

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea



www.cea.fr

TCHERNOBYL: BILAN DES EXPOSITIONS DES LIQUIDATEURS ET DES POPULATIONS



L. LEBARON-JACOBS – F. MENETRIER

DIRECTION DE LA RECHERCHE FONDAMENTALE
D3P/ PROSITON
CEA

SFRP

Tchernobyl 30 ans après

15 mars 2016

Chernobyl: Consequences of the catastrophe for people and the environment
Yablokov A.V., Nesterenko V.B., Nesterenko A.V.
Ann NY Acad Sci 1181 (2009)

- conséquences sur la santé publique : morbidité, vieillissement précoce, maladies non cancéreuses, cancers, et mortalité
- excès de la mortalité globale estimé à **985 000 morts** entre avril 1986 et fin 2004 à travers le monde



Yablokov V. YABLÓKOV
Nesterenko V.B. NESTERENKO
Nesterenko A.V. NESTERENKO

TRANSLATED BY JAMES D. GARDNER, NYU

Rapport UNSCEAR (2008 – publié en 2011)

Fin avril – début mai 1986, 600 techniciens, pompiers et militaires impliqués dans l'extinction de l'incendie de graphite de la centrale

➔ **134 syndrome aigu d'irradiation** (SAI) après exposition externe corps entier à des doses gamma de **0,8 à 16 Gy**

Contamination interne et exposition aux neutrons négligeables

➔ 28 décès dans les premiers mois
13 ont subi une greffe de moelle osseuse pour un syndrome hématoïétique grave: 12 décès

➔ **brûlures radio-induites** : liée à l'exposition au rayonnement beta (**400 à 500 Gy**)

➔ graves et profondes.

aggravation du SAI quand > 50% de la surface corporelle /brûlures radio-induites

➔ infections sévères + 19 décès

➔ 15 travailleurs présentèrent un **syndrome gastro-intestinal**

8 d'entre eux une **pneumopathie radio-induite**

Le suivi médical

- **complexe** du fait de méthodes utilisées, critères et durées d'investigation médicale différentes: pour 10 d'entre eux à la Clinique de Burnazyan Federal Medical Biophysical Center (FMBC) à Moscou et pour 59 autres à l'Ukrainian Research Center of Radiation Medicine (URCRM)
- entre 1987 et 2006: guérison du syndrome hématopoïétique des survivants du SAI
 - ⇒ augmentation des **cancers hématologiques**: 3 cas de syndrome myélodysplasique et 2 leucémies myéloïdes chronique et aiguë
- entre 1990 et 1996: 15 survivants du SAI ont présenté **une extension des lésions cutanées radio-induites** ⇒ acte chirurgical
- principalement des lésions cutanées (radio-dermites, fibroses, atrophie)
- **cataracte radio-induite** (23 survivants) : seuil de dose en fonction des critères de diagnostic (prise en compte ou non de la dose beta au cristallin): 3,2 Gy pour le FMBC et < 1 Gy pour l'URCRM

Le suivi médical (suite)

- Quelques cas d'**hypothyroïdisme**
- 4 cas de **cancers solides** diagnostiqués : 1 cancer du rein, 1 cancer du côlon et 2 cancers de la thyroïde chez des personnes âgées en moyenne de 45 ans et après un délai de 11,5 ans en moyenne après l'accident

MAIS: allongement progressif de la période de suivi influence fortement l'augmentation du nombre de pathologies cancéreuses ou non, liée à l'augmentation de l'âge moyen des survivants

- Pas de corrélation entre la sévérité du SAI et le développement de pathologies des systèmes nerveux central, gastro-intestinal et cardio-vasculaire (âge, exposition à d'autres stress environnementaux)

Les liquidateurs (1)

- Entre 1986 et 1990, intervention de près de 600 000 liquidateurs venant d'Ukraine, de Russie, de Biélorussie, des Républiques soviétiques d'Asie Centrale ou d'Extrême-Orient afin de décontaminer la zone d'exclusion de 3000 km², construire le sarcophage et réhabiliter l'environnement.

