

DÉCONTAMINATION DE LA PEAU CONTAMINÉE EXPÉRIMENTALEMENT PAR LE MÉLANGE DE PRODUITS DE FISSION ET PAR LE FALL-OUT SYNTHÉTIQUE

J. S. STAJIĆ, D. B. STOJANOVIĆ et A. V. MILOVANOVIĆ*

Institut des Sciences Nucléaires "Boris Kidrič", Vinča,
Service de Protection Médicale

Résumé—On a examiné l'efficacité de la radiodécontamination de la peau des animaux d'expérience contaminée par des mélanges de produits de fission à longues périodes dissous sous forme de nitrate et par des mélanges de produits de fission à période moyenne dissous sous forme de chlorure. On a testé: (a) les décontaminants solubles dans l'eau de robinet, (b) les décontaminants solubles dans l'eau de mer, (c) les décontaminants classiques dont l'utilisation est précédée de l'application d'une crème protectrice, et (d) les matières destinées à la décontamination sans utilisation d'eau. Les résultats obtenus indiquent que la plupart de ces matières peuvent éliminer efficacement de la peau les mélanges liquides de produits de fission (au-dessus de 95% après quatre traitements). Des résultats similaires, même peut-être meilleurs, ont été obtenus quand le contaminant était une retombée synthétique (poussière radio-active artificielle marquée à ^{141}Ce). On a examiné aussi l'efficacité de la décontamination de la peau poilue, contaminée par des contaminants liquides. L'effet obtenu était relativement satisfaisant.

INTRODUCTION

La radiodécontamination de la peau s'effectue pour prévenir l'apparition de radiodermite provoquée par les rayons bêta du contaminant, pour éviter la contamination interne (transcutanée ou perorale) et pour diminuer l'exposition de l'organisme aux rayonnements gamma, émis par les particules du contaminant.

Le choix des méthodes et des moyens de décontamination est conditionné par plusieurs facteurs (nature du contaminant, sa composition chimique, intégrité et état physiologique de la peau, qualité et quantité de poils, espèce et quantité de décontaminant disponible, nombre de sujets à traiter, etc.). Un bon décontaminant doit être efficace sans provoquer de lésions cutanées et sans faciliter la résorption transcutanée du contaminant. Puis, il doit être bon marché, facile à manipuler et disponible en quantité suffisantes. La plupart des auteurs qui ont étudié le problème de la radiodécontamination de la peau.⁽¹⁻⁷⁾ sont d'accord pour constater que les

savons et les détergents sont les meilleures parmi les matières destinées à la décontamination.

Dans presque tous les essais effectués jusqu'à présent, les contaminants ont été des radionucléides particuliers, tandis que les décontaminants ont été solubles dans l'eau de robinet^(1-3, 5-7). Ces expériences ont été faites sur la peau épilée ou non poilue. Cependant, dans certaines situations (par exemple après des accidents aux installations nucléaires, après des tests thermonucléaires, etc.), les contaminants sont des mélanges de produits de fission à l'état liquide ou pulvérulent. C'est dans ces circonstances qu'un grand nombre d'individus pourraient être contaminés, dont la décontamination exigerait d'énormes quantités d'eau, qui, à ce moment, devient rare. Enfin, ce ne sont pas seulement les parties du corps sans poils, mais aussi celles qui en sont couvertes, qui risquent d'être contaminées. C'est pourquoi nous avons effectué une série d'expériences destinées à décontaminer la peau animale contaminée par un mélange de produits de fission dissous, ou par une retombée

* Assistant technique: Z. B. Ralević.

synthétique. Parmi les matières de décontamination, nous avons choisi celles que nous avons toujours sous la main en quantités suffisantes et celles qui peuvent être facilement improvisées. Étant donné que dans certaines régions, l'eau douce est un article d'approvisionnement critique, par exemple au bord de la mer ou dans les îles, nous nous sommes proposé d'étudier les qualités de décontamination de l'eau de mer et les détergents qui y sont solubles. Les expériences ont été faites sur la peau poilue et sur la peau épilée.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

