

Le Bélarus avant et après Tchernobyl - « radio écologie, aspects démographiques et médicaux »

Professeur Y.I. Bandajevsky

Situation radio écologique avant 1986

Aujourd'hui, vingt ans après l'accident à la centrale atomique de Tchernobyl, l'humanité en subit encore les conséquences. Beaucoup de questions posées à la communauté internationale restent sans réponse. Qu'en sera-t-il des populations vivant longtemps dans les zones contaminées par les éléments radioactifs et directement exposées à leurs effets? En dépend non seulement l'avenir de ces personnes, mais celui de l'humanité entière, en contact permanent avec le rayonnement radioactif. Toutefois, au train où vont les choses dans le monde, l'humanité ne semble pas pressée de répondre à cette question. On a l'impression qu'elle n'est pas particulièrement préoccupée par le sort des générations futures. Médecin, appelé à protéger la santé des gens, je suis obligé de prendre acte de cette réaction pathologique aux événements. On ne peut pas contempler calmement l'aggravation de l'état de santé d'un très grand nombre de personnes, en accueillant les assurances des représentants du lobby nucléaire affirmant qu'il n'y a pas lieu de s'inquiéter. Cela accroît la tragédie.

Cet article se propose de faire connaître des faits peu connus, et peut-être intentionnellement dissimulés à l'opinion publique, et de lui fournir des preuves objectives sur l'interaction d'un grand nombre de personnes avec les agents radioactifs et sur les conséquences médicales de ce phénomène. A la lumière de ce matériel l'état de santé actuel des habitants de la partie européenne de l'ex URSS devient compréhensible.

Premièrement, il faut établir avec précision l'époque du premier contact des habitants avec les agents radioactifs. Il faut tenir compte du fond radioactif naturel, qui existe en dehors de la volonté humaine et depuis bien avant l'apparition de l'homme sur terre. C'est dans ce fond que les partisans du développement de l'énergie nucléaire s'efforcent de renfermer le rayonnement radioactif apparu avec les essais des bombes atomiques et qui augmente d'année en année dans la biosphère. Les éléments radioactifs ayant la plus grande incidence sur la formation des doses d'irradiation des habitants de la terre sont : le césium-137, le zirconium-95, le carbone-14, le ruthénium-106, le strontium-90, le cérium-144, le tritium et l'iode-131. Ces éléments proviennent essentiellement des essais des bombes atomiques et de l'activité des centrales nucléaires.

Les essais de l'armement nucléaire dans l'atmosphère ont commencé en 1945. Ils étaient très intenses entre 1945 et 1958 et pendant les années 1961-1962. A partir de 1963, un certain nombre de pays ont commencé à faire des essais souterrains. Cependant la France et la Chine n'ont pas cessé les essais dans l'atmosphère et ont fait exploser, entre 1963 et 1981, des charges d'une puissance totale de 32,5 mégatonnes [3].

Le Cs-137, qui peut pénétrer dans l'environnement avec les déchets radioactifs ou avec les produits des explosions nucléaires, est le responsable principal de la formation des doses tissulaires et des conséquences radio biologiques des rejets globaux [8].

Les déchets radioactifs, contenant le Cs-137, proviennent principalement des réacteurs

nucléaires et des installations de retraitement du combustible irradié. Dans les déchets gazeux des réacteurs cet isotope se forme principalement à partir du Xe-137. Le Cs-137 est un pur bêta-irradiateur, toutefois son dérivé, le Ba-137, dont la période (demi-vie) est de 2,55 minutes, produit un rayonnement γ . Le césium radioactif peut pénétrer dans l'environnement comme composante des déchets liquides faiblement actifs de ces installations.

La plus forte contamination de l'environnement par le Cs-137 a lieu suite aux explosions nucléaires ou suite à des accidents dans les centrales atomiques, dont celui de la centrale de Tchernobyl de 1986 est l'un des exemples.

D'une manière ou d'une autre, l'utilisation par l'humanité de l'énergie libérée lors de la désintégration atomique a formé, au bout de quelques années, une accumulation de Cs-137 dans la stratosphère, qui constitue précisément la source du rejet global de cet isotope sur la surface de la terre. On a commencé à enregistrer le césium radioactif sur le territoire de la partie européenne de l'URSS à partir de l'année 1963.

Le niveau de la concentration du Cs-137 dans l'organisme humain dépend des niveaux de la contamination de l'environnement, et par suite des produits alimentaires, de la structure de la ration alimentaire et des particularités d'âge et de sexe [18].

Il faut noter que la période biologique (ou demi-vie) du Cs-137 dans l'organisme humain est de 40-50 jours, par conséquent sa présence indique qu'il est absorbé en permanence de l'environnement.

Considérant que, pendant les premières années des essais de l'armement nucléaire en URSS, le Cs-137 s'accumulait dans l'organisme humain principalement *via* les aliments, les collaborateurs de l'institut de recherche scientifique de biophysique du ministère de la Santé de l'URSS ont effectué, au cours des années 1967-1970, plus de mille mesures de la teneur du lait de vache en Cs-137 dans différentes régions de Polésie [18].

Comme résultat de ce travail ils ont dressé une carte, dite de « lactocésium ». Elle montre que les plus fortes concentrations de Cs-137 se trouvaient dans le territoire de la région de Gomel de la République du Bélarus. En Ukraine les indices de la teneur du lait de vache en césium radioactif étaient beaucoup moindres et conséquemment, pendant ces années, les valeurs annuelles moyennes de doses causées par l'incorporation du Cs-137 étaient 2,5 fois plus élevées chez les habitants de Biélorussie que chez les habitants d'Ukraine [18].

En analysant les données annuelles des retombées du Cs-137, celles de sa concentration dans les produits alimentaires (lait) et dans l'organisme humain, on constate que 1963 était l'année des retombées maximales de ce radionucléide sur le territoire de la République du Bélarus, avant la catastrophe de Tchernobyl. Pendant les années 1963-1968, des retombées radioactives de Cs-137 et de Sr-90 ont été également enregistrées sur le territoire de la ville de Minsk [23].

En 1968, les niveaux des retombées du Cs-137 ont diminué de 30 fois, et son accumulation dans l'organisme humain a baissé de 3 fois environ [18]. Ces chercheurs prévoyaient qu'en 1980 la teneur de l'organisme des habitants de Polésie en césium radioactif aurait diminué de 25% en comparaison avec l'année 1970, et qu'en l'an 2000 la teneur du lait de vache en Cs-137 diminuerait plus que de moitié en comparaison avec 1970.