- Hommes âgés de 20 à 40 ans
- Dose moyenne reçue entre 1986 et 1990: **environ 120 mSv** (principalement due à l'exposition externe)



Incertitudes des estimations de dose individuelle sont grandes : **85% des valeurs enregistrées entre 20 et 500 mSv et variant jusqu'à un facteur 5.**

➔ en 1986: 300 000 travailleurs ukrainiens impliqués dans les opérations les plus difficiles sur le site même de Tchernobyl et au niveau de la zone d'exclusion ont reçu une dose moyenne de **150 mSv** alors que 350 000 autres recevaient des doses de **10 mSv** environ

➔ la durée des missions effectuées par chacun des liquidateurs ne dépassait pas six mois d'où une réduction notable de la dose reçue.

Dosimétrie

- Entre le 30 avril et le 7 mai 1986: estimation d'une dose moyenne de 0,21 Gy reçue à la thyroïde par 600 liquidateurs

MAIS: faible nombre de mesures, incorporation unique d'iode-131 et aucune prophylaxie iodée

- taux plus élevé de cancers de la thyroïde par rapport à la population générale

MAIS: aucune corrélation n'a pu être mise en évidence entre la dose externe reçue et le développement d'un cancer de la thyroïde.

- augmentation des leucémies chez les liquidateurs de Biélorussie, de la Fédération de Russie, de l'Ukraine et des Pays Baltes (Gluzman et al., 2011)

MAIS: faible pouvoir statistique, fortes incertitudes dans la reconstitution de la dose et facteurs confondants non négligeables

Suivi médical

- pas d'émergence formelle de pathologies tumorales (faible puissance statistique, incertitudes quant aux doses reçues, cofacteurs parfois mal définis).
- augmentation de l'incidence des leucémies et des cataractes (doses les plus élevées) n'ont pas pu être attribuées à l'exposition aux rayonnements ionisants compte tenu de l'absence de données concordantes.
- dans les années qui ont suivi l'accident, développement de pathologies psychiatriques en plus des syndromes de stress post-traumatique identifiés: syndromes d'anxiété, de dépression, de schizophrénie, des baisses des capacités cognitives et d'attention.
- augmentation significative des cas de suicide: 1,5 à 2 fois plus de suicides qu'au sein de la population de référence
 - ★ Cependant, non directement liés à l'exposition aux rayonnements ionisants, mais liés au stress induit par l'accident technologique.

Les populations de Biélorussie, d'Ukraine et de Russie (1)

- Environ 120 000 personnes évacuées (6 mois)
- **dose maximale: 380 mSv - dose moyenne: 15 mSv**
- doses délivrées corps entier par le césium-137: quelques centaines de mSv au cours des années ayant suivi l'accident.
- plus de 100 000 mesures réalisées *in situ* en tenant compte des modes d'exposition
 - ➔ **doses à la thyroïde: de 0,05 à plus de 5 Gy chez les adultes**
entre 1 et 10 Gy chez les jeunes enfants
- **Entre 1991 – 2005: près de 7000 cas de cancers de la thyroïde** diagnostiqués chez les jeunes de moins de 18 ans (proportion importante peut être attribuée à la consommation en 1986 de lait contaminé à l'iode 131 par les plus jeunes) / **15 décès**
- Aujourd'hui, risque élevé chez les individus exposés aux jeunes âges, même 25 ans après l'accident.
- risque 3 fois moins important de cancer de la thyroïde chez les enfants ayant reçu une supplémentation en iode stable après l'accident de Tchernobyl
- **aucun excès significatif de cancer solide (hormis celui de la thyroïde) n'a été mesuré à ce jour dans les populations exposées.**

Etude récente (Hatch et al., 2015) dans le nord de l'Ukraine sur l'incidence des cancers non-thyroïdiens au sein d'une cohorte de 13.203 individus (âgés de moins de 18 ans au moment de l'accident):

