

Zeitschrift: Bericht der Eidgenössischen Kommission zur Überwachung der Radioaktivität

Herausgeber: Eidgenössische Kommission zur Überwachung der Radioaktivität

Band: 18 (1974)

Rubrik: 18e Rapport de la Commission fédérale de la radioactivité pour l'année 1974, 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: 14.01.2026

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

18^E RAPPORT DE LA COMMISSION FEDERALE DE LA RADIOACTIVITE POUR L'ANNEE 1974, A L'INTENTION DU CONSEIL FEDERAL

PAR PROF. DR. O. HUBER, PRESIDENT DE LA COMMISSION, FRIBOURG¹⁾

1. INTRODUCTION

L'homme a été de tout temps exposé en permanence à l'irradiation naturelle. Celle-ci, conjointement avec d'autres causes, a contribué par des mutations à l'évolution des espèces; elle sert par conséquent de valeur de comparaison dans l'appréciation de toute irradiation supplémentaire.

La découverte de la désintégration radioactive, des rayons X et de la fission nucléaire a ouvert un large champ à la recherche, la médecine et la technique. De nombreuses applications de l'énergie nucléaire et des rayonnements ionisants ont contribué notablement à l'amélioration de nos conditions de vie et il n'est plus imaginable de s'en passer aujourd'hui. Elles comportent cependant aussi un danger pour l'homme car une irradiation peut provoquer une augmentation de la fréquence du cancer et d'autres dommages somatiques, ainsi que des mutations (dommages génétiques) dont les effets n'apparaissent que chez les descendants.

La figure 1 représente les différentes voies possibles par lesquelles la radioactivité de l'environnement contribue à la dose d'irradiation de l'homme. On distingue entre l'irradiation externe et l'irradiation interne suivant que les substances radioactives se trouvent à l'extérieur du corps ou qu'elles ont pénétré dans celui-ci (incorporation) par la nourriture (ingestion) ou par l'air respiré (inhalation).

L'évaluation de l'irradiation de la population exige par conséquent la surveillance de la radioactivité dans toute la biosphère, c.-à-d. dans l'air, l'eau, le sol, la nourriture, le corps humain, etc.. Ces contrôles sont la tâche de la Commission fédérale de la radioactivité ²⁾. Tandis qu'il y a 10 ans, le but principal était encore de déterminer les effets

1) Le rapport a été rédigé en collaboration avec Dr. J. Halter, phys. dipl. H. Völkle et Dr. B. Michaud (Fribourg)

2) La composition de la commission ainsi que la liste des laboratoires qui ont participé aux mesures figurent dans l'appendice