Ils soulignaient que le lait de vache, constituant l'un des principaux produits de l'alimentation humaine, formait un niveau d'accumulation assez élevé de césium radioactif dans l'organisme des habitants du Bélarus et des républiques Baltes de l'URSS.

A part le lait, les produits laitiers et le pain, le césium radioactif pénètre dans l'organisme humain avec les produits carnés, en premier lieu avec la viande bovine. D'après les résultats des mesures effectuées en 1967-1970, la concentration de Cs-137 dans la viande de bœuf se situait entre 700 et 8300 picocuries/kg. Cependant les concentrations les plus élevées de cet isotope étaient enregistrées dans la viande de veau (9300 pcurie/kg). Les concentrations de Cs-137 dans la viande de porc étaient de 2 à 3 fois moindres que dans la viande de bœuf [18].

Les calculs effectués par les collaborateurs de l'institut de biophysique du ministère de la Santé de l'URSS ont montré qu'en 1969-1970 les valeurs moyennes de doses annuelles, causées par l'incorporation du Cs-137, constituaient (en mRad/an) 2,6 pour les habitants de la région de Brest et 3,2 pour les habitants de la région de Gomel, alors qu'elles ne représentaient que 0,9 pour les habitants de la région de Kiev, 1,6 de celle de Rovno et 2,3 de celle de Tchernigov [18].

Ainsi, la population de la République du Bélarus était exposée à l'action des éléments radioactifs, en particulier du Cs-137, bien avant la catastrophe de Tchernobyl (plus de 20 ans avant).

Situation radio écologique après l'accident à la centrale de Tchernobyl en 1986

Selon les conclusions des plus grands spécialistes dans le domaine de l'énergie nucléaire de l'URSS [24] la catastrophe à la centrale de Tchernobyl a eu lieu vers la fin de la campagne de production de la zone active du réacteur, quand l'accumulation des produits radioactifs de la fission était maximale. Suite à l'explosion du bloc numéro 4, à sa dé-hémétisation et à l'incendie du réacteur, pas moins de 180 millions de Curies d'éléments radioactifs ont été projetés dans l'environnement (sans parler de l'activité de plusieurs tonnes de combustible nucléaire, rejetées en proximité de la centrale).

Il faut noter qu'au cours de la fission du combustible nucléaire, des isotopes ayant une masse de 80-150 et 130-150 unités s'accumulent dans le réacteur nucléaire [24]. Cependant, compte tenu de la quantité, il faut mentionner en premier lieu l'iode-131, le césium-137 et 134, le strontium-90 et le plutonium-239. Ce sont précisément ces éléments qui ont contaminé d'énormes territoires de la République du Bélarus, de l'Ukraine, de la Russie et d'autres états européens.

A cette époque, les superficies du territoire de l'ex URSS contaminée par le seul césium-137 représentaient : 3 100 000 km² à raison de 1480 kBq/m², 7 100 000 km² à raison de 555-1480 kBq/m², environ 17 900 000 km² à raison de 185-555 kBq/m² et 76 100 000 km² à raison de 37-185 kBq/m² [24].

Les régions de la République du Bélarus qui ont souffert le plus de la catastrophe de Tchernobyl sont celles de Gomel et de Moguilev. Presque tous les districts de ces régions ont subi une contamination intense par les éléments radioactifs.

Les endroits contenant le plus de césium-137 ont été enregistrés dans le district de Tchetchersk (village Chépétovitchi : 2271 kBq/m²), dans le district de Dobrouche (village Vylevo : 2220 kBq/m²) de la région de Gomel et dans le district de Tchérikov (village Tchoudiany : 5402 kBq/m²) de la région de Moguilev [24].

La teneur des sols en CS-137 était importante également dans d'autres districts de ces régions.

Il convient de noter que l'évacuation des habitants dans des districts dits « propres » du point de vue du césium-137 n'était pas efficace, car c'est justement dans ces districts que l'on a constaté malheureusement une contamination du sol par le plutonium 238, 239 et 240 (>3700 kBq/m²).

En dehors des régions de Gomel et de Moguilev, des territoires contaminés par le césium-137 au-dessus de 37 kBq/m² ont été découverts dans 6 districts de la région de Brest (**Louninetz, Stoline, Pinsk, Droguitchine, Bérezovo, Baranovitchi**), ainsi que dans les districts de **Diatlovo, Iviev, Korélitchi, Lida, Novogroudsk et Smorgonsk** de la région de Grodno, et dans les districts de **Volojine, Borissov, Bérezino, Soligorsk, Molodetchino, Viléika, Stolbtsy, Kroupsk, Logoisk, Sloutsk** de la région de Minsk [24].

Il faut considérer que la contamination par le Cs-137 des districts des régions de Gomel et de Brest a été découverte bien avant la catastrophe de Tchernobyl de 1986 [18]. Et il est tout à fait possible que les districts des régions de Grodno et de Minsk se trouvent dans une situation analogue. Cette circonstance explique à l'évidence pourquoi la plus forte contamination des territoires par le césium radioactif a été enregistrée précisément dans ces districts, au cours des années 90 du siècle dernier.

Ce fait remet entièrement en question les pronostics des chercheurs qui calculaient les doses collectives des habitants des districts de Tchernobyl seulement sur la base de l'accident de 1986 et ne tenaient aucun compte du fait que la population biélorusse se trouvait depuis plus de 20 ans déjà était confrontée à une contamination radioactive chronique.

Cette information était soigneusement passée sous silence après la catastrophe de Tchernobyl. C'est seulement grâce aux investigations insistantes des chercheurs de l'institut de médecine de Gomel qu'il a été possible d'obtenir des informations fiables.

Il faut souligner que les éléments radioactifs, qui ont été introduits dans l'atmosphère et qui ont contaminé les territoires habités par une partie importante de la population, ont pénétré et pénètrent par des voies naturelles dans l'organisme humain et animal. Si l'iode-131 pénètre dans l'organisme essentiellement par les voies respiratoires, le césium radioactif et le strontium pénètrent *via* les aliments. Ce sont justement les produits alimentaires d'origine animale et végétale des zones contaminées qui constituent les principaux pourvoyeurs de ces radionucléides dans l'organisme humain.