- suivi entre 1998 et 2009 grâce aux données du registre national des cancers ukrainien (NCRU)
- exclusion des cancers thyroïdiens, des leucémies et des lymphomes (suivi se poursuit)



aucune augmentation de l'incidence des cancers étudiés

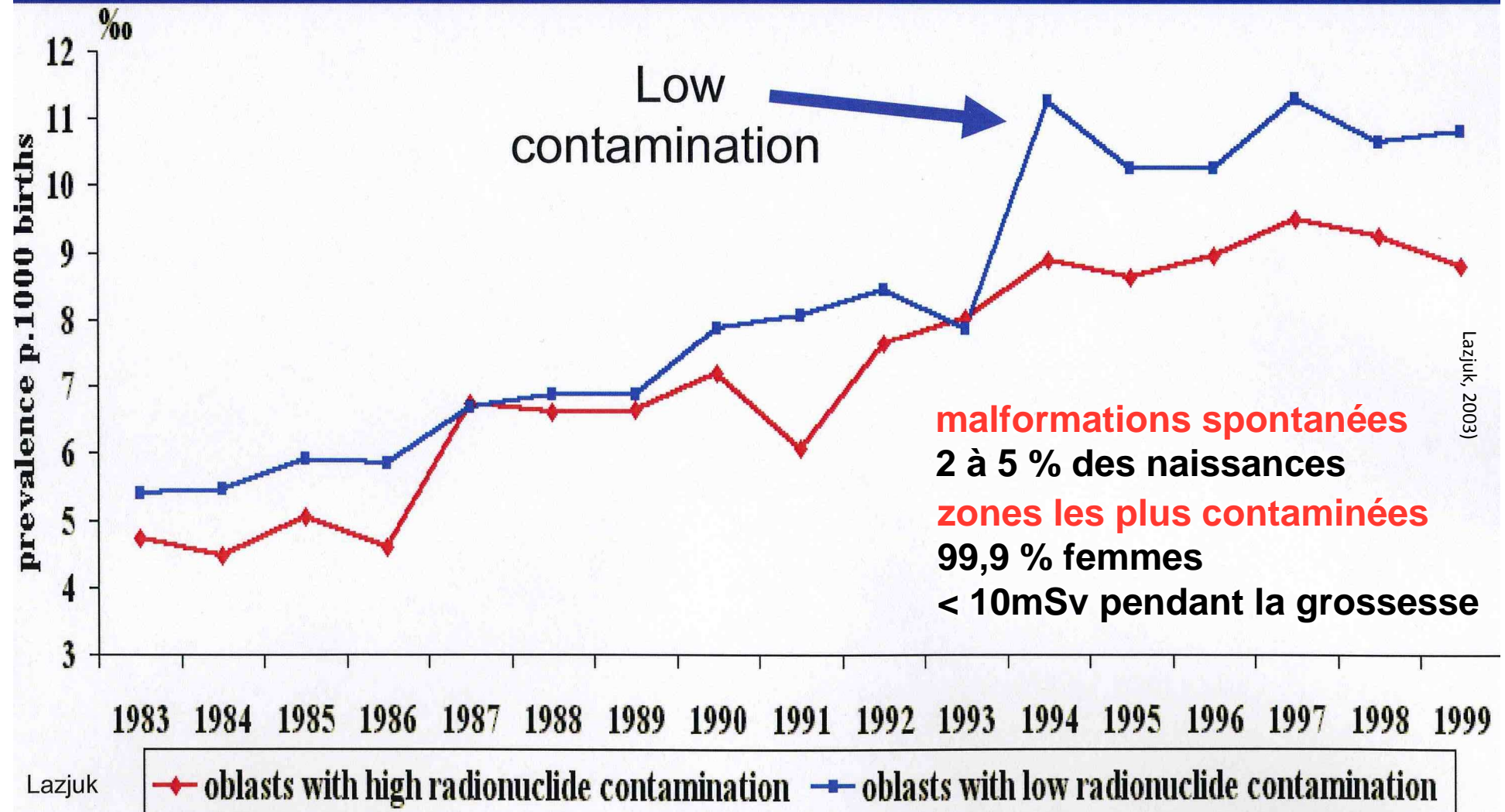
Les populations de Biélorussie, d'Ukraine et de Russie (3)

