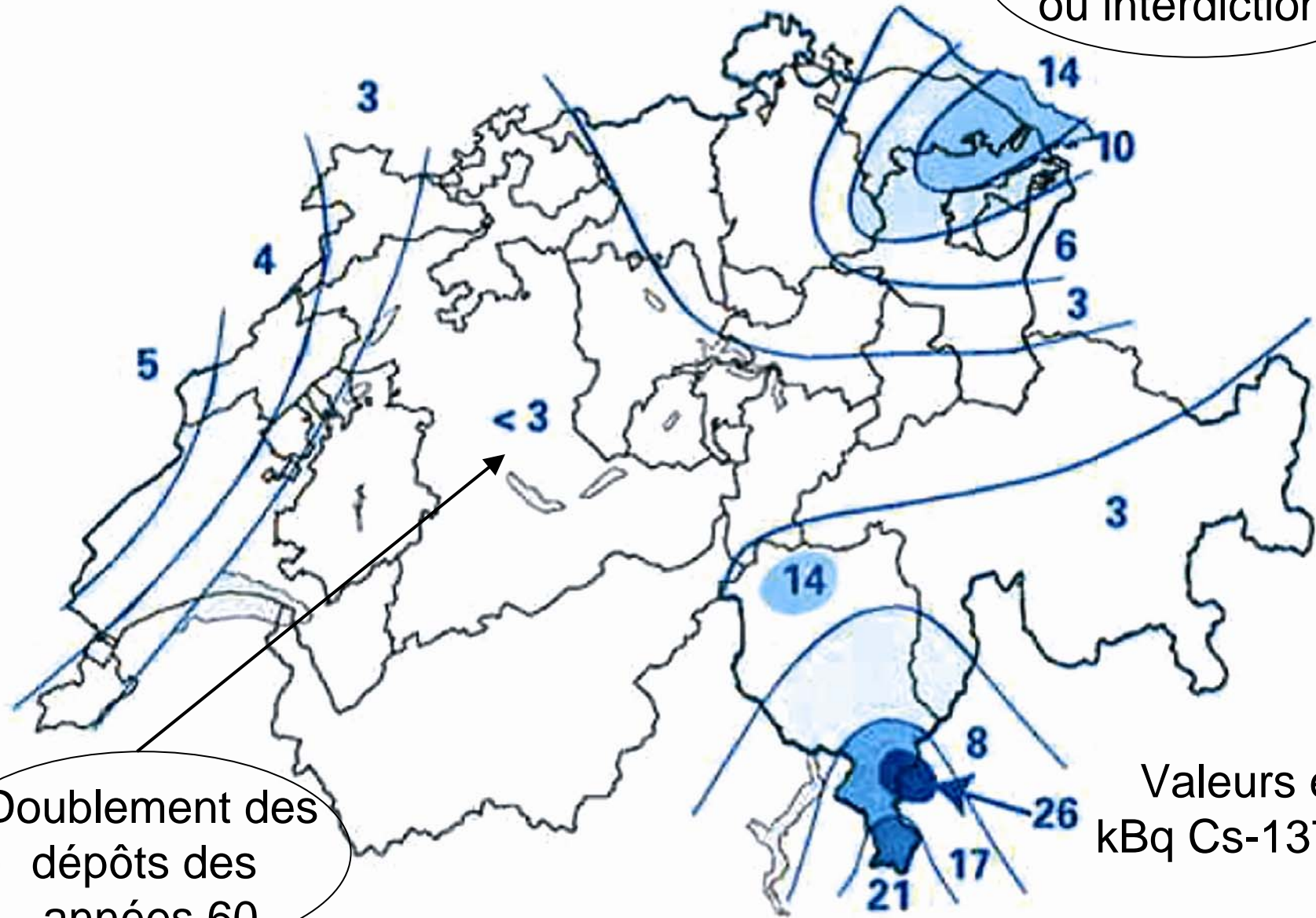
Pour Cs-137: 3 Bq/cm² = 30 kBq/m² = 0,8 Ci/km²

Label de propreté et non pas niveau d'urgence.

Un niveau d'intervention devrait se situer 20 x à 50 x plus haut.

Limite administrative $1 \text{ Ci/km}^2 = 37 \text{ kBq/m}^2$
presque atteinte à Caslano (TI)

Recommandations
ou interdictions?



Doublement des
dépôts des
années 60

Valeurs en
 kBq Cs-137/m^2

Lavage du nuage par la pluie → „Hot Spots“

	Rapport des doses en l'absence de mesures de protection	
	à l'extérieur des Hot Spots	dans les Hot Spots
Consommateurs „normaux“	1	~ 5
Familles vivant en autarcie	~ 10 - 20	~ 50 - 100

- Une petite minorité peut accumuler des doses jusqu'à 2 ordres de grandeur au dessus de la moyenne régionale.
- Peut expliquer les réactions différentes de pays à pays.