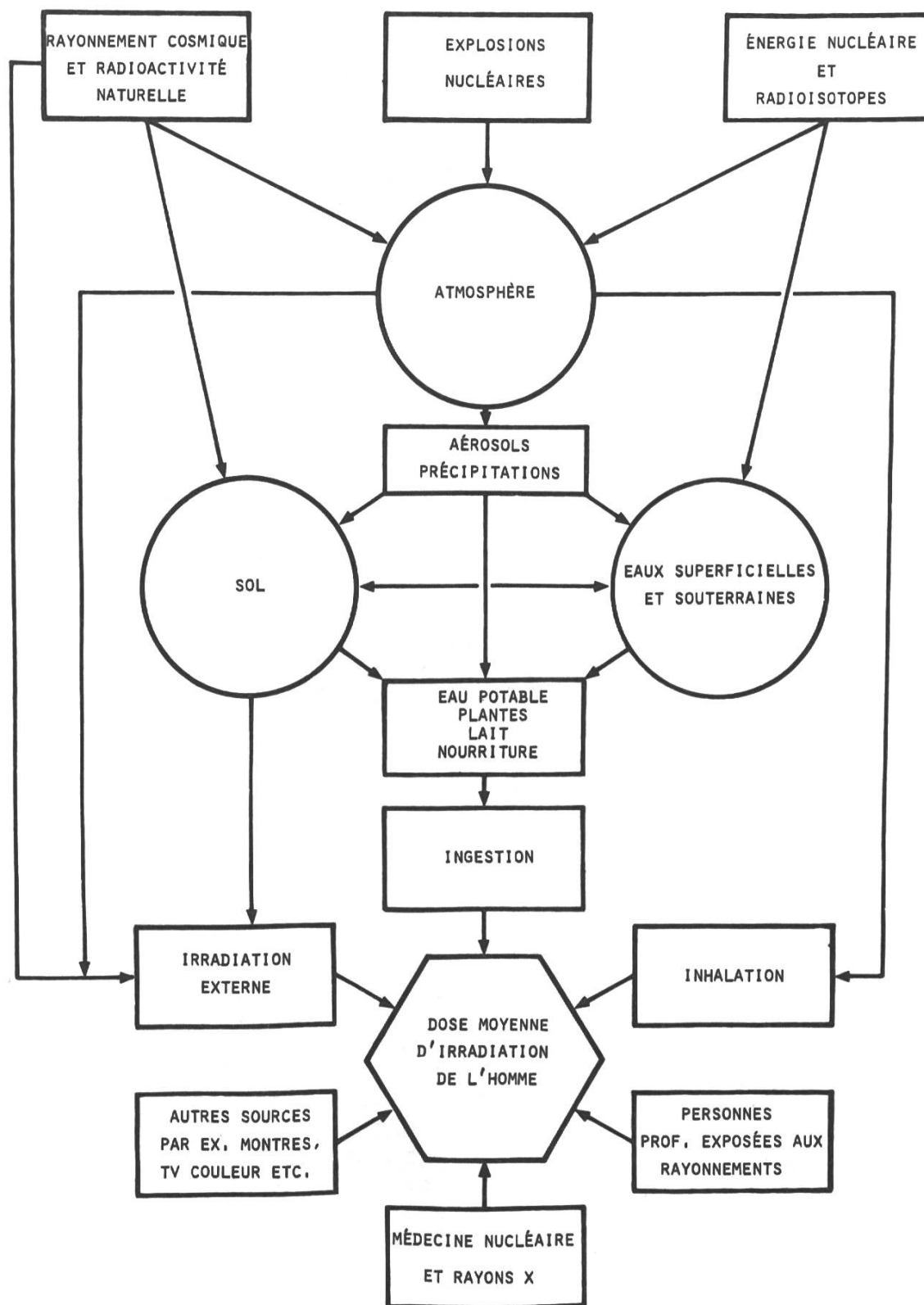


Fig. 1. Irradiation de l'homme: causes et voies d'irradiation (FR)

des explosions nucléaires, l'objet actuel de la surveillance se rapporte en premier lieu aux immissions causées par les effluents gazeux et liquides provenant des centrales nucléaires ainsi que des hôpitaux et des industries traitant des radioisotopes.

2. SURVEILLANCE GENERALE DE LA RADIOACTIVITE

Dose d'irradiation naturelle

Comme l'ont montré des investigations antérieures, la dose d'irradiation naturelle moyenne en Suisse est de 150 mrem/an¹⁾ (externe 122 mrem/an, interne 30 mrem/an); la dose externe dépend fortement de la nature géologique du sol et varie suivant le lieu entre 60 et 350 mrem/an. Les doses d'irradiation externe obtenues lors d'une mesure en différents points de la ville de Fribourg s'étendent de 7,5 μ R/h ²⁾ (correspondant à 66 mrem/an) à 10,4 μ R/h (correspondant à 91 mrem/an). A proximité d'un bloc erratique, une dose externe de 20 μ R/h (correspondant à 175 mrem/an) a été enregistrée.

2.1. Retombée radioactive provenant des essais nucléaires

Comme prévu, par suite du dépôt de produits de fission de la bombe chinoise de 1 à 2 Mt (mégatonne) du 27.6.73, on a constaté en 1974 une légère augmentation de la radioactivité de l'air et des précipitations par rapport à 1973. Le 17.6.74, la République populaire de Chine a procédé à Lop Nor à l'explosion d'une nouvelle bombe à hydrogène d'environ 1 Mt. Ses produits de fission ont été observés pour la première fois en Suisse au début juillet. Huit bombes atomiques françaises de plus petits calibres (env. 10 kt) ont été mises à feu à Mururoa dans le Pacifique Sud entre le 16.6. et le 15.9.74; elles n'ont cependant pas d'influence sur la radioactivité de l'air dans l'hémisphère Nord.

2.2. Air (fig. 2 - 5)

La radioactivité de l'air est contrôlée en 10 endroits en Suisse. Les aérosols (poussière dans l'air) sont retenus sur papier filtre et leur radioactivité continûment enregistrée. Pour la mesure de la radioactivité à haute altitude (entre 8'000 et 14'000m), une installation de filtrage de l'air est fixée à un avion. Les filtres sont ensuite analysés dans les laboratoires.

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

2) 1 μ R/h (microröntgen/heure) \approx 8,76 mrem/an

Par suite de l'explosion de la bombe H chinoise du 27.6.73, la radioactivité artificielle des aérosols (sans les gaz rares) en 1974 a augmenté en moyenne d'un facteur 5 par rapport à l'année précédente; elle reste cependant 30 fois plus faible que la moyenne annuelle maxima enregistrée en 1962.

La radioactivité artificielle moyenne (sans les émetteurs alpha) de l'air au sol (aérosols) a été en 1974 de $0,14 \text{ pCi/m}^3$ air l¹), ce qui conduit à une dose corporelle par inhalation d'env. $0,2 \text{ mrem/an}$. La radioactivité naturelle des aérosols, provenant des produits de désintégration des isotopes radon-222 et 220, est par contre considérablement plus élevée. Des activités entre 30 et 300 pCi/m^3 occasionnant une dose au poumon entre 15 et 150 mrem/an ont été observées pour le radon-222 naturel issu de la série uranium-radium.

La radioactivité alpha des aérosols a varié en 1974 entre $0,2 \cdot 10^{-3}$ et $1,4 \cdot 10^{-3} \text{ pCi/m}^3$; comme des mesures antérieures l'ont montré, elle provient en grande partie du polonium-210 naturel; la contribution du plutonium-239 plus dangereux n'est que de quelques %.