Pendant les premières années de la catastrophe de Tchernobyl la teneur de l'organisme d'un grand nombre de personnes en césium radioactif n'était pratiquement pas mesurée. On évaluait la dose d'irradiation radioactive reçue par les habitants sur la base des niveaux de contamination du territoire, en calculant la dose dite collective d'irradiation. Ce n'est qu'à partir de 1992 du siècle dernier qu'est apparue la possibilité d'effectuer un dépistage de masse de la teneur de l'organisme en césium radioactif chez les habitants. Les appareils, fabriqués par l'Académie des sciences d'Ukraine sur la base du SRH (spectromètre pour le rayonnement humain), sont apparus pour la première fois dans la région de Gomel grâce à l'activité humanitaire des dirigeants de la succursale de l'Académie biélorusse d'ingénierie, surtout grâce à V.N.Jabinski. Je souligne cette circonstance intentionnellement, car c'est à partir de ce moment qu'ont commencé les recherches scientifiques, qui ont permis d'évaluer objectivement le rôle des éléments radioactifs dans l'apparition des maladies dont souffrait une grande partie de la population de la région de Gomel.

En créant les technologies qui favorisent l'élimination des éléments radioactifs de

l'organisme humain et animal, les scientifiques et les ingénieurs avaient besoin des chiffres précis de la teneur de l'organisme en césium radioactif et, naturellement, de la connaissance de l'action de ce dernier sur la santé. Dans la région de Gomel un groupement scientifique a été créé sur la base de l'Académie biélorusse d'ingénierie, dont faisaient partie, outre les spécialistes en radiométrie, les collaborateurs de l'institut de médecine de Gomel, qui faisaient des recherches méticuleuses sur l'état de santé et le fonctionnement des organes et des systèmes vitaux chez des individus d'âges différents, en liaison avec la quantité des radionucléides incorporés.

Quelques années plus tard, l'Institut « Belrad » - Institut de radioprotection, dirigé par le professeur V.B.Nesterenko, - a commencé aussi à étudier la teneur de l'organisme humain en césium radioactif. Pendant toute la période suivante les collaborateurs de cet institut ont effectué une énorme quantité de mesures du Cs-137 dans l'organisme des enfants et des adultes, vivant tant dans les régions de Tchernobyl que dans les régions « propres ». L'Institut a accumulé un matériel très précieux du point de vue scientifique et pratique. Il montre le degré de contamination de l'organisme par ce radionucléide chez les habitants vivant dans le territoire de la République du Bélarus après l'accident de Tchernobyl.

Indices démographiques et état de santé des habitants avant 1986 et pendant les années suivantes

Avant la contamination par le césium radioactif, la situation démographique dans la République du Bélarus était favorable. Même pendant les années difficiles de l'après-guerre la natalité excédait substantiellement la mortalité (l'accroissement naturel de la population dans la république s'élevait à 13,7‰ en 1940 et à 11,2‰ en 1945).

En 1960, la Biélorussie connaissait l'accroissement naturel maximum de la population de l'après-guerre : 17,8‰.

Cependant, à partir de 1965 commence une diminution constante de la natalité accompagnée de l'accroissement de la mortalité, ce que reflète l'indice de l'accroissement naturel de la population : en 1985 il s'élevait seulement à 5,9‰.

Pendant la période consécutive à Tchernobyl (après l'accident à la centrale atomique, le 26 avril 1986) la situation a continué à s'aggraver à tel point qu'à partir de 1993 l'indice de l'accroissement naturel de la population a pris une valeur négative. La diminution progressive de la natalité, 9,3‰, et l'augmentation de la mortalité, 14,2‰, ont porté sa valeur en 1999 à - 4,9‰ [16]. Aussi pouvons-nous l'appeler indice de décroissance naturel de la population et non plus indice d'accroissement. Pendant la seule période de 1990 – 1999, la mortalité de la population a augmenté de 32,7% (de 10,7 à 14,2 pour 1000), dont 40,2% parmi les hommes et 24,3% parmi les femmes [32]. En 1999, du point de vue de l'âge, l'augmentation de la mortalité commençait à partir de 50-54 ans.

On observe une incessante aggravation de l'état de santé de la population au Bélarus. Pendant la seule période de 1990 – 1999, la morbidité primaire a augmenté de 43% [32]. Elle est en relation principalement avec les maladies du système circulatoire et avec les affections néoplasiques [2].

La morbidité du système circulatoire a une constante tendance à la croissance. De 1980 à 1994 le niveau de la morbidité primaire enregistré du système circulatoire a augmenté de 5,5 fois,

alors que la morbidité globale a augmenté de 4,2 fois [17]. On constate sa croissance constante dans les districts contaminés par les radionucléides ; à partir de 1988 son indice dans la région de Gomel est l'un des plus élevés de la République du Bélarus. Il faut constater, en outre, l'augmentation du nombre des maladies cérébrales - vasculaires.

Les maladies du système circulatoire constituent la cause principale des décès. En 1997, la place des maladies cardio-vasculaires dans la structure de la mortalité représentait 50,4% [33], en 1998 – 51,9% [34], et en 1999 – 52,9% [35].

Pendant la seule période de 1989 – 1998, l'indice relatif de la mortalité de la population suite aux maladies du système circulatoire a augmenté de 24%, de 565,4 à 700,9 sur 100 000 habitants [34].

La cause principale des issues létales des maladies du système circulatoire est constituée par la maladie ischémique (63,7% dans la population de tous les âges ; 57,2% - à l'âge apte au travail), de même pour les maladies cérébrales -vasculaires [34].

Dans la structure de l'invalidité primaire les maladies du système circulatoire constituent 40,2% [35]. Tandis que le chiffre total des invalides à la fin de 1999 constituait 4,1% de l'ensemble de la population de la république [32].

Au cours des trois dernières décennies, on observe une augmentation constante de la morbidité des tumeurs malignes. Le plus important accroissement de ces maladies est enregistré dans la région de Gomel [1] .

Quelques années après la catastrophe de Tchernobyl, la plus grande préoccupation de la communauté internationale a été provoquée par l'augmentation des cancers de la glande thyroïde. En 1997, le niveau de la morbidité de cette forme de cancer a constitué dans la région de Gomel, 9,2 cas sur 100 000 habitants. Le rythme de croissance représente 513% par rapport à la période pré-accidentelle [13].

Au total le nombre des malades du cancer de la thyroïde, constatés au cours de la seule année 1998, a excédé de 2-2,5 fois le nombre des malades de 1990. La morbidité du cancer chez les enfants et les adolescents (âge jusqu'à 19 ans) a augmenté de 0,1 sur 100 000 individus de la population enfantine en 1986 à 2,5 en 1998, c'est à dire de 25 fois. La morbidité du cancer de la glande thyroïde chez les individus ayant plus de 18 ans a augmenté de plus de 4 fois : de 2,0 en 1986 à 8,4 en 1998 sur 100 000 habitants. En Biélorussie, de 1986 à 1999, 6030 individus, dont 1083 enfants et adolescents, sont tombés malades du cancer de la glande thyroïde [21].

