

Ministère de la santé publique d'Ukraine  
Académie des Sciences médicales d'Ukraine  
Établissement d'état « Institut Marzeev O. M. de l'hygiène et de l'écologie médicale de  
l'Académie des sciences médicales de l'Ukraine »

## Hygiène des terrains peuplés



**Edition -51**

**Kiev - 2008**

**Le Dniepr**

Ministère de la Santé Publique d'Ukraine  
 Académie des Sciences Médicales d'Ukraine  
 Etablissement public « Institut de l'hygiène et de l'écologie médicale de Marzeev O.M.  
 de l'ASM d'Ukraine »

## Hygiène des terrains peuplés

Edition 51  
 2008

Recueil des travaux scientifiques fondé en 1956

<i>Adresse de la rédaction :</i>	<b>Collège éditorial</b>
<p>Kiev-94, 02660            50, rue Popudrenka            Etablissement public « Institut de l'hygiène et l'écologie médicale de Marzeev O.M. de l'ASM d'Ukraine »            (EP « IHEM ASMU »)            Tel./fax : (044) 559-29-90            Tel. : (044) 559-73-73</p> <p>Fondateur : Etablissement public « Institut de l'hygiène et de l'écologie médicale de Marzeev O.M. de l'ASM d'Ukraine »</p> <p>La revue est enregistrée par le Comité national de Télévision et Radiodiffusion d'Ukraine (Certificat : Série KV N# 7827 de 04.09.2003). Périodicité de l'édition : 2 fois par an.</p> <p>La revue est enregistrée par la Commission d'attestation supérieure d'Ukraine en tant qu'édition scientifique spéciale dans laquelle peuvent être publiés les résultats de soutenance de thèses pour les grades (supprimé) universitaires dans les domaines des sciences médicales et biologiques.</p> <p>Tirage : 500 exemplaires            Maison d'édition « Polimed »            Ministère de la santé publique d'Ukraine            01021, Kiev-21            7, rue Grouchevskogo            Tel. : 253 48 21</p>	<p><i>Rédacteur en chef : Serduk A.M.</i>  <i>Adjoint de rédacteur en chef : Dumanskiy U.D.</i>  <i>Secrétaire responsable : Seleznyov B.U.</i></p> <p><i>Comité de patronage :</i>            Voloschenko O.G. (Kiev) ; Chernichenko I.O. (Kiev) ; Polka N.S. (Kiev) ; Prokopov V.O. (Kiev) ; Stankevych V.V. (Kiev) ; Akimenko V.Ya. (Kiev) ; Tymchenko O. I. (Kiev) ; Los I.P. (Kiev) ; Tomashevskaya L.A. (Kiev) ; Kireeva I.S. (Kiev) ; Nikitina N.G. (Kiev), Savina R.V. (Kiev) ; Gorova A.I. (Dnepropetrovsk) ; Bardov V.G. (Kiev) ; Bezdolna I.S. (Kiev) ; Gozhenko A.I. (Odessa) ; Berdnik O.V. (Kiev) ; Shafran L.M. (Odessa) ; Omelchuk S.T. (Kiev) ; Fedorenko V.I. (Lvov) ; Varus V.I. (Kiev) ; Shandala M.G. (Moscou) ; Lastkov D.O. (Donetsk) ; Berzin V.I. (Donetsk) ; Korobchanskiy V.O. (Kharkov) ; Sergeta I.V. (Vinnitsa) ; Mizuk M.I. (Ivano-Frankovsk) ; Gulich M.P. (Kiev) ; Kondratuk V.A. (Ternopol) ; Karnauh M.G. (Krivoy Rog) ; Tarasuk O.A. (Lvov).</p> <p>Les articles sont proposés au Collège éditorial qui décide de leur édition. Il peut laisser les textes des auteurs sans y apporter de changements fondamentaux ou, au contraire, y apporter des corrections dans certains cas particuliers.</p> <p>Mise en page informatique et original de la maquette : S.V. Bitkin, P.N. Bezverkhyy, L.P. Ovsienko, E.S. Bezdenezhnyh, A.P. Bezverkha.</p>

## **Efficacité des contre-mesures destinées à réduire les doses d'irradiation interne chez les enfants des territoires contaminés par la radioactivité**