L'efficacité de la décontamination a été examinée sur 440 Albino rats des deux sexes (pesant 200 g environ), en fonction des facteurs suivants: composition chimique et espèce du contaminant; espèce du décontaminant; absence ou présence de poils; nombre de traitements de la peau. Les animaux sont classés en trois groupes. Le contaminant du 1^{er} groupe était un mélange de produits de fission à longue période, dissous sous forme de nitrate ($^{90}\text{Sr} + ^{137}\text{Cs} + ^{144}\text{Ce}$).† Le contaminant du 2^{ème} groupe était un mélange de produits de fission à période moyenne, dissous sous forme de chlorure ($^{90}\text{Sr} + ^{141}\text{Ce}$)‡ et celui de 3^{ème} groupe était une retombée synthétique marqué à ^{141}Ce (poussière radioactive artificielle dont les particules ont de 65 à 150 μ de diamètre).‡

Les décontaminants utilisés sont les suivants: (a) eau de robinet, (b) décontaminants solubles dans l'eau de robinet (savon liquide et eau; solution aqueuse à 1% de détergent "Nila"), (c) eau de mer, (d) détergents solubles dans l'eau de mer (solution à 3% de "Radion extra" et de "Albus special"), (e) décontaminants solubles dans l'eau de robinet dont l'utilisation est précédée par l'application de la crème protectrice "Octa", (f) matières de décontamination sans utiliser d'eau (pâte No. 1: farine de maïs avec de l'eau additionnée jusqu'à l'obtention de consistance de la pâte; pâte No. 2: mélange à quantité égale de farine de maïs et de détergent "Nila" avec adjonction d'eau jusqu'à l'obtention de la consistance de la pâte;

pâte No. 3: mélange à 64% de kaoline, à 15% de savon liquide, à 3% de Na_2CO_3 et à 18% d'eau de robinet; matière No. 4: savon liquide sans utilisation d'eau).

Pour vérifier l'efficacité des décontaminants examinés on en a fait la comparaison avec le mélange de la solution à 3% de détergent "Nila" et à 2% de complexon Na_2EDTA . Ce mélange est cité dans la littérature comme un des décontaminants les plus efficaces,^(1, 2, 7) bien qu'il facilite, d'après quelques auteurs, la résorption transcutanée du contaminant.⁽⁶⁾

Le pH de tous les contaminants variait de 5,5 à 8,5. Les décontaminants examinés ont été testés sur la peau épilée, tandis que ceux de groupes (a), (b), (c) et (d), (détersifs solubles dans l'eau de robinet et dans l'eau de mer)—sur la peau poilue. La décontamination a toujours commencé 30 minutes après le début de la contamination.

Technique de travail. Chaque animal a été narcotisé avant l'expérience, par la solution à 25% d'uréthane injecté s.c. (dose de 0,7 ml/100 g de poids). Après avoir fixé l'animal sur une table d'opération, on lui a coupé soigneusement les poils de la région abdominale. Les poils n'ont pas été coupés dans le cas des expériences relatives à la peau poilue. La zone à contaminer a été marquée à l'aide d'un sceau coloré rond de 3 cm de diamètre (surface de 7 cm² environ). Une goutte de solution contaminante est portée par une pipette au centre de la zone marquée et puis répartie par une petite spatule en verre sur toute la surface marquée. L'activité de la goutte était de 1,5 à 2,0 μCi et le pH du contaminant était réglé à 5,0 (c'est le pH de la peau des animaux d'expérience). Dans le cas d'une retombée utilisée comme contaminant, la contamination a été faite par la pulvérisation au moyen d'une boîte dont le couvercle était perforé de façon que la densité de contamination était 1,5 mg/cm² et l'activité de toute la surface—2 μCi . L'activité initiale de la peau (A_i) a été mesurée immédiatement avant la décontamination, au moyen du compteur GM adopté pour les animaux d'expérience. La décontamination ensuite effectuée comportait quatre traitements de la peau. Dans le cas des décontaminants liquides, chaque traitement comprenait trois lavages au tampon de coton imbibé de solution décontaminante, suivi de

† Produit au centre de Saclay, près de Paris.

