

**IRSN**

INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

# INITIATIVE FRANCO-ALLEMANDE POUR TCHERNOBYL

## PROJET SANTE

DIRECTION DE LA RADIOPROTECTION DE L'HOMME

Demandeur	IRSN				
Référence de la demande					
Numéro de la fiche programme	C08/H-02F1/01				
<b>INITIATIVE FRANCO-ALLEMANDE</b> <b>POUR TCHERNOBYL</b>  <b>PROJET SANTÉ</b>  Margot TIRMARCHE, Coordonnateur  Service de Radiobiologie et d'Epidémiologie Rapport DRPH/2006-05					
	Réservé à l'unité		Approbation		
	Rédacteur(s)	Vérificateur*	Chef du SRBE	Directeur DRPH	Directeur Général de l'IRSN
Noms	M. TIRMARCHE	J. BRENOT	P. VOISIN	P. GOURMELON	J. REPUSSARD
Dates	9.5.06	9/05/2006	09/05/06	9/05/06	
Signatures					

\* rapport sous assurance de la qualité

---

---

## RESUME

Les travaux menés dans le cadre de l'Initiative Franco-Allemande (IFA) sur la santé des populations exposées aux rayonnements ionisants se sont concentrés sur les principaux indicateurs de santé utiles pour l'étude de l'incidence excédentaire de cancers après une période de latence relativement longue.

Aucune différence nette des tendances d'incidence de leucémie n'a été mise en évidence entre les régions exposées et les régions non exposées d'Ukraine, du Belarus et de Russie.

S'agissant des tumeurs solides, les taux d'incidence ont présenté les mêmes tendances d'augmentation au fil du temps quelles que soient les régions étudiées.

En revanche, les travaux ont montré une nette augmentation du taux d'incidence des cancers de la thyroïde dans les régions exposées, notamment chez les personnes âgées de moins de dix ans au moment de l'accident. Au Belarus, le registre national des cancers a permis de mettre en évidence un nombre très élevé de cancers de la thyroïde, dès le début des années 1990 chez les enfants âgés de moins de 15 ans et une nette augmentation de ces cancers, depuis 1998, dans la tranche des 15/29 ans. Ainsi, pour cette population exposée, le risque de cancer de la thyroïde continue à s'exprimer 20 ans après l'accident.

En outre, aucune différence tangible du point de vue des tendances entre régions exposées et non exposées n'a été mise en évidence pour les malformations congénitales.

---

---

## ABSTRACT

---

---

**MOTS-CLES TCHERNOBYL, SANTE, CANCERS, THYROIDE**

---

---

## HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Version	Date	Auteur	Pages ou paragraphes modifiés	Description ou commentaires

---

---

LISTE DES PARTICIPANTS

Nom	Organisme

---

---

LISTE DE DIFFUSION

Diffusion libre  Diffusion limitée

Nom	Organisme

# LE PROJET SANTE DE L'INITIATIVE FRANCO-ALLEMANDE

L'Initiative Franco-Allemande (IFA) a été lancée le 12 avril 1996 par les ministres de l'environnement de la France et de l'Allemagne pour établir une coopération avec le Belarus, la Russie et l'Ukraine afin de mieux comprendre les conséquences de l'accident de Tchernobyl dans ces pays et de disposer de données fiables auxquelles pourraient se référer les décideurs, les chercheurs et tous ceux concernés par l'accident. Les actions effectuées dans le cadre de l'IFA se sont déroulées de 1997 à 2004. L'institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN) en France et la GRS, autorité allemande responsable du maintien et du développement de la sécurité des installations nucléaires en Allemagne, furent chargés de coordonner l'ensemble des actions de l'IFA.

De nombreuses équipes de scientifiques du Belarus, de Russie et d'Ukraine furent impliquées dans le Projet Santé à deux titres, en apportant leurs données pour constituer la base d'informations et en effectuant des études sur les sujets jugés prioritaires par la coordination scientifique de l'IFA. Les équipes furent les suivantes :

- Ukrainian Research Institute of Oncology of Academy of Medical Sciences of the Ukraine - Kiev, Ukraine
- Institute of Nutrition (URIN) - Kiev, Ukraine
- Research Centre for Radiation Medicine (RCRM) - Kiev, Ukraine
- Medical Radiological Research Center of RAMS - Kaluga region Russia
- Belarussian Center for Medical Technologies, Computer Systems, Administration and Management of Health (BELCMT) - Minsk, Belarus
- Belarussian Institute for the Protection of Motherhood and Childhood - Minsk, Belarus
- Institute of Power Engineering Problems - Minsk, Belarus
- Research Institute for Haematology and Blood Transfusion - Minsk, Belarus
- Institute for Hereditary Diseases (BIHD) - Minsk, Belarus

La coordination fut assurée par P. Veger de 1997 à 2001 et Margot Tirmarche (IRSN) de 2002 à 2004, en collaboration avec le Professeur Albrecht Kellerer de l'Université de Munich.

*Les scientifiques français et allemands impliqués dans le projet furent :*

- Susanne Becker / Université de Munich
- Bertrand Gagnière / CIRE Ouest - Rennes
- Albrecht Kellerer / Université de Munich
- Reinhild Pott-Born / Université de Munich
- Nathalie Rutschkowsky / IRSN/ Relations Internationales
- Madeleine Valenty / IRSN/ Laboratoire d'Epidémiologie
- Hilaire Mansoux / IRSN/ Unité d'Expertise des Sources

- Brigitte Franc / Hôpital Ambroise Paré - Boulogne
- Elisabeth Robert-Gnansia / Institut européen de Génomutation
- André Briend / CNAM - Paris

*Le soutien logistique fut apporté par* Christine Brun-Yaba et J-L. Frichet de Riskaudit et Isabelle Calmont (IRSN).

# SOMMAIRE

<b>1 INTRODUCTION</b> .....	<b>4</b>
<b>2 ANALYSE DE L'INCIDENCE DES LEUCEMIES</b> .....	<b>5</b>
2.1 ANALYSES AU BELARUS .....	5
2.2 ANALYSES EN UKRAINE.....	6
2.3 ANALYSES EN RUSSIE .....	9
<b>3 ANALYSE DE L'INCIDENCE DES CANCERS DE LA THYROÏDE</b> .....	<b>10</b>
3.1 ANALYSES AU BELARUS .....	10
3.2 ANALYSES EN UKRAINE.....	13
3.3 ANALYSES EN RUSSIE .....	14
<b>4 ANALYSE DE L'INCIDENCE DES CANCERS SOLIDES</b> .....	<b>15</b>
4.1 ANALYSES AU BELARUS .....	15
4.2 ANALYSES EN UKRAINE.....	15
4.3 ANALYSES EN RUSSIE .....	16
<b>5 OBSERVATION DES EFFETS DES EXPOSITIONS SUR LES TRES JEUNES ENFANTS</b> .....	<b>18</b>
5.1 EFFETS SUR LA MORTALITE INFANTILE .....	18
5.1.1 Analyses au Bélarus .....	18
5.1.2 Analyses en Ukraine.....	19
5.1.3 Analyses en Russie .....	19
5.2 EFFETS SUR LA MORBIDITE INFANTILE.....	20
5.2.1 Analyses au Bélarus .....	20
5.2.2 Analyses en Ukraine.....	21
5.2.3 Analyses en Russie .....	21
5.3 MALFORMATIONS CONGENITALES ET EFFETS IN UTERO .....	21
5.3.1 Malformations congénitales au Belarus .....	21
5.3.2 Effets potentiels sur le cerveau des enfants exposés in utero en Ukraine .....	23
<b>6 PRATIQUES ALIMENTAIRES ET NUTRITIONNELLES EN UKRAINE</b> .....	<b>24</b>
<b>7 PROBLEMATIQUE DE LA RECONSTITUTION DOSIMETRIQUE CHEZ LES LIQUIDATEURS</b> .....	<b>24</b>
<b>8 AIDES A LA DECISION ET BILAN SOUS FORME DE BASE DE DONNEES</b> .....	<b>25</b>
<b>9 DISCUSSION</b> .....	<b>26</b>
<b>10 CONCLUSION</b> .....	<b>28</b>
<b>11 RAPPORTS FINAUX ET PUBLICATIONS</b> .....	<b>29</b>
11.1 RAPPORTS FINAUX .....	29
11.2 PUBLICATIONS .....	32

# 1 INTRODUCTION

A la date du lancement de l'IFA en 1996, les médecins avaient déjà signalé une nette augmentation des taux d'incidence du cancer de la thyroïde chez les jeunes enfants et, notamment chez ceux exposés aux substances radioactives rejetées lors de l'accident de Tchernobyl. Un des buts des chercheurs impliqués dans l'IFA a été de prolonger le suivi des enfants qui avaient été exposés et d'observer les effets sur la santé survenant dans la population des adolescents et des jeunes adultes, en tenant compte de leur âge au moment de l'exposition. Pour les autres types de cancers, notamment les leucémies, toutes les catégories d'âge ont été considérées. Certaines des études effectuées ont permis de valider la qualité et l'exhaustivité des registres de cancers ; elles ont permis également de considérer certains co-facteurs (qualité du dépistage, ..... ) pouvant influencer l'augmentation de l'incidence de certaines pathologies.

Un point fort de l'IFA est d'avoir visé l'incidence des cancers qui, pour certaines pathologies, constitue un indicateur beaucoup plus pertinent que la seule mortalité qui dépend de la qualité du certificat de décès.

Les expositions lors de l'accident de Tchernobyl ont été différentes de celles d'Hiroshima et de Nagasaki. En effet, dans beaucoup d'oblasts contaminés par les retombées de l'accident, les individus ont subi à la fois une contamination interne et une irradiation externe. Dans le cadre de l'IFA, les effets sur la santé ont été décrits principalement en comparant les populations des régions fortement contaminées aux populations plus faiblement exposées. La population des travailleurs qui ont participé aux opérations de nettoyage du site ou qui sont entrés dans la zone de 30 km autour du site, communément appelés « liquidateurs », a également fait l'objet d'une étude.

Les résultats présentés dans ce rapport ont été obtenus par les différentes équipes de chercheurs de Belarus, Russie et Ukraine impliqués dans l'IFA. Les données correspondantes ont été transférées dans une base de données commune gérée à Kiev.

Les principaux résultats concernent :

- 1- l'incidence des leucémies,
- 2- l'incidence des cancers de la thyroïde,
- 3- l'incidence des cancers solides,
- 4- les effets des expositions sur les très jeunes enfants,
- 5- les pratiques alimentaires et nutritionnelles en Ukraine,
- 6- la reconstitution des doses des liquidateurs.

A la conférence internationale tenue à Kiev en Octobre 2004, les chercheurs des instituts impliqués ont présenté l'ensemble des travaux effectués au cours de ces sept années de collaboration.



## 2 ANALYSE DE L'INCIDENCE DES LEUCEMIES

Depuis les premières publications des résultats de l'étude des survivants de Hiroshima et de Nagasaki, la leucémie est considérée comme un indicateur relativement précoce d'un risque pour la santé en rapport avec les rayonnements ionisants. L'étude de l'incidence des leucémies a été menée soit au niveau national, soit sur plusieurs oblasts en comparant les régions contaminées aux régions faiblement contaminées. Dans la mesure du possible, des données fiables ont été recherchées pour la période précédant 1986, ceci afin de comparer les incidences avant et après l'accident.

### 2.1 ANALYSES AU BELARUS

Au Belarus, au niveau national, le taux d'incidence standardisé (taux annuel pour 100 000 habitants) de leucémies aiguës entre 1986 et 1992 est peu différent de celui pour la période précédant l'accident (période 1979 - 1985). Pour la période 1993 - 1997, le taux est inférieur à ceux des deux périodes précédentes (cf. tableau 1).

Pour la période 1986 - 1992, les leucémies chroniques présentent une augmentation de leur taux. L'observation des différents types histologiques indique que cette augmentation serait surtout due au type lymphoïde chronique (LLC) alors que ce type est a priori non lié aux radiations. Pour les leucémies myéloïdes chroniques (LMC), l'augmentation significative observée pour la période 1986-1992 comparativement à la période précédant l'accident ( $p_{2-1} < 0,01$ ) ne persiste pas pour la période suivante 1993-1997 (cf. tableau 2).

Tableau 1. Taux d'incidence annuel pour 100 000 des leucémies aiguës dans la population adulte du Belarus (trois périodes d'étude)

	1979 -1985	1986 -1992	1993 -1997
Taux	2, 71 ± 0,09	2,87 ± 0,10	2 ,58 ± 0,11

Tableau 2. Taux d'incidence annuel pour 100 000 des leucémies myéloïdes chroniques dans la population adulte du Belarus (trois périodes d'étude)

	1979 - 1985	1986 - 1992	1993 - 1997
Taux	1,33 ± 0,05	1,60 ± 0,07	1,39 ± 0,08

Le taux de polycythémies (prolifération de la lignée des globules rouges) après l'accident a significativement augmenté comparativement à celui pour la période précédant l'accident (cf. tableau 3).