*Perevoznikov O.N.<sup>1</sup>, Korzun V. N.<sup>1</sup>, Vasilenko V. V.<sup>1</sup>, Parats A.N.<sup>2</sup>, Zadorozhnaja G.M.<sup>2</sup>, Pikta B. A.<sup>2</sup>, Tihonenko Ю.С.<sup>2</sup>, MeyerThierry<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> «Centre scientifique de la Médecine des Radiation AMH (Académie des sciences médicales d'Ukraine)»

<sup>2</sup> «Institut d'Hygiène et l'Ecologie Médicale » A.N.Marzeeva AMH d'Ukraine

<sup>3</sup> Association «les Enfants de Tchernobyl», France

*(Traduction du texte original russe par Jean-Marie-Trautmann et Irina Kogut)*

### **Actualité**

L'accident qu'a subi la centrale électronucléaire de TCHERNOBYL a entraîné la pollution radioactive des territoires de 12 oblasts de l'Ukraine. D'après la législation, plus de 3 millions de personnes devraient y faire l'objet d'un suivi radiométrique. Au stade post-accidentel actuel, l'élément contaminant le plus important est <sup>137</sup>Cs : sa part dans la dose d'irradiation interne représente 85-99 %. [1,5]

Les doses d'irradiation interne induites par les isotopes du césium, s'avèrent extrêmement variables depuis 1986. Leur importance a varié dans la plage de 0,01 à 2,0 mSv/an dans une distribution lognormale. Or la dose admissible pour la population est de 1 mSv/an pour l'irradiation totale.[1]

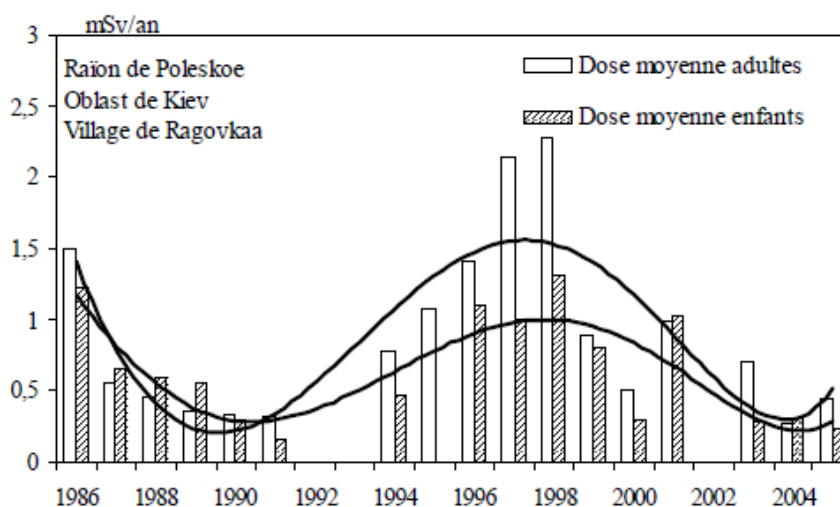
Pratiquement dans toutes les régions, jusqu'à 1992, suite aux contre-mesures effectivement prises, on a pu réduire systématiquement la teneur en <sup>137</sup>Cs (jusqu'à 35 % par an). Et puis, à partir de 1992 on observe une croissance pouvant aller jusqu'à 30 - 80 % chaque année. C'est le résultat de la restriction sur les contre-mesures, résultant de la dégradation économique dans le pays et l'utilisation par la population des produits alimentaires locaux (fig. 1). [3]

Il faut remarquer ces dernières années une certaine réduction et la stabilisation des doses moyennes de l'irradiation interne par le <sup>137</sup>Cs, pratiquement dans toutes les régions. Il ne faut pas oublier cependant que, dans nombre de régions, cette dose reste encore supérieure au niveau stabilisé atteint dans les années 1987-1988 (fig. 1). Tel est le cas dans les localités où l'on rencontre des doses anormalement hautes d'irradiation interne. Par exemple, le village de Ragovka du raion de Ragovka, oblast de Kiev, est classé en zone 4 (contamination du sol en <sup>137</sup>Cs de 1Ci/km<sup>2</sup>). Les seules doses d'irradiation interne des habitants de cette localité se situent, ces dernières années, au niveau les plus hauts d'Ukraine, excédant les doses d'habitants de localités de zone 2 (fig. 1).

