Zeitschrift: Bericht der Eidgenössischen Kommission zur Überwachung der Radioaktivität

Herausgeber: Eidgenössische Kommission zur Überwachung der Radioaktivität

Band: 19 (1975)

Rubrik: 19e Rapport de la Commission fédérale de surveillance de la radioacitvité pour l'année 1975 à l'intention du Conseil fédéral

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

19E RAPPORT DE LA COMMISSION FEDERALE DE SURVEILLANCE DE LA RADIOACTIVITE POUR L'ANNEE 1975 A L'INTENTION DU CONSEIL FEDERAL

PAR PROF. DR. O. HUBER, PRÉSIDENT DE LA COMMISSION, FRIBOURG[1)]

1. INTRODUCTION

1.1. Tâches de la Commission fédérale de surveillance de la radioactivité (KUER)

Le but des mesures de la KUER est la détermination de la radioactivité dans l'environnement de la population suisse.

Le danger des rayonnements ionisants quant à leur action sur l'homme est depuis longtemps étudié à fond. Se basant là-dessus, les valeurs limites de dose absorbée ont été établies de telle manière que la probabilité de lésions somatiques ou génétiques graves soit négligeable. Les doses maximales admissibles en cas d'irradiation du corps entier ont été fixées dans l'ordonnance suisse concernant la protection contre les radiations de la manière suivante:

personnes professionnellement exposées aux rayonnements	5000 mrem/an [2)]
personnes isolées de la population	500 mrem/an

D'après les recommandations de la Commission internationale de protection radiologique, la dose d'irradiation artificielle de la population (sans l'exposition à des fins médicales), y compris l'exposition des personnes professionnellement exposées aux rayonnements, ne doit pas être supérieure à 5000 mrem/30 ans, ce qui correspond à une dose d'irradiation moyenne par personne de 170 mrem/an.

Le premier principe de la radioprotection tel qu'il est formulé dans l'ordonnance concernant la protection contre les radiations: "Chacun est tenu d'éviter toute irradiation inutile de personnes" reste cependant toujours applicable.

---

1) Le rapport a été rédigé en collaboration avec Dr. J. HALTER, phys. dipl. H. VÖLKLE et Dr. B. MICHAUD (Fribourg)

2) Les effets biologiques des rayonnements ionisants sont exprimés en rem (1 rem = 1000 mrem)

Pour la réalisation de ces prescriptions, les entreprises industrielles et les hôpitaux entre autres doivent observer les prescriptions sur les rejets fixées dans l'ordonnance concernant la protection contre les radiations. Dans le cadre de l'autorisation d'exploitation, des limites de rejet encore plus basses pour les effluents liquides et gazeux sont imposées aux centrales nucléaires existantes et en construction. La Division pour la sécurité des installations nucléaires, la Commission pour la sécurité des installations atomiques et la Commission fédérale de surveillance de la radioactivité ont élaboré un concept pour la fixation de ces limites de rejet, limitant l'irradiation supplémentaire de la population des environs à 20 mrem/an (cf. rapport annuel 1974). De fait, les centrales nucléaires ont déjà toujours tenu ces basses limites de rejet, lesquelles doivent cependant, après une certaine période de transition, devenir exécutoires.

La surveillance de l'irradiation des personnes professionnellement exposées aux rayonnements est conférée à trois organes de contrôle (Division pour la sécurité des installations nucléaires, Service fédéral de l'hygiène publique, Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents); la KUER doit s'occuper de celle de la population dans son ensemble. Les lois, ordonnances et règlements permettent d'intervenir au cas où les prescriptions sur les rejets et les doses ne seraient pas observées.

Un plan de prélèvement d'échantillons et de mesure élaboré par la KUER permet la détermination de la radioactivité naturelle, de la retombée radioactive en Suisse provenant des essais de bombes nucléaires et des immissions radioactives imputables aux centrales nucléaires, aux industries traitant des radioisotopes et aux hôpitaux. La surveillance de l'ensemble de la biosphère - de l'air, des précipitations, des eaux et du sol en passant par la chaîne alimentaire jusqu'à la radioactivité dans l'homme lui-même - fournit une image, autant que possible sans lacunes, de la situation générale de contamination. Les moyens limités à disposition exigent, à côté de prélèvements continus d'échantillons, également des prélèvements et analyses dans un but précis d'échantillons fortuits représentatifs.

1.2. Tâches du Comité d'alarme de la KUER

A côté de la surveillance permanente de la radioactivité, la KUER est chargée d'après le règlement de proposer au Conseil fédéral, en cas d'augmentation de la radioactivité, les mesures à prendre pour protéger la population. Cette tâche a été conférée déjà en 1966 à un organe créé à cet effet, le Comité d'alarme de la KUER. Celui-ci traite les problèmes multiples qui se posent lors d'une catastrophe nucléaire ou d'un accident plus petit accompagné d'une contamination radioactive.

Une responsabilité particulière en cas d'accident libérant de la radioactivité échoit à la centrale de surveillance, laquelle, après connaissance d'un accident, doit prévoir la retombée en tenant compte de la situation météorologique et, dans les cas urgents, alerter directement la population. Elle a été déplacée le 1er août 1975 de la Station aérologique à Payerne à l'Institut suisse de météorologie à Zurich.

Comme il est souhaitable d'avoir en permanence un aperçu du niveau d'irradiation sur l'ensemble du territoire de la Suisse, en particulier aussi en cas d'accident nucléaire, le Comité d'alarme de la KUER a élaboré un projet dans ce sens. Grâce à la construction par l'Institut suisse de météorologie d'un réseau automatique de mesure à distance des éléments du temps, ce projet pourra être réalisé ces prochaines années. Des sondes de mesure de la radioactivité seront reliées à environ 50 stations réparties dans toute la Suisse. Il sera de ce fait possible à la centrale de surveillance de disposer à chaque instant d'une vue synoptique de la situation de contamination. La réalisation de ce réseau automatique d'alarme et de mesure de dose permettra également de remplacer plus efficacement les instruments d'alerte atomique existants qui ne peuvent que déclencher une alarme. En cas de catastrophe nucléaire, les équipes de mesure de l'organisation d'alarme pourront ainsi dès le début être engagées plus efficacement.