‡ Produit à l'institut nucléaire, "Boris Kidrič", Vinča.

l'essuyage par un tampon sec. Si les expériences comportaient l'application d'une crème protectrice, il est à noter que la crème devrait être appliquée uniformément sur la peau marquée, immédiatement avant la contamination (0,5 g de la crème environ à 7 cm² de surface). La décontamination par des pâtes sans utiliser de l'eau a été faite de la manière suivante: le décontaminant est appliqué sur la surface de la peau contaminée lors de chaque traitement (1 g à 7 cm² de surface) et au bout de 30 à 40 secondes, les complexes formés sont éliminés en essuyant la peau avec trois tampons de coton. La décontamination par le savon liquide a été faite de la même manière que celle par d'autres décontaminants liquides, mais sans utiliser d'eau.

Après chaque traitement l'activité finale (A_f) de la peau a été mesurée et l'efficacité de la décontamination (E_d) a été calculée selon la formule suivante:

$$E_d = \frac{(A_i - A_f) \cdot 100}{A_i}$$

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le tableau 1 et la figure 1 présentent l'efficacité de la décontamination de la peau épilée. L'analyse des résultats indique qu'il est plus difficile d'éliminer de la peau la solution de nitrate que la solution de chlorure. Il a été

constaté aussi qu'il est plus difficile d'éliminer de la peau ces deux solutions que la poussière radio-active artificielle. Il semble que les possibilités de décontamination différentes des solutions de nitrate et de chlorure sont dues à leurs composants anioniques (NO_3^- , Cl^-). Cela a été prouvé aussi par les expériences de décontamination effectuées antérieurement sur la peau contaminée par des radionucléides particuliers.⁽⁷⁾ Il a été révélé alors aussi que les nitrates sont plus difficilement décontaminables que les chlorures et que les composants cationiques n'y jouent aucune rôle.

D'autre part, la poussière radio-active artificielle peut être éliminée de la peau plus facilement que les contaminants liquides parce que le mode de fixation des particules de poussière sur la peau est mécanique et physique (maintien sous les poils, dans les pores et rides (plis) de la peau, absorption et adhérence), tandis que les contaminants liquides sont liés au support surtout chimiquement (échange d'ions, réaction avec des constituants de la peau, etc.).

En général, les effets de décontamination de toutes les matières essayées sur la peau épilée ont été très bons, pour n'importe quelle espèce et n'importe quel état, parce que après le 4^{ème} traitement l'activité était toujours diminuée de plus de 95% (à l'exception de la décontamination de la solution de nitrate par l'eau de robinet