2.3. Précipitations (tabl. 1 - 2)

Les précipitations sont recueillies chaque semaine en 5 endroits en Suisse; une légère augmentation de leur radioactivité artificielle a été constatée en 1974.

	1963	1973	1974
Radioactivité moyenne dans les précipitations en pCi/l	480	7	19
Radioactivité précipitée au sol en mCi/km ²	810	13	23

Par comparaison à la radioactivité amenée au sol par les précipitations, la radioactivité déposée par retombée sèche est beaucoup plus faible (1974: $0,62 \text{ mCi/km}^2$).

Le tritium présent dans les précipitations, produit principalement lors d'explosions de bombes H, fait l'objet de recherches spéciales. En 1974, la moyenne annuelle pour la station de Locarno a été de 300 pCi/l et pour celle de Berne de 730 pCi/l . La valeur isolée la plus élevée pour un échantillon hebdomadaire a été obtenue à Zurich à la fin novembre; elle a atteint $4'600 \text{ pCi/l}$.

1) 1 pCi (picocurie) = 10^{-12} Ci (curie) $\hat{=}$ $2,2$ désintégrations radioactives/minute

2.4. Eaux superficielles, eau potable

La radioactivité bêta moyenne des eaux superficielles examinées (lacs et rivières) a été de 4 pCi/l, la radioactivité alpha de 1 pCi/l.

Les activités mesurées dans du plancton et des matières en suspension ont varié entre 10 et 40 pCi/g MS (matière sèche), dans des plantes aquatiques entre 20 et 30 pCi/g MS et dans des poissons entre 2 et 3 pCi/g MS. Dans ces échantillons, la plus grande partie de l'activité provient du potassium-40 naturel.

La radioactivité bêta d'échantillons d'eau potable a été en 1974 en moyenne de 2,5 pCi/l (tolérance pour la population en général dans le cas d'un mélange non analysé : 30 pCi/l).

2.5. Sol

Des échantillons de terre sont prélevés en 5 endroits en vue de la détermination de leur teneur en émetteurs gamma et en strontium-90. Les résultats obtenus sont les suivants:

		potassium-40 (naturel) pCi/kg MS	césium-137 pCi/kg MS	strontium-90 pCi/kg MS
Plateau	couche supérieure (0-5 cm)	11'000-20'000	200-800	100-300
Alpes (Davos- Still- berg)	couche supérieure (0-5 cm)	~17'000	7'600	2'000
	couche inférieure (5-15 cm)	~19'000	230	700

Comme durant les dernières années sur le Plateau aucune différence systématique entre la couche supérieure et la couche inférieure n'a été constatée, à partir de 1974 seule la couche supérieure a été examinée.

Tandis que la contribution à la dose imputable à l'émetteur bêta strontium-90 est négligeable, la contamination du sol par le césium-137 sur le Plateau a occasionné en 1974 une dose externe au corps entier de l'ordre de 2 mrem/an.

2.6. Herbe, lait et autres denrées alimentaires (fig. 6, tabl.3)

Des échantillons d'herbe et de lait sont prélevés aux mêmes endroits que la terre en vue de la détermination de leur teneur en émetteurs gamma et en strontium-90; des échantillons de lait supplémentaires sont prélevés ailleurs.

		potassium-40 (naturel)	césium-137	strontium-90
Herbe/foin (pCi/kg MS)	Plateau	21'000-30'000	100-260	100-800
	Alpes (Davos- Still- berg)	19'200	800	4'000
Lait (pCi/l)	Plateau	1'100- 1'800	7- 17	4- 10
	Alpes: Davos- Stillberg	1'610	119	76
	Mürren	1'330	---	30

Des valeurs analogues à celles de l'herbe et du foin ont été obtenues pour les fourrages ensilés et concentrés.

Par rapport à l'année précédente, on a constaté une légère diminution de la teneur en strontium-90 des céréales et produits de mouture de la moisson 1973 (strontium-90 dans le froment: 1972 : 33 pCi/kg, 1973 : 29 pCi/kg). Dans d'autres échantillons de denrées alimentaires telles que pain, fruits, légumes et poissons, on n'a trouvé que d'infimes quantités de strontium-90. Des teneurs en strontium-90 plus élevées ont été mesurées uniquement dans le cas d'échantillons de morilles étrangères (Pakistan: 60 pCi/kg poids frais, URSS: 176 pCi/kg).

2.7. Corps humain (fig. 7, tabl. 4)

La teneur en strontium-90 des os humains n'a que peu changé ces dernières années. Elle a été de l'ordre de 1,2 US (1 US = 1 unité strontium = 1 pCi strontium-90/g calcium), correspondant à une dose de 3 mrem/an dans les organes générateurs du sang.

Des analyses de dents de lait d'enfants nés entre 1960 et 1967 ont révélé un maximum de l'ordre de 8 US pour l'année de

naissance 1964, avec une baisse à 4 US pour l'année de naissance 1967. La teneur en strontium-90 de dents de lait d'enfants du Tessin se trouve systématiquement un peu plus élevée que pour le reste de la Suisse. La même constatation est valable également en ce qui concerne la teneur en strontium-90 des os d'adultes.

Des mesures de la radioactivité dans le corps humain ont été effectuées sur des personnes de Zurich et de Genève; les résultats sont rapportés ci-après.