Tableau 3. Taux d'incidence annuel pour 100 000 des polycythémies dans la population adulte du Belarus (trois périodes d'étude)

	1979 - 1985	1986 - 1992	1993 - 1997
Taux	0,56 ± 0,04	0,72 ± 0,05	0,85 ± 0,04
Différences statistiques		$P_{2-1} < 0,05$	$P_{3-1} < 0,001$

Dans les régions les plus contaminées du Belarus (Mogilev, Gomel et Brest), l'évolution du taux d'incidence des polycythémies en fonction du temps est la même que dans les autres oblasts. De plus, les taux standardisés des différents types de leucémies pour les différentes périodes étudiées restent comparables à ceux de l'oblast contrôle de Vitebsk. Selon V.N Gapanovitch et son équipe, [1], les augmentations après l'accident pourraient s'expliquer par de multiples facteurs. La contribution des rayonnements ionisants reste difficile à évaluer car il existe un temps de latence minimum de 2 ans avant que les leucémies décelées ne puissent être attribuées aux radiations. E. Ivanov a aussi suggéré que si le même protocole de diagnostic avait été utilisé avant et après l'accident, le taux d'incidence avant 1986 aurait été augmenté. En effet dans l'étude d'Ivanov et al. (2003), il a été souligné que, pour la période précédant l'accident, les taux de leucémies aiguës dont le type cellulaire était inconnu était 4 fois supérieur à celui de la période 1993-1997.

## 2.2 ANALYSES EN UKRAINE

Deux études indépendantes permettant la comparaison des tendances observées avant et après l'accident ont été réalisées en Ukraine.

L'une des deux études repose sur les données d'incidence des oblasts de Zhytomir et Kiev qui sont considérés comme les plus contaminés en Ukraine [2]. Les chercheurs ont observé une légère augmentation du taux d'incidence des leucémies par rapport à la période précédant l'accident (cf. figure 1). Néanmoins, les différences avec le taux national sont très faibles (pour les deux sexes et pour chacun considéré séparément).

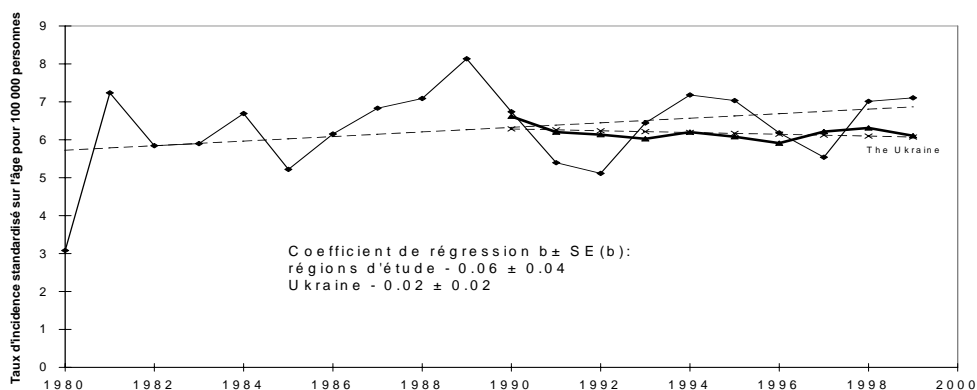


Figure 1 : Taux d'incidence annuel pour 100 000 pour les oblasts de Zhytomir et Kiev en Ukraine, de 1980 à 1999

Comme l'indique la figure 1, la comparaison avec le registre national n'est possible qu'à partir de 1990, car sur la période antérieure le registre national est incomplet (validation nationale).

Le taux d'incidence standardisé pour ces régions est proche du taux d'incidence standardisé pour le reste de l'Europe. Comme pour le reste de l'Europe, le taux d'incidence standardisé augmente avec l'âge atteint. L'analyse comparative des différents types de leucémies montre que les taux d'incidence des périodes 1987-1992 et 1993-1999 présentent une augmentation modérée par rapport à ceux de la période 1980-1986, en particulier pour les leucémies aiguës de type lymphoïde ou myéloïde (LAL et LAM respectivement).

L'autre étude repose sur les données d'incidence des territoires de Chernihiv et de Sumy [3]. Des fluctuations des taux d'incidence des leucémies ont été observées entre les territoires contaminés de Chernihiv et ceux non contaminés de Sumy, que ce soit avant ou après l'accident. Toutefois, l'incidence observée dans les territoires contaminés n'excède jamais la moyenne nationale. Quel que soit le lieu de résidence, le taux d'incidence des leucémies chez les hommes est supérieur à celui des femmes. Chez les hommes et chez les femmes, il n'existe pas de différence majeure des taux d'incidence pour les trois périodes successives de 1980 à 2000 dans les régions qu'elles soient contaminées ou non, selon Bebeshko V.G. et son équipe (cf. figures 2 et 3). Pour les trois périodes considérées, il existe une augmentation du taux après l'âge de 44 ans (valeur maximale entre 65 et 69 ans) et dans la zone contaminée, les taux d'incidence après l'âge de 44 ans chez les hommes sont plus élevés après l'accident qu'avant.

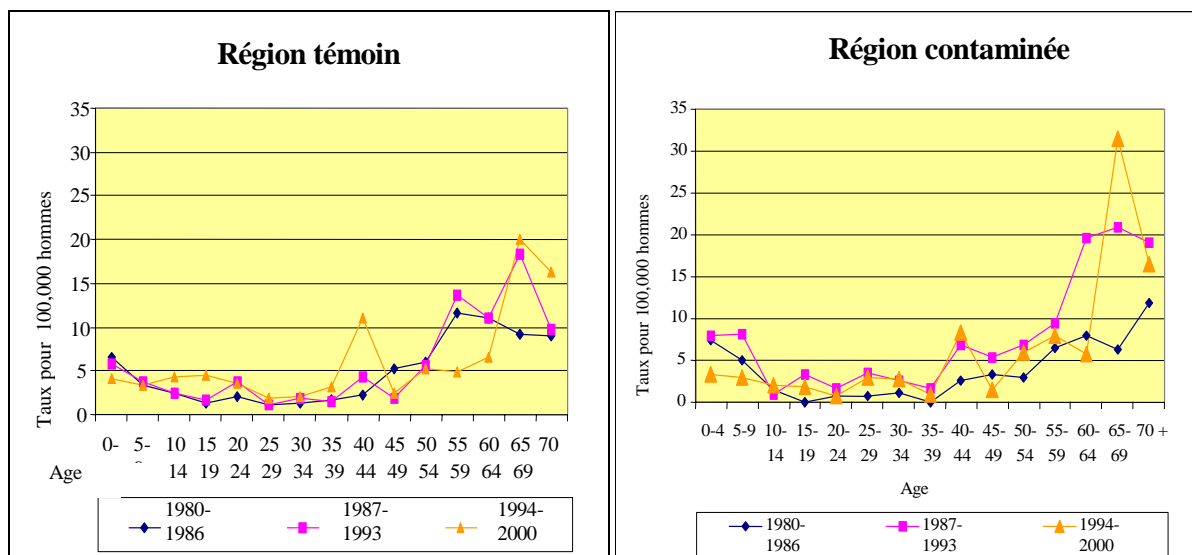


Figure 2 : Taux d'incidence moyen par tranche d'âge chez les hommes à Sumy (région témoin) et à Chernihiv (région contaminée) pour trois périodes [3]

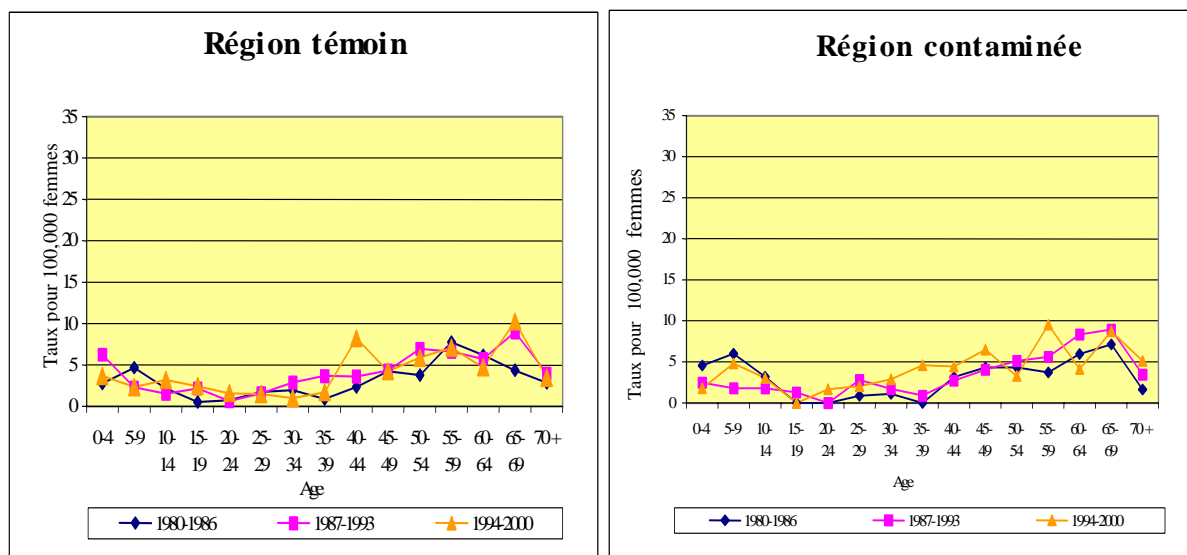


Figure 3 : Taux d'incidence moyens par tranche d'âge chez les femmes à Sumy (région témoin) et à Chernihiv (région contaminée) pour trois périodes [3]

Il n'y a pas d'excès chez les enfants âgés de 0 à 10 ans lorsque les taux dans les régions contaminées sont comparés à ceux dans les régions témoins. Les LAL prédominent chez les enfants et les LLC chez les adultes.

## 2.3 ANALYSES EN RUSSIE

En Russie, selon V. Ivanov et son équipe [4], aucun excès d'incidence des leucémies n'a été décelé entre 1986 et 1998 dans la population des régions fortement contaminées de Bryansk par rapport à la population générale russe (cf. figure 4). Le nombre de cas qui pourraient être dus à l'exposition aux rayonnements ionisants est très faible et ne peut être distingué des fluctuations statistiques.

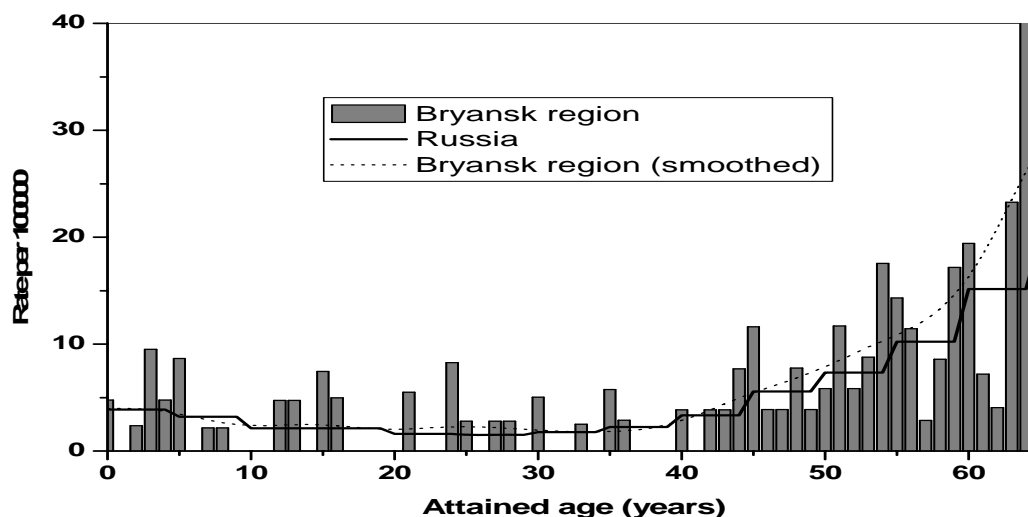


Figure 4 : Taux d'incidence annuel des leucémies en fonction de l'âge au diagnostic, de 1986 à 1998, en Russie et dans l'oblast de Bryansk [4]

De même, à l'intérieur d'un oblast, la comparaison des taux d'incidence des leucémies dans la région fortement contaminée de Bryansk et la région témoin de Kaluga ne montre aucune différence significative tant pour l'ensemble des leucémies que pour tous les types de leucémies excepté les LLC. Mais, il faut préciser que le faible nombre de cas par an et la répartition très hétérogène des cas dans les différents groupes d'âge rendent l'analyse difficile.

Le taux d'incidence pour les enfants de 0 à 14 ans au moment du diagnostic diminue dans les oblasts fortement contaminés entre les périodes 1980-1986 et 1987-1992 et augmente légèrement sur la période 1993-1998. En revanche, le taux d'incidence dans les oblasts faiblement contaminés de Kaluga montre une évolution opposée (cf. figure 5).

