

## Traitement des effluents radioactifs liquides à Mayak De nouvelles analyses d'eau soulèvent des questions

### Contexte et problématique

Axpo et Alpiq, qui exploitent respectivement les centrales nucléaires de Beznau et de Gösgen, achètent des éléments de combustibles fabriqués en Russie. Comme Greenpeace l'a révélé en 2010, une partie de ces barres de combustible nucléaire contient de l'uranium moyennement enrichi retraité par l'usine de retraitement de Mayak (Federal State Unitary Enterprise «Mayak» Production Association). L'uranium y est extrait du combustible usé provenant de la flotte russe de brise-glaces et de sous-marins à propulsion nucléaire, ainsi que des programmes de surrégénérateurs et de réacteurs expérimentaux.

La région de Mayak est contaminée par la radioactivité suite à une série d'accidents et de graves négligences dans la gestion des effluents radioactifs liquides: durant des décennies, ceux-ci ont été déversés dans les eaux proches de l'usine pour finalement aboutir dans la rivière Tetcha. Des effluents radioactifs continuent aujourd'hui encore de contaminer la Tetcha et par conséquent la population locale et l'environnement.

Les exploitants de Mayak assurent que ces problèmes environnementaux ne sont pas liés aux activités présentes de l'installation, mais sont un héritage du passé. Les organisations de défense de l'environnement sont au contraire convaincues que l'exploitation actuelle de l'installation contribue à la contamination de la région. La seule inconnue est l'ampleur de la pollution.

Axpo a fait part de son intention de clarifier la situation. Elle estime que sa relation commerciale (l'achat de matériel à Mayak) est justifiée si la contamination des eaux peut être reliée à des événements antérieurs et si l'exploitation actuelle de l'usine de retraitement est conforme aux standards environnementaux.

Deux questions fondamentales se posent:

- Peut-on prouver que l'exploitation actuelle de Mayak pollue l'environnement?
- Peut-on prouver que la contamination actuelle s'explique exclusivement par les erreurs du passé?

### Résultats inquiétants des nouvelles analyses d'eau de Greenpeace

Les nouvelles mesures effectuées en 2010 dans la Tetcha par la CRIIRAD, un laboratoire indépendant (Criirad 11), révèlent des teneurs alarmantes en strontium et en tritium. La teneur en césium 137 a augmenté de plus de 35 % depuis 2008. La provenance de cette radioactivité n'est pas claire, mais ces résultats soulèvent en tout cas de nouvelles questions que Greenpeace transmet à Axpo avant son voyage d'information à Mayak.

### Provenance de la radioactivité autour de Mayak

Étant donné l'état lacunaire de la documentation officielle, un rappel historique est utile pour identifier les sources de contamination de l'installation de Mayak et le fonctionnement de son système de traitement des eaux usées. Les événements suivants sont les principaux responsables de la vaste contamination de la région autour de Mayak:

- 1957: catastrophe de Kychtym. L'explosion d'un réservoir de plutonium libère d'énormes quantités de strontium 90, de césium 137 et de plutonium. Une région de 20 000 km<sup>2</sup> (soit la moitié de la superficie de la Suisse), dans laquelle vivent 270 000 personnes, est contaminée. Une partie de la population est évacuée.
- 1967: l'assèchement partiel du lac Karachai entraîne une contamination par des poussières radioactives. Des sédiments fortement contaminés sont dispersés par les vents sur une surface de plusieurs milliers de kilomètres carrés.
- 1949-1958: les effluents radioactifs liquides des installations sont presque tous déversés directement dans les cours d'eau. Lors de la mise en service de Mayak, le bassin de Metlinsky est le seul réservoir du système d'évacuation des eaux usées (voir l'illustration 1). Le bassin de Koksharov est ajouté en 1951 pour éviter les écoulements directs des effluents radioactifs à travers le village de Metlino (7 km en aval). Les habitants du village sont néanmoins évacués la même année et le village lui-même est finalement détruit. D'autres évacuations sont ordonnées en 1956 et la construction de digues supplémentaires vient compléter, jusqu'en 1964 avec le réservoir 11, la structure fondamentale du système d'évacuation qui existe encore aujourd'hui (voir l'illustration 1).