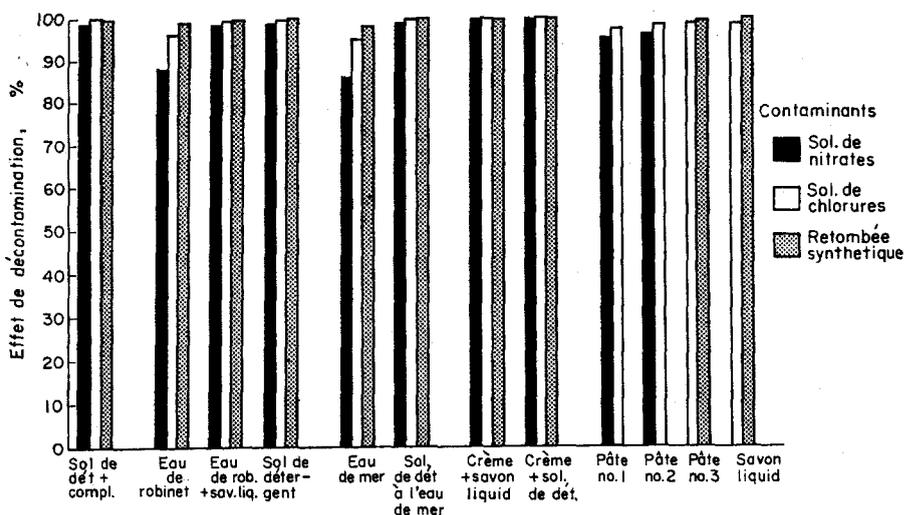


FIG. 1.

Tableau 1. Décontamination de la peau contaminée expérimentalement par des produits de fission et par une retombée synthétique.

Décontaminant	Contaminant											
	Solution de produits de fission sous forme de nitrates (Sr ⁹⁰ + Cs ¹³⁷ + Ce ¹⁴⁴)					Solution de produits de fission sous forme de chlorures (Sr ⁹⁰ + Ce ¹⁴⁴)					Poudre: Fall-out synthétique	
	Effet de décontamination (E ₀) après											
	Nom- bre d'anim.	un traitement	quatre traitements	Nom- bre d'anim.	un traitement	quatre traitements	Nom- bre d'anim.	un traitement	quatre traitements	Nom- bre d'anim.	un traitement	quatre traitements
Décontaminants solubles à l'eau de robinet												
3% sol. détergent + 2% sol. de complexon	10	95,2	98,7	10	99,4	100,0	10	99,3	99,8	10	99,3	99,8
Eau de robinet + Eau de robinet + savon liquide	10	77,6	88,4	10	94,8	96,7	10	96,7	98,8	10	96,7	98,8
1% sol. de détergent	10	95,7	98,4	10	98,4	99,5	10	99,4	99,8	10	99,4	99,8
	10	95,7	98,6	10	99,0	99,5	10	99,3	99,9	10	99,3	99,9
Décontaminants solubles à l'eau de mer												
Eau de mer	10	77,7	86,1	10	90,4	95,0	10	94,0	98,0	10	94,0	98,0
3% sol. de détergent à l'eau de mer	10	92,6	98,7	10	98,6	99,8	10	98,3	99,8	10	98,3	99,8
Crème protectrice + lavage												
Crème + eau de robinet + savon liquide	10	99,3	99,7	10	98,7	99,8	10	98,7	99,7	10	98,7	99,7
Crème + eau de robinet + 1% sol. de détergent	10	98,7	99,8	10	99,1	99,9	10	99,3	99,8	10	99,3	99,8
Décontaminants sans utilisation de l'eau												
Pâte No. 1	10	78,9	94,7	10	85,8	97,3	10	—	—	10	—	—
Pâte No. 2	10	85,6	96,4	10	91,4	98,1	10	—	—	10	—	—
Pâte No. 3	10	90,5	98,4	—	—	—	—	—	—	10	95,6	98,9
Savon liquid	10	94,8	98,2	—	—	—	—	—	—	10	98,5	99,6

ou l'eau de mer). Il est à souligner que l'eau de mer et les détergents qui y sont solubles présentent de très bonnes qualités et peuvent être comparés aux meilleurs décontaminants connus. Un excellent effet des pâtes de décontamination et surtout du savon liquide (qui était le plus efficace parmi tous les décontaminants testés sans utilisation d'eau), a attiré aussi notre attention.