Ces brèves explications sur les travaux du Comité d'alarme montrent que des efforts continuels sont nécessaires pour accroître son efficacité afin de protéger le mieux possible la population en cas d'accident nucléaire - lequel peut être de dimension nationale. Le fait qu'un tel événement soit extrêmement improbable ne délie pas de l'obligation d'entreprendre par avance tout le nécessaire pour la protection de la population. Il est clair que la protection civile et ses installations jouent là un rôle essentiel.

2. SURVEILLANCE GÉNÉRALE DE LA RADIOACTIVITÉ

2.1. Irradiation naturelle

La dose naturelle moyenne aux gonades (correspond approximativement à la dose au corps entier) en Suisse se monte d'après les derniers calculs à environ 120 mrem/an [1]) (externe 100 mrem/an, interne 20 mrem/an). Suivant l'altitude et la formation géologique, les valeurs varient entre 70 et 300 mrem/an. Un enregistrement continu du débit de dose sur sol naturel durant deux semaines a montré que, par temps sec, le débit de dose varie au plus de 10% en un jour; des augmentations jusqu'à 30% pendant quelques heures peuvent cependant se produire les premières heures en cas de précipitations (lessivage des produits de filiation du radon se trouvant dans l'atmosphère).

2.2. Retombée radioactive provenant des essais nucléaires

1975 a été la première année depuis 1963 sans explosion nucléaire dans l'atmosphère. L'échange printanier entre la stratosphère et la troposphère a amené dans l'air près du sol des produits de fis-

---

1) G.G. Poretti, F. Ionesco-Farca et W. Lanz: "Erhebung über die Strahlenbelastung der Schweizer Bevölkerung infolge röntgendiagnostischer Untersuchungen" (1971)

sion provenant de la bombe chinoise de 1 mégatonne (Mt) du 17.6.1974; vers la fin de l'année, la radioactivité de l'air a atteint les valeurs les plus faibles jamais détectées depuis le début des mesures en 1957. Les produits de fission à vies longues provenant principalement des séries d'essais nucléaires des années 1961/62 occasionnent cependant encore une dose au corps entier d'environ 5 mrem/an; ce sont le césium-137 déposé sur le sol par irradiation externe (2 mrem/an) et le strontium-90 fixé dans les os par irradiation interne (3 mrem/an).

2.3. Air

La radioactivité bêta totale de l'air en Suisse est enregistrée dans 8 stations; les échantillons de certaines de ces stations sont analysés afin de déterminer les différents radionucléides qui s'y trouvent (émetteurs gamma, plomb-210 inclus, émetteurs alpha). Des échantillons d'aérosols sont d'autre part périodiquement prélevés au voisinage de la tropopause au moyen de systèmes de filtrage fixés à des avions.

La radioactivité bêta totale de l'air respiré (sans la radioactivité naturelle à vie courte et les gaz rares) a été en moyenne en 1975 de 0,04 pCi/m^3 d'air[1)], correspondant à une dose au corps entier par irradiation externe et inhalation d'environ 0,1 mrem/an, trois fois plus faible qu'en 1974. Comparée à l'irradiation naturelle correspondante, cette dose supplémentaire est insignifiante.

La radioactivité alpha totale (en grande partie d'origine naturelle) des filtres d'aérosols hebdomadaires de Stein (AG) a varié entre $0{,}2 \cdot 10^{-3}$ et 10^{-3} pCi/m^3 d'air. Comparées même à la concentration maximale admissible dans l'air ($2 \cdot 10^{-2}$ pCi/m^3) pour la population dans son ensemble de l'émetteur alpha le plus dangereux, le plutonium-239, ces valeurs sont petites.

2.4. Précipitations

La radioactivité bêta totale des précipitations recueillies hebdomadairement dans 5 stations en Suisse, a diminué de moitié par rapport à 1974. La radioactivité déposée par retombée sèche a été proche de la limite de détection (env. 30 pCi/m^2 par mois).

La concentration moyenne du tritium dans les précipitations en 1975 a été de 300 pCi H-3/ℓ d'eau de pluie à Locarno et a varié entre 600 et 900 pCi H-3/ℓ dans les Alpes et au nord des Alpes. Comme toujours, de grandes fluctuations de la teneur en tritium ont été observées entre différents échantillons de précipitations; les valeurs extrêmes ont été enregistrées dans des échantillons hebdomadaires à Dübendorf: 90 pCi H-3/ℓ (17 - 24.11) et 4000 pCi

---

1) 1 pCi (picocurie) = 10^{-12} Ci (Curie) ≙ 2,2 désintégrations radioactives/minute

H-3/ℓ d'eau de pluie (24.3-1.4). Par rapport à la concentration de 10^6 pCi H-3/ℓ admise dans l'eau potable pour la population dans son ensemble, les valeurs même les plus élevées sont insignifiantes.

2.5. Eaux superficielles, eau potable

Les activités bêta totales (d'énergies > 150 keV) d'eau de rivières et de lacs prélevée à 20 endroits en Suisse (4 à 52 échantillons par endroit) ont été sans exception inférieures à 10 pCi/ℓ (8 pCi/ℓ en moyenne annuelle pour l'eau de pluie); la radioactivité alpha d'échantillons mensuels d'eau du Rhin près de Kembs a été de l'ordre de 1 pCi/ℓ. Des mesures de tritium dans l'Aar en amont et en aval des centrales nucléaires n'ont révélé aucune différence significative. Les concentrations moyennes ont été d'environ 600 pCi H-3/ℓ d'eau de l'Aar, avec des valeurs extrêmes de 400 et 1200 pCi H-3/ℓ. La teneur en tritium de l'eau de l'Aar est ainsi comparable à celle des précipitations au nord des Alpes.

Les activités bêta totales (d'énergies > 150 keV) de plancton et de matières en suspension prélevés dans l'Aar ont varié entre 9 et 34 pCi/g de matière sèche (MS); aucune différence systématique n'a été observée entre échantillons en amont et en aval d'installations nucléaires. Pour les plantes aquatiques, les valeurs mesurées ont oscillé entre 8 et 23 pCi/g MS, pour les poissons entre 1 et 4 pCi/g poids frais.