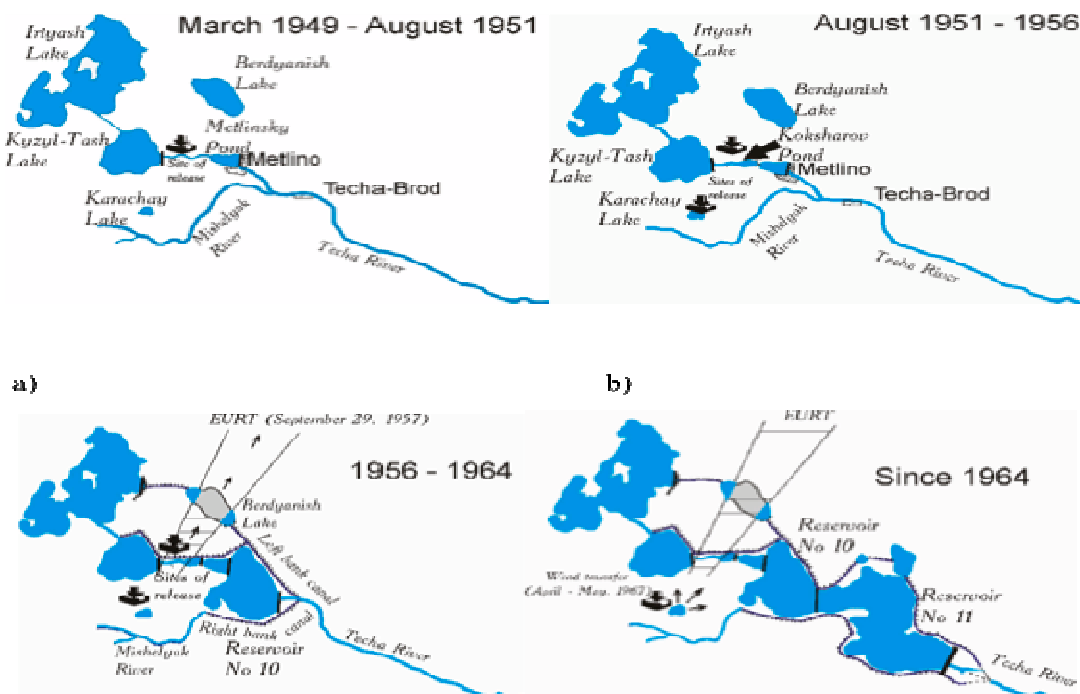


Illustration 1: système d'évacuation des eaux usées à Mayak (source: «Radioactive Contamination of the Tetsa River and its Effects» KOS/00)

Un système en cascade formé de plusieurs réservoirs permet, notamment grâce à la sédimentation des radionucléides les plus lourds, d'«épurer» en partie les eaux usées avant qu'elles n'aboutissent dans le lit de la Tetsa par infiltration dans les canaux latéraux (dérivation des rivières Tetsa et Mishelyak) et la paroi du réservoir R-11. Des mesures régulières de la radioactivité de l'eau de la rivière 40 km en aval de la digue ont commencé en 1951. La concentration en strontium 90 dans l'eau du réservoir de Metlinsky était alors deux à 3000 fois supérieure à la valeur admise; certains endroits étaient tellement contaminés qu'une personne y recevait en une heure la dose annuelle autorisée (BUR 00). La construction de nouvelles digues et la dilution avec de l'eau douce ont permis de réduire fortement les concentrations. Mais tous les cours d'eau autour des installations de Mayak demeurent à ce jour plus ou moins fortement pollués par le traitement des effluents radioactifs: «la cascade de la Tetsa, le lac Karachai (R-9) et le lac Staroye Boloto (R-17) à Mayak doivent être considérés de fait comme un stockage définitif en surface» (GRS 10). En cas de rupture de la digue du réservoir R-11, de vastes étendues de terre seraient submergées par de l'eau fortement contaminée. Les teneurs en strontium 90 dans ce réservoir atteignent environ 1500 Bq/l (voir MOK 09).