Les inspections passées en 2001, ont montré que 25 % des habitants du village de Ragovka (dont 6 % d'enfants) parmi tous ceux qui ont été examinés reçoivent des doses annuelles moyennes d'irradiation interne dépassant 1 mSv/an. La dose maximale d'irradiation interne par le radiocésium enregistrée dans la localité de Ragovka est de 377 kBq/kg ce qui correspond à une dose d'irradiation interne de 13 mSv/an. [3].

**Le Dniepr**





**Figure 1. Evolution de la dose d'irradiation interne des habitants du village de Ragovka (raïon de Poleskoe, oblast de Kiev)**

Au stade actuel des suites de l'avarie, on n'observe pas de différence (dans la limite de l'incertitude de mesure) aussi bien des moyennes que des médianes des doses de contamination interne entre les enfants et les adultes ; ceci témoigne de l'accoutumance de la population aux conditions de vie sur les territoires radioactivement pollués et le non-respect des règles en matière d'hygiène et de radioprotection.

Les enfants constituent un groupe séparé critique. Premièrement, malgré les concentrations plus basses en radionucléides qui sont enregistrés dans l'organisme des enfants (par comparaison avec la population adulte vivant au même endroit), les doses annuelles d'irradiation interne des enfants peuvent être plus hautes que chez les adultes. Deuxièmement, si l'on prend en compte la notion de "dose reçue pendant toute la vie", il y a, pour les enfants, une grande probabilité de dépasser les limites établies pour les doses d'irradiation.

La situation actuelle dans les localités où l'on observe des doses anormalement élevées de l'irradiation interne nécessite des mesures prophylactiques adéquates, pour abaisser ces doses ; il faut, en premier lieu, offrir à la population (et spécialement aux enfants) la possibilité de se nourrir avec de l'alimentation "propre", produite en dehors de leur territoire. Une variante de contre-mesure est de faire séjourner les enfants pour 1-2 mois dans des zones "propres". L'information de la population quant aux doses réelles de l'irradiation et aux règles d'hygiène des radiations ainsi que sur les particularités de l'alimentation consommée par les habitants des territoires radioactivement pollués (TRP) est également importante.

## Appareillage et méthodes d'investigation.

Notre travail a porté sur les localités du raion de Poleskoe de l'oblast de Kiev, où l'on a relevé ces dernières années les plus hautes doses d'irradiation interne de la région. Les mesures ont été réalisées dans 4 écoles implantées dans les localités de Ragovka, Lugoviki, Marianovka et Vovchkiv. Ces écoles sont fréquentées par les enfants vivant dans les localités de Chervona Zirka, Zelianaia Poliana, Mlachevka et Shkneva.

Les mesures ont été effectuées à l'aide du compteur dosimétrique ambulant de l'irradiation de la personne (CIP) "Skinner-Zm" (certifié par l'attestation d'Etat N°325, délivrée par GNPO "Métrologie" en janvier 2006), selon la méthode élaborée au Centre de Médecine des Radiation et validée par le Ministère de la Santé et le Ministère des Situations d'Urgence en 1994 et 1996.

La détermination de la teneur en  $^{137}\text{Cs}$ , incorporé dans l'organisme des enfants-écoliers, a été réalisée en 2 séries. Une première série de mesures s'est déroulée du 4 au 7 avril 2006, la deuxième du 4 au 12 mai, de suite après une cure de pectine étalée sur 21 jours. Cette cure avait été organisée par l'association française «les Enfants de Tchernobyl». On a utilisé la pectine VITAPLECT-2 (ayant subi un broyage ultradispersif jusqu'à 30 micromètres), un produit élaboré par l'Institut "Belrad" de Minsk.

Par la suite, l'association «les Enfants de Tchernobyl» a organisé l'accueil en France d'enfants du raion de Poleskoe, ainsi que d'autres raions de l'oblast de Kiev, en vue d'améliorer leur santé et réduire la teneur en  $^{137}\text{Cs}$  incorporé dans leur organisme du fait qu'ils vivent dans des territoires radioactivement pollués.. Les mesures encadrant la cure de pectine sont présentées dans le tableau 1.