Les expériences de décontamination de la peau poilue sont présentées dans le tableau 3 et la figure 3. Il est évident que le savon liquide et un détergent en combinaison avec de l'eau de robinet, ainsi que les détergents solubles

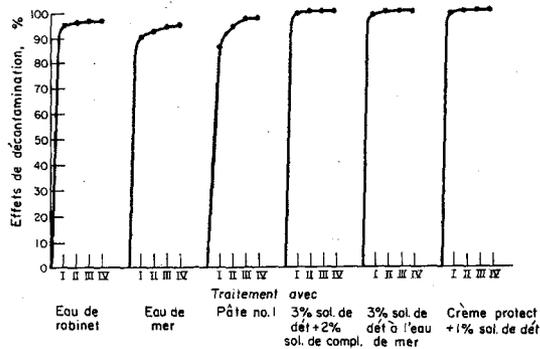


FIG. 2.

dans l'eau de mer, présentent un effet de décontamination moins bon après le 4^{ème} traitement de la peau poilue que de celle épilée. Cependant, dans ce cas les effets de décontamination ont été aussi supérieurs à 92%, ce qui est à souligner.

Presque tous les décontaminants essayés présentent statistiquement, comme il est montré aux tableaux 2 et 4, une efficacité de décontamination significativement plus faible ($P = 0,01 - 0,001$ et $P = < 0,001$) que le mélange de détergent et de complexe dissous. Cependant, du point de vue pratique, ces différences étant limitées le plus souvent à 0,1-1,0% (pour la peau épilée), n'ont pas d'importance surtout quand la contamination initiale n'est pas trop élevée.

Dans tous les essais il a été prouvé le fait bien connu, que le 1^{er} traitement élimine le plus grand pourcentage du contaminant (figs.

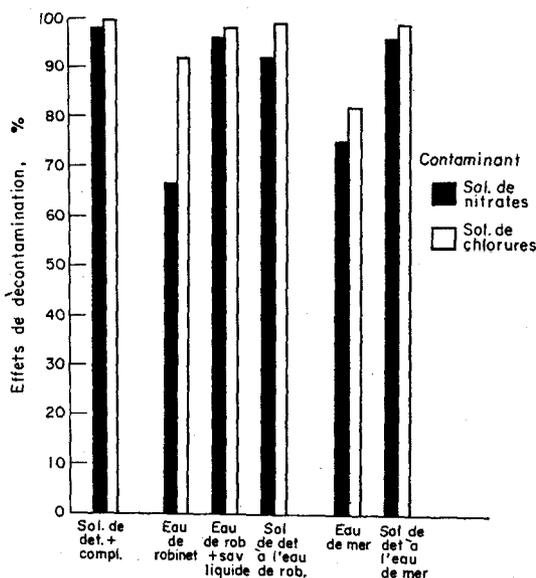


FIG. 3.

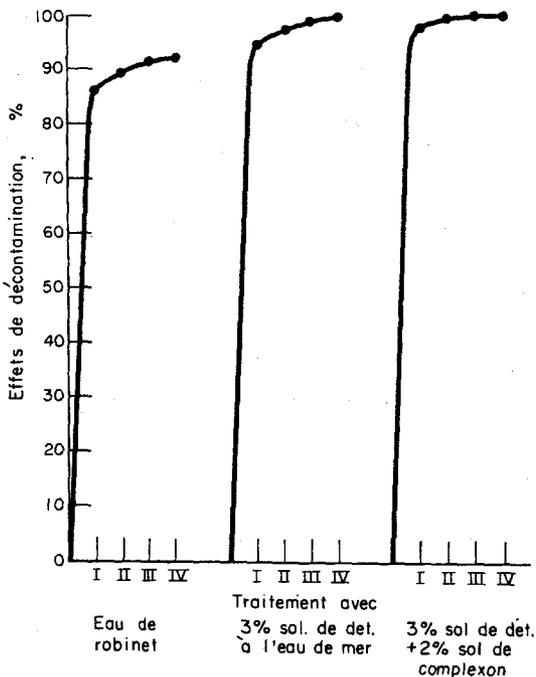


FIG. 4.

Tableau 2. Décontamination de la peau contaminée expérimentalement par des produits de fission et par une retombée synthétique.