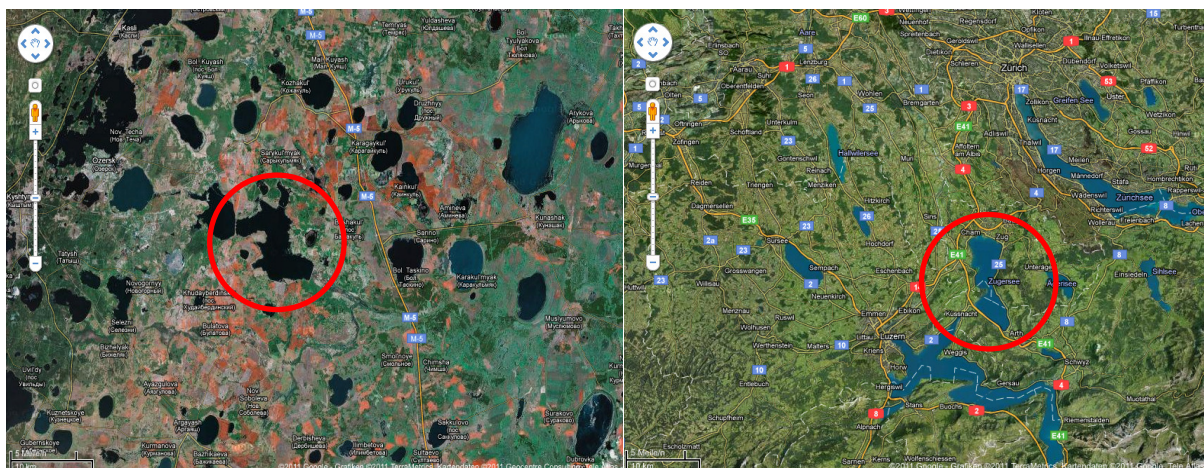
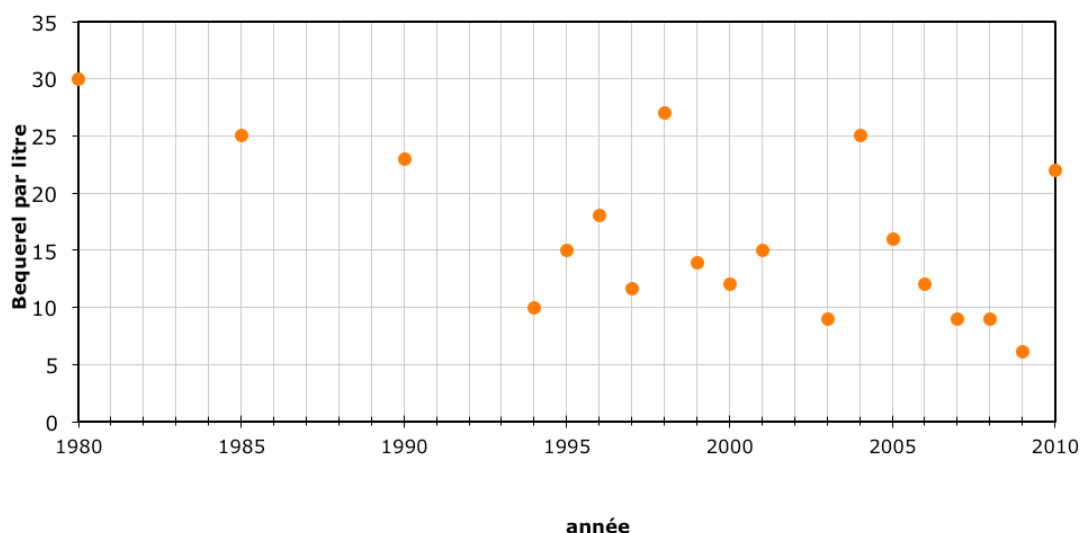


Illustration 2: comparaison de dimensions: la surface du réservoir d'eaux usées R-11 (au centre de l'image à gauche) est équivalente à celle du lac de Zoug.