Il est d'usage de relier l'origine du cancer de la glande thyroïde à l'action de l'I-131, radionucléide de courte période qui a un grand tropisme vers la glande thyroïde. Le plus grand nombre de malades du cancer de la glande thyroïde se trouve dans la région de Gomel, le pic de la morbidité a eu lieu en 1991 (54% de tous les cas de cancers de la glande thyroïde dans toute la république). Dans la région de Brest le cancer de la glande thyroïde se rencontrait plus rarement (23%), et seulement chez les habitants de trois districts : Pinsk, Stoline et Louninets [25]. Il faut souligner que c'est précisément dans ces trois districts que le césium radioactif est enregistré dans le lait à partir de 1963 [18].

L'âge de la plupart des enfants malades du cancer de la glande thyroïde ne dépassait pas 3 ans au moment de l'accident de Tchernobyl [25].

Bien qu'il soit reconnu que l'iode radioactif a le rôle inducteur principal du cancer de la glande thyroïde, une corrélation a pu être montrée entre la fréquence de son apparition et la

densité de la contamination du territoire habité par le Cs-137 [25].

Il faut souligner que la fréquence du cancer de la glande thyroïde augmentait périodiquement même avant la catastrophe de Tchernobyl de 1986. On a observé en particulier une brusque augmentation de la morbidité de ce cancer au milieu des années 70 [12].

On observe chez les habitants des territoires victimes de l'accident de Tchernobyl, en particulier de la région de Gomel, une augmentation des cas de cancers des poumons, du côlon, du rectum, de la vessie et des reins, ainsi que du sein [13]. Les organes cités se trouvent en rapport direct avec l'introduction et l'élimination du Cs-137 de l'organisme, raison pour laquelle on observe leur détérioration. En particulier, la morbidité des reins (maladies rénales) chez les enfants a presque doublé pendant la période de 1988 à 1997.

Il faut noter la mention dans les publications médicales officielles de l'augmentation de la fréquence des malformations congénitales à étiologie multifactorielle dans les régions contaminées, 5 ans après l'accident de Tchernobyl. [20] Ces malformations se forment en présence d'anomalies génétiques et de l'action de facteurs externes. L'analyse de la natalité pendant une période plus longue (1987-1998) a permis de conclure également à l'augmentation du nombre de malformations telles que des atrésies multiples, des polydactylies et de nombreuses autres malformations congénitales [30].

L'état de santé des enfants pendant la période consécutive à Tchernobyl se détériore progressivement. La morbidité a augmenté pratiquement dans toutes les classes de maladies. En outre, si pendant la période de 1988 à 1996 la morbidité primaire a augmenté dans la république de 30,2%, dans la région de Gomel elle a augmenté de 101,8% [41]. L'augmentation de la pathologie du système endocrinien, des organes digestifs, du système nerveux et des maladies infectieuses et parasitaires est particulièrement prononcée. La morbidité des cancers a augmenté, avec prédominance de celui de la glande thyroïde [41].

Notre attention est attirée par l'augmentation du nombre de cas de diabète sucré chez les enfants dans la région de Gomel (pendant la période de 1985 à 1993, la fréquence de cette maladie a augmenté de 3,46 à 13,15 pour 100 000 individus de la population enfantine) ainsi que de goitres endémiques (pendant la période de 1985 à 1993, la fréquence de cette maladie a augmenté de 1,84 à 110,2 pour 100 000 individus de la population enfantine). Il faut noter aussi l'augmentation des cas de thyroïdite auto-immune de 0,7 en 1988 à 38,9 pour 100 000 individus de la population enfantine, en 1993.

Je voudrais attirer une attention particulière sur l'état du système cardio-vasculaire chez les enfants. Pendant l'âge enfantin on n'enregistre pratiquement pas de formes de pathologie cardio-vasculaire caractéristiques de l'organisme adulte, en particulier la maladie ischémique du cœur. Cependant, une fréquence élevée d'altérations du rythme des contractions cardiaques se manifeste chez les enfants vivant dans le territoire contaminé par les radionucléides de Cs-137. Nous avons trouvé une corrélation linéaire entre cet indice et la quantité de Cs-137 dans l'organisme [9].

En 1996, l'accumulation moyenne de Cs-137 dans l'organisme des enfants vivant dans le village Svétlovitchi, à 30 km de Gomel (niveau de contamination du sol par le Cs-137 : 15-40 Ci/km²), était de 91,20±7,68 Bq/kg, et dans 94,4% de cas nous avons montré des altérations électrocardiographiques [6]. Cette pathologie cliniquement silencieuse constitue à notre avis une base pour des processus pathologiques très graves à un âge plus avancé.

Ainsi, à commencer des années 70 du siècle dernier (20e), on peut constater une

détérioration progressive de l'état de santé des habitants de la République du Bélarus, coïncidant avec une large diffusion d'agents radioactifs, avant tout du Cs-137, dans la biosphère. Cependant, la science médicale officielle de l'URSS ne reconnaissait pas l'existence d'une corrélation de cause à effet entre ces deux phénomènes. On concluait que l'accumulation du Cs-137 et du Sr-90 dans les principaux produits alimentaires était telle, que leur absorption dans l'organisme humain était incapable de provoquer des altérations somatiques de quelque importance [22].

La situation avec la non-reconnaissance du rôle inducteur du Cs-137 dans les processus pathologiques de l'organisme humain n'a pas changé, même après l'accident de Tchernobyl. Seule l'énorme quantité des cancers de la glande thyroïde a obligé les milieux médicaux officiels internationaux (en particulier l'Organisation mondiale de la Santé) de reconnaître la corrélation entre l'apparition de cette maladie et la catastrophe de Tchernobyl, et encore, seulement en considérant l'action de l'I-131 de courte période. Toutefois, malgré cela, les causes d'une apparition aussi rapide de cette tumeur maligne (3-4 ans après la catastrophe de Tchernobyl) n'ont pas été étudiées. Les structures médicales gouvernementales s'expriment de manière extrêmement négative au sujet de la corrélation entre l'incorporation du Cs-137 dans l'organisme humain et l'apparition consécutive des processus pathologiques et des maladies. Seule l'activité de l'Institut d'Etat de médecine de Gomel, depuis sa fondation en 1990 jusqu'à sa brusque arrestation en 1999, s'est nettement distinguée par ses recherches scientifiques et par ses conclusions fondées sur les résultats obtenus.