Activités moyennes déterminées à l'aide de
l'anthropospectromètre

			âge	pCi césium-137 par kg poids du corps	pCi potassium-40 par kg poids du corps
Zurich	1972	hommes	19-30	60	1615
Genève	1973	"	16-20	25	1870
Genève	1974	"	16-20	18	1900
Zurich	1972	femmes	19-30	42	1360
Genève	1973	"	16-20	16	1530
Genève	1974	"	17-20	14	1700

Pour 1973 et 1974, la dose produite par le césium-137 dans le corps est d'environ 0,2 mrem/an; celle imputable au potassium-40 naturel atteint 20 mrem/an.

3. INSTALLATIONS NUCLEAIRES (fig. 8-14, tabl. 5-7)

La construction et l'exploitation de réacteurs sont réglées dans la loi fédérale sur l'utilisation pacifique de l'énergie atomique et la protection contre les radiations du 23.12.1959. Dans la procédure d'autorisation, des prescriptions sur l'évacuation de substances radioactives dans l'environnement sont imposées à l'exploitant. Comme plusieurs nouvelles installations vont être mises en service dans les années à venir, la Division pour la sécurité des installations nucléaires (ASK), la Commission fédérale pour la sécurité des installations atomiques (KSA) et la Commission fédérale de la radioactivité (KUER) ont élaboré un concept sur le rejet de substances radioactives dans l'environnement par les installations atomiques. Le but de ce concept peut être formulé de la manière suivante: toute personne de la population au voisinage d'une centrale nucléaire peut être exposée au plus à une dose d'irradiation supplémentaire inférieure à la marge de fluctuation de l'irradiation

naturelle en un lieu, c.-à-d. au maximum à 20 mrem/an au corps entier (respectivement 60 mrem/an à la thyroïde d'un bébé). Cette limitation vaut en particulier pour le point critique, c.-à-d. le point au voisinage de l'installation où l'immission est la plus grande, ainsi que pour les groupes de population critiques (hypothétiques), c.-à-d. les personnes qui couvriraient en permanence la totalité de leurs besoins en eau potable avec de l'eau prélevée du cours d'eau récepteur en aval de l'installation, ou les bébés qui ne boiraient que du lait de vaches pâturent au point critique.

Ces limites sont considérablement plus basses que celle de 500 mrem/an fixée dans l'ordonnance concernant la protection contre les radiations du 19.4.1963. Des expériences avec plus de 30 centrales en Suisse et à l'étranger ont montré cependant clairement que des prescriptions aussi sévères pouvaient être en fait observées. Comme le montrent les résultats de la surveillance rapportés plus loin, la limite fixée dans le concept, bien qu'elle ne soit pas encore en vigueur, a été respectée en 1974 par les installations de Beznau et de Mühleberg.

Ce concept s'applique à toutes les installations futures et les prescriptions actuellement valables pour les installations existantes seront adaptées en conséquence. Dans l'application, il est tenu compte en outre des conditions météorologiques (répartition des vents), hydrologiques (débit du cours d'eau récepteur), topographiques et de la forme des bâtiments (par ex. hauteur de la cheminée). Ces données déterminent le coefficient de dilution des effluents gazeux qui permet, pour une émission donnée, de calculer l'irradiation en un point des environs. En ce qui concerne l'irradiation par les effluents gazeux, ce sont surtout les gaz rares et l'iode qui sont prépondérants; les premiers produisent, lors du passage du panache, une irradiation externe; l'iode peut, par la voie air-herbe-lait, provoquer une irradiation de la thyroïde avant tout chez les bébés. La fixation des limites de rejet des effluents liquides part de l'hypothèse que, durant toute l'année, l'eau du récepteur en aval de l'installation est utilisée directement comme eau potable; dans le calcul on considère un mélange complet des effluents liquides avec le cours d'eau récepteur et un débit moyen pour celui-ci.

L'autorisation d'exploitation d'une centrale nucléaire est assortie d'une obligation pour l'exploitant d'enregistrer tous les rejets radioactifs gazeux et liquides et d'en faire rapport aux autorités (KUER et ASK). Conjointement avec l'ASK, la KUER contrôle ces rejets ainsi que les méthodes de mesure de la centrale nucléaire en prélevant des échantillons. Afin de déterminer l'influence des immissions radioactives sur l'environnement, les échantillons suivants sont prélevés périodiquement, conformément au règlement sur la surveillance de l'environnement:

voie air: poussière déposée, terre, herbe, fourrage, céréales, lait;

voie eau: eaux superficielles et souterraines, plancton et matières en suspension, plantes aquatiques, poissons, eau potable.

Les activités des échantillons prélevés dans le cadre de ce programme aux environs des centrales nucléaires tombent sans exception à l'intérieur du domaine de dispersion des valeurs obtenues pour les échantillons correspondants prélevés dans le reste de la Suisse (cf. 2.4., 2.5., 2.6.).

D'autre part, la dose locale est mesurée continûment en plusieurs points du voisinage.