- Plusieurs études épidémiologiques concluent à une **augmentation des risques cardiovasculaires dans la population la plus exposée**
 - MAIS: études contestées notamment d'un point de vue méthodologique et statistique**, car pas de prise en compte du mode de vie des patients de la cohorte, ni de l'indice de masse corporelle, de la consommation d'alcool et de tabac.
- aucune démonstration épidémiologique claire n'a confirmé l'origine des pathologies auto-immunes, en particulier de la glande thyroïde, développées au sein des populations exposées de Biélorussie, d'Ukraine et de Russie
- **Aucun impact significatif sur la mortalité infantile ou l'émergence de malformations** (OMS, 2006): mortalité infantile observée dans les zones contaminées comparable à celle mesurée dans les zones géographiques connexes et non contaminées.
- Certaines études: instabilité génétique transgénérationnelle (anomalies chromosomiques) chez des enfants de parents exposés lors de l'accident.




Mais, ne conduit pas nécessairement à une pathologie.

Congenital malformations (9 defined types) in Belarus

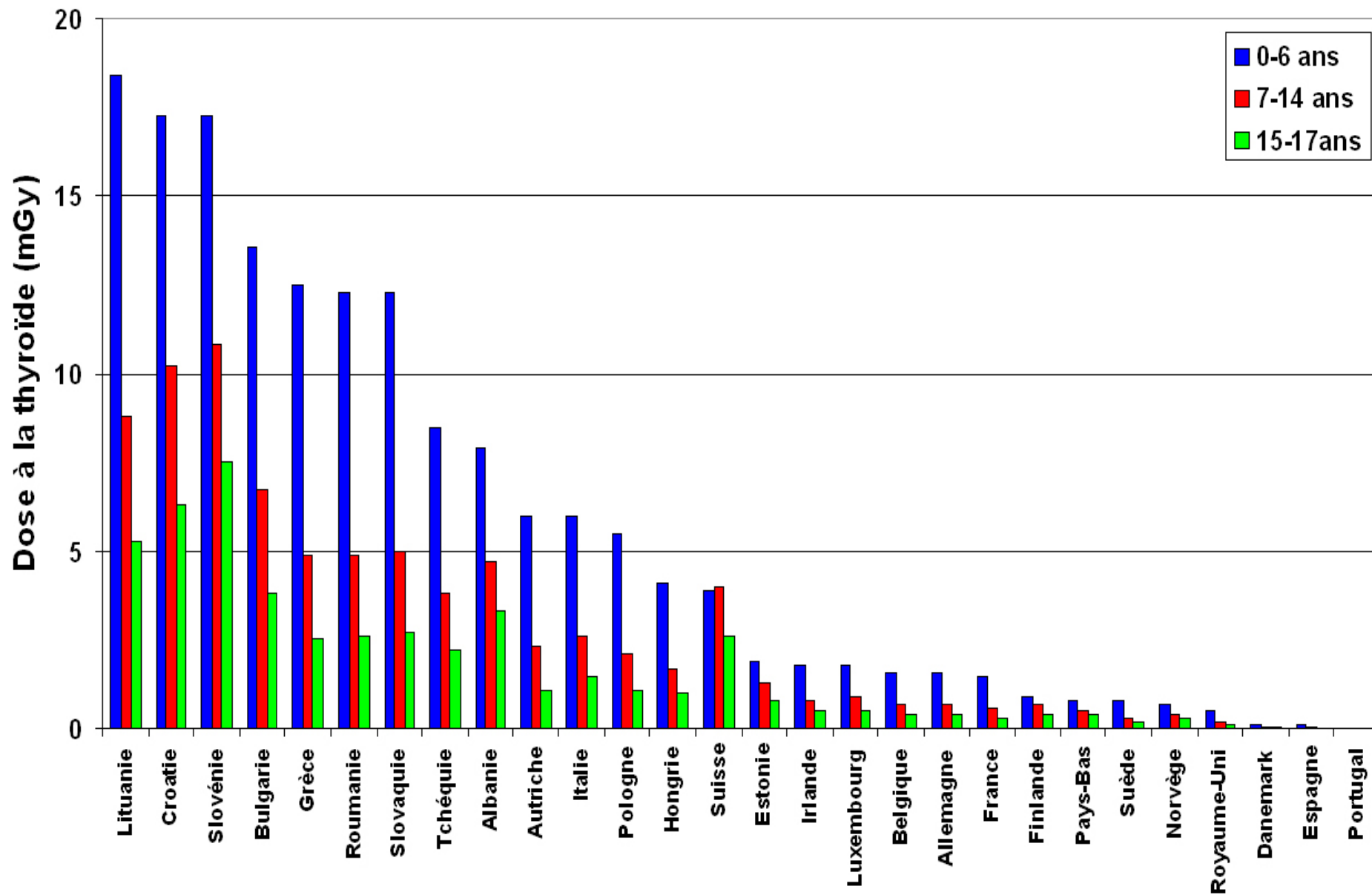


Les populations de Biélorussie, d'Ukraine et de Russie (4)

- apparition d'un **syndrome de stress post-traumatique** (souvenirs intrusifs, cauchemars, hypervigilance et amnésies) chez plus de 75% des individus évacués.
- nombreux désordres psychologiques mineurs: troubles du sommeil, crises d'angoisse, dépression légère
- mais aussi dépressions plus sévères et syndromes de stress post-traumatique chez certaines mères
- études neurocognitives sur les enfants exposés pendant leur développement intra-utérin lors de l'accident de Tchernobyl: **émergence de désordres cognitifs infantiles** (hyperactivité, difficultés d'apprentissage scolaire faible diminution du quotient intellectuel).

 ***Mais, fragilité méthodologique de ces études: nécessité de cohortes mieux adaptées et nombreux facteurs psycho-sociaux et familiaux peuvent être responsables de ces syndromes.***

- doses à la thyroïde de l'ordre de 1 mGy