Discussion de l'hypothèse d'une corrélation entre l'état de santé des habitants et la contamination de leur organisme par des éléments radioactifs, en particulier par le Cs-137.

Pendant de nombreuses années il a été indiqué dans les publications scientifiques, consacrées à l'incorporation du Cs-137 dans l'organisme humain et animal, que ce radionucléide s'accumulait principalement dans le système musculaire. [14].

Les collaborateurs de l'Institut d'état de médecine de Gomel, sur la base des résultats des recherches radiométriques effectuées au cours d'autopsies des habitants de la région de Gomel décédés en **1991-1999**, ont mis en évidence des concentrations élevées de Cs-137 non seulement dans les muscles squelettiques, mais aussi dans la glande thyroïde, les surrénales et le pancréas, dans le cœur, les intestins grêle et gros, dans l'estomac, les reins, la rate, le cerveau et le poumon. L'importance de l'incorporation dans les organes était différente, en relation avec le caractère du processus pathologique [5]. On note que les organes internes des enfants accumulent ce radionucléide plus intensément que les organes internes des adultes. [8]

Les données obtenues sont confirmées par les résultats des recherches expérimentales au moyen de l'introduction du Cs-137 dans l'organisme des animaux de laboratoire. Il a été montré que, 10 jours après le début de l'expérimentation par introduction de ce radionucléide dans l'organisme *via* les produits alimentaires, sa plus haute concentration était enregistrée dans le cœur de l'animal et qu'elle était sensiblement inférieure dans les reins, la rate et le foie [9].

Ce n'est qu'après l'administration de doses importantes de Cs-137 à l'animal qu'on enregistrait de hautes concentrations de cet isotope dans les muscles squelettiques [7]

Ces résultats concordent avec l'affirmation de R.Rassell, que le Cs-137 se concentre dans les organes internes des poissons et animaux de mer munis de carapace. De plus, la vitesse de son

accumulation par ces organes est assez grande : la demi-vie permet d'atteindre la concentration d'équilibre en quelques jours. Cependant, la caractéristique des muscles est d'accumuler le Cs-137 lentement. Les concentrations élevées de ce radionucléide dans les muscles se montrent seulement au bout d'une période assez prolongée après absorption [19]

Les résultats des recherches anatomopathologies, ainsi que les résultats des expérimentations avec les animaux de laboratoire, nous ont permis d'établir la corrélation entre la concentration du Cs-137 dans l'organisme et les altérations pathologiques, qui ont lieu dans les organes internes [5].

Ils concordent avec les résultats de nombreuses recherches électrocardiographiques sur des enfants en bonne santé de 3-6 ans d'âge, avec lesquels nous avons montré la corrélation proportionnelle linéaire entre la fréquence des altérations du rythme cardiaque et la concentration du Cs-137 dans l'organisme [9, 11].

Une analyse minutieuse du matériel obtenu permet de faire une série de conclusions. En premier lieu, concernant la concentration du Cs-137 dans l'organisme, de faibles concentrations de ce radionucléide ($< 20 \text{ Bq/kg}$) provoquent des altérations des processus régulateurs dans l'organisme, suite à quoi a lieu une diminution des processus anabolisants en cas de non-fonctionnement de l'un des gènes alléliques.

Le début des altérations du rythme chez des enfants apparemment en bonne santé en est précisément une manifestation. Des quantités relativement faibles de césium radioactif agissent en inducteurs de la manifestation phénotypique du trouble génétique caché. L'absence d'activité de l'un des gènes alléliques est compensée par l'activité intensive de l'autre gène en présence d'une stimulation de son système immunitaire.

Le Cs-137 détruit ce lien régulateur et provoque le déclenchement des processus pathologiques et des maladies prédisposées génétiquement. La confirmation la plus éclatante de ce fait réside dans l'induction par le Cs-137 des malformations congénitales multifactorielles chez les fœtus des animaux, dont l'apparition dépend d'une prédisposition génétique [31]. Nous la nommons action dérégulatrice du Cs-137, qui perturbe le lien entre le système immunitaire et l'appareil génétique des cellules des différents organes. L'alimentation énergétique des cellules est également atteinte.

Une incorporation prolongée du Cs-137 en concentrations plus élevées ($> 50 \text{ Bq/kg}$ de la masse corporelle) conduit à des altérations dystrophiques, nécrobiotiques et sclérotiques prononcées des organes internes. Dans ce cas c'est l'action toxique de ce radionucléide sur l'organisme qui se manifeste.

Cette conclusion est confirmée par les résultats des recherches des scientifiques russes [15].

Grâce à une incorporation intensive du césium radioactif (en liaison avec des échanges ionisants et énergétiques intenses) certains organes subissent une énorme action toxique du radionucléide, ainsi que des produits de sa désintégration, en particulier du Ba-137.

Dans le tissu du myocarde on observe des altérations de l'appareil contractile sous forme de contractions du type segmentaire et sub-segmentaire, de myocytolyse intracellulaire, de destruction primitive en amas des myofibrilles, de cytolysse et, pour finir, une nécrose cellulaire associant coagulation puis liquéfaction [5,6]. L'examen des cardiomyocytes au microscope électronique montre des altérations de la structure des mitochondries : organelles responsables de l'apport énergétique [10]. Ces processus pathologiques ont un caractère diffus.

Dans les reins c'est l'appareil des néphrons qui est atteint. Les contractions des myofibrilles conduisent au spasme prolongé des artérioles, et partant à l'interruption de la circulation sanguine dans les structures du néphron. Successivement les altérations dystrophiques et nécrobiotiques aboutissent à l'altération et à la fragmentation des glomérules. La mort des éléments cellulaires survient avec la formation des altérations caractéristiques des glomérules sous la forme du phénomène dit des « glaçons fondus » [5]. Ce processus aboutit à une insuffisance rénale évolutive.

Les altérations dystrophiques et nécrobiotiques dans le foie et dans d'autres organes, qui apparaissent avec l'incorporation du Cs-137, sont accompagnées d'un dérèglement prononcé du métabolisme [4,7,9].

Nous avons montré des altérations substantielles des systèmes endocriniens, immunitaire et hématopoétique [7].

Il faut souligner en particulier l'atteinte des organes de la vue chez les enfants vivants dans les territoires contaminés par les radionucléides.