**Tableau 1. Deux séries de mesures réalisées dans des écoles du raion de Poleskoe**

Ecole	Série I		Série II	
	Date de la mesure	Nombre d'enfants	Date de la mesure	Nombre d'enfants
Marianovka	4-5 avril	165	4-5 mai	149
Ragovka	4-5 avril	59	12 mai	63
Lugoviki	6 avril	76	4-5 mai	81
Vovchkiv	6-7 avril	126	11 mai	121
Total	4-7 avril	426	4-12 mai	414

Pour déterminer l'efficacité de la prophylaxie pratiquée (absorption de pectine) à partir des résultats bruts, nous n'avons retenu que les résultats des personnes ayant été mesurés à deux reprises (avant et après prise de pectine). L'effet a été calculé d'après la formule :

$$F = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n A_i^1}{n} - \frac{\sum_{i=1}^n A_i^2}{n}}{\frac{\sum_{i=1}^n A_i^1}{n}} \cdot 100\%$$

Où :

$A_i^1$  : teneur individuelle spécifique de  $^{137}\text{Cs}$  incorporé, mesurée lors de la série de mesures I ;

$A_i^2$  : teneur individuelle spécifique de  $^{137}\text{Cs}$  incorporé, mesurée lors de la série de mesures II

$F$  : effet de la pectine absorbée

$n$  : nombre de mesures individuelles dans la série

$i$  : N° de la mesure dans la série

## Résultats quant à l'efficacité de la prise de pectine.

On sait que les pectines ont une influence modérée sur l'échange du césium et du strontium [4,5]. Nous avons effectué l'analyse statistique des résultats acquis dans les deux séries de mesures des personnes qui ont participé aux deux séries de l'étude. Les résultats de l'analyse statistique des résultats acquis et l'effet correspondant sont présentés dans le tableau 2.

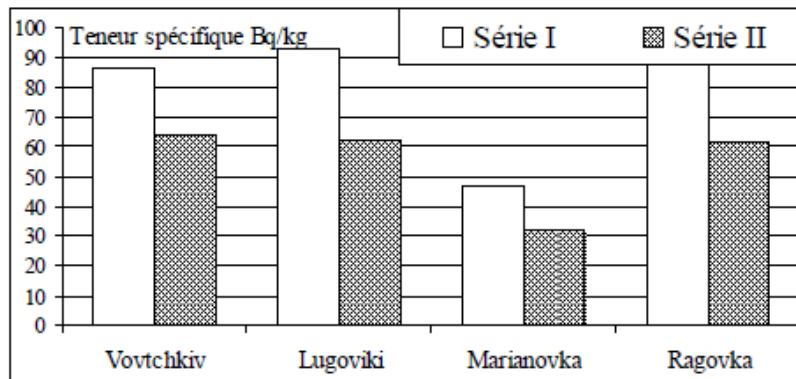
**Tableau 2. Résultats de l'analyse statistique de la teneur individuelle spécifique de  $^{137}\text{Cs}$  incorporé et effet résultant de la prise de pectine chez les enfants du raïon de Poleskoe de l'oblast de Kiev.**

Ecole		Teneur moyenne en Bq/kg	Médiane en Bq/kg	Quartile 90%, Bq/kg	Valeur maximale, Bq/kg	Effet, %
Marianovka	Série I	47 ± 33	42	66	276	32
	Série II	32 ± 26	26	52	194	
Ragovka	Série I	87 ± 61	72	159	354	30
	Série II	61 ± 41	53	101	291	
Lugoviki	Série I	93 ± 137	66	127	796	33
	Série II	62 ± 93	42	98	545	
Vovtchkiv	Série I	86 ± 172	53	137	1362	26
	Série II	64 ± 146	37	82	996	

**Le Dniepr**

Ces résultats montrent que la teneur spécifique en  $^{137}\text{Cs}$  dans l'organisme des enfants a baissé de 26 % chez les écoliers de Vovchkiv, allant jusqu'à 33 % chez ceux de Lugoviki. La baisse est de 30 % et 32 % à Ragovka et Marianovka respectivement. Ces résultats sont illustrés par la figure 2. Individuellement la réduction de l'activité  $^{137}\text{Cs}$  atteignait 100 % dans certains cas particuliers chez les écoliers les plus jeunes.