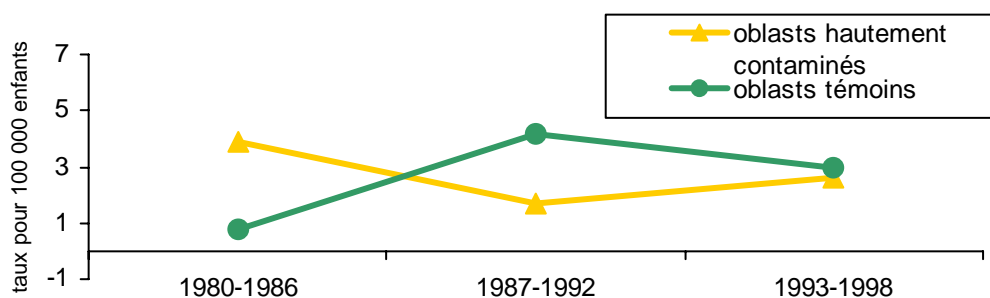


Figure 5 : Taux d'incidence annuel des leucémies chez les enfants de 0 à 14 ans au moment du diagnostic, pour les trois périodes d'étude à Bryansk et Kaluga, en Russie.

### 3 ANALYSE DE L'INCIDENCE DES CANCERS DE LA THYROÏDE

Le cancer de la thyroïde est une maladie relativement rare (Taux d'incidence annuel de l'ordre de 5 pour 100 000 chez les adultes et de 0,2 pour 100 000 chez les enfants) avec un faible taux de mortalité (environ dix fois plus faible que le taux d'incidence). Aussi, seul un enregistrement méticuleux des incidences de ces cancers pouvait permettre de mettre en évidence des excès de cancers dans les différentes populations étudiées.

Les médecins du Belarus avaient signalé dès 1990 que le taux d'incidence des cancers de la thyroïde était particulièrement élevé chez les jeunes enfants comparativement aux taux d'incidence dans d'autres pays. Des excès significatifs de risque de cancer de la thyroïde avaient déjà été observés chez des individus ayant reçu une irradiation externe de leur thyroïde pendant l'enfance. L'augmentation du risque de cancer de la thyroïde associée à l'exposition interne aux rayonnements des iodes radioactifs était peu documentée à l'époque. Cependant, la capacité de la glande thyroïde à capter l'iode présent dans l'environnement permettait de prévoir des doses élevées à la thyroïde dans les conditions de forte contamination existant autour de la centrale de Tchernobyl. C'est ainsi que pour les enfants biélorusses, la dose à la thyroïde a pu être 100 fois plus élevée que celles à d'autres organes. A contamination égale, la dose à la thyroïde des enfants est plus élevée que celle des adultes. Le temps de latence minimal des cancers de la thyroïde est de 4 à 5 ans.

L'IFA a permis d'analyser en détail l'incidence des cancers de la thyroïde chez les adolescents et les jeunes adultes et de connaître l'évolution de ces cancers consécutifs à une exposition dans l'enfance.

#### 3.1 ANALYSES AU BELARUS

Au Belarus, les données proviennent du registre national des cancers (BCR). Des vérifications histopathologiques ont été réalisées en aveugle en collaboration avec des histopathologistes français et ukrainiens : elles ont permis une validation des diagnostics au niveau international (Franc et al., 2003).

Les informations collectées sur les programmes de diagnostic ont permis de dénombrer les appareils à ultra-sons qui, installés dès 1990, ont accru la capacité à diagnostiquer les nodules dans la thyroïde. Cette meilleure détection a eu un impact sur l'augmentation de l'incidence observée au Belarus sur la période d'étude, mais cet impact reste difficile à quantifier.

Les régions les plus contaminées sont Brest, Gomel et Mogilev et les régions témoins sont Vitebsk, Minsk, Minsk City et Grodno [5].

L'incidence des cas de cancers de la thyroïde augmente constamment depuis 1990 chez les personnes âgées de plus de 15 ans au moment du diagnostic, et ce dans quasiment toutes les régions étudiées (cf. figures 6 et 7).

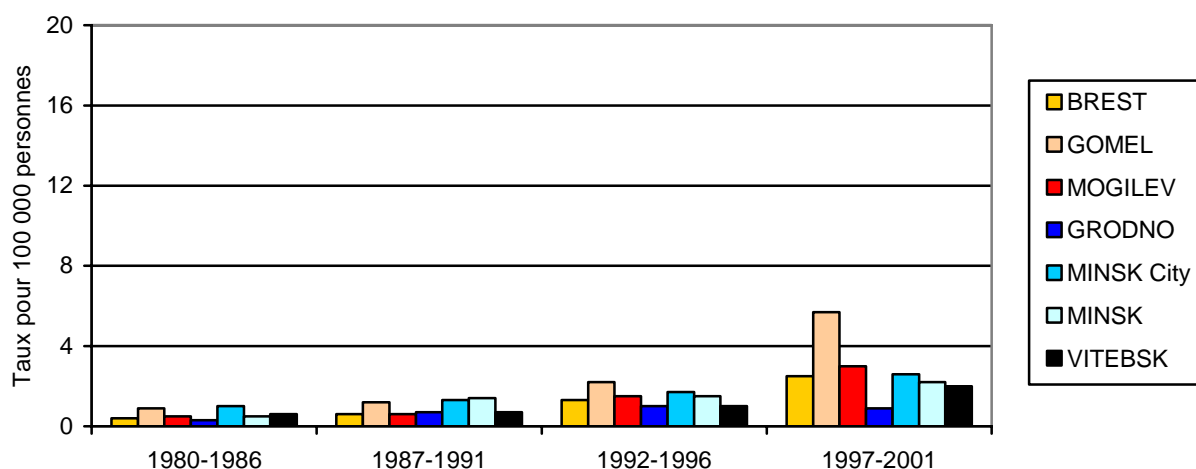


Figure 6 : Taux d'incidence annuel des cancers de la thyroïde, standardisés sur l'âge, chez les hommes âgés de plus de 15 ans au moment du diagnostic, au Belarus

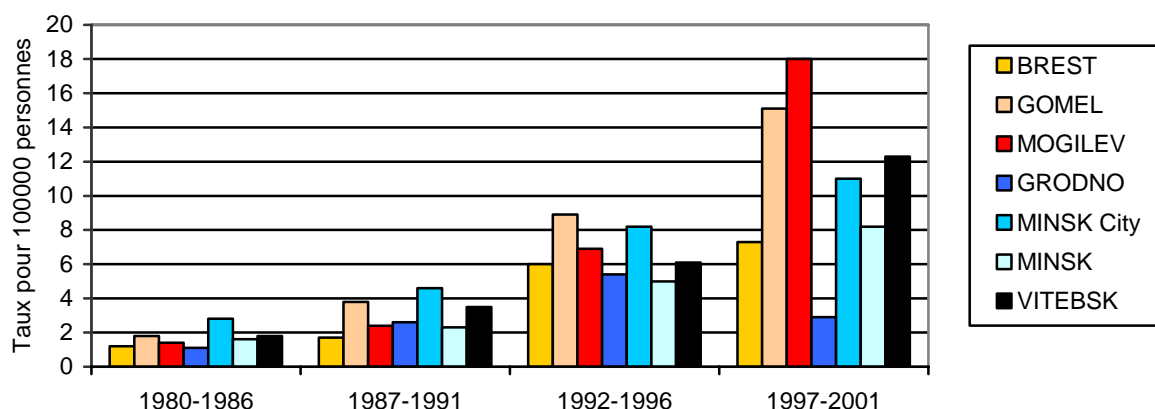


Figure 7 : Taux d'incidence annuel des cancers de la thyroïde, standardisés sur l'âge, chez les femmes âgées de plus de 15 ans au moment du diagnostic, au Belarus

L'étude a montré les disparités régionales et a permis de savoir comment l'augmentation du taux d'incidence des cancers de la thyroïde évolue en fonction des niveaux de contamination. L'augmentation a été considérable chez les hommes et chez les femmes 15 ans après l'accident (1997-2001), mais elle était déjà très nette chez les femmes dès la période 1992-1996.

Le fait que cette augmentation ne soit pas spécifique des régions fortement contaminées laisse planer un doute sur la contribution des rayonnements ionisants dans l'augmentation de l'incidence. Néanmoins, comme le cancer de la thyroïde est enregistré au lieu de résidence au moment du diagnostic, il est possible que certaines augmentations, comme celle de Minsk City, soient liées à une migration des populations des zones contaminées vers des zones peu contaminées, dont la capitale. L'augmentation peut aussi être due en partie à l'installation progressive d'appareils à ultra-sons dès 1990. Cependant, il faut se rappeler que ce type de cancer peut être radio-induit et détectable 4 à 5 ans après l'exposition aux rayonnements, contrairement à d'autres types de cancers qui ont une période de latence beaucoup plus longue.

Au Belarus, le risque des personnes exposées à des âges précoces a aussi été étudié. Dans la catégorie des personnes âgées de 15 à 29 ans au moment du diagnostic, l'incidence des cancers de la thyroïde ne cesse d'augmenter depuis l'accident. L'augmentation importante, observée depuis 1998 dans cette tranche d'âge reflète la contribution des enfants âgés de moins de 10 ans en 1986. Par contre, pour les enfants nés après l'accident, les taux d'incidence rejoignent ceux des périodes pré-accident (voir les taux des enfants âgés de 0 à 14 ans au moment du diagnostic en 2000 : figure 8). Globalement, la figure 8 illustre une augmentation des cancers de la thyroïde en fonction de l'âge à l'exposition : les enfants exposés à des âges précoces continuent à exprimer un excès de cancers de la thyroïde en tant que jeunes adultes.

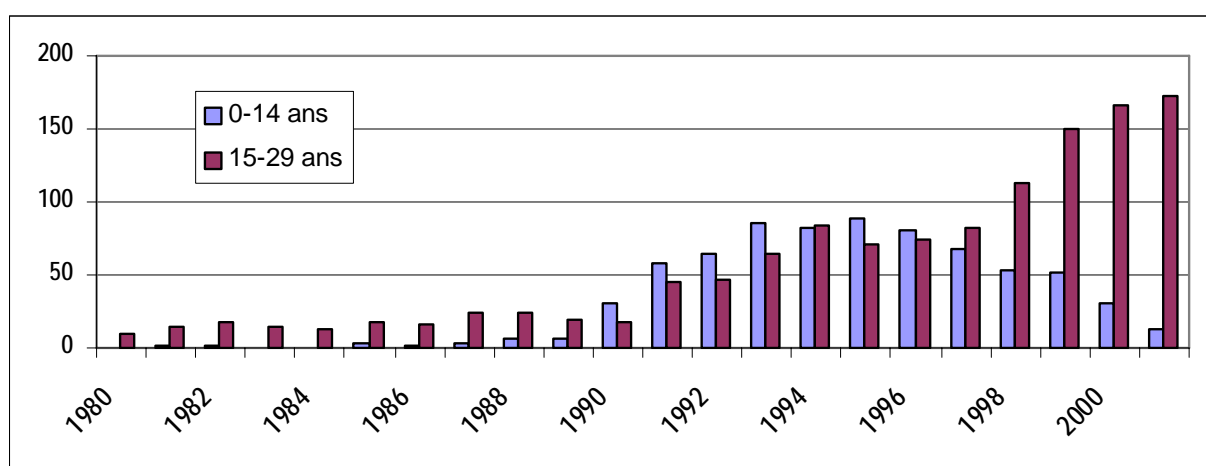


Figure 8 : Incidence annuelle des cancers de la thyroïde au Belarus (âge au moment du diagnostic), de 1980 à 2001.



## 3.2 ANALYSES EN UKRAINE

En Ukraine, il existe également une augmentation significative du taux d'incidence des cancers de la thyroïde dès 1990, particulièrement chez les femmes dans les régions les plus contaminées que sont Kiev, Zhytomir, Chernigov [6]. Cette augmentation pourrait être expliquée conjointement par l'exposition aux rayonnements ionisants et par l'amélioration évidente des procédures de diagnostic (cf. figure 9).

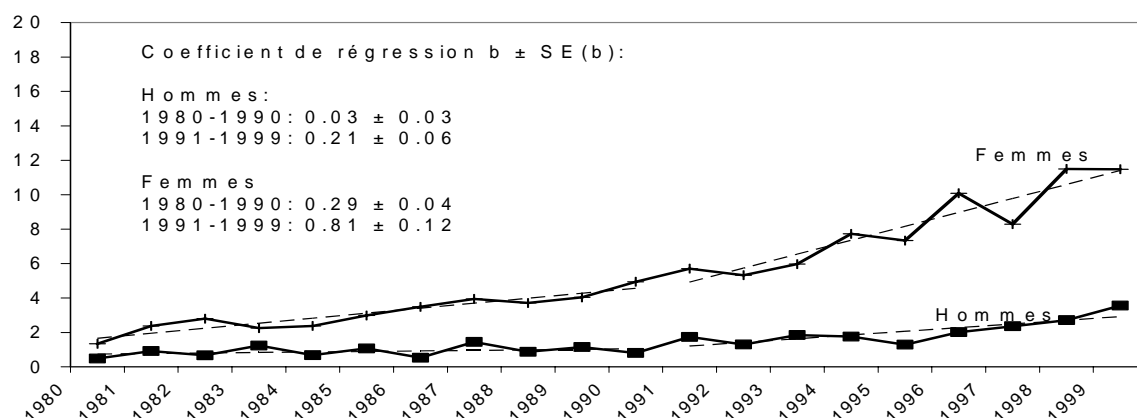


Figure 9 : Taux d'incidence annuel des cancers de la thyroïde, standardisés sur l'âge, pour 100 000 personnes, chez les adolescents et les adultes à Kiev, Zhytomir, Chernigov, de 1980 à 1999.