Nous avons montré une corrélation entre la fréquence des cataractes chez les enfants et la quantité de Cs-137 dans leur organisme. La diminution de la teneur de l'organisme en radionucléides conduit à la disparition de cette pathologie [7,36].

L'influence du Cs-137 sur les processus reproductifs, l'évolution de la grossesse et le développement intra-utérin du fœtus est une question très importante du point de vue pratique et scientifique. Sur la base des données scientifiques obtenues par nous [36,37], des résultats d'autres chercheurs [38,39,40,41,42] et de l'analyse médicale génétique [1,29] nous pouvons affirmer avec fondement que la santé reproductive des habitants des territoires contaminés par les radionucléides se détériore progressivement. Cela concerne tant les systèmes génitaux féminin et masculin, l'évolution de la grossesse et le développement du fœtus, que les processus du développement postnatal de l'organisme. L'introduction du Cs-137 dans le système mère - fœtus induit des malformations congénitales en présence d'une prédisposition génétique à leur apparition (malformations congénitales dites multifactorielles). L'action anti-métabolique (toxique) du césium radioactif incorporé se manifeste par l'abaissement des processus synthétiques dans les germes d'ossification du squelette des fœtus [7] et par l'altération de l'hormonogénèse [44].

Ainsi, la pénétration du Cs-137 dans l'organisme humain et son accumulation sélective dans les organes vitaux provoque le développement des processus pathologiques, à la base desquels il y a un manque énergétique [4]. Avec cela, des altérations dystrophiques et nécrobiotiques, conduisant à des troubles fonctionnels, ont lieu dans les cellules. La gravité de l'affection est en corrélation linéaire avec la quantité du Cs-137 incorporée dans l'organisme et dans certains organes.

Du point de vue de la composante radioactive (rayonnement γ et β par désintégration des radionucléides), les quantités de Cs-137 contenues dans l'organisme des habitants, vivant pendant les années 80-90 dans les territoires contaminés par les radionucléides, peuvent présenter un danger, avant tout comme inducteurs de mutations dans l'appareil génétique des cellules somatiques et sexuelles. Cette irradiation interne de l'organisme est extrêmement dangereuse, car elle combine l'action du Cs-137 en tant que radionucléide sur les structures biologiques, à celle de ses produits de sa désintégration (Ba-137), leurs interactions combinées sur les récepteurs membranaires cellulaires et l'altération des processus régulateurs. Un exemple éclatant de ce fait sont les altérations des processus biophysiques des membranes cellulaires des cardiomyocytes sous l'action de ce radionucléide, causées par la modification de la perméabilité aux ions et

conduisant en dernier ressort au trouble de la conduction de l'impulsion électrique dans le cœur.

L'action mutagène du Cs-137 n'est pas seulement dangereuse pour l'organisme qui l'a incorporé en suscitant l'apparition d'altérations néoplasiques dans différents organes. Elle est dangereuse également pour l'appareil génétique des cellules sexuelles, pouvant constituer pour les générations futures non seulement la base de la mort anténatale et des malformations congénitales chez les fœtus, et du développement de la pathologie du fœtus et du nouveau-né, mais aussi de l'apparition de maladies liées à un matériel génétique défaillant.

Nous tenons à souligner encore une fois ici les conditions en présence desquelles les manifestations de ces défauts génétiques cachés sont possibles et apparaissent de plus en plus chaque année dans la population humaine. Les facteurs de l'environnement, qui exercent une influence débilante sur les systèmes qui règlent-stimulent l'activité de l'appareil génétique cellulaire, seront les inducteurs (provocateurs) de l'apparition de nombreuses maladies. Le Cs-137 appartient à ce genre de facteurs. En concentrations très faibles il est capable de neutraliser l'activité des systèmes régulateurs de l'organisme, en premier lieu du système immunitaire, en provoquant de nombreuses maladies largement connues, comme les maladies cardio-vasculaires et tumorales. La transformation néoplasique des cellules n'apparaît pas seulement en présence de l'effet mutagène immédiat de ce radionucléide, elle peut apparaître comme résultat du trouble des processus régulateurs dans les cellules et dans leurs associations, en présence d'une insuffisance génétique préexistante (transmise héréditairement). Dans ce cas le Cs-137 joue le rôle d'un dérégulateur.

Cette conclusion se fonde sur les faits susmentionnés, qui montrent que le contact de la population biélorusse avec le radionucléide Cs-137 remonte aux années 60 du siècle dernier. Sur cette base on peut admettre de manière tout à fait fondée le caractère mutagène de ce radionucléide. C'est démontré également par les résultats des recherches médicales génétiques [29,43]. La pénétration des éléments radioactifs dans l'organisme humain après l'accident à la centrale de Tchernobyl a favorisé l'évolution rapide des processus néoplasiques, parce qu'elle a eu un effet destructeur des processus régulateurs, qui assuraient le fonctionnement en condition de trouble génétique. Une illustration éclatante de cette déduction est fournie par l'apparition du cancer de la glande thyroïde chez les adolescents et les enfants 2-3 ans après l'explosion à la centrale atomique de Tchernobyl et par l'énorme augmentation du nombre de cas de maladies tumorales des organes qui incorporent activement le Cs-137, comme nous l'avons montré dans nos travaux. Nonobstant tous les pronostics scientifiques fondés sur l'étude des effets radioactifs externes chez les individus génétiquement stables, ce radionucléide a produit une action énorme sur la population qui se trouvait en contact avec lui pendant plus de 40 ans. La tentative de certains chercheurs de calculer les risques radiologiques fondés exclusivement sur la quantité de radionucléides rejetés dans la biosphère par l'accident de Tchernobyl, en ignorant complètement le contact précédent, - vieux de plus de 20 ans, - de la population avec cet agent, nous semble totalement absurde.

Ainsi, il est tout à fait légitime de considérer le Cs-137 : 1. comme inducteur, par sa désintégration, des processus de mutations dans l'organisme; 2. comme facteur destructeur des processus régulateurs dans l'organisme, favorisant l'apparition des processus pathologiques et des maladies sur la base d'une prédisposition génétique cachée ; 3. comme élément toxique, qui, en concentrations élevées, lèse les organes vitaux par la destruction de l'appareil énergétique cellulaire. C'est là que réside, à notre avis, la cause principale de l'augmentation de la fréquence de

nombreuses maladies dans les territoires de la République du Bélarus.