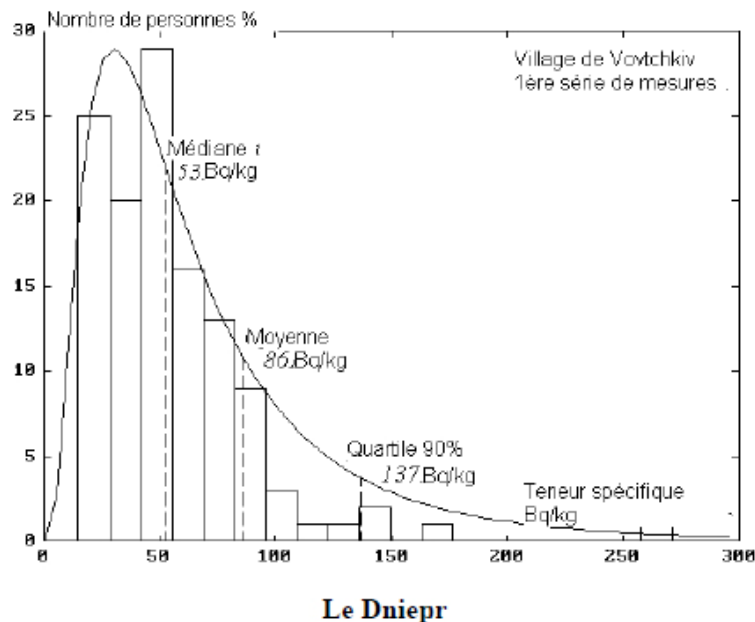
Chez quelques enfants on n'a pas observé de réduction de la teneur en  $^{137}\text{Cs}$ . Une enquête auprès de leurs enseignants a révélé que ces enfants étaient souvent issus de familles défavorisées qui avaient une attitude négligente eu égard à cette campagne de mesures.



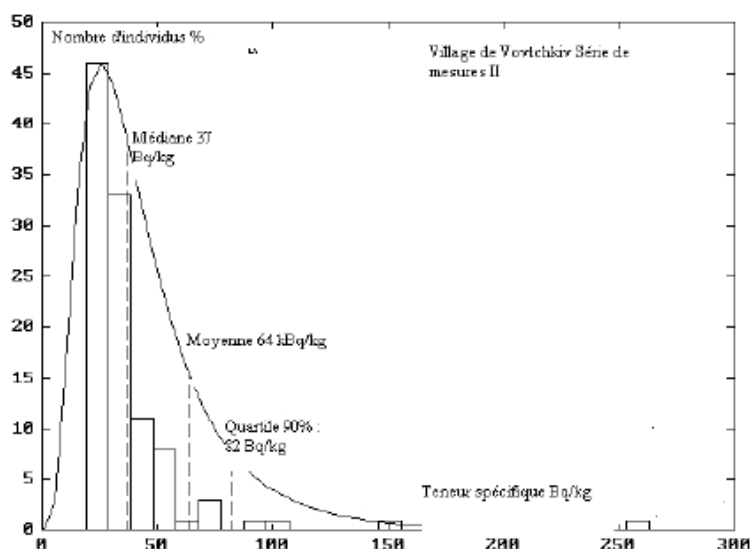
**Fig. 2. Diagramme de la teneur spécifique de  $^{137}\text{Cs}$  incorporé par des écoliers du raïon de Poleskoe à l'occasion de deux séries de mesures (avant et après cure de pectine)**

Pour juger de la significativité statistique de l'effet de la cure de pectine on prend en considération les erreurs de mesure du poids, la croissance, le calibrage, l'erreur statistique, qui n'ont pas été significatifs par rapport à la différence observée entre l'activité spécifique du  $^{137}\text{Cs}$  incorporé, observée entre les séries de mesures I et II.

Un exemple de la distribution statistique des teneurs spécifiques en  $^{137}\text{Cs}$  pour les séries de mesures I et II de mesures est présenté sur la fig. 3. Pour le confort de la représentation de la distribution, les valeurs maximales n'ont pas été intégrées dans le graphique. (voir tableau 2).







**Figure 3. Distribution statistique de la teneur spécifique de  $^{137}\text{Cs}$  incorporé chez les enfants-écoliers du village de Vovchkiiv : première et deuxième mesure.**

Ces résultats montrent que les moyennes et les médianes les plus élevées pour les teneurs en  $^{137}\text{Cs}$  correspondent aux écoliers de Ragovka (87 et 72 Bq/kg) et de Lugoviki (93 et 66 Bq/kg), lors de la première série de mesures. ces valeurs passent à 61 et 53 Bq/kg à Ragovka et 62 et 42 Bq/kg à Lugoviki, dans la deuxième série de mesures.

