

Zeitschrift: Bericht der Eidgenössischen Kommission zur Überwachung der Radioaktivität

Herausgeber: Eidgenössische Kommission zur Überwachung der Radioaktivität

Band: 24 (1980)

Rubrik: 24e Rapport de la Commission fédérale de surveillance de la radioactivité pour l'année 1980 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>

24^e RAPPORT DE LA COMMISSION FEDERALE DE SURVEILLANCE DE LA RADIOACTIVITE POUR L'ANNEE 1980 A L'INTENTION DU CONSEIL FEDERAL

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

1. INTRODUCTION

L'homme a été depuis toujours exposé aux rayonnements ionisants. Jusqu'à la découverte des rayons X en 1895, ces rayonnements étaient exclusivement d'origine naturelle. Malgré les multiples applications des matières radioactives dans l'énergie nucléaire, l'industrie et la science, la plus grande partie de la dose de rayonnements reçue en moyenne par la population provient actuellement encore de sources naturelles, soit par exemple une dose moyenne aux gonades de 105 mrem/an ²⁾. L'utilisation de rayons X et de matières radioactives en diagnostic médical apporte, il est vrai, une contribution comparable à l'irradiation naturelle.

Lors de la fission et de réactions nucléaires, des nucléides radioactifs sont créés artificiellement. L'effet sur le corps humain des rayonnements issus de la désintégration des ces isotopes est en principe exactement le même que celui des rayonnements naturels. Des radionucléides artificiels peuvent être créés pour chaque élément chimique. Ils se différencient les uns des autres par la sorte et l'énergie des rayonnements émis, par la période de désintégration et par le comportement chimico-biologique dans le corps humain. Pour les radionucléides qui parviennent dans l'environnement, ces propriétés sont largement connues.

La mission de la Commission fédérale de surveillance de la radioactivité (CFSR) ne consiste pas seulement à déterminer la radioactivité dans l'environnement, mais aussi à identifier les différents radionucléides. Si la composition de la radioactivité dans l'environnement est connue, on peut, en tenant compte des propriétés physico-chimico-biologiques, en déduire l'irradiation de l'homme.

- 1) Le rapport a été rédigé en collaboration avec Dr. J. HALTER, Dr. H. VÖLKLE et Dr. B. MICHAUD (Fribourg) sur la base des rapports de travail des laboratoires cités à l'appendice
- 2) L'effet biologique des rayonnements ionisants est exprimé en rem (1 rem = 1000 mrem)

Dans les rapports annuels de la CFSR, nous utilisons pour la radioactivité et la dose les unités Ci et rem conformément à l'ordonnance concernant la protection contre les radiations (OPR). Le passage aux unités du système international (SI) peut être opéré à l'aide des facteurs de conversion du tableau 1.

2. SURVEILLANCE GÉNÉRALE

Au Lop Nor, le 16 octobre 1980, la République populaire de Chine a procédé à l'explosion dans l'atmosphère d'une bombe atomique de 200 à 1000 kilotonnes. Jusqu'à cette explosion, l'activité introduite dans l'environnement en 1980 a atteint le niveau le plus bas depuis le début de nos mesures. En novembre et décembre, principalement des produits de fission de courtes et moyennes périodes provenant de cette bombe chinoise se sont déposés sur le sol; ainsi, le nouvel apport de radioactivité a été en 1980 un peu supérieur à celui de 1979; malgré cela, la contribution à la dose des retombées radioactives de 1980 a atteint un nouveau minimum.

2.1. Air

La radioactivité de l'air près du sol est normalement en grande partie d'origine naturelle; le gaz rare radon-222 (de la chaîne de désintégration de l'uranium) et ses produits de filiation à vies courtes, chacun entre 50 et 500 pCi/m³ selon la saison et la situation météorologique, en constituent la part principale; la contribution du radon-220, provenant de la chaîne du thorium, et de ses produits de filiation à vies courtes s'élève pour chacun à 50-100 pCi/m³. Les deux isotopes à vies longues de la chaîne de l'uranium, le plomb-210 (T_{1/2} = 20 ans) ¹⁾ et le polonium-210 (T_{1/2} = 138 jours), ont chacun des activités de l'ordre de 10 fCi/m³ ²⁾ en moyenne. Les mesures de la radioactivité alpha à vie longue de filtres d'air ont donné en 1980 env. 10 fCi/m³, ce qui signifie que presque toute la radioactivité alpha à vie longue de l'air provient du polonium-210. La concentration du béryllium-7 produit par le rayonnement cosmique s'est élevée en 1980 à env. 100 fCi/m³ en moyenne. Le carbone-14 (T_{1/2} = 5570 ans) présent dans l'air et les jeunes plantes est pour 3/4, c.-à-d. env. 6 pCi/g de carbone, d'origine naturelle (produit par le rayonnement cosmique); 1/4 env. provient encore des essais nucléaires.