3.1. Centrale nucléaire de Mühleberg (réacteur à eau bouillante)

Les quantités de gaz rares radioactifs et d'iode-131 rejetés en 1974 dans les effluents gazeux sont les suivantes:

<u>Isotope</u>	<u>Activité (Ci)</u>	<u>Période (jours)</u>
Xe-133	73'000	5,28
Xe-135	37'000	0,38
Kr- 85 ^m	14'000	0,18
Kr- 87	2'500	0,05
Kr- 88	9'000	0,11
I -131	0,6	8,07

La dose annuelle au point critique calculée sur la base de ces rejets est d'environ 6 mrem; elle est, en moyenne dans le voisinage, considérablement plus faible. La dose de l'iode à la thyroïde d'un bébé (groupe de population critique) calculée également sur la base de ces rejets est inférieure à 20 mrem/an.

L'expérience qui suit, décrite plus en détail, pourrait servir d'exemple quant à la sensibilité des méthodes de surveillance des centrales nucléaires. L'émission d'iode radioactif produit par une centrale nucléaire est, en fonctionnement normal, fortement réduite au moyen d'une installation de filtrage au charbon actif. Une quantité un peu plus grande d'iode peut parvenir dans l'environnement uniquement en cas d'arrêt du réacteur lors de l'évacuation de l'air de l'enceinte. L'iode absorbé par les vaches avec l'herbe s'accumule dans leur thyroïde dans laquelle il est plusieurs milliers de fois plus concentré que dans le lait du même animal. Pour cette raison, des thyroïdes de vaches abattues provenant du voisinage de Mühleberg et, pour la comparaison, de la région de Fribourg ont été examinées durant toute la période d'affouragement frais. Cette méthode sensible a permis de détecter l'iode pro-

venant de la bombe H chinoise (17.6.74), ainsi que l'iode rejeté principalement après l'arrêt du réacteur (mi-août et mi-octobre). Lors du deuxième arrêt, la situation météorologique stable provoqua une canalisation en direction de Salvisberg où des activités d'iode purent être de ce fait momentanément détectées aussi dans le lait.

Trois échantillons ont été mesurés; les valeurs obtenues s'étendent de 2 à 8 pCi/l lait frais et décroissent exponentiellement conformément au modèle applicable dans ce cas. Le maximum de l'activité d'iode peut être évalué à 20 - 25 pCi/l. Un bébé qui n'aurait bu que du lait de cette ferme aurait reçu une dose supplémentaire à la thyroïde d'environ 5 mrem.

L'enregistrement du débit de dose durant un mois en un point situé à 800 m ENE de l'installation a permis un seul jour d'observer une faible augmentation par rapport au fond naturel; la dose supplémentaire correspondante à cet endroit est de 0,04 mrem.

Des radionucléides correspondant à un équivalent de 0,6 Ci de strontium-90 ont été rejetés dans l'Aar avec les effluents liquides en 1974; cela occasionnerait en cas de consommation exclusive d'eau de l'Aar (groupe de population critique) une dose au corps entier de 1 mrem/an au maximum. A ce propos, il faut tenir compte du fait que l'attribution de l'activité non analysée à l'isotope le plus dangereux (strontium-90) conduit à une valeur trop pessimiste.

Les 248 personnes occupées à la centrale (parmi lesquelles 100 en constituent le personnel propre) ont accumulé ensemble une dose de 205 rem, ce qui correspond à une dose moyenne par tête d'habitant en Suisse de 0,03 mrem/an.

3.2. Centrales nucléaires Beznau I et II (réacteurs à eau sous pression)

Pour les deux installations ensemble, des gaz rares correspondant à un équivalent de 8'250 Ci de xénon-133 et $7,5 \cdot 10^{-3}$ Ci d'iode-131 ont été rejetés dans les effluents gazeux en 1974. La dose annuelle au point critique calculée sur la base de ces rejets est de l'ordre de 2 mrem; la dose moyenne dans tout le voisinage est considérablement plus faible. La dose de l'iode à la thyroïde d'un bébé (groupe de population critique) calculée également sur la base de ces rejets est inférieure à 3 mrem/an.

La mesure de la dose dans les environs n'a permis en aucun point de déceler une élévation significative (limite de détection: 10 mrem/an) par rapport à la station de référence de Muri/AG.

Une activité totale de 11 Ci (sans le tritium) et de 837 Ci de tritium a été rejetée dans l'Aar avec les effluents liquides en 1974; cela aurait occasionné, en cas de consommation exclusive d'eau de l'Aar, une dose annuelle de 0,08 mrem (tritium: 0,008 mrem/an).

Les 493 personnes occupées dans les deux installations (parmi lesquelles 250 en constituent le personnel propre) ont accumulé ensemble une dose de 440 rem, ce qui correspond à une dose moyenne par tête d'habitant en Suisse de 0,07 mrem/an.

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

En 1974, les réacteurs et les laboratoires de l'EIR ont rejeté dans les effluents gazeux 275'000 Ci d'argon-41, 210 Ci de tritium, 0,5 Ci d'iode-131 et 0,19 Ci de brome-82. Les doses causées par le brome-82 et le tritium dans l'environnement sont négligeables. Des calculs ont permis d'évaluer à 18 mrem/an au maximum la dose provoquée par l'iode-131 à la thyroïde de bébés au point critique. La dose externe calculée due à l'émission d'argon-41 a été au maximum de 115 mrem/an au point critique (hypothèses prudentes). La dose mesurée au point critique n'a été que de 60 mrem/an supérieure à celle d'une station de référence. Dans les zones habitées autour de l'EIR, les doses annuelles supplémentaires ont été sans exception inférieures à 10 mrem/an (limite de détection des dosimètres thermoluminescents).