De plus, près de 1,5 % des enfants examinés de Ragovka et près de 3,6 % des enfants examinés de Lugoviki ont des doses annuelles d'irradiation interne dépassant la limite de dose de 1mSv/an. Pour les teneurs spécifiques en radiocésium, il faut remarquer une différence plus petite entre les médianes et les moyennes chez les enfants de Ragovka (1,2 fois), que chez ceux de Lugoviki - (1,4 fois). Ceci tient à la présence à Lugoviki d'une petite tranche de personnes (par rapport à la totalité de la population) présentant une teneur particulièrement élevée en  $^{137}\text{Cs}$ .

La particularité de la situation à l'école de Vovchkiiv tient à ce que cette école est fréquentée par des écoliers vivant dans des villages où la densité de pollution du sol par  $^{137}\text{Cs}$  et où les niveaux de l'irradiation interne sont plus élevés (ainsi à Mlachevka et Vieux Markovka) que dans d'autres tels Shkneva, Vovchkiiv et Fedorovka. C'est par cette remarque que s'explique la grande différence entre la moyenne (86 Bq/kg) et la médiane (53 Bq/kg)– soit un facteur 1,6 – dans la première série de mesures, et celles (64 Bq/kg de moyenne) (et 37 Bq/kg de médiane)– soit un facteur 1,7 observées lors de la deuxième série de mesures



## **Efficacité d'un séjour en France pour réduire l'irradiation d'enfants de la zone contaminée.**

La détermination de la teneur en  $^{137}\text{Cs}$ , incorporé dans l'organisme des enfants-écoliers, a fait l'objet de 2 séries de mesures. Une première série s'est déroulée le 4 août 2006, dans le Laboratoire d'Irradiation de la Personne (CIP) de Kiev, directement avant le départ des enfants pour leur cure de santé. Une deuxième série des mesures a eu lieu après leur séjour de 20 jours en France qui avait été organisé par l'association française « les Enfants de Tchernobyl ». Les résultats apparaissent dans le tableau 3.

**Tableau 3 : répartition des mesures effectuées.**

Raïon	Série I 04.08.2006	Série II 27.08.2006
Raïon de Poleskoe	43	42
Autres	10	10
Ville de Kiev	8	8
Total	61	60

Pour déterminer l'efficacité de cette nouvelle mesure prophylactique (le séjour des enfants en dehors de la zone contaminée), on n'a retenu de l'ensemble des résultats bruts que ceux correspondant aux personnes qui avaient participé aux deux séries de mesures ; l'effet a été calculé comme précédemment.

## **Résultats des études portant sur le séjour des enfants dans des territoires propres.**

Ils sont présentés dans le tableau 4.

**Tableau 4. Teneurs en  $^{137}\text{Cs}$  dans l'organisme des enfants : deux séries des mesures et effet produit par un séjour en France pour des enfants vivant en zone contaminée**

Série de mesures	Teneur spécifique en $^{137}\text{Cs}$ incorporé, Bq/kg				Effet %
	Moyenne	Médiane	90%- quartile	Valeur maximale	
I (4.08.2006)	$50 \pm 100$	17	111	586	30
II (27.08.2006)	$35 \pm 66$	16	75	434	

Le tableau montre que la dose est réduite de 30 %, un résultat pratiquement identique à celui résultant d'une cure de pectine sans que les enfants ne quittent les territoires radioactivement pollués. Cependant, il ne faut pas oublier que de quitter la zone contaminée permet en outre, tout d'abord, de réduire également la dose d'irradiation externe. En deuxième lieu, quitter la zone signifie également repos, assainissement total de l'organisme, nouvelles découvertes agréables et cet ensemble aura une répercussion absolument favorable sur la santé des enfants et leur développement.

**Tableau 5 : Variation de la teneur spécifique en  $^{137}\text{Cs}$  incorporé durant la période d'avril à août chez les enfants qui ont pris part aux deux actions menées par l'organisation «les Enfants de Tchernobyl » : prise de pectine (avril-mai) et cure de santé en France (août).**

Nombre d'enfants	Année de naissance	Effet moyen %	
		Prise de pectine	Séjour en France
13	1995-1998	26,1	32,5

Sur l'exemple des enfants du raïon de Poleskoe ayant participé aux deux actions menées par l'association les Enfants de Tchernobyl, il faut noter que la teneur spécifique du  $^{137}\text{Cs}$  incorporé dans leur organisme a baissé de 15 à 53%.