 - analyse du registre des cancers de la Région Champagne–Ardenne: depuis les années 1975 augmentation de l'incidence du cancer de la thyroïde d'un facteur 3 tous types histologiques de cancers de la thyroïde confondus, est observée
- ➔ meilleur dépistage grâce aux progrès des techniques d'échographie et de cyto-ponction



Dose moyenne à la thyroïde dans les pays européens, UNSCEAR 2008, (2011).

Les intervenants d'urgence

- Parmi les **134 intervenants d'urgence** ayant été hospitalisés, il est maintenant certain que le **décès de 28 d'entre eux** et le **SAI développé chez les 106 travailleurs** restants sont attribuables à leur exposition à de fortes doses de rayonnements ionisants.
- Le suivi attentif de ces survivants est à poursuivre en veillant à **harmoniser la méthodologie et les critères de diagnostic utilisés** quel que soit le centre médical, afin de détecter d'éventuelles pathologies hématologiques prolifératives, des tumeurs du système endocrinien ou des cancers de la peau.

Les liquidateurs

- Des études épidémiologiques montrent une augmentation de certaines pathologies chez les **liquidateurs** de Biélorussie, de la Fédération de Russie, de l'Ukraine et des Pays Baltes.
- *Cependant: faible pouvoir statistique / fortes incertitudes dans la reconstitution de la dose / facteurs confondants non négligeables.*
 - ➔ de nouvelles études internationales pourraient résoudre ces difficultés
- développement de pathologies psychiatriques et augmentation significative des cas de suicide
- *Cependant: non directement liés à l'exposition aux rayonnements ionisants, mais liés au stress induit par l'accident technologique.*

Les populations

- Il a pu être démontré que l'incidence du cancer de la thyroïde augmente avec la dose délivrée à cet organe et la déficience en iode stable dans l'alimentation:
 - ➔ **Entre 1991 et 2005, près de 7000 cas de cancers de la thyroïde chez les jeunes de moins de 18 ans** ont été diagnostiqués (consommation en 1986 de lait contaminé à l'iode 131)
- **Conséquences psychologiques**: part de la responsabilité des rayonnements ionisants / conséquences d'une désorganisation de la vie quotidienne?