Décontaminant	Contaminant										
	Solution de produits de fission sous forme de nitrates ($Sr^{90} + Cs^{137} + Ce^{144}$)			Solution de produits de fission sous forme de chlorures ($Sr^{90} + Ce^{141}$)			Poudre: Fall-out synthétique				
	Nombre d'animaux	E_0	Efficacité par rapport à E_0 de sol. dét. + complexe	Nombre d'animaux	E_0	Efficacité par rapport à E_0 de sol. dét. + complexe	Nombre d'animaux	E_0	Efficacité par rapport à E_0 de sol. dét. + complexe	t	P
Effet de décontamination après 4 traitements											
Décontaminants solubles à l'eau de robinet											
3% sol. de détergent + 2% sol. de complexon	10	98,7 ± 0,54		10	100,0 ± 0,06		10	99,8 ± 0,12			
Eau de robinet	10	88,4 ± 2,09	14,3	10	96,7 ± 2,45	4,0	10	98,8 ± 0,60	5,0	<0,001	
Eau de robinet + savon liquide	10	98,4 ± 1,27	0,66	10	99,5 ± 0,17	8,3	10	99,8 ± 0,10			
1% sol. de détergent	10	98,6 ± 0,36	0,55	10	99,5 ± 0,18	7,9	10	99,9 ± 0,09			
Décontaminants solubles à l'eau de mer											
Eau de mer	10	86,1 ± 2,43	15,3	10	95,0 ± 1,45	10,4	10	98,0 ± 0,57	9,0	<0,001	
3% sol. de détergent à l'eau de mer	10	98,7 ± 0,48		10	99,8 ± 0,05	7,5	10	99,8 ± 0,15			
Crème protectrice + lavage											
Crème + eau de robinet + savon liquide	10	99,7 ± 0,14		10	99,8 ± 0,07	6,3	10	99,7 ± 0,17	1,4	>0,1	
Crème + 1% sol. de détergent	10	99,8 ± 0,01		10	99,9 ± 0,05	3,7	10	99,8 ± 0,16			
Décontaminants sans utilisation d'eau											
Pâte No. 1	10	94,7 ± 1,02	10,5	10	97,3 ± 0,90	9,0	10	—	—	—	—
Pâte No. 2	10	96,4 ± 0,68	8,0	10	98,1 ± 1,37	4,1	10	—	—	—	—
Pâte No. 3	10	98,4 ± 0,66	1,07	10	—	—	10	98,9 ± 0,52	5,0	<0,001	
Savon liquide	10	98,2 ± 0,50	2,0	10	—	—	10	99,6 ± 0,20	2,6	>0,01	

Tableau 3. Décontamination de la peau contaminée expérimentalement par des produits de fission et par une retombée synthétique.

Décontaminant	Contaminant					
	Solution de produits de fission sous forme de nitrates (Sr ⁹⁰ + Cs ¹³⁷ + Ce ¹⁴⁴)			Solution de produits de fission sous forme de chlorures (Sr ⁹⁰ + Ce ¹⁴⁴)		
	Effet de décontamination après					
	Nombre d'anin.	un traitement	quatre traitements	Nombre d'anin.	un traitement	quatre traitements
Décontaminants solubles à l'eau de robinet						
3% détergent + 2% complexon	10	85,8	97,8	10	97,5	99,6
Eau de robinet	10	57,9	66,7	10	85,8	92,0
Eau de robinet + savon liquide	10	82,1	95,9	10	93,0	97,9
1% sol. de détergent à l'eau de robinet	10	77,0	92,0	10	96,3	98,7
Décontaminants solubles à l'eau de mer						
Eau de mer	10	64,7	75,0	10	70,8	82,1
3% sol. de détergent à l'eau de mer	10	84,8	96,0	10	94,7	98,7

2 et 4). L'efficacité de chaque traitement suivant est plus faible que celle du traitement précédent. Par conséquent, quand il s'agit de décontaminants très efficaces, tels que le savon liquide et les solutions de détergents, il n'y a pas pratiquement de différence entre le troisième et le quatrième traitement.