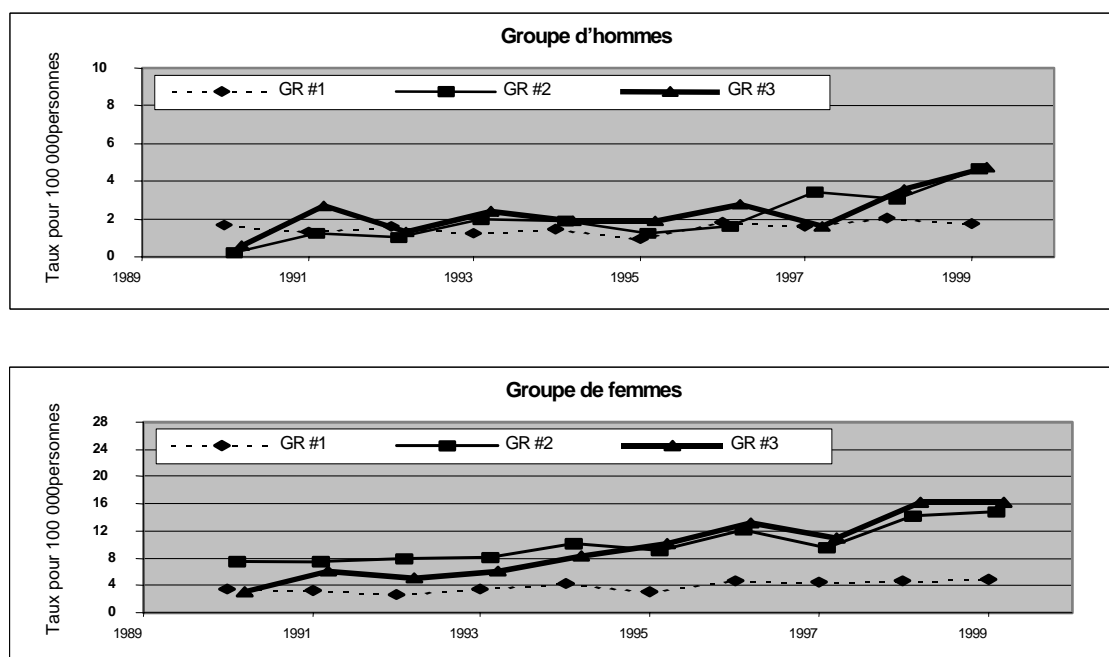


Figure 10 : Taux d'incidence annuel des cancers de la thyroïde, standardisés sur l'âge, dans des groupes (GR) de personnes âgées de plus de 15 ans au moment du diagnostic, en Ukraine.

Sur la figure 10, un excès de cancers de la thyroïde est observé chez les adolescents et les adultes des deux sexes, des régions les plus contaminées par l'iode 131, comparativement aux régions faiblement contaminées. Le dépôt moyen d'iode 131 va croissant de GR1 à GR3 (de moins de 100 à plus de 200 kBq par m<sup>2</sup>). Ainsi, il existe un excès des cancers de la thyroïde dans les régions les plus contaminées GR2 et GR3 et aucune différence entre GR2 et GR3.

### 3.3 ANALYSES EN RUSSIE

En Russie, les taux d'incidence des cancers de la thyroïde ont été étudiés de 1982 à 1999 dans la région de Bryansk contaminée et d'Orel non contaminée [7]. Après l'accident, le taux d'incidence standardisé augmente chez les hommes et chez les femmes quels que soient la région ou le groupe d'âge étudié (cf. figures 11 et 12). On note cependant une augmentation certaine de ce taux dans la catégorie des femmes de plus de 15 ans au moment du diagnostic sur la période 1992-1999 par rapport à celle des hommes. De plus, il existe dès 1991 une augmentation considérable de l'incidence des cancers de la thyroïde particulièrement chez ceux qui étaient exposés dans l'enfance ou dans l'adolescence.

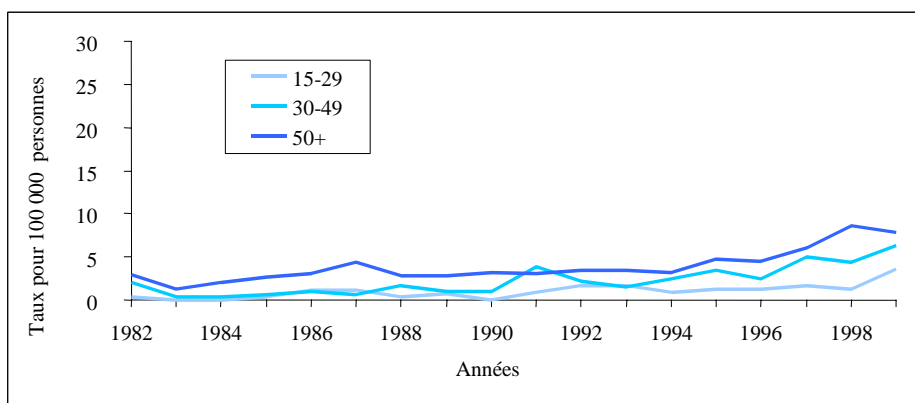


Figure 11 : Taux d'incidence annuel des cancers de la thyroïde chez les hommes en fonction de l'âge au diagnostic, à Bryansk et à Orel, de 1982 à 1999

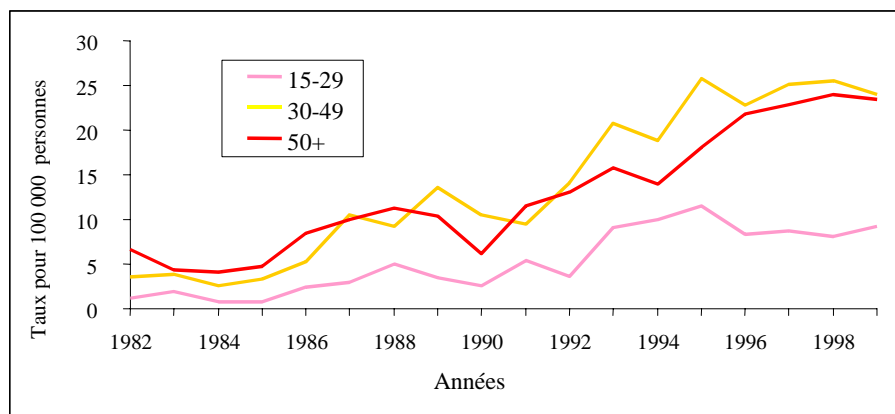


Figure 12 : Taux d'incidence annuel des cancers de la thyroïde chez les femmes en fonction de l'âge au diagnostic, à Bryansk et à Orel, de 1982 à 1999

## 4 ANALYSE DE L'INCIDENCE DES CANCERS SOLIDES

### 4.1 ANALYSES AU BELARUS

Le registre national des cancers, qui existait déjà au Belarus avant 1986, a permis d'établir les taux d'incidence de maladies rares avant l'accident. La vérification des données du registre a révélé un haut niveau de validité.

Les analyses comparatives des taux d'incidence de divers cancers solides dans les populations des régions contaminées de Gomel et des régions témoins de Grodno, n'ont révélé aucune différence, tant avant l'accident qu'après [8].

### 4.2 ANALYSES EN UKRAINE

En Ukraine, une validation rétrospective des données a été nécessaire pour s'assurer de la bonne qualité des données sur la période post-Tchernobyl.

Le taux d'incidence des cancers solides des oblasts les plus contaminés de Zhytomir et Kiev a faiblement augmenté après l'accident [9]. Selon A.Ye. Prysazhnyuk et son équipe, il n'y a quasiment pas de différence entre l'avant et l'après Tchernobyl sauf une tendance à l'augmentation chez les femmes (cf. figure 13).

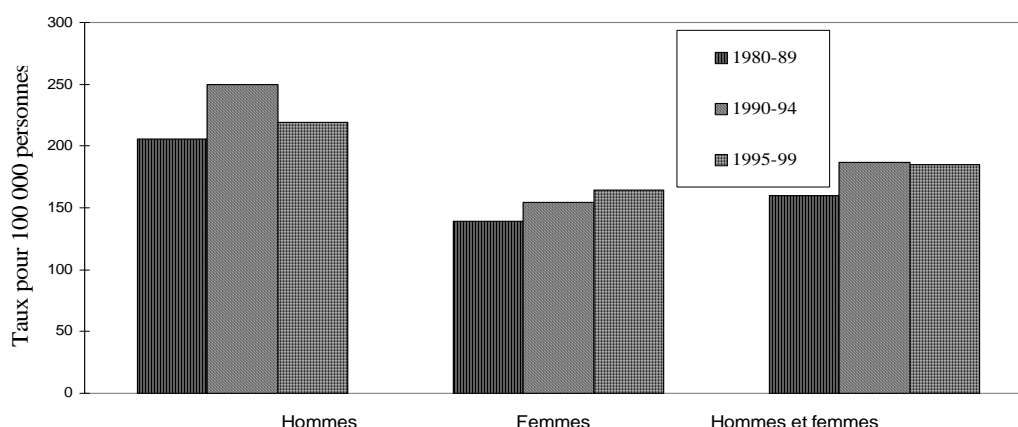


Figure 13 : Taux d'incidence annuel des cancers solides, à Zhytomir et Kiev, de 1980 à 1999

Il existe des tendances différentes selon les types de cancers. Un temps de latence de 5 à 10 ans étant nécessaire avant qu'une tumeur solide ne se déclare chez l'adulte, il est donc peu probable qu'une

augmentation des taux d'incidence sur la période 1990-1994 puisse être en rapport avec l'exposition aux rayonnements ionisants.

Le cancer de la prostate, qui n'est pas connu pour être lié aux rayonnements, a augmenté après l'accident et s'est stabilisé depuis. Pour la période 1990-1994, l'augmentation du taux d'incidence a été de 25,5%, et pour la période 1995-1999, de 57% par rapport à la première période d'étude.

Le nombre de cas de cancers du sein a été stable pendant 6-7 ans après l'accident, durée qui correspondrait à la période de latence du cancer, puis il a augmenté dès 1992 (cf. figure 14). Ce type de cancer est très radiosensible, même à de faibles doses de rayonnements.

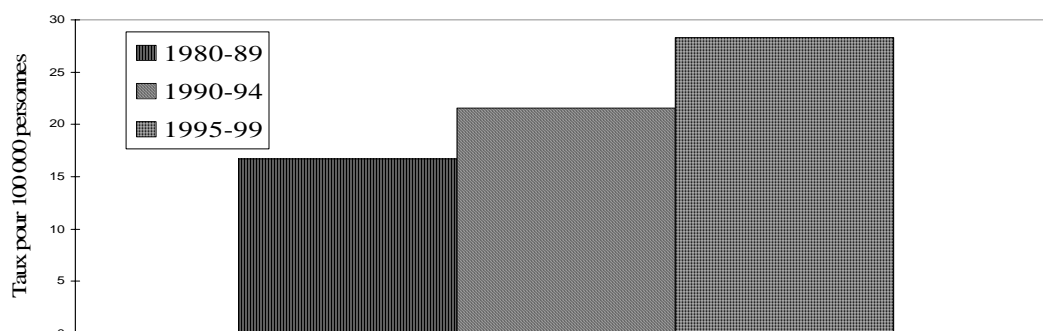


Figure 14 : Taux d'incidence annuel des cancers du sein chez la femme, standardisé sur l'âge, à Zhytomir et Kiev, de 1980 à 1999

Pour les autres tumeurs solides telles que celles du système digestif, de la cavité buccale, du système ORL et respiratoire, aucun excès notable n'a été observé après l'accident.

### 4.3 ANALYSES EN RUSSIE

Comme en Ukraine, une validation rétrospective des données a été nécessaire pour s'assurer de la bonne qualité des données sur la période post-Tchernobyl.

La comparaison des taux d'incidence annuels des cancers solides, standardisés sur l'âge, des régions contaminées de Bryansk et faiblement contaminées de Kaluga n'a pas montré de différence significative après l'accident, excepté pour le cancer du sein [10]. Il existe une augmentation du taux d'incidence des cancers du sein dans les régions fortement contaminées, par rapport aux régions témoins, quel que soit le groupe d'âge (cf. figure 15). Il faut de plus préciser que ces taux sont supérieurs aux taux moyens russes.