Les résultats des recherches effectuées par des scientifiques japonais, qui ont montré des corrélations substantielles statistiquement significatives entre la dose d'irradiation et la fréquence de la mortalité par maladies somatiques, en particulier des maladies cardio-vasculaires, hémorragies cérébrales, maladies des systèmes digestif et respiratoire, confirment l'hypothèse de l'action néfaste du Cs-137 sur la santé des habitants [26]. Pendant la période de 1958 à 1998, Yamada et al. ont étudié une cohorte d'individus ayant reçu des doses importantes d'irradiation suite aux bombardements atomiques de 1945 [27]. Les données qu'ils ont obtenues concordent avec Wong et al. qui ont montré une corrélation linéaire chez des habitants âgés de plus de 40 ans de la dose d'irradiation avec la morbidité de la glande thyroïde, du foie, de l'utérus, ainsi qu'avec la fréquence de l'infarctus du myocarde, de la cataracte, de l'hypertension, de l'affection rénale et de la vessie [28].

En analysant l'état de santé et les indices démographiques (dépassement significatif de la natalité par la mortalité) de la population de la République du Bélarus, qui se trouve en contact permanent avec les radionucléides du Cs-137 depuis les années 60 du 20^e siècle et qui a subi, en 1986, l'énorme action des facteurs radioactifs, dont le Cs-137, suite à l'accident à la centrale atomique de Tchernobyl, on peut reconnaître aujourd'hui l'existence d'une catastrophe écologique, avec toutes les conséquences qui en dérivent.

BIBLIOGRAPHIE

- Analyse de la morbidité de la population victime suite à la catastrophe à la Centrale atomique d'énergie électrique de Tchernobyl (CAEET), 1993. Minsk, 1994. – 156 p.
- Analyse de la morbidité et de la mortalité de la population victime suite à la catastrophe à la CAEET, 1999 / Sous la rédaction du professeur N.N.Pilipzevich. – Minsk : БЕЛІЦМТ, 2000. – 58 p.
- V.P.Antonov. Leçons de Tchernobyl : radioactivité, vie, santé. – Kiev : Société « Znanié » (« Savoir ») YCCP, 1989. - 112 p.
- Y.I.Bandajevsky. Pathophysiologie du rayonnement radioactif incorporé – Gomel, Institut gouvernemental de médecine de Gomel, 1997. – 104 p.
- Y.I.Bandajevsky. Pathologie de rayonnement radioactif incorporé – Minsk : Université technologique d'état biélorusse, 1999. – 136 p.
- Y.I.Bandajevsky. Radio-césium et cœur (aspects pathophysiologiques) – Minsk : « Belrad », 2001. – 62 p.
- Y.I.Bandajevsky. Processus pathologiques dans l'organisme en présence d'incorporation de radionucléides. – Minsk : « Belrad », 2002. – 142 p.
- Bandazhevsky Yu. I. Cs-137 incorporation in children's organs. // Swiss. Med. Weekly 133:p. 488-490, 2003.

- Y.I.Bandajevsky., G.S.Bandajevskaia. Influence des éléments radioactifs pénétrés dans l'environnement suite à l'accident à la CAEET sur les conditions du myocarde – Dans le livre : Aspects cliniques-expérimentaux de l'influence des radionucléides incorporés sur l'organisme / Y.I.Bandajevsky., V.V.Lelevich., V.V.Strelko., et al. : Sous la rédaction de Y.I.Bandajevsky, V.V.Lelevich. – Gomel, 1995. – p. 48-73.
- Y.I.Bandajevsky, T.G.Matioukhina, G.A.Zelenko Réponse ultra-structurale des cardiomyocytes ventriculaires à la pénétration du césium radioactif dans l'organisme / Dans le recueil - Aspects morpho - fonctionnels de l'action des radionucléides sur les processus du développement anténatal et postnatal. – Gomel : Institut médical d'état de Gomel, 1998. – 98 p.
- Bandajevsky Yu.I., Bandajevskaya G. Cardimyopathies au césium-137 // CARDINALE (Paris), XV : № 8, p. 40-42; Octobre 2003.
- M.E.Bronchtein. Cancer de la glande thyroïde / Problèmes d'endocrinologie. – 1997 Tome B 43. – p. 33-37.
- Dynamique de la morbidité tumorale de la population des campagnes de la région de Gomel après l'accident à la centrale de Tchernobyl / Matériel d'information – Commission nationale du Bélarus de protection radiologique, 1998.
- V.F.Jouravlev. Toxicologie des éléments radioactifs – 2^e édition, revue et complétée. Moscou : Enérgoatomizdat, 1990. – 336 p.
- N.A.Zapolskaia, A.V.Fedorova, L.N.Lavrentiev et al. Evaluation comparative de l'action toxique de certain radionucléides sur l'organisme / Hygiène radiologique. Publication 5. Recueil de travaux scientifiques sur l'hygiène radiologique. Sous la rédaction du professeur P.V.Ramsaéva. Leningrad, 1975, p.146-153.
- Santé publique dans la République du Bélarus : Recueil statistique officiel – Minsk : Centre biélorusse d'information scientifique médicale du ministère de la Santé de la République du Bélarus, 2000. – 386 p.
- N.A.Manak, V.G.Russezkaia, D.G.Laziuk. Analyse de la morbidité de la population de la République du Béla rus de maladies du système circulatoire. / Aspects médicaux - biologiques de l'accident à la centrale de Tchernobyl. 1996, - N°1. – p.24.
- A.N.Maréï, R.M.Barhudarov, N.Ya.Novikova. Rejets globaux du Cs-137 et l'homme. Moscow, Atomizdat, 1974. – 168 p.
- Radioactivité et alimentation humaine. / Sous la rédaction générale de R.Rassell. Traduction de l'Anglais. Sous ra rédaction de l'académicien de V.M.Kliuthcévsky du BACXHIJ. Atomisdat, 1971. – 376 p.
- V.S.Kazakov / Situation radioécologique en Biélorussie après l'accident de Tchernobyl, conséquences médicaux - biologiques et argumentation scientifique des mesures adoptées en radioprotection des habitants. / Exposé à la Conférence républicaine. 12-14 mars 1991.
- V.Ya.Rebeko. Problèmes du cancer de la glande thyroïde pendant la période post-tchernobylienne. / Problèmes d'élimination des conséquences de la catastrophe de Tchernobyl. Exposé aux auditions parlementaires de la Chambre des représentants du Soviet républicain de l'assemblée Nationale de la République du Bélarus, du 21 avril 1999. / Ministère des situations d'urgence de la République du Bélarus.