87 échantillons d'eau potable des régions de Bâle, Saint-Gall et Zurich, ainsi que 32 échantillons d'eau souterraine du voisinage de Beznau-Würenlingen et Mühleberg ont eu sans exception des activités bêta totales inférieures à 6 pCi/ℓ. On sait, d'après des mesures antérieures (rapport annuel 1970), que des activités de quelques pCi/ℓ dans l'eau souterraine sont imputables au potassium-40 naturel. Dans le cas d'un mélange non analysé d'émetteurs bêta, la concentration maximale admissible dans l'eau potable pour la population dans son ensemble est de 30 pCi/ℓ; il n'existe par conséquent aucun danger d'irradiation par l'eau.

2.6. Sol

On a déterminé la teneur en émetteurs gamma et en strontium-90 d'échantillons de terre provenant de 4 endroits. La composante principale de la radioactivité est due au potassium-40 naturel. La retombée à vie longue provenant des explosions nucléaires (césium-137 et strontium-90) peut encore être déterminée quantitativement. Les valeurs oscillent cependant d'année en année à cause d'hétérogénéités locales. Une influence des centrales nucléaires ne peut pas être démontrée.

Sur le Plateau, la dose locale occasionnée par le césium-137 dans le sol est de l'ordre de 2 mrem/an.

Radioactivité de la terre en 1975

Lieu		Potassium-40 pCi/kg MS	Césium-137 pCi/kg MS	Strontium-90 pCi/kg MS
Arenenberg, voisinage de Beznau et de Mühleberg	couche supérieure (0-5 cm)	11000-20000	200-900	60-200
Davos Stillberg	couche supérieure (0-5 cm)	16000	4600	1000
	couche inférieure (5-15cm)	16000	<100	460

2.7. Herbe, lait, autres denrées alimentaires

Des échantillons d'herbe et de lait sont prélevés aux mêmes endroits que la terre. Des échantillons de lait supplémentaires proviennent de quelques autres endroits. Sur le Plateau, les activités artificielles de ces échantillons ont été en 1975 proches de la limite mesurable. En ce qui concerne le strontium-90, les valeurs sont restées approximativement les mêmes qu'en 1974, pour le césium-137, elles ont légèrement diminué.

Radioactivité de l'herbe et du lait en 1975

		Potassium-40	Césium-137	Strontium-90
Herbe/foin pCi/kg MS	Plateau	21000-30000	<160	100-300
	Alpes: Davos-Stillberg	21000	440	4900
	Mürren	13000	n.m.[1)]	2800
Lait pCi/ℓ	Plateau	1000-1700	<15	4-8
	Alpes: Davos-Stillberg	1300	97	77
	Mürren	1380	n.m.[1)]	37

1) n.m. = non mesuré

D'après les valeurs mesurées citées plus haut, l'activité du césium-137 dans le sol est supérieure à celle du strontium-90; comme l'absorption du strontium par les racines des plantes est favorisée par

rapport à celle du césium, le rapport s'inverse cependant lors du transfert de ces deux isotopes dans la végétation (herbe). L'absorption relativement faible du césium est imputable à la forte liaison sélective aux minéraux argileux.

Comparées aux valeurs limites en cas de consommation durable, 340 pCi Sr-90/ℓ de lait et 30000 pCi Cs-137/ℓ de lait, même les concentrations de ces radionucléides dans le lait des Alpes sont faibles.

Outre l'examen du lait de Mürren et du Plateau, la Communauté de travail pour la surveillance de la radioactivité des denrées alimentaires détermine également l'activité bêta totale et en strontium-90 d'échantillons de différentes denrées alimentaires du pays et importées. L'activité en strontium-90 du froment et des produits de mouture de la récolte 1974 a correspondu à celle des années précédentes. On a constaté par contre une légère diminution de la teneur en strontium-90 des échantillons de froment de la récolte 1975; moyenne de 6 régions: 1972: 33 pCi/kg; 1973: 30 pCi/kg; 1974: 33 pCi/kg; 1975: 25 pCi/kg. Les valeurs obtenues pour des échantillons de froment prélevés au voisinage de Mühleberg et de Beznau tombent dans le domaine de fluctuation des autres échantillons et ne permettent pas de mettre en évidence une influence quelconque des centrales nucléaires. En 1975, parmi les échantillons de denrées alimentaires, l'activité la plus élevée, mais encore inoffensive (en moyenne 40 pCi Sr-90/kg), a été mesurée dans le pain noir. Il est connu qu'en cas de plus forte mouture, plus d'activité se trouve dans la farine. L'activité du strontium-90 dans le son de la récolte 1974 a été de 80 pCi Sr-90/kg sur le Plateau et de 130 pCi Sr-90/kg au Tessin.

Les mesures de denrées alimentaires sont poursuivies spécialement en vue d'une situation accidentelle.

2.8. Corps humain

Durant ces dernières années, la teneur moyenne en strontium-90 des os humains a été de 1,2 unités strontium (1 US = 1 pCi Sr-90/g calcium) produisant une dose de 3 mrem/an dans les organes générateurs du sang. Au temps de la plus forte contamination en 1967, la teneur en strontium-90 des os était environ le double.

Les examens de dents de lait d'enfants nés entre 1961 et 1968 on révélé un maximum de la teneur en strontium-90 pour les années 1963-64[1]). Chez les enfants plus jeunes, une diminution constante a été enregistrée (jusqu'à environ la moitié pour l'année de naissance 1968).

Des mesures à l'anthropospectromètre effectuées en 1975 sur 20 femmes de 17 à 18 ans et 24 hommes de 17 à 19 ans de Genève ont révé-

---

1) Le strontium-90 ne se fixe dans les dents de lait que durant leur formation, c.-à-d. pendant la période s'étendant de 6 mois avant la naissance à 6 mois après la naissance

lé une teneur en césium-137 du corps légèrement supérieure à celle obtenue en 1974 lors de la série de mesures correspondante: moyenne pour les femmes: 18 pCi Cs-137/kg poids du corps (1974: 14 pCi/kg); moyenne pour les hommes: 22 pCi Cs-137/kg poids du corps (1974: 18 pCi/kg). La Dose au corps qui en résulte est d'environ 0,2 mrem/an (valeur maximale 0,4 mrem/an). La dose correspondante due au potassium-40 naturel est de l'ordre de 20 mrem/an.