Selon le règlement sur les rejets encore en vigueur à l'EIR, une telle émission d'argon-41 est admissible. L'argon provient du réacteur "Diorite", lequel sera arrêté au plus tard dans deux ans.

Une activité totale de 3 Ci a été rejetée dans les effluents liquides par l'EIR en 1974; elle aurait occasionné, en cas de consommation exclusive d'eau de l'Aar comme eau potable, une dose annuelle supplémentaire de 0,2 mrem.

Les 742 personnes occupées à l'EIR (parmi lesquelles 287 personnes professionnellement exposées aux rayonnements) ont accumulé ensemble en 1974 une dose de 84 rem, ce qui correspond à une dose moyenne par tête d'habitant en Suisse de 0,01 mrem/an.

3.4. Ancienne centrale nucléaire expérimentale de Lucens

Depuis l'arrêt de l'installation en 1969, de petites quantités d'effluents liquides faiblement radioactifs sont encore rejetées. Il s'agit d'eau de suintement recueillie au point le plus bas de la caverne. Au total $4,4 \cdot 10^{-4}$ Ci de produits de fission à vies longues ont été évacués dans la Broye en 1974 (1973: $1,4 \cdot 10^{-3}$ Ci). Les activités de ces effluents ont

varié entre 750 et 2'200 pCi/l, ce qui a entraîné une élévation négligeable de l'activité de l'eau de la Broye.

4. INDUSTRIES TRAITANT DES RADIOISOTOPES ET GROS UTILISATEURS DE SUBSTANCES RADIOACTIVES

Des immissions radioactives dans le domaine public peuvent également être causées par des entreprises qui traitent de grandes quantités de substances radioactives. Les limites de rejet admissibles pour de telles entreprises sont fixées dans les articles 107 et 109 de l'ordonnance concernant la protection contre les radiations. Pour les entreprises soumises à l'assurance en vertu du titre deuxième de la loi fédérale sur l'assurance en cas de maladie et d'accidents, l'autorité de contrôle est la Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents (SUVA), pour les autres, c'est le Service fédéral de l'hygiène publique. La surveillance de ces entreprises se fait au moyen d'échantillons prélevés dans les cours d'eau en aval de ces installations. Des collecteurs d'échantillons en continu ont en outre été installés à la sortie des stations d'épuration des eaux usées de Zurich-Werdhölzli (à partir du 1.1.74) et de Lausanne (à partir du 26.8.74); ils permettent une surveillance hebdomadaire de l'eau quant à son activité alpha, bêta et en tritium; tous les isotopes importants peuvent ainsi être contrôlés. Selon le besoin, des isotopes isolés sont en plus analysés en spectrométrie alpha ou gamma.

Les 1200 personnes en chiffres ronds contrôlées par la SUVA ont accumulé ensemble en 1974 une dose de 430 rem; la contribution de l'industrie des peintures luminescentes représente à elle seule 316 rem.

Tritium (fig. 15, tabl. 8)

En Suisse, le tritium est traité principalement pour la fabrication de peintures luminescentes (Radium-Chemie, Teufen; Merz & Benteli, Niederwangen/BE; entreprises de posage de peintures luminescentes). Les investigations entreprises en 1972 afin d'obtenir une vue d'ensemble ont montré que le traitement de peintures luminescentes dans l'industrie horlogère provoque des immissions qui élèvent fortement la teneur en tritium des eaux dans la zone concernée. Cela a été constaté aussi bien dans les cours d'eau que dans les précipitations dans la région de l'industrie horlogère. Même si les augmentations n'ont qu'un caractère local, leurs causes doivent être examinées de plus près.

A partir de mai 1974 à son nouvel emplacement, l'entreprise Merz & Benteli a rejeté au total 0,12 Ci de tritium dans les eaux résiduaires. Les activités d'échantillons prélevés à la sortie de la station d'épuration de Teufen ont varié entre

$2 \cdot 10^4$ et $25 \cdot 10^4$ pCi tritium/l; la dernière valeur correspond à 1/12 de la concentration maxima admissible dans l'eau potable pour des individus de la population en général. Des activités de même ordre de grandeur ont été également détectées dans le ruisseau recevant les eaux résiduaires de l'entreprise Radium-Chemie à Teufen, dans les eaux résiduaires de la firme Cerberus AG à Männedorf et à l'entrée des eaux usées de la Chaux-de-Fonds dans le Doubs.

La teneur en tritium des eaux usées des villes de Zurich et de Lausanne a été en général comparable à celle de la pluie.

Emetteurs_alpha

La firme Cerberus AG à Volketswil traite de l'américium-241 et d'infimes quantités de radium-226. Dans trois échantillons prélevés au hasard, on a trouvé des activités alpha de $190^{1)}$, 3,8 et 53 pCi/l. Dans le cas de l'échantillon le plus fort, l'isotope américium-241 a également été déterminé en spectrométrie gamma.