## Conclusions

1. Dans le cadre d'une action menée par l'association française les Enfants de Tchernobyl durant la période allant du 4 avril au 12 mai 2006, deux séries de mesures ont été réalisées sur des enfants du raïon de Poleskoe. L'objectif était de réduire leur dose d'irradiation interne provenant du  $^{137}\text{Cs}$ , par une cure de pectine. La baisse de teneur en  $^{137}\text{Cs}$  enregistrée suite à cette cure a été de 26% chez les écoliers de Vovchkiv, 30% pour ceux de Ragovka, 32% à Marianovka et 33% pour les écoliers de Lugoviki.
2. Cette baisse importante (26-33%) de la teneur spécifique en  $^{137}\text{Cs}$  correspond à la période limitée où la pectine a été prise (après cette période, la teneur se rétablit). C'est pourquoi, si on voulait réduire de façon significative la dose annuelle d'irradiation interne, il faudrait renouveler rationnellement et périodiquement une telle contre-mesure sur une durée prolongée.
3. La baisse de teneur en Cs résultant du séjour des enfants en France s'établit en moyenne à 30%, c'est à dire une baisse identique à celle observée sur des enfants ayant pris de la pectine mais sans quitter la zone contaminée où ils vivent (entre 26 et 33% selon les localités). Mais quitter son territoire contaminé permet en outre d'abaisser l'irradiation externe : c'est le premier point ; mais, en deuxième lieu, ce départ constitue également une cure de repos pour les enfants, un assainissement complet de leurs organismes, des découvertes enrichissantes, le tout apportant un bienfait réel pour leur santé et leur développement.
4. Au cours de l'été, en mai-juillet, (entre les deux actions citées) on a observé, chez les enfants examinés vivant dans les villages de Ragovka et Lugoviki, une augmentation du  $^{137}\text{Cs}$  accumulé du niveau insignifiant de 10 Bq/kg à 560 Bq/kg. Ceci témoigne premièrement de la facilité avec laquelle les habitants peuvent accéder à des produits alimentaires radiopollués et, deuxièmement, du mépris qu'a cette population face aux règles et aux particularités de l'alimentation en zone contaminée (réduire la consommation de produits d'origine fluviale, pâturage des vaches à des endroits adaptés). En troisième lieu, cela souligne que les habitants des localités à dose d'irradiation interne anormalement élevée disposent d'une information insuffisante quant aux règles de vie sur de tels territoires.

## Le Dniepr

En conclusion de cet article, nous exprimons notre reconnaissance à l'association française «les Enfants de Tchernobyl » pour l'organisation et la mise en œuvre de ce programme qui représente une contribution importante pour réduire la teneur en  $^{137}\text{Cs}$  chez les enfants qui ont pris part à la cure de pectine ainsi qu'aux collaborateurs de l'Institut "Belrad" qui a fourni aux enfants ukrainiens la pectine produite au Belarus.

## Bibliographie

1. 20 ans de la catastrophe de Tchernobyl. Regard vers l'avenir / Rapport national de l'Ukraine. Kiev : Alike, 2006, 224 p
2. Résultats du monitoring pluriannuel de la charge corporelle en césium 137 des habitants du territoire contaminé par la catastrophe de Tchernobyl / Perevoznikov O.N., Nechaev S.N., Rubel N.F., Vasylenko V.V. //Revue Internationale de Médecine Radioactive 2002, N°4, P 120 - 126
3. Perevoznikov O.N. Monitoring des doses individuelles d'irradiation de radiocésium avec des CIH (compteur d'irradiation interne de l'Homme) // Conséquences médicales de la catastrophe de Tchernobyl : Monographie en 3 livres, 1<sup>er</sup> livre, Kiev : Medokol, MNID BIO –EKOS, 1999, p 2 - 27
4. Evaluation comparative du rôle des pectines dans l'échange de césium et strontium / Korzun V.N., Saglo V.I., Parats A.M // Revue radiologique ukrainienne, 1992, N°2, p 162 - 164
5. Nesterenko V.B. Monitoring radioactif des habitants et de l'alimentation dans la zone de Tchernobyl de la Biélorussie // Série « Catastrophe de Tchernobyl ». Bulletin d'information N° 28 – Minsk, 2005, 179 p