3. RÉACTEURS NUCLÉAIRES (en collaboration avec la Division pour la sécurité des installations nucléaires, ASK, S. Prêtre)

Le contrôle des émissions des installations nucléaires est du ressort principalement de l'ASK. La surveillance des immissions qu'elles provoquent est la tâche surtout de la Commission fédérale de surveillance de la radioactivité (KUER). L'ASK et la KUER collaborent étroitement afin d'accomplir au mieux les tâches de contrôle qui leur sont dévolues.

Le rejet de substances radioactives par les centrales nucléaires se fait d'une part par les eaux usées sous forme soluble ou insoluble et d'autre part par les effluents gazeux sous forme de gaz (principalement des gaz rares) et d'aérosols. Du fait des faibles concentrations, la détection des immissions au voisinage exige des instruments très sensibles et de longues durées de mesure.

Tandis que la dilution des eaux usées dans le cours d'eau récepteur est définie comme le rapport des débits d'eau, la détermination pour un point précis du voisinage du coefficient de diffusion momentané et encore plus du coefficient à long terme pour les effluents gazeux rejetés par la cheminée de l'installation exige un effort important. Les calculs des coefficients de diffusion tiennent compte des conditions météorologiques et topographiques. Des mesures effectuées dans le voisinage permettent de contrôler jusqu'à quel point les coefficients de diffusion calculés correspondent aux coefficients réels.

Dans ce chapitre, seules sont rapportées les mesures qui ont permis d'établir quantitativement l'influence des centrales nucléaires sur l'environnement. Quant aux échantillons du voisinage dont les activités ne se différencient pas de celles d'échantillons correspondants provenant d'autres régions de Suisse, il en est fait mention au chapitre 2.

3.1. Centrale nucléaire de Mühleberg, réacteur à eau bouillante

Le rejet de produits de fission gazeux avec les effluents gazeux s'échappant de la cheminée de la centrale nucléaire de Mühleberg se présente pour 1975 comme suit:

Isotope	Période	Activité (Ci)	Activité (Ci équivalent Xe-133[1])
Kr- 85^m	4,4 h	8000	24000
Kr- 87	76 min	300	5000
Kr- 88	2,8 h	5000	75000
Xe-133	5,3 j	70000	70000
Xe-135[2])	9,2 h	12000	36000
			Total: 210000
J -131	8,1 j	0,23	

Ces valeurs ne représentent que quelques % des rejets autorisés.

L'isomère krypton-85^m rapporté dans le tableau se désintègre dans la proportion de 20% vers l'état fondamental krypton-85 (période 10,7 ans). Comme gaz rare et émetteur bêta presque pur (seulement 0,004 quantum gamma / désintégration), cet isotope-ci a une concentration maximale admissible élevée. De par sa longue période, il se propage autour de la terre et pourrait, à long terme, devenir important du point de vue de la radioprotection. C'est pourquoi, on a mesuré le rapport Kr-85/Kr-85^m dans des échantillons de gaz d'échappement de la centrale. Pour ce faire, on a mesuré, après le prélèvement, les isotopes à vies courtes, parmi eux le krypton-85^m, puis, après leur disparition (quelques mois), le krypton-85 par sa raie gamma de 514 kilo-électron-volt. La faible intensité gamma n'a permis que de donner une limite supérieure du rapport Kr-85/Kr-85^m. Si l'on tient compte de la production de krypton-85 par désintégration du krypton-85^m dans la conduite de retardement et l'installation de filtrage au charbon actif, on peut estimer à 1000 Ci/an (correspondant à 1000 Ci/an équivalent xénon-133) au maximum le rejet annuel de krypton-85; ce résultat concorde avec ceux que l'on peut obtenir par calcul. Par extrapolation jusqu'en l'an 2000 des doses annuelles d'irradiation de la population par le krypton-85 (période 10,7 ans) et d'autres isotopes à vies longues comme l'iode-129 (période $1{,}7 \cdot 10^7$ ans) et le tritium (période 12,6 ans) par suite de leur libération des centrales nucléaires et des usines de retraitement du combustible nucléaire, on arrive, pour l'an 2000, à une dose universelle inférieure à 1 mrem/an (cf. rapport 1973).

Les doses locales par irradiation externe obtenues par calcul sur la base des rejets rapportés dans le tableau ci-dessus ont été de 3,4 mrem/an au point critique (Ufem Horn) et de 1,4 mrem/an à Salvisberg. A "Ufem Horn" et à 600 ENE de la centrale (poste de couplage des Forces motrices bernoises), les débits de dose ont été enregistrés continûment pendant deux mois au moyen de chambres à ioni-

---

1) Equivalent Xe-133 signifie l'activité de xénon-133 qui produit la même dose que l'activité donnée du nucléide considéré

2) Le xénon-135 n'est libéré quasiment que lorsque l'installation de filtrage au charbon actif n'est pas en fonctionnement (peu de jours par an)

sation, alors que le réacteur était en période de fonctionnement normal, puis au repos (mesure du rayonnement ambiant naturel, $\approx$ 12 µR/h[1]), en passant par la phase d'arrêt. Pendant celle-ci, à "Ufem Horn", des pointes de débit de dose de 200 à 300 µR/h de courte durée (de l'ordre d'une demi-heure) ont été mesurées. La dose locale supplémentaire moyenne durant la période d'observation a été de l'ordre de 1 µR/h à "Ufem Horn" et de 0,2 µR/h près du poste de couplage. Si l'on tient compte de l'émission légèrement accrue pendant la phase d'arrêt, on constate une bonne concordance avec la dose locale calculée.

La voie critique pour l'iode-131 est la chaîne air-herbe-lait-bébé (glande thyroïde). La plus grande libération d'iode se produit après l'arrêt du réacteur lors de l'ouverture de la cuve de pression (par ex. pour le changement du combustible). C'est pourquoi, avant et pendant l'arrêt (22.7 - 22.8.75), des échantillons de lait de 5 litres ont été prélevés quotidiennement dans les directions principales du vent (Ufem Horn, 500 m à l'ouest, et Salvisberg, 1500 m ENE de la cheminée). L'iode a été extrait au moyen d'un échangeur d'ions [2] et analysé. La limite de détection pour une durée de mesure de 24 h est de 0,4±0,2 pCi J-131/ℓ de lait. Entre le 30 juillet et le 7 août, il est apparu, aux deux points de prélèvement, une nette augmentation de la teneur en J-131 du lait. Correspondant aux coefficients de diffusion différents, la concentration d'iode dans le lait d'"Ufem Horn" (maximum 36 pCi J-131/ℓ, le 7 août) a été 20 fois plus élevée que dans celui de Salvisberg (maximum 2 pCi J-131/ℓ, le 4 août). Des bébés qui, dans la période du 22 juillet au 22 août 75, auraient consommé régulièrement de ce lait auraient accumulé dans la glande thyroïde und dose de l'ordre de 4 mrem à "Ufem Horn" et de 0,2 mrem à Salvisberg. Ces valeurs se trouvent nettement au-dessous de la dose de 60 mrem/an à la glande thyroide maximale admissible d'après le "concept".