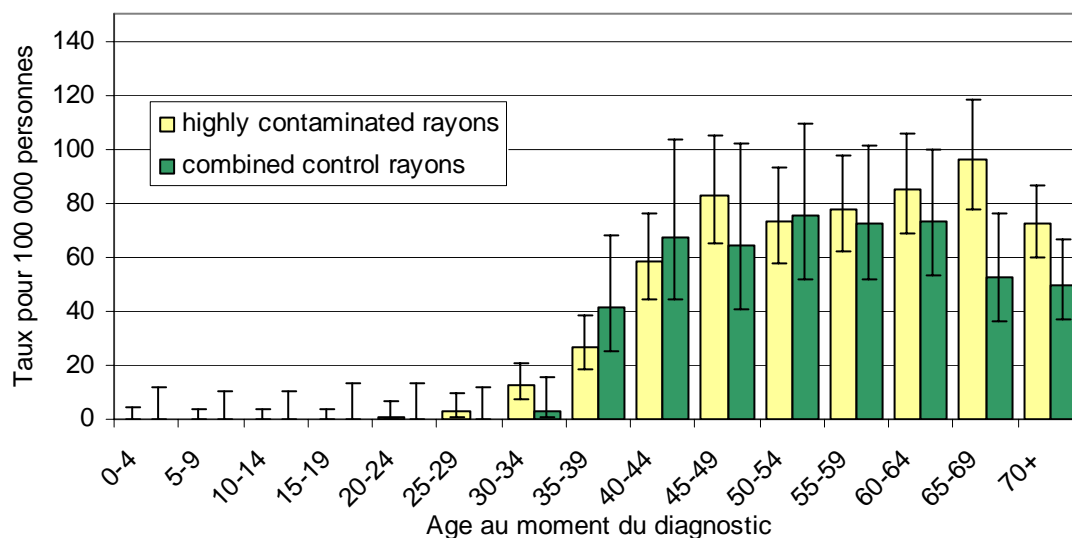


Figure 15 : Taux d'incidence annuel des cancers du sein chez les femmes de Bryansk et de Kaluga, sur la période 1986-1998

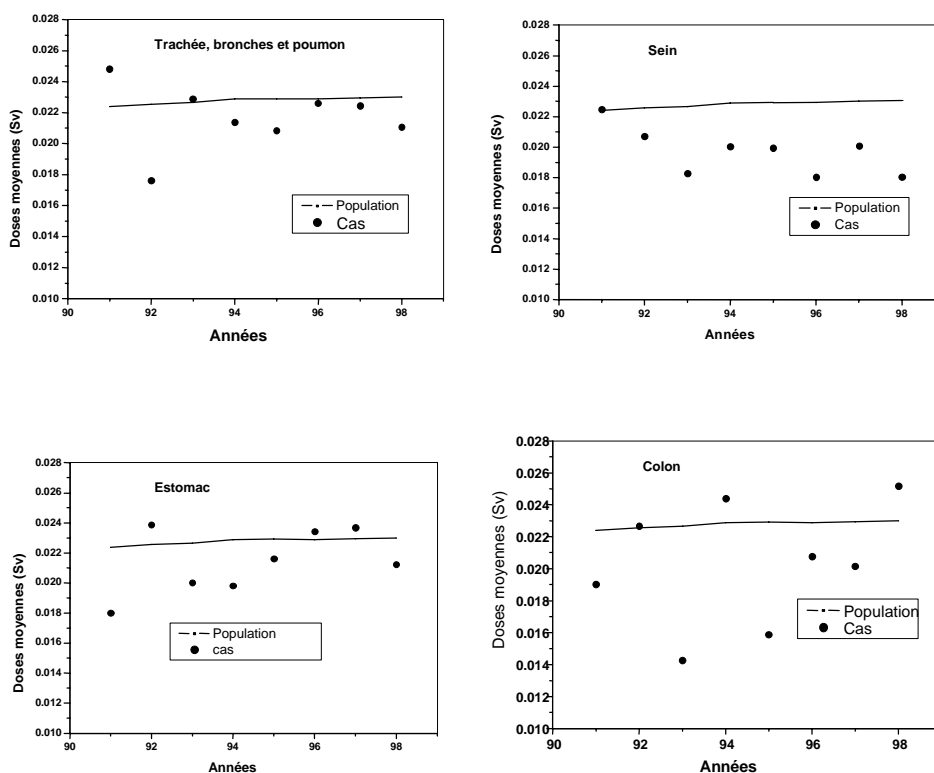


Figure 16 : Doses moyennes parmi les habitants de Bryansk et de Kaluga des personnes âgées au début de l'exposition de 0 à 60 ans ayant développé des cancers de 1991 à 1998

Dans cette étude, il semble que dans les régions fortement contaminées, les personnes ayant développé des cancers entre 1991 et 1998 présentent des doses inférieures à celles des personnes

n'ayant pas développé ce cancer. La figure 16 montre les doses moyennes pour la cohorte étudiée. Les points indiquent les doses moyennes parmi les cas de cancers pour une année donnée. Les doses associées aux cas diffèrent des doses moyennes du reste de la cohorte, mais en général restent inférieures à celles de la population générale de la région, d'où une difficulté à établir un lien de causalité entre les doses et les cas observés.

## 5 OBSERVATION DES EFFETS DES EXPOSITIONS SUR LES TRES JEUNES ENFANTS

### 5.1 EFFETS SUR LA MORTALITE INFANTILE

Les données ont été recueillies dans certaines régions contaminées. Elles ont été comparées à celles de régions témoins.

#### 5.1.1 ANALYSES AU BELARUS

Les données sur la mortalité infantile (cf glossaire) ont fait l'objet d'une attention particulière et les vérifications effectuées ont montré la très bonne qualité des données [11]. De 1981 à 2000, dans les régions de Mogilev et de Gomel « contaminées » et de Vitebsk « témoin », le taux de mortalité infantile a diminué continuellement, quel que soit le niveau de contamination (cf. figure 17).

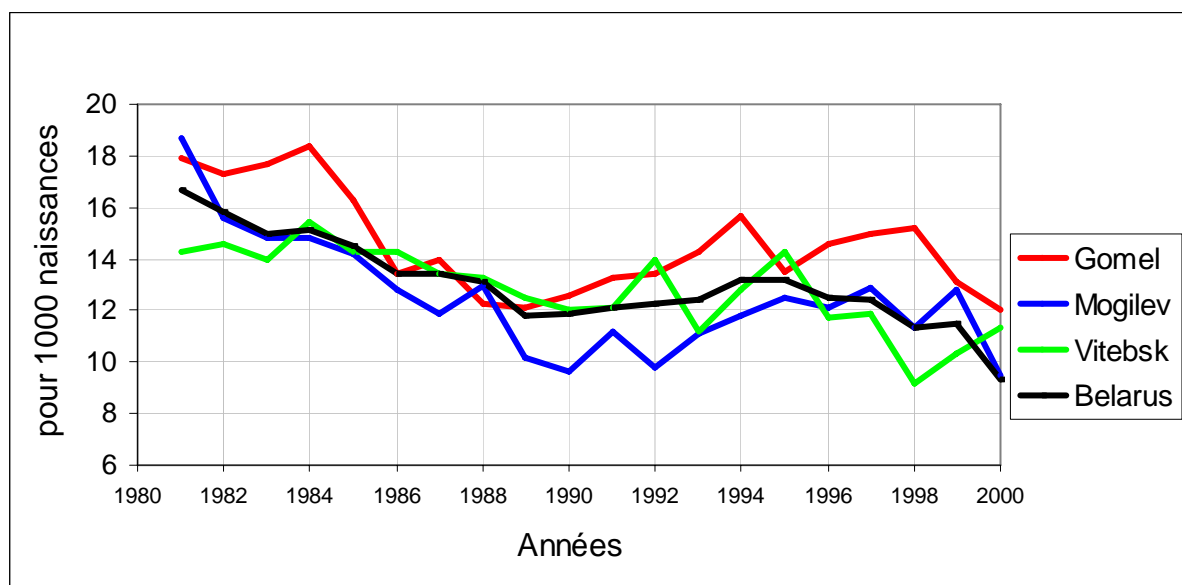


Figure 17 : Mortalité infantile dans les régions contaminées de Mogilev et Gomel et dans la région non contaminée de Vitebsk, Belarus, de 1981 à 2000

Les causes principales de décès chez les enfants sont des malformations congénitales, des maladies du système respiratoire ou encore des problèmes survenant lors de l'accouchement (cf. figure 18). De même, selon G.A. Shishko et son équipe [11], la mortalité néonatale précoce, c'est-à-dire au cours de la première semaine de vie de l'enfant, reste stable dans les régions de Gomel, Mogilev et Vitebsk de 1980 à 2000. La mortalité des nouveaux-nés dans ces mêmes régions est stable de 1980 à 1995 et diminue jusqu'en 2000, quelle que soit la région étudiée. Les tendances pour la mortalité néonatale précoce et pour celle des nouveaux-nés sont les mêmes que celles observées au niveau national.

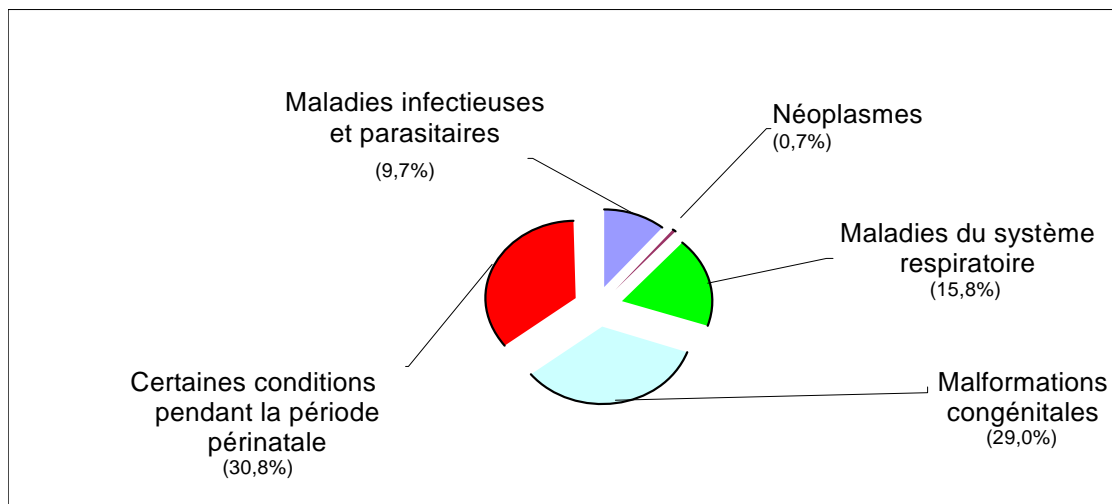


Figure 18 : Principales causes de mortalité infantile au Belarus, de 1988 à 2000

### 5. 1.2 ANALYSES EN UKRAINE

La mortalité infantile et le taux de morts-nés dans les régions contaminées de Zhitomir et Kiev et dans la région témoin de Poltava, tendent à diminuer de 1980 à 2000, selon N.Omelyanets et son équipe [12]. Les causes de mortalité des enfants dans les régions étudiées sont les maladies du système respiratoire, certaines conditions lors de l'accouchement et les malformations congénitales. Aucune réponse nette ne peut être apportée sur la relation éventuelle entre l'indice de mortalité infantile (taux pour 1000 naissances) et l'exposition aux rayonnements ionisants.

### 5. 1.3 ANALYSES EN RUSSIE

Dans les régions fortement contaminées de Bryansk et faiblement ou très peu contaminées de Kaluga, la mortalité infantile ne montre pas de variations qui pourraient être associées au niveau de contamination en césium 137 (cf. figure 19) [13]. De 1982 à 1998, le taux dans les régions fortement contaminées est à la baisse.

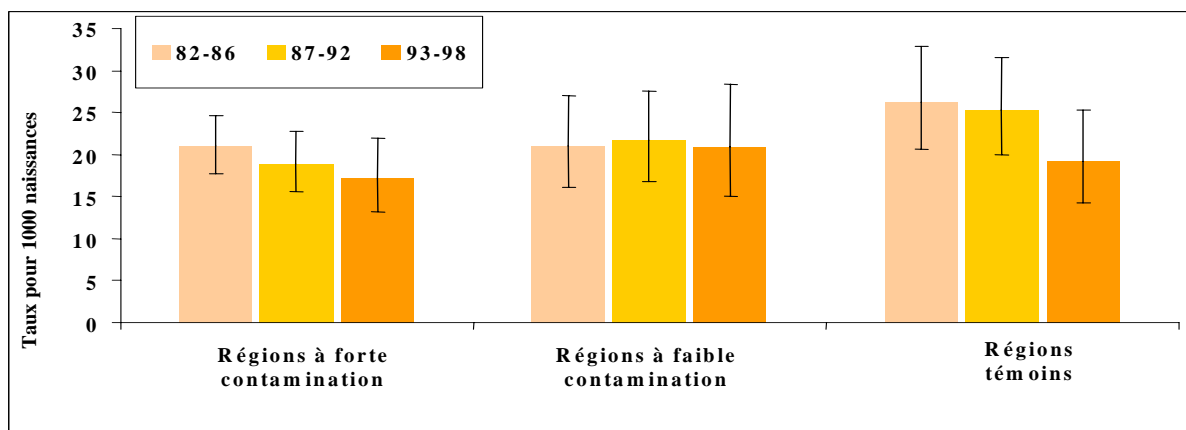


Figure 19 : Mortalité infantile évaluée pour différentes périodes en Russie

## 5.2 EFFETS SUR LA MORBIDITE INFANTILE

### 5.2.1 ANALYSES AU BELARUS

La morbidité infantile (voir glossaire 6) augmente continuellement de 1981 à 1997/1998, en moyenne de 75 pour 1000 naissances en 1981 à 250 pour 1000 naissances en 2000, dans les régions contaminées de Mogilev et Gomel comme dans celle témoin de Vitebsk (cf. figure 20) [11].