### Évolution de la contamination radioactive de la Tetcha

Les informations sur les rejets radioactifs du complexe de Mayak sont constituées jusqu'à présent par des indications sommaires ou des estimations. Les données recueillies (officielles et privées) ne permettent pas de connaître l'ampleur des rejets effectifs provenant de l'installation de Mayak. Les indications de concentration en strontium dans l'eau de la rivière font par exemple référence à des mesures effectuées à l'extérieur de la zone d'interdiction militaire: derrière la digue du réservoir R-11 (marais d'Asamov) et à Muslyumovo, 40 km en aval. Il n'est pas possible d'accéder aux canaux ou aux conduites de déversement qui amènent les eaux usées dans les réservoirs.

#### Strontium-90 dans la Tetcha



Suite aux mesures prises pour réduire la contamination radioactive (comblement du lac Karachai, améliorations apportées au système d'assainissement), on table depuis 1995 sur une «stabilisation» de la concentration en strontium 90 autour de 7-10 Bq/l à Muslimovo (MAY 08). La radioactivité du strontium 90 diminue de moitié tous les 30 ans. En l'absence de nouvelle contamination, on peut donc compter sur une élimination «biologique» de la radioactivité. Les niveaux de contamination plus faibles obtenus grâce aux transformations du système d'assainissement sont clairement perceptibles au cours des années 1950, 1960 et 1970. On constate en revanche une stagnation à partir des années 80 (voir le tableau 1).

1951 (EMRAS 00)	30000
1955 (EMRAS 00)	620
1960 (EMRAS 00)	300
1965 (EMRAS 00)	100
1970 (EMRAS 00)	70
1975 (EMRAS 00)	78
1980 (EMRAS 00)	30
1985 (EMRAS 00)	25
1990 (EMRAS 00)	23
1994 (EMRAS 00)	10
1995 (KOS 09)	15
1996 (KOS 09)	18
1997 (KOS 09)	11.6
1998 (KOS 09)	27
1999 (KOS 09)	13.9
2000 (KOS 09)	12
2001 (KOS 09)	15
2003 (KOS 09)	9
2004 (KOS 09)	25
2005 (KOS 09)	16
2006 (KOS 09)	12
2007 (KOS 09)	9
2008 (Criirad 11)	9 <sup>1</sup>
2009 (KOS 09)	6.1
2010 (Criirad 11)	22

Tableau 1. Concentrations moyennes en strontium 90 dans la rivière Tetcha selon les échantillons recueillis près de Muslimovo. Les résultats les plus singuliers au cours des dernières années sont les mesures 2004 et 2010 (les résultats 2008 respectivement 2010 correspondant ont été mesurés dans un seul échantillon).

### Teneur élevée en strontium en 2004 et 2010: tentatives d'explication

Les **mesures de 2004** ont mis en évidence des concentrations en strontium dépassant parfois 50 Bq/l près du village de Muslimovo. Ces valeurs élevées sont contemporaines de la plainte déposée par le procureur régional d'Ekaterinbourg contre Vitali Sadovnikov, le directeur de Mayak qui avait été relevé de ses fonctions. Il était accusé d'avoir déversé plusieurs millions de litres d'effluents radioactifs liquides dans la Tetcha entre 2001 et 2004. L'accusation a été abandonnée en mai 2006 dans le cadre d'une amnistie générale avant d'avoir pu donner lieu à un procès.

Une autre remarque doit être faite au sujet des années 2004-2006: les concentrations en strontium dans les réservoirs R-17, R-10 et R-11 ont considérablement diminué durant cette période, alors qu'elles sont restées relativement constantes les années suivantes (cf. ill. 3).

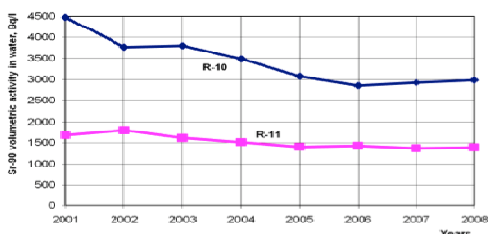


Fig.5 Variation of <sup>90</sup>Sr volumetric activity in water of TRC reservoirs R-10 and R-11 (2001-2008)