Les mesures des aérosols s'échappant par la cheminée de la centrale nucléaire de Mühleberg ont révélé des activités (principalement des isotopes à vies courtes de strontium, iode, césium, barium) négligeables par rapport aux rejets autorisés pour ces isotopes.

Le rejet total de radioactivité avec les <u>effluents liquides</u> en 1975 se chiffre à 0,6 Ci. Lorsque toute la radioactivité est attribuée à l'émetteur bêta le plus dangereux, le strontium-90, il en résulterait, pour les personnes qui couvriraient tous leurs besoins en eau potable avec de l'eau de l'Aar prélevée en aval de la centrale nucléaire de Mühleberg, une dose annuelle inférieure à 1 mrem. En fait, des analyses d'échantillons montrent que le strontium-90 ne représente qu'une petite partie de la radioactivité.

---

1) 1 µR/h (microröntgen/heure) = 10^{-6} R/h (röntgen/heure) $\approx 10^{-6}$ rem/h

2) H. Riedel et coauteurs: "Untersuchung über den Nachweis von J-131 in frischer Kuhmilch", Nov. 1974, STH-12/74, Bundesgesundheitsamt, Neuherberg/München

Les 377 personnes professionnellement exposées aux rayonnements occupées à la centrale nucléaire de Mühleberg (parmi elles, 104 en constituent le personnel propre) ont reçu une dose collective de 248 man rem [1]. La dose collective due au rejet de gaz rares pour l'ensemble de la population située dans un rayon de 15 km autour de la centrale nucléaire de Mühleberg est évaluée à 13 man rem seulement.

3.2. Centrales nucléaires Beznau I et II, réacteurs à eau pressurisée

Les effluents gazeux libérés par les centrales nucléaires Beznau I et II se montent à 4300 Ci de xénon-133 et 0,017 Ci d'iode-131. La dose locale qui en résulte n'a, en aucun point du voisinage, dépassé 1 mrem/an.

Une activité totale de 0,26 Ci équivalent strontium-90 a été rejetée dans l'Aar avec les effluents liquides. Si l'eau de l'Aar en aval du site, dans laquelle sont dilués ces effluents liquides, était utilisée sans traitement comme eau potable, il en résulterait une dose annuelle inférieure à 0,1 mrem.

Le rejet des effluents liquides radioactifs dans l'Aar se fait à partir des réservoirs d'eau de régénération après contrôle de la radioactivité. De nombreux échantillons provenant des différents réservoirs de rejet ont été prélevés par la Division pour la sécurité des installations nucléaires et la Commission fédérale de surveillance de la radioactivité. Lors du rejet, une dilution avec les eaux usées provenant des puisards des générateurs de vapeur a lieu avant le déversement dans le bief d'amont. Des échantillons des eaux usées diluées ont montré des activités volumiques de l'ordre de grandeur de la concentration maximale admissible dans l'eau potable pour des personnes professionnellement exposées aux rayonnements.

De faibles quantités de substances radioactives sont d'autre part rejetées par les centrales de Beznau avec les eaux usées provenant d'activités secondaires (buanderie, laboratoire de chimie, douches); elles parviennent dans l'Aar à travers une fosse d'épuration. Ces substances sont pour la plupart insolubles et s'y déposent. La boue de décantation est stockée comme déchet radioactif.

Les 450 personnes professionnellement exposées aux rayonnements occupées aux centrales Beznau I et II (personnel propre 261, personnel étranger 189) ont accumulé en 1975 une dose collective de 435 man rem. La dose collective due au rejet de gaz rares pour la population située dans un rayon de 35 km a été de l'ordre de 2 man rem, ce qui est négligeable.

---

1) Dose collective = somme des doses des différentes personnes; 377 personnes (man) ont reçu en moyenne une dose personnelle de 0,658 rem, au total donc 248 man rem

3.3. Future centrale nucléaire de Gösgen-Däniken, réacteur à eau pressurisée

Durant l'année 1975, des préparatifs ont été entrepris pour déterminer le rayonnement ambiant dans la région d'Olten-Aarau avant l'entrée en fonctionnement de la centrale en vue d'un constat des effets possibles de celle-ci.

3.4. Institut fédéral de recherche en matière de réacteurs, Würenlingen (EIR)

En 1975, $2{,}5 \cdot 10^5$ Ci d'argon-41 (correspondant à $1{,}9 \cdot 10^6$ Ci équivalent xénon-133, cf. note 1) au bas de la page 55), 0,52 Ci d'iode-131 et 190 Ci de tritium ont été rejetés par l'EIR dans l'environnement avec les effluents gazeux. L'argon-41 provient du réacteur de recherche "Diorite". Au point critique, 250 m au sud de la cheminée du "Diorite", une dose locale de 45 mrem/an en plus du fond naturel a été mesurée en plein air (d'après les prescriptions [1]) encore en vigueur, 500 mrem/an sont autorisés). Selon une étude approfondie de l'EIR, les personnes habitant les maisons situées à 300 m au sud de la cheminée du "Diorite" (groupe critique de population), mais qui ne travaillent pas à l'EIR, ont reçu pendant l'année 1974 (presque la même quantité d'argon-41 rejetée qu'en 1975) une dose annuelle de 75 mrem, dont 67 mrem proviennent du fond naturel et des matériaux de construction des maisons et 8 mrem sont imputables à l'argon-41. Dans les autres zones habitées au voisinage du "Diorite", les doses locales supplémentaires en plein air ont été de peu supérieures à la limite de détection de 10 mrem/an.