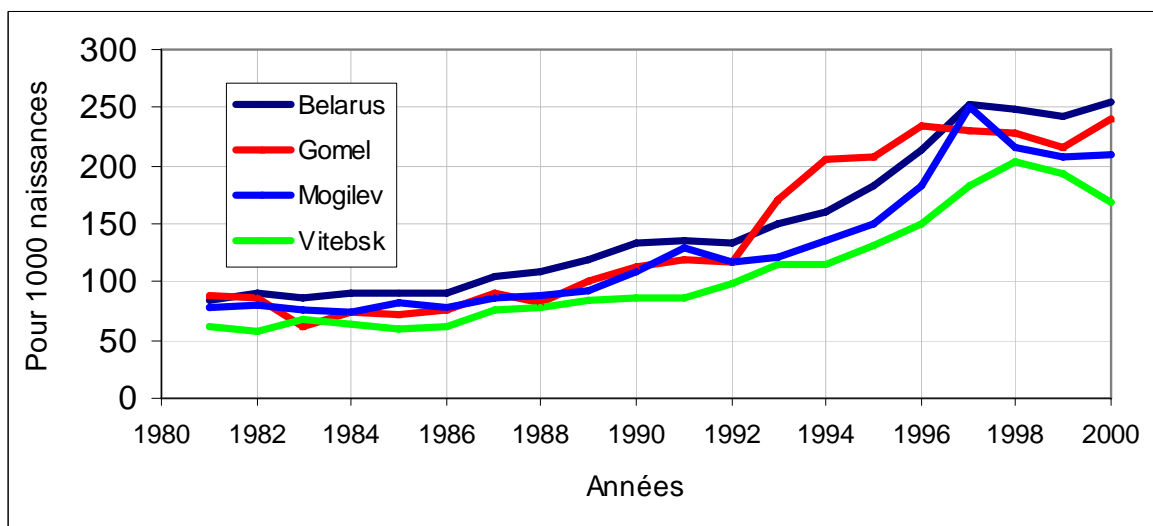


Figure 20 : Morbidité des nouveaux-nés toutes maladies confondues à Mogilev, Gomel et Vitebsk (Belarus), de 1981 à 2000.

Les hypoxies intra-utérines et l'asphyxie du nouveau-né, les maladies congénitales et les syndromes de détresse respiratoire représentent la cause première de morbidité des nouveaux-nés sur la période étudiée, quelle que soit la région.



### *5.2.2 ANALYSES EN UKRAINE*

Après l'accident, il a été constaté une détérioration de la santé des nouveaux-nés et des enfants, d'où une augmentation générale de la morbidité infantile dans presque toutes les régions d'étude qu'elles soient contaminées ou non [12]. Les maladies du système respiratoire, certaines conditions lors de l'accouchement, les maladies du système nerveux et des organes des sens sont les premières causes de morbidité infantile.

### *5.2.3 ANALYSES EN RUSSIE*

La morbidité infantile chez les nouveaux-nés ou chez les enfants fortement exposés de Bryansk et faiblement exposés de Kaluga, augmente de 1987 à 1997. Elle est due principalement aux maladies respiratoires [13].

Une estimation des doses dues à l'iode 131 dans la thyroïde de chaque enfant a été effectuée. Dans le but d'éviter des spécificités régionales, un contrôle interne a été établi : les enfants des régions fortement contaminées et faiblement contaminées ont été répartis en deux sous-groupes en fonction de l'exposition. Malgré cette distinction, il n'existe pas de différence au niveau des données dosimétriques des nouveaux-nés.

Pour conclure, aucun effet lié aux rayonnements ionisants n'a pu être mis en évidence.

## **5.3 MALFORMATIONS CONGENITALES ET EFFETS IN UTERO**

### *5.3.1 MALFORMATIONS CONGENITALES AU BELARUS*

La fréquence de neuf malformations congénitales ainsi que la circonférence de la tête des nouveaux-nés ont été étudiées dans 4 régions du Bélarus de 1983 à 1999. Les régions contaminées sont Gomel et Mogilev et les régions témoins Vitebsk et Minsk [14].

Les maladies congénitales observées sont les suivantes : les anencéphalies ou absence totale ou partielle de cerveau, les spina bifida ou malformations de la colonne vertébrale, les malformations des lèvres et du palais, les polydactylies ou anomalies héréditaires caractérisées par l'existence de doigts surnuméraires, les réductions de membres, les atrésies de l'oesophage ou de l'anus, le Down syndrome ou trisomie 21.

Le registre national de Bélarus a servi de base à cette étude. Une augmentation de la fréquence des maladies congénitales a été observée depuis 1987 dans les régions de Bélarus, qu'elles soient contaminées ou non (cf. figure 21).

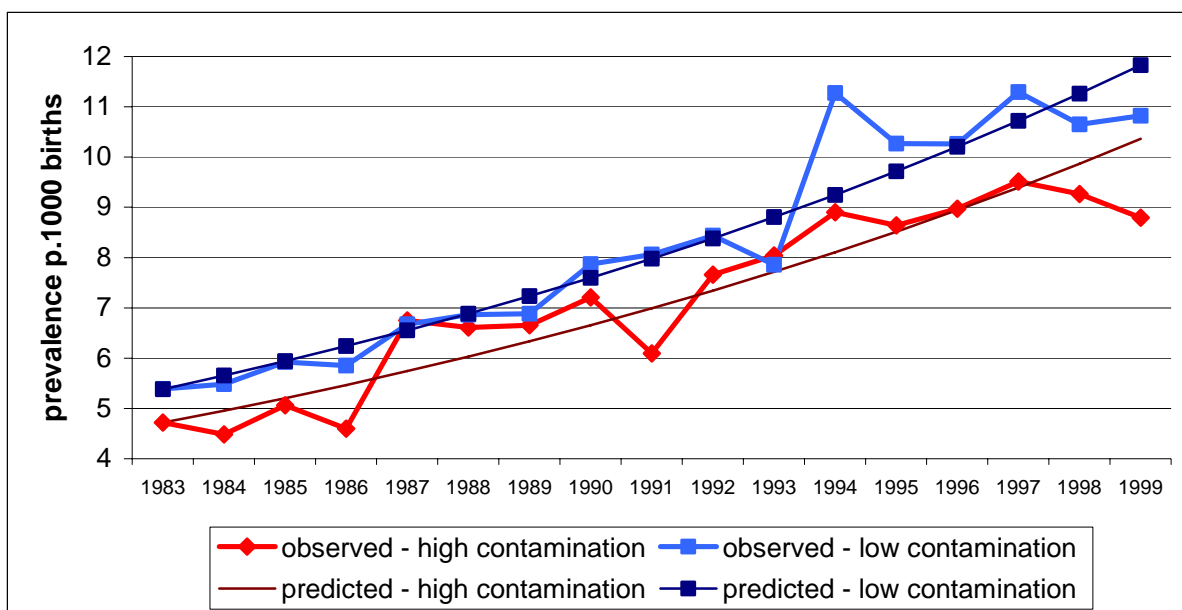


Figure 21 : Prédominance à la naissance des maladies congénitales dans les régions fortement contaminées de Gomel et Mogilev et faiblement contaminées de Vitebsk et Minsk

Une étude par type de malformation indique que les malformations du tube neural, les anencéphalies et les spina bifida voient leurs fréquences augmenter depuis l'accident dans les régions témoins plutôt que dans les régions contaminées, même si elles n'excèdent pas les fréquences des anencéphalies des pays voisins tels que la France entre 1992 et 1999. Les malformations des lèvres ou du palais augmentent modérément dans les régions étudiées et sont similaires à celles d'autres régions, avec un pic observable dans les régions contaminées en 1987.

Les polydactylies voient leur fréquence augmenter significativement les premières années suivant l'accident, quelle que soit la région d'étude.

Les réductions ou défauts de membres supérieurs ont vu leur fréquence augmenter légèrement dans les deux régions d'étude. Pour les atrésies rectales ou de l'œsophage, les fréquences dans les régions contaminées sont généralement inférieures à celles des régions témoins.

Une augmentation significative de la fréquence du Down syndrome en Janvier 1997 a été signalée. Elle est actuellement en cours d'analyse. De façon générale, les fréquences dans les régions contaminées sont inférieures à celles des régions non contaminées.

Ces résultats n'excluent pas que l'exposition aux rayonnements ait eu des effets sur la fréquence des maladies congénitales, mais d'autres facteurs entrent en ligne de compte, entre autres l'intérêt exacerbé dans la recherche de ces maladies après l'accident. Selon G.Lazjuk et son équipe, aucun effet sur les enfants de populations exposées nés après l'accident n'a pu être démontré.

La circonférence de la tête des nouveaux-nés dont les mères vivaient dans des régions contaminées, est plus faible en moyenne de 1,1 cm à celle de nouveaux-nés dont les mères vivaient dans les régions non contaminées.

### 5.3.2 EFFETS POTENTIELS SUR LE CERVEAU DES ENFANTS EXPOSES IN UTERO EN UKRAINE

Des enfants nés entre le 26 avril 1996 et le 26 février 1987 de mères évacuées de Pripjat, ville contaminée, et de mères habitant Kiev, région témoin, ont subi divers tests [15].

Les doses individuelles des enfants ont été reconstruites. Les doses à la thyroïde et au cerveau des fœtus sont plus élevées chez les enfants exposés et ce jusqu'à 15 fois plus pour la thyroïde.

Le test WISC (Wechsler Intelligence Scale for Children) est un instrument clinique individuel de mesure de l'intelligence pour les enfants âgés de 6 à 16 ans. Les enfants exposés in utero montrent un quotient intellectuel verbal (voir glossaire 8 et 9) plus faible que celui des groupes témoins, contrairement au QI de performance (voir glossaire 10) qui est quasiment le même (cf. figures 23 et 24).

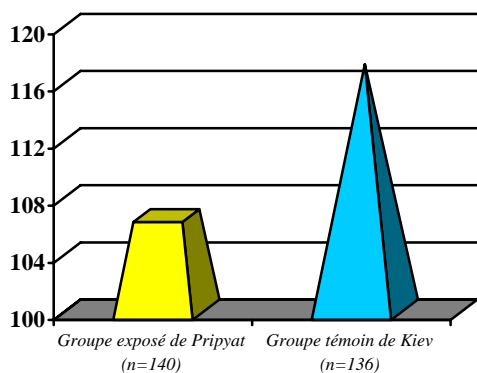


Figure 22 : QI verbal

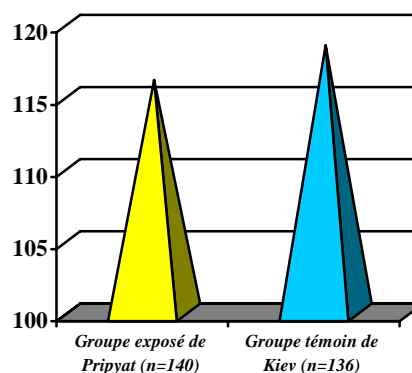


Figure 23 : QI de performance

L'écart entre le QI de performance et le QI verbal est appelé QI de divergence. Il est plus élevé chez les enfants exposés. Si cet écart est supérieur à 25, on considère qu'il y a eu des dommages au cerveau en corrélation avec les doses aux fœtus ; 13,6% des enfants évacués sont dans ce cas contre 4,4% dans le groupe témoin.

Les désordres émotionnels et comportementaux mesurés par le test d'Achenbach sont supérieurs chez les enfants exposés *in utero* comparativement aux enfants témoins pour les affections somatiques, les problèmes de dépression et d'anxiété, les problèmes sociaux, les problèmes d'attention, etc. De même les enfants exposés présentent plus de désordres neuropsychiatriques mentaux que ceux des groupes témoins. Cependant, les aptitudes à l'école des enfants des deux groupes sont comparables.

Si on considère la santé mentale des mères, il n'existe aucune différence au niveau des QI verbaux. La détérioration des QI verbaux des enfants exposés ne peut être expliquée par celle de leurs mères. Par contre les femmes évacuées sont fortement stressées et présentent plus de problèmes mentaux associés à des états de dépression et d'anxiété, à leur évacuation, au manque d'information et de soins médicaux que les femmes témoins.

Il n'existe aucune relation entre les mauvais résultats aux tests des enfants et les doses qu'ils ont reçues et de même aucune relation entre les doses *in utero* et les désordres neuropsychiatriques ou les problèmes de santé divers. Il existe cependant une relation entre la détérioration de la santé mentale des mères et la diminution du QI de performance ou les désordres neuropsychiatriques des enfants.