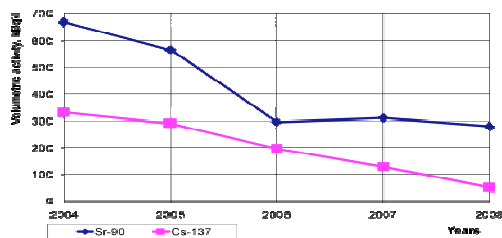


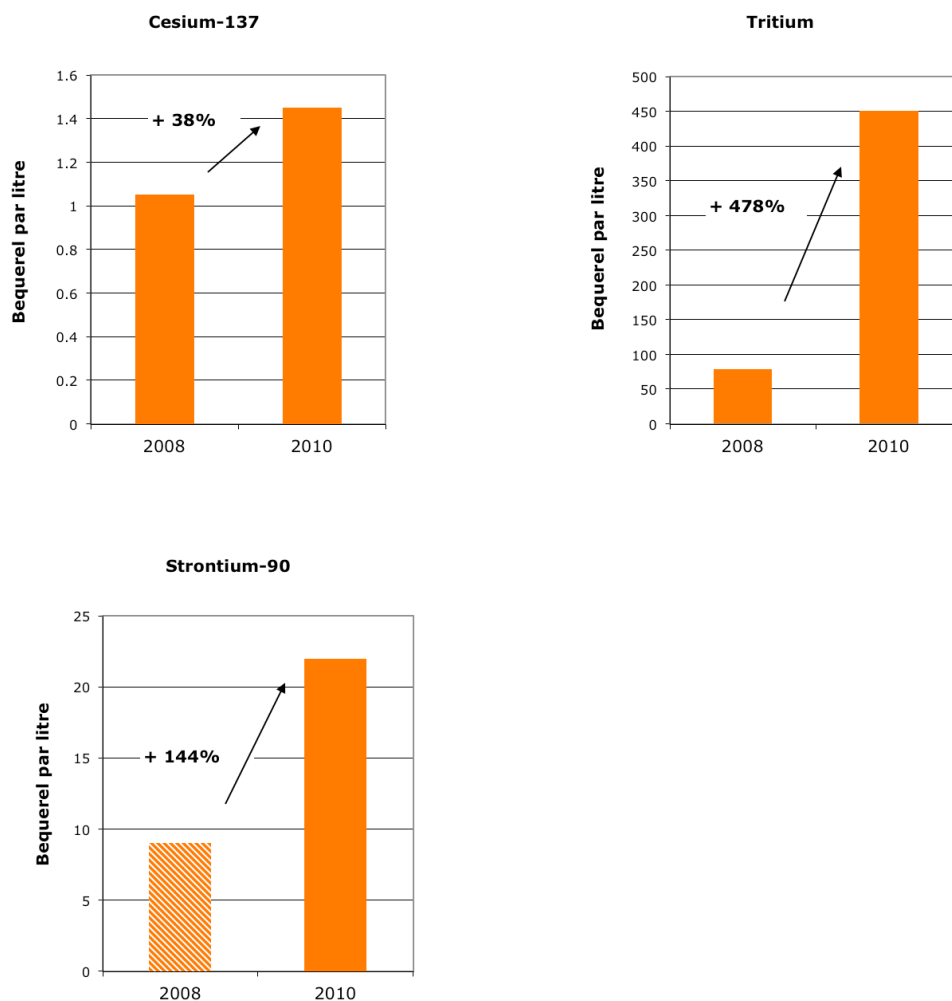
Fig.4 Variation of <sup>90</sup>Sr and <sup>137</sup>Cs volumetric activity in reservoir R-17 water (2004-2008)

Illustration 3: Concentrations en strontium et césium dans les réservoirs R-17, R-10 et R-11: activité et évolution (données officielles selon MOK 09)

<sup>1</sup> La valeur a été calculée à partir d'un indice d'activité bêta total d'un échantillon prélevé par la Criirad en 2008.

Pour analyser les raisons du niveau élevé de radioactivité mesuré dans la Tetcha en août 2004, une équipe russe a essayé de modéliser ce «phénomène». Elle a soupçonné un facteur inconnu qui n'est pas lié au niveau des précipitations (et d'évaporation), mais qui a un rapport avec la baisse du niveau d'eau dans les réservoirs et du débit dans le canal ainsi qu'avec les infiltrations d'eau contaminée dans ce même canal (KOR 08).