Les aérosols provenant de l'installation pilote d'incinération pour déchets faiblement radioactifs, laquelle a fonctionné pour la première fois en septembre et octobre 1975, ont provoqué au voisinage immédiat de la cheminée une activité supplémentaire de l'air variant entre 0,03 et 0,08 pCi/m^3 d'air. Cette augmentation est du même ordre de grandeur que la moyenne annuelle de la radioactivité de l'air aux autres stations de mesure suisses (0,04 pCi/m^3, cf. 2.3.; 10 pCi/m^3 d'air d'un mélange non analysé d'émetteurs bêta sont autorisés en permanence dans l'air respirable pour des personnes isolées).

Les effluents liquides rejetés dans l'Aar par l'EIR se sont montés à 0,07 Ci équivalent strontium-90, ce qui correspond à une dose négligeable ($\approx$0,02 mrem/an) pour les personnes qui couvriraient tous leurs besoins en eau potable avec de l'eau de l'Aar.

Les 288 personnes professionnellement exposées aux rayonnements à l'EIR ont accumulé en 1975 une dose collective de 69 man rem.

3.5. Ancienne centrale nucléaire de Lucens

Une activité de $1{,}75 \cdot 10^{-4}$ Ci, environ 1/1000 de l'activité rejetée en 1969, provenant du puisard de la caverne de l'ancienne centrale de

---

1) actuellement en révision

Lucens, a été rejetée à la Broye en 1975 (1974: $4,4 \cdot 10^{-4}$ Ci). Les concentrations mesurées dans le réservoir collecteur, 500 à 1000 pCi de césium-137/ℓ et 50 à 200 pCi de strontium-90/ℓ, ont été inférieures à la concentration maximale admissible dans l'eau potable pour des personnes professionnellement exposées aux rayonnements. Après mélange dans la Broye (rapport des débits environ 1/5000), l'augmentation de la radioactivité est négligeable.

4. INDUSTRIES TRAITANT DES RADIOISOTOPES ET HÔPITAUX

Le contrôle des entreprises qui traitent des radioisotopes est du ressort du Service fédéral de l'hygiène publique et de la Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents. La surveillance des immissions causées par ces entreprises est cependant la tâche surtout de la Commission fédérale de surveillance de la radioactivité (KUER). Dans ce but, on examine d'une part des échantillons d'eaux usées d'entreprises qui traitent de grandes quantités de substances radioactives et prélève continûment d'autre part des échantillons provenant de stations d'épuration des eaux usées et de grands cours d'eau. Les examens comprennent la radioactivité bêta totale et des mesures spécifiques des principaux radioisotopes utilisés.

4.1. Station d'épuration des eaux usées de Lausanne

Les échantillons hebdomadaires d'eau recueillie en continu par le collecteur placé à la sortie de la station d'épuration de Lausanne ont présenté constamment de faibles activités bêta totales (énergies bêta > 150 keV), inférieures à 11 pCi/ℓ.

4.2. Station d'épuration des eaux usées de Zurich-Werdhölzli

Certains échantillons hebdomadaires d'eaux usées de la station d'épuration de Zurich-Werdhölzli ont présenté une radioactivité bêta totale fortement accrue. C'est pourquoi les échantillons du 3.6 - 9.12.75 ont été analysés en spectroscopie gamma. Outre l'iode-131, seules de faibles activités de césium-137 (maximum 30 pCi/ℓ d'eau) ont été constatées.
La plus forte activité d'iode-131 s'est élevée à 1750 pCi/ℓ (semaine du 7 - 14.10.75). Si l'on considère que $1,5$ à $1,9 \cdot 10^6$ m^3 d'eaux usées sont traitées hebdomadairement à la station d'épuration de Zurich-Werdhölzli, cela signifie qu'un total d'environ 3 Ci d'iode-131 ont été rejetés en une semaine par la ville de Zurich.

D'après l'ordonnance concernant la protection contre les radiations de 1963, la concentration de l'iode-131 dans les eaux usées d'une entreprise ne doit pas dépasser 20000 pCi/ℓ en moyenne journalière. Une réglementation particulière s'applique aux excrétions de patients qui ont été traités à l'iode-131. Elle prescrit que la concentration fixée pour les eaux usées d'un hôpital peut être dépassée aussi longtemps qu'il est certain qu'une activité totale de 1 millicurie par jour et par 2000 personnes n'est pas dépassée dans le système de canalisation. Si l'on considère le territoire desservi par la station d'épuration de Werdhölzli, cela correspond à un

rejet hebdomadaire maximum admissible de 1,75 Ci d'iode-131 pour les hôpitaux de la ville de Zurich.

Le rejet d'iode-131 (3 Ci) constaté dans la semaine du 7 - 14.10.75 a donc dépassé la limite de 1,75 Ci/semaine autorisée pour les hôpitaux de la ville de Zurich. La Commission fédérale de surveillance de la radioactivité a rendu les organes de contrôle attentifs à cet état de chose. Selon une communication de la Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents, aucune entreprise industrielle n'a utilisé de l'iode-131 pendant la période en question. Des bassins de retenue supplémentaires pour les excrétions contenant de l'iode-131 ont été par conséquent prescrits aux hôpitaux par le Service fédéral de l'hygiène publique. Lorsqu'ils seront installés, la teneur en iode-131 des eaux usées sera fortement réduite.

La considération suivante montre combien sont basses les limites de rejet fixées dans l'ordonnance concernant la protection contre les radiations de 1963: la concentration de l'iode-131 dans la Limmat en aval de la station d'épuration de Zurich n'a été que de 100 pCi/ℓ dans la semaine incriminée, alors que la concentration maximale admissible dans l'eau potable pour la population dans son ensemble est de 600 pCi d'iode-131/ℓ.