- Comité sur les problèmes liés aux conséquences de la catastrophe de Tchernobyl ; sous la rédaction de I.V.Rolevitch. – Baranovitchi : typographie élargie, 1999. – 116 p.
- Teneur des principaux produits alimentaires de la population biélorusse en strontium-90 et en césium-137. A.P.Russaïév, V.I.Ternov, N.V.Gurskaia et al. / Dans le recueil : Hygiène du travail et protection de la santé de la population. Minsk, 1974. – p. 22-26.
- V.I.Ternov, N.V.Gurskaia. Rejets de dépôts radioactifs sur le territoire de Minsk en 1963-1970. / Dans le recueil : Hygiène du travail et protection de la santé de la population. Minsk, 1974. – p. 20-22.
- La catastrophe de Tchernobyl, causes et conséquences (Conclusions d'expertise). En 4 volumes. 3^e volume. Les conséquences pour la République du Bélarus de la catastrophe à la centrale atomique de Tchernobyl./ Sous la rédaction de V.B.Nesterenko. / Société internationale pour la réhabilitation de l'environnement et pour la sécurité de l'habitat "СЭНМУРБ". Comité d'experts unifié (Minsk Moscou Kiev). – Minsk « Skaryna » ("Скарына") 1992. – 207 p.
- La glande thyroïde chez les enfants : conséquences de Tchernobyl / Sous la rédaction du professeur L.N.Astahova. – Minsk, 1996. – 21 p.
- Preston D.L., Shimizu Y., Pierce D.A., Suyama A. and Mabuchi K. Studies of mortality of atomic bomb survivors. Report 13: solid cancer and non-cancer disease mortality: 1950-1997 // Radiat. Res. - 2003. - Vol. 160. - P. 381-407.
- Yamada M., Wong F., Fujiwara S., Akahoshi M. and Suzuki G. Noncancer disease incidence in atomic bomb survivors: 1958-1998. // Radiat. Res. - 2004. - Vol. 161. - P. 622-632.
- Wong F.L., Yamada M., Sasaki H. et al. Noncancer disease in the atomic bomb survivors: 1958-1986 // Radiat. Res. - 1994. - Vol. 135. - P. 418-430.
- G.I.Laziuk, N.V.Rumiantseva, A.D.Polityko, T.M.Egorova. Analyse des reconstructions structurelles transmises héréditairement *de novo* des chromosomes, comme l'une des méthodes d'évaluation de l'action des radionucléides sur les structures héréditaires humaines. / Résultats de la science médicale du Bélarus. Publication n.6. – 2001.
- I.V.Naumchik, N.V.Rumiantseva, G.I.Laziuk. Dynamique de la fréquence de certaines malformations congénitales au Bélarus. / Résultats de la science médicale du Bélarus. Publication n.6 – 2001.
- Y.I.Bandajevsky. Radiocésium et développement intra-utérin du fœtus. Minsk : « Belrad ». – 54 p.
- N.N.Piliptsévich, L.N.Lomat, G.N.Galbur. Indices principaux de la santé de la population du Bélarus en 1990. / Résultats de la science médicale du Bélarus. Publication. N.6. – 2001.
- N.N.Piliptsévich, T.A.Rogatcheva, N.M.Trofimov et al. Etat de santé de la population et de l'aide médicale au Bélarus. / Résultats de la science médicale du Bélarus. Publication n.4. – 1999.
- N.A.Manak, V.G.Russetskaya. Dynamique des niveaux et de la structure de la mortalité de

- la population de la République du Bélarus suite aux maladies du système circulatoire, au cours de 10 ans (de 1989 à 1998). / Résultats de la science médicale du Bélarus. Publication n.5. – 2000.
- N.A.Manak, V.G.Rusetskaya. Dynamique des indices de la morbidité des maladies du système circulatoire dans la République du Bélarus, au cours de 10 ans. / Résultats de la science médicale du Bélarus. Publication. n.6. – 2001.
- Aspects cliniques expérimentaux de l'action des radionucléides incorporés sur l'organisme. / Y.I.Bandajevsky, V.V.Lelevich, V.V. Strelko, et al. Sous la rédaction de Y.I.Bandajevsky et de V.V.Lelevich. – Gomel 1995. – 173 p.
- Effets structurels et fonctionnels des radionucléides incorporés dans l'organisme. / Sous la rédaction de Y.I.Bandajevsky. – Gomel, 1997. – p. 152.
- Ya.R.Matsiuk, V.Z.Abakumov, E.I.Troiane et al. Particularités de la formation de la structure et de la fonction des testicules chez la descendance sous l'action des radionucléides incorporés. / Résultats de la science médicale du Bélarus. Publication. n.2. – 1997.
- Ya.R.Matsiuk, E.I.Troiane, N.S.Slobodskaya, R.I.Kravtchuk. Formation du système reproducteur masculin chez la descendance des 1^e et 2^e génération sous l'action des radionucléides incorporés via l'alimentation. / Résultats de la science médicale du Bélarus. Publication. n.3. – 1998.
- Ya.R.Matsiuk, S.YaGudinovich, N.S.Slobodskaya, E.Tch.Mihaltchuk et al. Troubles dans la formation des propriétés structurelles-métaboliques et reproductrices du système génital féminin chez la descendance sous l'action des radionucléides incorporés et leur prophylaxie. / Résultats de la science médicale du Bélarus. Publication. n.6. – 2001.
- L.N.Lomat, G.N.Galbur, V.V.Kulinkina, P.L.Monastyrskaya. Analyse de la morbidité et de la mortalité de la population enfantine de différentes régions du Bélarus. / Résultats de la science médicale du Bélarus. Publication. n.3. – 1998.
- V.I.Duda, I.V.Duda, V.Ya.Suchko, O.K.Kulaga. Particularités de la maturation sexuelle des fillettes, vivant dans les territoires avec des niveaux élevés de radioactivité. / Résultats de la science médicale du Bélarus. Publication. n.3. – 1998.
- A.D.Polityko, T.M.Egorova. Possibilités de la base de données cytogénétiques pour l'évaluation des tendances et de la dynamique des lésions de l'appareil chromosomique chez la population enfantine des zones du Bélarus contaminées par les radionucléides. / Résultats de la science médicale du Bélarus. Publication. n.6. – 2001.
- Y.I.Bandajevsky, D.V.Vvedensky, E.L.Lakudas. Système mère-placenta-fœtus en présence de radionucléides incorporés. / Dans le livre : Effets structurels et fonctionnels des radionucléides incorporés dans l'organisme. Sous la rédaction du professeur Y.I.Bandajevsky. – Gomel, - 1997. p. 119-141.