Doses effectives moyennes dues à Tchernobyl, intégrées sur 20 ans

„Liquidateurs“	100 - 500 mSv
Population évacuée/relogée.....	~ 20 – 30 mSv
Population des zones fortement contaminées	~ 50 mSv
Population suisse.....	~ 0,2 – 0,5 mSv
En comparaison: 20 ans de rayonnement naturel.....	~ 50 mSv

Mais dans chaque groupe, une petite minorité a accumulé des doses beaucoup plus importantes. Cette petite minorité est „diluée“ dans de grands groupes de personnes.

En comparaison: Régions avec niveau de radioactivité naturelle accru (Inde, Brésil, Chine, Iran)

Doses moyennes: ~ 5 à 25 mSv par an

Cumulé sur 20 ans: ~ 100 à 500 mSv

Sans effets sanitaires observables

Environ 95 % des „victimes“ de Tchernobyl ont accumulé des doses plus faibles.

Les 5 % restant constituent les vraies victimes.

Cas particulier: Dose à la thyroïde des enfants des zones fortement contaminées

Ingestion importante de iode-131 surtout par le lait.

Aucune mesure de protection (on a su trop tard).

Dose thyroïde moyenne.....	~ 30 à 300 mGy
Maxima.....	~ 10 à 50 Gy

Conséquence: Cancers de la thyroïde

Jusqu'à présent: 2000 à 5000 cas

Traités par le I-131 avec taux de succès de 99 % (15 morts)

**Les coefficients de risque
(originaires de Hiroshima et Nagasaki)
ne semblent pas applicables**

	Hiroshima + Nagasaki	Tchernobyl
Dose externe	Flash (qq. secondes) (Avec neutrons) = contribution majeure	distribuée sur des semaines (I-131) et des années (Cs-137)
Dose interne (par ingestion d'aliments)	pratiquement nulle	distribuée sur des semaines (I-131) et des années (Cs-137) = contribution majeure

Les types d'exposition sont très différents

Les coefficients de risque
(originaires de Hiroshima et Nagasaki)
ne sont pas applicables

- L'espérance de vie en Ukraine, Belarus et Russie est ~ 15-20 ans plus courte qu'au Japon.
- Les cancers (naturels ou radio-induits) apparaissent surtout après 60-65 ans.
- En cas de mort précoce, on meurt avant l'apparition du cancer qui était programmé.

Qui sont les „Liquidateurs“?

- Officiellement ils sont 600'000 ou même 800'000. (dilution!)
- Environ 200'000 ont été vraiment engagés. (Soldats)
- Beaucoup de personnes ont réussi à obtenir le statut de liquidateur (→ rente et privilèges)
- Beaucoup de vrais liquidateurs préfèrent l'anonymat pour éviter la discrimination sociale (trouver une fiancée!)
- L'identité des liquidateurs ainsi que les doses accumulées ont été soigneusement enregistrées. „Malheureusement“ ces livres contaminés sont partis dans les déchets radioactifs.

Effets sanitaires dus à l'exposition aux rayonnements

- Cancers de la thyroïde (enfants): 2000 à 5000 cas (15 morts)
- Leucémie: Doublement de l'incidence naturelle parmi un groupe de vrais liquidateurs. Parmi la population: tendance élevée mais statistiquement non significative.
- Cancer du sein: Tendance à la hausse. Bientôt significatif
- Cataracte: Lors de doses à l'oeil > 250 mGy
- Effets cardio-vasculaires: Risque réel pour les liquidateurs
- Effets génétiques: Pas d'augmentation
- Pronostic réaliste de l'OMS: Au total ~ 4'000 morts

Mesures finalement plus nuisibles que utiles

Évacuation et/ou relogement

- Trop tardifs et pour de trop grands groupes de population.
- Dans plusieurs cas, un retour à la maison aurait été possible après ~ 6 semaines.
- Dose évitée souvent trop faible et conséquences sociales catastrophiques (p.ex. Relogements ordonnés en 1988 et 1991 sur la base de nouveaux critères.)

Subventions et privilèges

- Justifiés pour ~ 400'000 personnes
- Aujourd'hui 7 millions de bénéficiaires (+ bureaucratie)
- Considérés comme preuve de: « Je suis une victime ».

Effets psychiques et sociaux

- Anxiété; Stress; Angoisse chronique; Attitude fataliste; Apathie; Insomnie; Dépression; État d'épuisement; Effets psychosomatiques; État de santé déficient; Taux élevé d'alcoolisme et de suicide.
- Méfiance générale, Incapacité de prendre son avenir en mains; Déstabilisation de la société; Catastrophe économique.

Les co-responsables: L'information mensongère; Les mesures de protection non comprises; L'effondrement de l'Union Soviétique; Les discriminations sociales; Les médecins et les instituteurs.

Epilogue

- „On“ a voulu que cette catastrophe soit perçue encore beaucoup plus grave.
- En politique: gravité = nombre de victimes
- En abaissant les seuils de définition, on a augmenté artificiellement le nombre de personnes ayant le statut de victime.
- Ainsi les doses moyennes sont devenues étonnamment faibles et les vraies victimes se perdent dans la foule des pseudo victimes. (Épidémiologie??)
- Finalement, les influences psychiques et sociales ont agi et les pseudo victimes sont devenues aussi de vraies victimes.