4.3. Tritium

En Suisse, la peinture luminescente au tritium est utilisée principalement dans l'industrie horlogère. Cinq à 15% de son activité s'échappe annuellement et il se forme de la vapeur d'eau enrichie en tritium. Des 17'000 Ci de peinture luminescente au tritium mis en oeuvre en 1975, 20% le sont à La Chaux-de-Fonds. Les entreprises utilisant de la peinture luminescente libèrent ainsi du tritium dans l'environnement avec leurs effluents gazeux et liquides. C'est pourquoi des échantillons de précipitations, d'eaux usées et d'eaux superficielles de la région de La Chaux-de-Fonds ont été examinées. La teneur en tritium des échantillons d'eau de pluie est légèrement plus élevée que dans le reste de la Suisse. Les eaux usées de cette ville ont contenu par contre jusqu'à 100'000 pCi de tritium/ℓ d'eau. Des teneurs en tritium nettement accrues ont été également constatées dans de petits ruisseaux alimentés par l'eau d'infiltration de la région de La Chaux-de-Fonds et dans le Doubs en aval de la ville (après réception des eaux usées de La Chaux-de-Fonds). Par comparaison à la limite de 10^6 pCi de tritium/ℓ dans l'eau potable pour la population dans son ensemble, recommandée par la Commission internationale de protection radiologique, il apparaît que les valeurs mesurées même les plus élevées sont inoffensives. Les immissions locales de tritium causées par les effluents gazeux et liquides rejetés par les ateliers de posage de peinture luminescente sont cependant examinées de plus près dans le cadre d'un projet plus global.

Des échantillons d'eaux usées d'entreprises particulières qui utilisent du tritium (Cerberus AG, Männedorf; Radium-Chemie, Teufen) ont contenu des activités du même ordre de grandeur que dans les eaux usées de La Chaux-de-Fonds; la firme "Nuklear AG Merz & Benteli" à Niederwangen n'a rejeté en 1975 que la quantité insignifiante

de 0,16 Ci de tritium avec les eaux usées.

La concentration du tritium dans l'eau des stations d'épuration des eaux usées de Lausanne et de Zurich-Werdhölzli s'est toujours trouvée à l'intérieur des valeurs extrêmes observées dans l'eau de pluie.

4.4. Radioactivité alpha

Des activités alpha de l'ordre de 1 pCi/ℓ ont été mesurées dans les échantillons d'eaux usées de Zurich-Werdhölzli et de Lausanne, ainsi que dans les échantillons d'eau du Rhin prélevés près de Kembs. Avec au plus 8 pCi/ℓ, les échantillons d'eaux usées de la firme "Cerberus AG" à Männedorf et Volketswil ont présenté des activités volumiques alpha très inférieures à la concentration maximale admissible dans les eaux usées pour un mélange non analysé d'émetteurs alpha (100 pCi/ℓ en moyenne journalière d'après l'ordonnance concernant la protection contre les radiations).

5. RÉSUMÉ

Les mesures étendues de la radioactivité dans la biosphère et l'évaluation de l'irradiation de la population suisse sont à juger sous le rapport des risques pour la santé. L'irradiation en 1975 se présente comme suit:

Causes	Doses pour des groupes et organes particuliers	Doses moyennes au corps entier pour la population dans son ensemble
Irradiation naturelle[1])		
- externe (50-300 mrem/an suivant le lieu)		env. 100 mrem/an
- interne (potassium-40, carbone-14, produits de filiation du radium et du thorium, etc.)		env. 19 mrem/an
Retombée radioactive due aux explosions nucléaires		env. 5 mrem/an
Autres sources: montres à cadran lumineux, télévision en couleur, tabac, navigation aérienne		env. 1 mrem/an

Causes	Doses pour des groupes et organes particuliers	Doses moyennes au corps entier pour la population dans son ensemble
Doses des personnes professionnellement exposées aux rayonnements rapportées à l'ensemble de la population		0,3 mrem/an
Centrales nucléaires en Suisse		
- en moyenne sur l'ensemble de la population		<0,1 mrem/an
- au point critique	<5 mrem/an[2]	
- en moyenne sur la population du voisinage	<1 mrem/an	
Institut fédéral de recherche en matière de réacteurs		
- en moyenne sur l'ensemble de la population		<0,1 mrem/an
- au point critique	45 mrem/an[3]	
- groupe critique de population	8 mrem/an	
- en moyenne sur la population du voisinage	<5 mrem/an	
Produits de fission à vies longues (tritium, iode-129, krypton-85) provenant des centrales nucléaires et des installations étrangères de retraitement du combustible		<0,1 mrem/an
Examens diagnostiques aux rayons X (1971), en moyenne sur la population		
- dose au corps entier		>80 mrem/an[4]
- dose aux gonades[1]	80 mrem/an	
- dose génétiquement significative[1]	43 mrem/an	

1) D'après des calculs récents de G.G. Poretti et coauteurs: "Erhebung über die Strahlenbelastung der Schweizer Bevölkerung infolge röntgendiagnostischer Untersuchungen" (1971); cet ouvrage peut être obtenu auprès de l'Association suisse pour l'énergie atomique, case postale 2613, 3001 Berne

2) D'après le concept sur les rejets (Division pour la sécurité des installations nucléaires, Commission pour la sécurité des installations atomiques, Commission fédérale de surveillance de la radioactivité), une dose maximale de 20 mrem/an est autorisée

3) D'après les prescriptions encore en vigueur actuellement, une dose maximale de 500 mrem/an est autorisée

4) La dose au corps entier résultant des examens diagnostiques aux rayons X est supérieure à celle des gonades qui sont le plus souvent protégées à l'aide d'un écran; des calculs de la dose à la moelle osseuse sont en cours

L'irradiation artificielle en Suisse - à l'exception des applications médicales - est, avec moins de 10 mrem/an, toujours d'un ordre de grandeur inférieure au fond naturel et même inférieure à ses fluctuations locales. Le risque qui en découle peut par conséquent être considéré comme négligeable.

La part prépondérante de cette irradiation artificielle est toujours due à la retombée radioactive causée par les explosions nucléaires. Si la contribution de l'industrie nucléaire est si faible, cela tient aux prescriptions sévères de la radioprotection, aux multiples dispositifs de protection et à une surveillance étendue.

Une irradiation considérablement plus élevée - comparable au fond naturel - est imputable aux seuls examens diagnostiques aux rayons X. Il semble justifié de se demander jusqu'à quel point - pour un même profit - cette irradiation pourrait être abaissée.

Essais nucléaires

Aucun essai nucléaire dans l'atmosphère n'a eu lieu en 1975. Il s'en est suivi une diminution réjouissante du nouvel apport de produits de fission qui est tombé à des valeurs totalement insignifiantes.