Les activités alpha des eaux usées de Zurich et de Lausanne ont toujours été très faibles et proches de la limite de détection.

Iode-131 (fig. 16)

Tandis que l'activité bêta des eaux usées de la ville de Lausanne a toujours été très faible, une forte augmentation de l'activité a pu être constatée en avril dans les eaux usées à la station d'épuration de Zurich-Werdhölzli.

Des analyses en spectrométrie gamma ont montré que l'activité provenait d'iode-131 utilisé dans les hôpitaux pour la thérapie à l'iode. Par la suite et jusqu'à la fin août, tous les échantillons hebdomadaires ont été examinés en spectrométrie gamma.

Entre avril et août, environ 0,2 Ci d'iode-131 ont été rejetés en moyenne chaque semaine, au maximum (16-23.4.74) même 0,8 Ci d'iode-131/semaine ^{2) 3)}. D'après l'ordonnance concernant la protection contre les radiations, une activité totale de 1,75 Ci d'iode-131 par semaine au maximum peut être rejetée dans la

-
- 1) Dans les eaux résiduaires, il peut être rejeté en moyenne chaque jour 40'000 pCi/l d'américium-241 au maximum
 - 2) La centrale nucléaire de Mühleberg peut rejeter dans les effluents liquides au maximum l'équivalent de 0,6 Ci d'iode-131 en moyenne chaque semaine
 - 3) L'intervention de l'autorité de contrôle compétente (Section de la radioprotection du Service fédéral de l'hygiène publique) a eu pour effet une diminution de l'activité

canalisation reliée à la station d'épuration Werdhölzli. Bien que cette limite n'ait pas été atteinte, il doit être souligné avec force que le principe "maintenir toutes les doses aux valeurs les plus faibles auxquelles l'on peut parvenir sans difficulté, compte tenu des aspects sociaux et économiques" est également applicable dans les utilisations médicales des rayonnements ionisants. Du fait de la courte période de l'iode-131 (8 jours), il est possible sans grands frais, en retenant les excréments, de diminuer l'activité rejetée.

5. CONCLUSIONS

Irradiation due au rayonnement naturel, aux examens diagnostiques par rayons X et à la retombée radioactive mondiale

Les mesures effectuées en 1974, ainsi que des investigations antérieures sur l'irradiation naturelle et des estimations d'autres sources quantitativement indéterminables avec précision telles que montres à cadran lumineux, télévision en couleur, navigation aérienne civile permettent d'évaluer à 160 mrem/an en chiffres ronds la dose d'irradiation moyenne (au corps entier) de la population suisse (sans les applications médicales). De loin la plus grande part de cette dose, soit en moyenne 150 mrem/an (irradiation externe 122, interne 30) provient de l'irradiation naturelle dont les valeurs varient entre 60 et 350 mrem/an suivant le lieu. Des différences locales de plus de 30% ont été constatées même à l'intérieur d'une ville.

Parmi les sources artificielles, ce sont les examens diagnostiques aux rayons X qui contribuent le plus à la dose génétique significative. Leur part était d'environ 40 mrem/an en 1971 et elle a certainement augmenté depuis.

La population reste d'autre part exposée à une irradiation causée par la retombée radioactive provenant d'essais nucléaires. Les explosions de bombes à hydrogène chinoises de 1973 et 1974 ont eu pour effet une légère augmentation de la radioactivité de l'air et des précipitations; la part principale de la dose de 5 mrem occasionnée par la retombée mondiale en 1974 reste cependant imputable aux produits de fission à vies longues dégagés lors des séries d'essais nucléaires des années 1961/62. Il s'agit principalement du césium-137 déposé sur le sol et du strontium-90 ingéré avec la nourriture et fixé dans les os.

Effets des installations nucléaires

Les prescriptions sont conçues de telle manière que les émissions maxima admissibles d'effluents radioactifs gazeux et liquides provenant des centrales nucléaires ne provoquent des immissions décelables que dans le proche voisinage. Sur la ba-

se des rejets communiqués par l'exploitant à l'autorité de surveillance et contrôlés au moyen d'échantillons prélevés par la Commission fédérale de la radioactivité (KUER) et la Division pour la sécurité des installations nucléaires, ainsi que du coefficient de dilution applicable pour la centrale considérée, il est possible d'estimer la dose d'irradiation d'une personne qui se tiendrait en permanence à l'endroit de la plus forte immision. Pour les installations de Mühleberg et de Beznau, cette dose est inférieure à 6 mrem/an. Au voisinage de l'Institut fédéral de recherche en matière de réacteurs (EIR) à Würenlingen, une dose de 60 mrem/an a été mesurée en un point à l'extérieur du site¹⁾. Dans les villages environnants, cette dose annuelle supplémentaire a été inférieure à 10 mrem (limite de mesure).

Au voisinage de chaque installation, un réseau très étendu de mesure et de prélèvement d'échantillons a été organisé en vue de l'évaluation de l'influence des centrales nucléaires sur l'environnement. En ce qui concerne les installations projetées, de telles mesures sont déjà effectuées une année avant leur mise en service comme mesures témoins.