Enfin, il est à souligner que les décontaminants essayés n'ont pas provoqué de lésions macroscopiques sur la peau traitée.

CONCLUSIONS

1. Tous les décontaminants essayés ont présenté une efficacité satisfaisante lors de la décontamination de la peau épilée, contaminée par

des mélanges de produits de fission dissous et par une retombée synthétique.

2. Il est à noter surtout l'effet de décontamination de l'eau de mer et des détergents qui y sont solubles, ainsi que l'effet de décontamination de matières sans utilisation d'eau.

3. Lors de la décontamination de la peau poilue, les décontaminants essayés ont présenté une efficacité plus faible que dans le cas de décontamination de la peau épilée, mais les résultats obtenus sont relativement satisfaisants.

4. L'effet de décontamination est le meilleur lors du 1er traitement, puis il diminue brusquement. Il n'y a pas pratiquement de différence entre E_a du troisième et E_a du quatrième traitement.

Tableau. 4. Décontamination de la peau contaminée expérimentalement par des produits de fission et par une retombée synthétique.

Décontaminant	Contaminant							
	Solution de produits de fission sous forme de nitrates ($Sr^{90} + Cs^{137} + Ce^{144}$)				Solution de produits de fission sous forme de chlorures ($Sr^{90} + Ce^{141}$)			
	Effet de décontamination après 4 traitements							
	Nombre d'anm.	E_0	Efficacité par rapport à E_0 de sol. déterg. + complexon		Nombre d'anm.	E_0	Efficacité par rapport à E_0 de sol. déterg. + complexon	
t			P	t			P	
Décontaminants solubles à l'eau de robinet								
3% détergent + 2% complexon	10	$97,8 \pm 0,72$	12,4	<0,001	10	$99,6 \pm 0,20$	12,6	<0,001
Eau de robinet	10	$66,7 \pm 7,42$	4,4	<0,001	10	$92,0 \pm 1,78$	13,0	<0,001
Eau de robinet + savon liquide	10	$95,9 \pm 1,06$	13,2	<0,001	10	$97,9 \pm 0,36$	3,8	<0,01
1% sol. de détergent à l'eau de robinet	10	$92,0 \pm 1,15$			10	$98,7 \pm 0,66$		
Décontaminants solubles à l'eau de mer								
Eau de mer	10	$75,0 \pm 5,86$	11,5	<0,001	10	$82,1 \pm 3,89$	16,1	<0,001
3% sol. de détergent à l'eau de mer	10	$96,0 \pm 1,07$	4,5	<0,001	10	$98,7 \pm 0,30$	7,5	<0,001

RÉFÉRENCES

1. W. J. FRIEDMAN. *Am. Ind. Hyg. J.* **19**, 15 (1958).
2. P. GENAUD. *Rev. du Corps de Santé Mil.* **11**, 3 (1955).
3. B. M. ZLOBINSKI. *Bezopasnost rabot s radioaktivnimi vešćestvami*. Medgiz, Moskva, 1961.
4. R. A. CONARD. Symposium on the Shorter-Term Biological Hazards of a Fallout Field. AEC, Washington, 1956.
5. R. H. BLACK. *Am. Ind. Hyg. J.* **21**, 162 (1960).
6. H. FOREMAN. *Proc. Symposium on Diagnosis and Treatment of Radioactive Poisoning*, IAEA, Vienna, 1963.
7. B. PENDIĆ, K. MILIVOJEVIĆ et D. STOJANOVIĆ. Referat na II medjuinstitutskom sastanku službi zaštite od zračenja SKNE, Rovinj, 1964.
8. J. STAJIĆ, D. STOJANOVIĆ et A. MILOVANOVIĆ. Referat na II medjuinstitutskom sastanku službi zaštite od zračenja SKNE. Rovinj, 1964.