## **6 PRATIQUES ALIMENTAIRES ET NUTRITIONNELLES EN UKRAINE**

L'étude sur les pratiques nutritionnelles a consisté à créer une base de données des habitudes alimentaires et des statuts nutritionnels, dans le but de mieux connaître certains co-facteurs susceptibles d'influencer la santé des populations exposées [16]. Des adultes (18 ans et plus) et des enfants (de 1 à 6 ans) ont été interrogés 14 ans après l'accident de Tchernobyl dans des régions différentes en termes de niveau de contamination.

Il n'a pas été possible d'associer la situation nutritionnelle d'une région à son niveau de contamination. D'une part aucune donnée n'est disponible sur la période pré-Tchernobyl, d'autre part les situations régionales ne diffèrent pas selon le niveau de contamination.

Au delà des apports en protéines et glucides, qui sont trop élevés par rapport aux recommandations internationales et qui peuvent favoriser le développement de pathologies telles que l'insuffisance rénale ou le diabète, deux problèmes relevant d'une intervention de santé publique plus immédiate sont apparus :

- l'obésité des femmes : 20% des femmes sont obèses et cette obésité est corrélée à un apport global en excès, sans que les proportions en nutriments de base ne soient déséquilibrées par rapport à celles recommandées ;
- l'anémie des enfants : la prévalence des anémies modérées est élevée. 34% des enfants de 1 à 6 ans présentent une anémie et le pourcentage est plus élevé chez les enfants de moins de 4 ans (44,3%) que chez les enfants de 4 à 6 ans (25%).

## **7 PROBLEMATIQUE DE LA RECONSTITUTION DOSIMETRIQUE CHEZ LES LIQUIDATEURS**

Après l'accident, des actions d'urgence ont été prises pour maîtriser les rejets radioactifs, dégager les décombres du réacteur, construire le « sarcophage », déblayer, décontaminer... Ces actions ont été menées entre 1986 et 1990 par de très nombreux « liquidateurs » comprenant des opérateurs de la

centrale, des sapeurs-pompiers, des militaires et des civils. Ces intervenants, qui ont reçu les doses les plus élevées, étaient rarement porteurs de dosimètres. Recensés dans des fichiers, leur nombre est estimé à environ 600 000. Fin 1990, toute personne ayant travaillé à un moment donné dans la zone des 30 km autour de la centrale a été appelée « liquidateur ».

Le suivi médical des liquidateurs est difficile, car ils sont de nationalités différentes (russes, ukrainiens, estoniens...) et dispersés dans les républiques issues de l'ex-URSS.

Le besoin de reconstitution dosimétrique est né du fait qu'après l'accident et jusqu'à la fin des activités de nettoyage du site, les pratiques dosimétriques et les informations concernant les liquidateurs n'ont pas toujours été claires.

Les principaux travaux accomplis sur ce sujet ont été les suivants [17] :

- Revue critique des données bibliographiques sur le sujet  
257 publications scientifiques de la littérature nationale ou internationale couvrant la période 1986-2000 sont regroupées dans une base de données. Ainsi l'accès à ces documents est désormais possible.
- Investigations en rapport avec la dosimétrie des liquidateurs sur la période 1986-1987 afin de reconstituer les pratiques dosimétriques.  
Les investigations ont été de différentes natures : études sur les périodes de nettoyage de Tchernobyl, les différentes cohortes de liquidateurs, les services de dosimétrie, les méthodes et instruments, la législation, l'évaluation de la qualité des informations...
- Acquisition de plus de 6000 dents pour la dosimétrie individuelle afin de valider les données. Cette collection représente un support rétrospectif instrumental de haute précision et un solide matériel d'étude, puisque l'émail des dents permet une détermination de l'exposition externe des liquidateurs aux rayonnements gamma. La collection a été conçue en mai 1997 en Ukraine. 6197 dents données par 3875 liquidateurs sont stockées dans une banque d'échantillons biologiques.

## **8 AIDES A LA DECISION ET BILAN SOUS FORME DE BASE DE DONNEES**

Une base de données sur des villages contaminés de Belarus a été créée. Les données ont été collectées de 1993 à 2001 ; il s'agit d'informations sur environ 15 000 personnes habitant des villages dont le niveau de contamination va de 2,5 à 27,5 Ci/km<sup>2</sup> (9,25.10<sup>10</sup> Bq à 101,75.10<sup>10</sup> Bq) et sur environ 65 000 échantillons de nourriture.

Cette base de données nommée RHP a permis d'établir un bilan sur les « passeports radiologiques et sanitaires » de cette population. Elle fournit des informations statistiques, économiques et

radiologiques sur les villages contaminés de Belarus et les outils nécessaires pour une aide aux décideurs [18].

De même une base de données commune sur les effets sanitaires après l'accident nommée HEDAC (Health Effects Database After Chernobyl) [19] a été conçue. Elle regroupe les données de base des études précitées et validées par les chercheurs directement impliqués. Elle permet à l'ensemble des chercheurs d'échanger ces données. Une synthèse des résultats obtenus par chaque équipe a été effectuée en reprenant les faits marquants établis dans les rapports individuels. Tous ces rapports sont accessibles sur la base de données HEDAC.

En cas de demande externe, l'accès est possible après accord préalable de l'équipe de recherche. Le public et les décideurs peuvent aussi avoir accès aux synthèses des rapports finaux.

L'utilisation des bases de données RHP et HEDAC devrait faciliter la compréhension de l'évolution des indicateurs sanitaires dans une région et générer des hypothèses de recherche dans le futur, que ce soit dans le domaine des rayonnements ou d'autres facteurs environnementaux. Elle devrait permettre également aux différents partenaires impliqués de collaborer dans le futur, en particulier en maintenant et en développant des registres de cancer du Belarus, de certaines régions de Russie et d'Ukraine, avec une exigence de haute qualité

## **9 DISCUSSION**

L'ingestion d'iode 131 dans les semaines ayant suivi l'accident a été responsable d'irradiations importantes de la thyroïde. Une augmentation très élevée des cancers de la thyroïde chez les enfants a été observée en Belarus, Russie et Ukraine. A ce jour, les études descriptives n'ont pas mis en évidence d'autres excès de tumeurs solides ou de malformations congénitales dans les régions les plus contaminées. L'interprétation de l'incidence des leucémies par période, par sexe, et en comparant les régions exposées aux régions non-exposées, ne permet pas de conclure à une augmentation nette dans la période post-accidentelle. La leucémie étant une maladie rare, notamment avant l'âge de 40 ans, il n'est pas à exclure qu'une faible augmentation puisse être en rapport avec l'accident de Tchernobyl, mais elle n'a pas pu être mise en évidence malgré des effectifs de population élevés.

Par ailleurs, face à un résultat isolé publié dans une étude menée dans une ou deux régions, il est impossible de généraliser l'effet observé à l'ensemble des territoires contaminés. Ces premiers résultats de l'IFA ne pourront être interprétés convenablement sans prendre en compte tous les autres facteurs susceptibles d'influencer ces taux d'incidence.

Sans exclure l'effet négatif de l'exposition aux rayonnements ionisants, il est possible que les augmentations des taux d'incidence observées soient en partie dues à un intérêt accru pour certaines maladies dites radio-sensibles à la suite de l'accident, d'où une augmentation du nombre de

diagnostics effectués et une amélioration dans la qualité du dépistage, notamment chez les enfants et dans les régions fortement contaminées.

Au moment de l'accident, la population a été exposée à une contamination interne et à une irradiation externe. Les radioisotopes de l'iode, du césium, du strontium et du plutonium étaient les plus dangereux. L'estimation rétrospective de la contamination a été possible grâce au césium 137 dont la période radioactive est de 30 ans contrairement à l'iode 131 qui décroît rapidement (période radioactive de 8 jours) et qui disparaît de l'environnement en quelques mois. Il a donc été difficile d'estimer les doses exactes reçues durant la première année après l'accident.

La reconstitution du niveau d'exposition pour étudier le risque de cancer de la thyroïde a conduit à des niveaux moyens de dépôts en iode 131 : cette estimation a servi de base pour l'analyse comparative. D'autre part, bien que des informations aient été collectées sur la teneur en iode stable contenue dans le sol, cette teneur peut être différente de celle du corps humain car l'activité professionnelle ou le régime alimentaire d'un individu influencent sa teneur en iode.

Des facteurs tels que les conditions socio-économiques (migration, changement de mode de vie, ...), les prédispositions génétiques peuvent eux aussi influencer le développement de cancers. Un travail préliminaire a été effectué sur les désordres psychologiques des liquidateurs en Ukraine [20]. Les résultats comparés aux données nationales sont intéressants, mais le travail n'est pas encore suffisamment avancé.

Malgré les progrès accomplis ces dernières années, des efforts doivent être poursuivis pour ce qui concerne les leucémies et les différents types de cancers solides.

Le second groupe de résultats concerne les problèmes de santé se rapportant aux expositions subies à des âges précoces : mortalité et morbidité infantile, exposition in utero et effets potentiels sur le cerveau, exposition avant la conception et in utero et malformations congénitales. Ces études ne concernent pas les trois républiques mais donnent des indications importantes sur les effets des rayonnements ionisants sur le fœtus et les enfants en bas âge.

L'état nutritionnel en Ukraine a été étudié dans l'optique d'obtenir de meilleures informations sur certains cofacteurs pouvant influencer l'état sanitaire global d'une population exposée. Certains paramètres biologiques ont également été mesurés pour des sous-groupes spécifiques. Les principaux résultats sont que 20% de la population féminine est obèse et 34% des enfants de 1 à 6 ans présentent une anémie. La présentation des passeports radiologiques a impliqué un grand nombre de partenaires ; elle représente une importante expérience de gestion régionale du risque en Belarus.

Il faut continuer à soutenir les registres qui permettent de suivre l'évolution des maladies dans le temps, certaines tumeurs solides n'exprimant leur excès radio-induit qu'après un temps de latence de plus de 20 ans.

## 10 CONCLUSION

La collaboration internationale au sein du Projet Santé de l'IFA a permis de constituer une large base de données. Toutes n'ont pas été analysées durant la période de collaboration de 1997 - 2004, mais elles restent disponibles pour d'autres recherches dédiées à l'étude du risque radio-induit ou plus généralement pour un suivi sanitaire des populations concernées par l'accident de Tchernobyl.

Des résultats acquis durant la collaboration IFA sont à la disposition des décideurs, des médecins et de la communauté scientifique. Des rapports finaux détaillés sont disponibles sur le site web «[HTTP://WWW.FGI.ICC.GOV.UA](http://www.fgi.icc.gov.ua)».

Le « Centre de Tchernobyl » devrait également assurer la communication en direction du grand public.

Enfin, il faut souligner que les synthèses effectuées, les données recueillies et les publications réalisées ont exigé de tous les acteurs directement impliqués des efforts conséquents. Le Projet Santé de l'IFA représente 7 années de travail en commun, dont la poursuite dépend maintenant des acteurs impliqués en Belarus, Russie et l'Ukraine. La réussite de leur travail dépend également de l'intérêt que porte la communauté internationale à la poursuite de leurs études.



# **11 RAPPORTS FINAUX ET PUBLICATIONS**

## **11.1 RAPPORTS FINAUX**

### **[1] Cas de leucémies au Belarus**

Gapanovitch V.N., Shuvaena L.P., Melchakova N.M  
Research Institute for Haematology and Blood Transfusion  
Dolginovskij Trakt 160  
220 099 Minsk, Belarus  
phone + fax: 00375-172-89-85-65

### **[2] Incidence des leucémies à Zhytomir et Kiev des régions d'Ukraine**

ZP Fedorenko, AYe Prysyzhnyuk, VG Grystchenko  
UKRAINIAN RESEARCH INSTITUTE OF ONCOLOGY  
OF ACADEMY OF MEDICAL SCIENCES OF THE UKRAINE  
Ul. Lomonosova 33/43  
03 022 Kiev, Ukraine  
phone / fax: 00380-44-266-01-08  
dfa@ucr.kiev.ua

### **[3] Cas de leucémies en Ukraine (Chernihiv et Sumy)**

V.G. Bebeshko  
UKRAINIAN Research Centre for RaDIATION Medicine  
53, Melnikova str.  
04 050 Kiev  
phone: 00380-44-450-2329  
fax: 00380-44-450-2329

### **[4] Incidence des leucémies chez les adolescents et les adultes des territoires les plus contaminés de Russie**

Ivanov V.K., Becker S.I., Maksioutov M.A  
Medical Radiological Research Center of RAMS  
Koroliov str., 4 Obninsk 249020 Kaluga region Russia  
Tel.: (095) 956 9412; (08439) 725 22 Fax: (095) 956 1440 E-mail: nrer@obninsk.com

### **[5] Cancers de la thyroïde chez les adolescents et les adultes au Belarus après l'accident de Tchernobyl**

S. Poliakov, I. Malakhova, L. Levin  
BELARUSSIAN CENTER FOR MEDICAL TECHNOLOGIES, COMPUTER SYSTEMS, ADMINISTRATION AND  
MANAGEMENT OF HEALTH (BELCMT)