Des produits de fission gazeux à vies longues tels que le tritium (période²⁾: 12,6 ans), l'iode-129 (période: $1,7 \cdot 10^7$ ans) et le krypton-85 (période: 10,7 ans) issus d'installations de retraitement du combustible nucléaire se propagent dans toute l'atmosphère. Leurs concentrations provoquent actuellement des doses inférieures à 0,1 mrem/an.

Pour éviter les effets nuisibles des réacteurs également en cas de dérangements, de multiples dispositifs de sûreté échelonnés les uns derrière les autres et parallèles sont prescrits lors de la construction de centrales nucléaires. Même en cas de pannes graves, ils empêchent presque toujours un dégagement de radioactivité dans l'environnement. Comme cependant de par la nature des choses une sûreté absolue ne peut pas être atteinte malgré toutes les mesures techniques que l'on peut prendre, le Comité d'alarme de la KUER en collaboration avec l'Office de l'économie énergétique (AEW) s'occupe du cas extrêmement improbable d'un accident grave de centrale nucléaire qui pourrait entraîner une contamination radioactive des environs et par là mettre en danger la population. Même dans un tel cas, des conséquences néfastes pour la population seraient largement évitables par l'occupation d'abris de protection ou de caves. C'est pourquoi l'AEW en collaboration avec le Comité d'alarme de la KUER poursuit le développement du système d'alerte existant, afin de permettre à la population des environs lors d'un tel accident de se rendre à temps dans les abris de protection ou les caves.

-
- 1) Le règlement encore en vigueur actuellement à l'EIR autorise une dose maxima de 500 mrem/an dans le voisinage
 - 2) Période: temps pendant lequel la moitié des noyaux d'un radionucléide se désintègrent

Irradiation provenant d'autres sources

Les activités rejetées par les laboratoires, les hôpitaux et les entreprises industrielles traitant des isotopes radioactifs ont été presque toujours très inférieures aux limites permises. Seulement dans un cas, il a été rejeté le 50% de la quantité autorisée.

L'irradiation (du corps entier) des personnes professionnellement exposées aux rayonnements distribuée sur l'ensemble de la population a produit une dose moyenne inférieure à 1 mrem/an. Celle-ci se répartit comme suit: réacteurs $\sim 0,1$ mrem/an, industrie des peintures luminescentes $\sim 0,05$ mrem/an, personnes exposées aux rayonnements en médecine et dans la recherche $\sim 0,5$ mrem/an.

D'autres doses supplémentaires provenant de différentes sources telles que le port de montres à cadran lumineux, la télévision en couleur, l'action de fumer (polonium-210) et l'irradiation cosmique accrue dans la navigation aérienne civile sont indéterminables pour des individus. La dose moyenne pour la population est estimée à environ 1 mrem/an.

Résumé

On peut constater en résumé que l'irradiation (du corps entier) de la population suisse due au rayonnement naturel a été d'environ 150 mrem/an et que toutes les autres causes (sans les applications médicales) ont produit ensemble 5 à 10 mrem/an. Les effets des centrales nucléaires sont compris dans ce chiffre. Les doses maxima que celles-ci provoquent dans leur voisinage immédiat ont été inférieures à 6 mrem/an; elles se trouvent donc nettement au-dessous de la limite de 20 mrem/an prévue dans le concept sur les rejets. Ces doses distribuées sur la population environnante représentent moins de 1 mrem/an; rapportées à l'ensemble de la population suisse, elles sont négligeables.

Une enquête effectuée en 1971 a révélé une dose génétique significative à la population par les examens diagnostiques aux rayons X de 42 mrem/an.

Même si jusqu'à ce jour aucun dépassement de limites d'activité et de dose prescrites n'a été constaté en Suisse, il faut cependant toujours avoir présent à l'esprit que la radioactivité représente un danger potentiel et que son utilisation exige par conséquent un contrôle étendu des émissions et des immissions.

Nous remercions le nouveau 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 remerciements 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 calculs de la Division pour la sécurité des installations nucléaires s'y rapportant.

Composition de la commission pour l'année 1974:

Prof. Dr. O. Huber, Université de Fribourg, président
Prof. Dr. J. Rossel, Université de Neuchâtel, vice-président
P. Ackermann[†], Station aérologique de Payerne
Prof. Dr. J.L. Mauron, Nestlé SA, Vevey
Dr. G. Poretti, Hôpital de l'Ile, Berne
Prof. Dr. W. Stumm, EPF, Zurich
Prof. Dr. J. Wellauer, Université de Zurich

Fribourg, le 22.7.1975

Appendice

Les résultats rassemblés dans ce rapport proviennent d'analyses effectuées dans 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, Dr. H. Gäggeler)
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 de Lausanne (Prof. Dr. P. Lerch, J. Geering)
FR	Laboratoire de Fribourg de la Commission fédérale de la radioactivité, Institut de physique de l'Université (Prof. Dr. O. Huber, Dr. J. Halter, Dr. B. Michaud (à partir de juin), L. Ribordy, H. Völkle, Dr. P. Winiger (jusqu'à juin))
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)