Par rapport aux années précédentes (année de référence: 2008, échantillon de la Criirad), les **mesures de 2010** font apparaître une augmentation de près de 40 % de la teneur en césium, de plus de 140 % de celle en strontium et de près de 500 % pour la teneur en tritium (voir les graphiques ci-dessous).



**Illustration 4: résultats des mesures de Greenpeace dans la Tetcha (2010) et comparaison avec les mesures de la CRIIRAD (2008). Remarque: la concentration en strontium pour 2008 avait été déterminée par calcul; aucune mesure n'avait été réalisée en 2008, mais elle a pu être déterminée à l'aide de l'indice «bêta-total».**

L'augmentation de la contamination en 2010 n'est que difficilement imputable aux précipitations, au niveau de l'eau ou à d'autres phénomènes météorologiques. La pollution doit donc avoir une autre cause. Une explication possible serait la migration des eaux usées du lac Karachaï dans la rivière Mishelyak et le canal latéral droit par les eaux souterraines. L'introduction de nouvelles eaux usées de l'installation de Mayak directement dans les canaux latéraux ou indirectement par les réservoirs R-10 et R-11 est plus vraisemblable.

Une comparaison avec la Suisse est utile pour **apprécier les valeurs de contamination constatées et les risques** qui y sont associés: selon l'ordonnance sur les substances étrangères et les composants (OSEC), la valeur de tolérance du strontium 90 se situe en Suisse à 1 Bq/l pour l'eau potable; elle s'élève à 22 Bq/l dans la Tetcha. Un tel niveau de contamination entraînerait en Suisse un contrôle de l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire et une série de mesures. Aucune trace de strontium n'est décelable dans les rivières suisses. Tandis que les teneurs en tritium se situent entre 3 et 10 Bq/l dans les rivières suisses – notamment à cause des effluents industriels –, la teneur en tritium dans l'eau de la Tetcha s'élevait à 451 Bq/l dans l'échantillon 2010.

Les environs immédiats de la Tetcha continuent pourtant de servir de pâturage à des animaux d'élevage qui boivent l'eau de la rivière. La chaîne alimentaire est ainsi contaminée. Les terrains plus éloignés sont eux aussi contaminés par l'eau de la rivière lors de crues.

### Questions ouvertes à Axpo et aux exploitants de l'installation de Mayak

Les exploitants de l'installation de Mayak affirment que son «exploitation actuelle» ne pollue pas le «réseau hydrographique ouvert». On ne sait pas exactement ce qu'il faut entendre par «réseau hydrographique ouvert», en particulier si les réservoirs R-10 et R-11 en font ou non partie. En Suisse, les concentrations en strontium aussi bien dans ces réservoirs (1500 Bq/litre) que dans la Tetcha (22 Bq/litre) seraient jugées alarmantes par les autorités de surveillance. Greenpeace considère que l'«activité actuelle» d'une entreprise nucléaire comprend non seulement ses activités présentes de retraitement, mais aussi sa façon de gérer les sites contaminés ou ses déchets toxiques.

Ces constatations soulèvent les questions suivantes que Greenpeace Suisse transmet à la délégation d'Axpo avant son voyage d'information à Mayak:

1. Quel sens les exploitants donnent-ils à la notion de «réseau hydrographique ouvert» ou quels réservoirs, parmi ceux qui sont actuellement utilisés pour les effluents actifs, n'en font pas partie (le statut des réservoirs R-10, R-11 et R-17 revêt à cet égard un intérêt particulier)?
2. Comment (et où) les déchets hautement et moyennement actifs sont-ils traités? Quelle est la composition de ces déchets (détail de tous les éléments radioactifs libérés, cf. le chapitre 7 du rapport de la Criirad)? Avec quelles quantités et quelle activité par tonne de métal lourd (TML) de matériel retraité faut-il compter?
3. Comment (et où) les déchets faiblement actifs sont-ils traités? Quelle est la composition de ces déchets (détail de tous les éléments radioactifs libérés, cf. le chapitre 7 du rapport de la Criirad)? Avec quelles quantités et quelle activité par tonne de métal lourd (TML) de matériel retraité faut-il compter?
4. Pourquoi la société exploitante ne participe-t-elle pas au système de déclaration volontaire de l'AIEA sur les rejets de substances radioactives dans l'environnement?
5. Comment expliquer l'élévation des concentrations en strontium dans les eaux de la Tetcha en 2004 et 2010?
6. Comment s'explique la diminution soudaine de l'activité dans R-10 et surtout dans R-17 (2004-2006), de même que la stagnation des valeurs les années suivantes?
7. Quelle source alimente en eau les réservoirs R-10 et R-11? Comment le niveau d'eau est-il régulé?
8. Que se passe-t-il avec les réservoirs R-10, R-11 et les barrages en cas d'orage violent ou de fortes précipitations?
9. Quelles sont les mesures d'assainissement des eaux prévues au cours des prochaines années?
10. Comment la digue du bassin R-11 est-elle sécurisée?
11. Quelles sont les mesures complémentaires de protection de la population contre les risques sanitaires envisagées pour les prochaines années?
12. Quel est le lieu de stockage définitif des déchets radioactifs de Mayak?

## Annexe: Les isotopes mesurés dans la Tetcha et leurs effets

Isotope	Propriétés	Demi-vie*	Mise en danger de la santé humaine	Valeur de tolérance denrées alimentaires liquides
Césium-137	Produit lors de la fission nucléaire Diffusion sous forme d'aérosols, très mobile dans l'air et l'eau Émetteur bêta	30,17 ans	Peut être assimilé au potassium par le corps, pénètre dans le corps par ingestion et s'accumule dans les tissus musculaires	10 Bq/litre
Strontium-90	Produit lors de la fission nucléaire Diffusion sous forme de particules Moins mobile, se sédimente dans l'eau Émetteur bêta	27,78 ans	Peut être assimilé au potassium par le corps, pénètre dans le corps par ingestion et s'accumule dans les os et la moelle osseuse (peut provoquer des leucémies et des lésions cellulaires)	1 Bq/litre
Tritium (hydrogène radioactif)	Existe naturellement, est produit lors de la fission nucléaire, sous forme gazeuse, très mobile	12,32 ans	Pénètre dans le corps par inhalation ou par ingestion, il est incorporé dans l'ADN, dangerosité contestée	100 Bq/litre (Directive EU sur l'eau potable)

\* La demi-vie correspond en physique nucléaire au temps mis par une substance donnée pour perdre la moitié de son activité radioactive.

## Sources

BUR 00/ Dmitriy Burmistrov, Mira Kossenko, Richard Wilson: Radioactive Contamination of the Techa River and its Effects 2000

Criirad 11/ Laboratoire Criirad / Site Mayak / Mesures effectuées pour Greenpeace Suisse, 2011

EMRAS 00/ International Atomic Energy Agency's (IAEA) / Environmental Modelling for Radiation Safety (EMRAS): Scenario T. Radioactive Contamination of the Techa River, South Urals, Russia, 2000

GRS 10/ Gesellschaft für Reaktorsicherheit /GRS) mbH: Bewertung der Schadlosigkeit der weiteren Verarbeitung von bestrahlten Brennelementen des Forschungsreaktors Rossendorf in der Russischen Föderation, April 2010

KOR 08/ Korobitsyn et al, Artificial neural net modeling of the radioactive contamination of the Techa River, 2008

KOS 09/ Kostyuchenko, Popova, Peremyslova, Melnikov: Radiation Contamination of the Techa River: Current condition. Radiation Biology. Radioecology. Vol 49, No.2, 212-218 (in Russian) 2009

MAY 08/ Mayak Health Report. Dose assessments and health of riverside residents close to "Mayak", 2008

MOK 09/ Mokrov Yuri, Effect of Past and Present Production Activity of the RT-Plant on the Current Radiation Environment in the Mayak PA Impact Area, 2009

MOS 06/ Mosnews.com. Nuclear Waste Plant Chief dismissed for Major Pollution Reinstated. Meldung v. 29.05.06

STA 09/ Standring Willian J.F. et al: Overview of Dose Assessment Developments and the Health of Riverside Residents Close to the „Mayak“ PA Facilities, Russia. In Int. Journal of Env. Research and Public Health 2009, 6, 174-199