Ul. Petra Brovki 7a  
220600 Minsk, Belarus  
Tel.: 00375-172-32-30-80  
Fax: 00375-172-32-30-94

**[6] Cancers de la thyroïde chez les adolescents et les adultes des territoires les plus contaminés d'Ukraine après l'accident de Tchernobyl**

A. Ye. Romanenko, A Ye Prysyazhnyuk, V G Grystchenko  
UKRAINIAN RESEARCH CENTRE FOR RADIATION MEDICINE

**[7] Cancers de la thyroïde chez les adolescents et les adultes de la région de Bryansk en Russie après l'accident de Tchernobyl (analyse préliminaire)**

Ivanov V.K., Gorsky A.I., Maksioutov M.A  
Medical Radiological Research Center of RAMS  
Tel.: (095) 956 9412; (08439) 725 22 Fax: (095) 956 1440 E-mail: nrer@obninsk.com

**[8] Cancers solides dans les régions les plus contaminées du Belarus**

Malakhova I.V., Polyakov S.M., Levin L.F.  
BELCMT -

**[9] Cancers solides dans les régions les plus contaminées d'Ukraine**

A.Ye Prysyazhnyuk, V G Grystchenko, V A Fedorenko  
UKRAINIAN RESEARCH CENTRE FOR RADIATION MEDICINE

**[10] Cancers solides et cancers de la thyroïde dans les territoires contaminés de Russie**

Ivanov V.K., Maksioutov M.A., Korelo A.M  
MEDICAL RADIOLOGICAL RESEARCH CENTER OF RAMS

**[11] Détermination de la mortalité et de la morbidité du Belarus**

G.A.Shishko, L.F.Ovchinnikova, T.I.Kot  
Belarusian Institute for the Protection of Motherhood and Childhood  
Ul. Orlovskaya 66  
220053 Minsk, Belarus  
Tel.: 00375-172-33-55-54 / Fax: 00375-172-34-98-84

**[12] Détermination de la mortalité et de la morbidité en Ukraine**

Prof. Nikolai I. Omelyanets, Dr. Natalia F. Dubovaya, Dr. Svetlana S. Kartashova  
UKRAINIAN - SCIENTIFIC CENTER FOR RADIATION MEDICINE  
53, Melnikov St, Kiev, 04050, Ukraine  
Tel. 38 (044) 431-98-33, Fax. 38 (044) 213-72-02

**[13] Mortalité et morbidité infantile chez les enfants exposés in utero en Russie**

Dzikovich IB, Maksuotov MA, Omelyanets NI, Pott-Born R  
MEDICAL RADIOLOGICAL RESEARCH CENTER OF RAMS

**[14] Effets de l'exposition in utero après l'accident : grossesse et malformations congénitales du Belarus**

G.Lazjuk, I.Zatsepin, R.Khmel (BELARUS INSTITUTE FOR HEREDITARY DISEASES), B.Gagnière (IRSN)

**[15] Effets potentiels des rayonnements in utero sur le cerveau en Ukraine**

A.I. Nyagu, K.N. Loganovsky, R. Pott-Born  
Scientific Center for RaDIATION Medicine

**[16] Habitudes alimentaires et nutritionnelles en Ukraine 14 ans après l'accident de Tchernobyl**

Ignat Matasar (UKRAINIAN RESEARCH INSTITUTE OF NUTRITION), Bertrand Gagnière (IRSN)

**[17] Dosimétrie des liquidateurs**

Vadim Chumak, Elena Bakhanova, Larisa Pasalska, Yuri Skaletsky  
CHERNOBYL CENTRE FOR NUCLEAR SAFETY, RADIOACTIVE WASTE , IPSN,GRS

**[18] Passeports radiologiques des régions contaminées du Belarus : Base de données et analyse de données**

Grebenkov A., Yakushau A., Mansoux H  
Institute of Power Engineering Problems - SOSNY  
220109 Minsk, Belarus  
Tel.: 00375-17 246 7542 Fax: 00375-17 246 7055

**[19] Démonstration de la base de données HEDAC**

Bazyka D. (RCRM- Kiev), Valenty M., Tirmarche M. (IRSN)

**[20] Base de données sur les désordres psychologiques des liquidateurs en Ukraine**

Ye. Romanenko, Angelina I. Nyagu, Konstantin N. Loganovsky  
UKRAINIAN - Scientific Center for RaDIATION Medicine

## 11.2 PUBLICATIONS

1. Franc B, Valenty M, Galakhin K, Kovalchuk E, Kulagenko V, Puchkou A, Sidorov Y, Tirmarche M. **Histological validation of diagnoses of Thyroid cancer among adults in the Registries of Belarus and the Ukraine.** British Journal of Cancer 2003;89:2098-2103
2. Ivanov VK, Gorski AI, Maksioutov MA, Vlasov OK, Godko AM, Tsyb AF, Tirmarche M, Valenty M, Verger P. **Thyroid cancer incidence among adolescents and adults in the Bryansk region of Russia following the Chernobyl accident.** Health Physics 2003;84(1):46-60.
3. Lazjuk G, Verger P, Gagniere B, Kravchuk Z, Zatsepin I, Robert-Gnansia E. **The congenital anomalies registry in Belarus: a tool for assessing the public health impact of the Chernobyl accident.** Reproductive Toxicology 2003;17(6):659-666.
4. Verger P, Catelinois O, Tirmarche M, Cherie-Challine L, Pirard P, Colonna M, Hubert P. **Thyroid cancers in France and the Chernobyl accident: risk assessment and recommendations for improving epidemiological knowledge.** Health Physics 2003;85(3):323-9.
5. Zatsepin IO, Verger P, Robert-Gnansia E, Gagniere B, Khmel RD, Lazjuk GI. **Cluster of Down's syndrome cases registered in january 1987 in Republic of Belarus as a possible effect of the Chernobyl accident.** International Journal of Radiation Medicine 2004, 6(1-4): 57-71.
6. Nyagu A.I., Loganovsky K.N., Pott-Born R., RepinV.S., Nechayev S.Yu., Antipchuk Ye.Yu., Bomko M. A., Yuryev K. L., Petrova I.V. **Effects of prenatal irradiation as a result of the Chernobyl accident.** International Journal of Radiation Medicine 2004, 6(1-4): 91-107.
7. A Ye Prsyazhnyuk, V G Grystchenko, V A Zakordonets, M M Fuzik, K M Slipenyuk, Z P Fedorenko, L O Gulak **Main cancer incidence regularities in cohort being exposed to radiation in childhood.** International Journal of Radiation Medicine 2004, 6(1-4): 16-23.
8. M M Fuzik, A Ye Prsyazhnyuk, V G Grystchenko, V A Zakordonets, K M Slipenyuk, Z P Fedorenko, L O Gulak, A. Ye Okeanov, V.V. Stavinsky **Thyroid cancer: peculiarities of epidemiological process in a cohort being irradiated in childhood in Republic of Belarus, Russian federation and Ukraine.** International Journal of Radiation Medicine 2004, 6(1-4): 24-29.

## TABLEAUX

Tableau 1. Taux d'incidence annuel pour 100 000 des leucémies aiguës dans la population adulte du Belarus (trois périodes d'étude).....	5
Tableau 2. Taux d'incidence annuel pour 100 000 des leucémies myéloïdes chroniques dans la population adulte du Belarus (trois périodes d'étude) .....	5
Tableau 3. Taux d'incidence annuel pour 100 000 des polycythémies dans la population adulte du Belarus (trois périodes d'étude).....	6

## FIGURES

Figure 1 : Taux d'incidence annuel pour 100 000 pour les oblasts de Zhytomir et Kiev en Ukraine, de 1980 à 1999 .....	7
Figure 2 : Taux d'incidence moyen par tranche d'âge chez les hommes à Sumy (région témoin) et à Chernihiv (région contaminée) pour trois périodes [3] .....	8
Figure 3 : Taux d'incidence moyens par tranche d'âge chez les femmes à Sumy (région témoin) et à Chernihiv (région contaminée) pour trois périodes [3] .....	8
Figure 4 : Taux d'incidence annuel des leucémies en fonction de l'âge au diagnostic, de 1986 à 1998, en Russie et dans l'Oblast de Bryansk [4] .....	9
Figure 5 : Taux d'incidence annuel des leucémies chez les enfants de 0 à 14 ans au moment du diagnostic, pour les trois périodes d'étude à Bryansk et Kaluga, en Russie. ....	10
Figure 6 : Taux d'incidence annuel des cancers de la thyroïde, standardisés sur l'âge, chez les hommes âgés de plus de 15 ans au moment du diagnostic, au Belarus .....	11
Figure 7 : Taux d'incidence annuel des cancers de la thyroïde, standardisés sur l'âge, chez les femmes âgées de plus de 15 ans au moment du diagnostic, au Belarus .....	11
Figure 8 : Incidence annuelle des cancers de la thyroïde au Belarus (âge au moment du diagnostic), de 1980 à 2001. ....	12
Figure 9 : Taux d'incidence annuel des cancers de la thyroïde, standardisés sur l'âge, pour 100 000 personnes, chez les adolescents et les adultes à Kiev, Zhytomir, Chernigov, de 1980 à 1999. ....	13
Figure 10 : Taux d'incidence annuel des cancers de la thyroïde, standardisés sur l'âge, dans des groupes (GR) de personnes âgées de plus de 15 ans au moment du diagnostic, en Ukraine. ....	13
Figure 11 : Taux d'incidence annuel des cancers de la thyroïde chez les hommes en fonction de l'âge au diagnostic, à Bryansk et à Orel, de 1982 à 1999 .....	14
Figure 12 : Taux d'incidence annuel des cancers de la thyroïde chez les femmes en fonction de l'âge au diagnostic, à Bryansk et à Orel, de 1982 à 1999 .....	14
Figure 13 : Taux d'incidence annuel des cancers solides, à Zhytomir et Kiev, de 1980 à 1999 .....	15
Figure 14 : Taux d'incidence annuel des cancers du sein chez la femme, standardisé sur l'âge, à Zhytomir et Kiev, de 1980 à 1999 .....	16
Figure 15 : Taux d'incidence annuel des cancers du sein chez les femmes de Bryansk et de Kaluga, sur la période 1986-1998 .....	17

Figure 16 : Doses moyennes parmi les habitants de Bryansk et de Kaluga des personnes âgées au début de l'exposition de 0 à 60 ans ayant développé des cancers de 1991 à 1998 .....	17
Figure 17 : Mortalité infantile dans les régions contaminées de Mogilev et Gomel et dans la région non contaminée de Vitebsk, Belarus, de 1981 à 2000.....	18
Figure 18 : Principales causes de mortalité infantile au Belarus, de 1988 à 2000 .....	19
Figure 19 : Mortalité infantile évaluée pour différentes périodes en Russie .....	20
Figure 20 : Morbidité des nouveaux-nés toutes maladies confondues à Mogilev, Gomel et Vitebsk (Belarus), de 1981 à 2000. ....	20
Figure 21 : Prédominance à la naissance des maladies congénitales dans les régions fortement contaminées de Gomel et Mogilev et faiblement contaminées de Vitebsk et Minsk.....	22
Figure 22 : QI verbal et Figure 23 : QI de performance .....	23

## GLOSSAIRE

(1) **Incidence** : nombre de nouveaux cas d'une maladie dans une population choisie, au cours d'une certaine période.

(2) **Taux d'incidence** : nombre de nouveaux cas d'une maladie dans une population choisie au cours d'une année (usuellement exprimé comme le nombre de cas pour 100000 personnes).

(3) **Standardisation** : méthode utilisée pour éliminer les effets dus à des différences, d'âge ou de sexe par exemple, entre le groupe exposé et le groupe non exposé avant de comparer les taux d'incidence observés pour les deux groupes.

(4) **Mortalité infantile** : nombre d'enfants morts au cours de leur première année de vie (usuellement exprimé pour 1000 naissances).

(5) **Taux de mortalité infantile** : nombre d'enfants morts au cours de leur première année de vie, dont le poids n'est pas inférieur à 1000g et dont la gestation de la mère est au moins égale à 22 semaines, sur 1000 naissances dans une population donnée.

(6) **Morbidité infantile** : nombre d'enfants malades la première année de leur vie. Elle est calculée comme le ratio du nombre d'enfants de moins de 1 an malades par rapport au nombre total d'enfants de moins de 1 an.

(7) **Groupe témoin** : Groupe de personnes saines non malades qui sont choisies en raison des mêmes caractéristiques que celles du groupe des personnes exposées.

(8) **QI** : Quotient Intellectuel. Indice quantitatif du développement intellectuel mesuré à l'aide de tests d'intelligence.

(9) **QI verbal** : capacité à s'exprimer et à comprendre ce qui a été dit. Il inclut la prise en compte de l'information, sa compréhension, le vocabulaire, etc.

(10) **QI de performance** : il s'agit d' « Intelligence pratique » ou encore d' « Intelligence d'action ». Ce QI se réfère principalement aux relations spatiales, aux exécutions et arrangements d'images, à l'assemblage d'objets par exemple.