Installations nucléaires

La surveillance intentionnelle des centrales nucléaires - effluents liquides et gazeux, doses locales au voisinage, iode-131 dans le lait - a montré que les prescriptions sur les rejets et les doses limites pour la population des environs n'ont jamais été dépassées.

La plus forte dose annuelle a été mesurée en un point dans la forêt à 250 m au sud de l'Institut fédéral de recherche en matière de réacteurs, à savoir une dose locale de 45 mrem/an. La dose an-

nuelle maxima pour les personnes vivant au voisinage de l'institut (groupe de population critique) a été de 8 mrem/an. Le réacteur "Diorite", dont le rejet d'argon-41 est la cause de ces doses, sera arrêté en 1977.

A partir de 1976, des mesures seront effectuées dans la région d'Olten-Aarau afin de déterminer la radioactivité ambiante avant l'entrée en fonctionnement de l'installation nucléaire de Gösgen-Däniken. Elles permettront, dans le cadre d'un constat, d'évaluer précisément l'influence réelle de la centrale nucléaire sur l'environnement après son entrée en fonctionnement.

Entreprises industrielles et hôpitaux

De même en ce qui concerne les entreprises industrielles, aucune violation des prescriptions sur les rejets n'a été constatée. Les teneurs en tritium des eaux de la région de La Chaux-de-Fonds sont considérablement plus élevées que dans d'autres parties du pays; elles n'atteignent cependant de loin pas un niveau dangereux. Malgré cela, les immissions locales de tritium causées par les effluents gazeux et liquides rejetés par les ateliers de posage de peinture luminescente sont examinées de plus près dans le cadre d'un projet global.

Dans un seul cas, lors du contrôle des eaux usées de la ville de Zurich, il a été constaté que le rejet d'iode-131 par les hôpitaux a dépassé pendant une semaine la concentration admissible. La radioactivité rejetée a occasionné une élévation de la teneur en iode-131 de la Limmat jusqu'à environ 1/6 de la concentration maximale admissible dans l'eau potable pour la population dans son ensemble; elle n'a par conséquent présenté aucun danger. L'organe de contrôle a ordonné des mesures (bassin de retenue) qui empêcheront qu'un tel événement ne se produise à l'avenir.

Commité d'alarme de la Commission fédérale de surveillance de la radioactivité (KUER)

La centrale de surveillance du Comité d'alarme de la KUER a pour tâche, après connaissance d'un accident, de prévoir la retombée et, en cas d'urgence, d'alerter directement la population; depuis le 1er août 1975, elle se trouve à l'Institut suisse de météorologie à Zurich.

Le Comité d'alarme de la KUER a élaboré un projet en vue de la détermination du niveau d'irradiation au moyen de détecteurs répartis dans 50 stations en Suisse, avec transmission automatique des mesures à la centrale de surveillance. Il peut à cet effet s'appuyer sur le réseau automatique de télémesure (en voie de réalisation) de l'Institut suisse de météorologie. L'exécution de ce projet accroîtra considérablement la capacité de fonctionnement de la centrale de surveillance, laquelle sera renseignée en permanence et sans retard sur la situation de contamination à grande échelle.

Conclusion

Bien qu'en 1975 l'irradiation d'origine artificielle ait été faible, il est du devoir de la KUER, non seulement en cas d'explosion nucléaire, mais aussi lors d'immissions résultant de l'utilisation toujours croissante de l'énergie nucléaire et de radionucléides dans l'industrie et la médecine, de suivre constamment le développement de la radioactivité dans toute la Suisse et de proposer, en cas de danger possible pour la population, les mesures de protection nécessaires.

Nous remercions le directeur du Service fédéral de l'hygiène publique, le Dr. en méd. U. Frey, pour son appui à la KUER en tout ce qui la concerne. Nos remericements vont également aux laboratoires qui ont contribué aux analyses et en particulier à M. S. Prêtre qui nous a communiqué pour publication les activités rejetées par les installations nucléaires et les résultats des calculs de la Division pour la sécurité des installations nucléaires s'y rapportant.

Composition de la commission:

Prof. Dr. O. Huber, Université de Fribourg, président
Prof. Dr. J. Rossel, Université de Neuchâtel, vice-président
Prof. Dr. J.L. Mauron, Nestlé SA, Vevey
PD Dr. G. Poretti, Hôpital de l'Ile, Berne
Dr. G. Simmen, directeur de l'Institut suisse de météorologie, Zurich
Prof. Dr. W. Stumm, EPF, Zurich
Prof. Dr. J. Wellauer, Université de Zurich

Fribourg, août 1976

Appendice

Les résultats rassemblés dans ce rapport proviennent d'analyses effectuées par les laboratoires suivants:

ARL	Communauté de travail pour la surveillance de la radioactivité des denrées alimentaires (Dr. A. Miserez, président, Service fédéral de l'hygiène publique, Berne)
ASK	Division pour la sécurité des installations nucléaires, Würenlingen (S. Prêtre, S. Chakraborty, Dr. J. Czarnecki, W. Jeschki)
BE	Institut de physique de l'Université de Berne (Prof. Dr. H. Oeschger, Dr. H. Loosli, U. Schotterer, Dr. U. Siegenthaler, R. Stampfli)
CBE	Institut de chimie inorganique, analytique et physique, Université de Berne (Prof. Dr. H.R. von Gunten)
EAWAG	Section de radioactivité de l'Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux, Dübendorf (Prof. Dr. W. Stumm, Mme Dr. M. Bezzegh, D. Meierhans)
EIR	Institut fédéral de recherche en matière de réacteurs, Würenlingen (Dr. F. Alder, Dr. E. Nagel, Dr. W. Görlich)
EPFL	Institut d'électrochimie et de radiochimie, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (Prof. Dr. P. Lerch, J. Geering)
FR	Laboratoire de Fribourg de la Commission fédérale de surveillance de la radioactivité, Institut de physique de l'Université (Prof. Dr. O. Huber, Dr. J. Halter, Dr. B. Michaud, L. Ribordy, H. Völkle)
NESTEC	Société d'assistance technique pour produits Nestlé SA, La Tour-de-Peilz (Prof. Dr. J.L. Mauron, G. Curiat)
SCCI	Service cantonal de contrôle des irradiations, Genève (Prof. Dr. A. Donath)
SUVA	Section de physique de la Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents, Lucerne (E. Kaufmann)

48210