Jusqu'à octobre, la radioactivité artificielle des aérosols de l'air en 1980 a été de l'ordre de 1 fCi/m³. A partir du 24 octobre, des produits de fission jeunes de la bombe atomique chinoise du 16 octobre sont apparus sur des frottis d'avions volant sur l'Atlantique-Nord. La forte activité en neptunium-239 et uranium-237 indique qu'il s'est agi d'une bombe à hydrogène. En novembre et décembre, une activité totale de l'ordre de 100 fCi/m³ en produits de fission jeunes a été enregistrée dans l'air au sol; cela correspond à peu près à la radioactivité artificielle de l'air en été 1977.

1) T_{1/2} = période

2) 1 fCi (femtocurie) = $\frac{1}{1000}$ pCi (picocurie) \approx 3,2 désintégrations nucléaires par jour

Lors des explosions nucléaires souterraines se forme entre autres de l'argon-37 qui peut se propager dans l'atmosphère. La teneur en argon-37 de l'air a varié en 1980 entre 40 et 260 fCi/m³. Parmi les radioisotopes artificiels dispersés à l'échelle mondiale, il faut mentionner finalement le tritium, le krypton-85 et l'iode-129 provenant d'explosions nucléaires antérieures et de l'industrie nucléaire.

La radioactivité naturelle contenue dans l'air, sous forme d'aérosols ou de gaz, occasionne par son rayonnement gamma principalement une irradiation externe. Par suite d'inhalation et d'assimilation dans les organes du corps, les rayonnements alpha et bêta de ces isotopes entraînent en revanche une irradiation interne, principalement des poumons (env. 100 mrem/an) et des bronchioles (env. 450 mrem/an). Les radionucléides artificiels issus des essais nucléaires et dispersés dans l'air ont provoqué en 1980 une dose totale par inhalation et irradiation externe inférieure à 0,1 mrem.

2.2. Précipitations

En 1980, la radioactivité bêta totale des précipitations des 6 stations de prélèvement n'a pas différé systématiquement de celle que nous avons enregistrée en 1979. Tant dans les précipitations que dans les filtres d'air, nous avons ainsi atteint la limite où de loin la plus grande partie de la radioactivité provient de radioisotopes naturels.

L'activité déposée au sol par retombée sèche à Locarno s'est élevée à env. 0,5 mCi bêta par km² (1979: 0,7 mCi/km²), sont env. 1/10 du dépôt par les précipitations.

L'activité en tritium des précipitations en 1980 a une nouvelle fois légèrement diminué par rapport à l'année précédente. Elle a varié aux différents points de prélèvement entre 100 et 300 pCi/l. Sa forte diminution à Berne (de 630 à 310 pCi/l) et à La Chaux-de-Fonds (1979: 1450 pCi/l, 1980: 550 pCi/l) est particulièrement à relever; la teneur en tritium des précipitations de ces stations se rapproche ainsi de celle que l'on enregistre dans le reste de la Suisse. Les précipitations prélevées 65 m à l'est de l'entreprise Radium-Chemie AG à Teufen présentent comme d'habitude une activité en tritium entre 20000 et 120000 pCi/l (v. chap. 4).

2.3. Eaux superficielles

La valeur moyenne annuelle de la radioactivité alpha totale des échantillons mensuels (prélèvement continu) d'eau du Rhin à Rekingen et Village-Neuf (en aval de Bâle), du Rhône à la Porte du Scex et à Chancy, du Tessin à Riazzino et du Doubs à St-Ursanne a été de l'ordre de 1 pCi/l, sans changement par rapport aux mesures antérieures. La radioactivité bêta totale des échantillons mensuels de ces cours d'eau et d'échantillons prélevés dans la Tresa à Ponte Tresa et dans l'Inn à Martina a pratiquement toujours été inférieure à 5 pCi/l, correspondant ainsi à la radioactivité bêta totale des précipitations. Une activité bêta totale accrue de 19 pCi/l a été enregistrée uniquement dans le Rhône à la Porte du Scex en février 1980. Une analyse gamma subséquente a montré qu'il s'agissait en grande partie de radionucléides naturels (échantillon à haute teneur en matières solides).

L'activité en tritium des échantillons mensuels (prélèvement continu) d'eau fluviale a été, comme dans les précipitations, un peu plus faible que l'année précédente; elle a varié entre 100 et 300 pCi/l. Seul le Doubs à St-Ursanne a présenté des valeurs hebdomadaires jusqu'à 5000 pCi/l (v. chap. 4).

2.4. Terre et herbe

Comme l'on pouvait s'y attendre, la teneur du sol en césium-137 (période: 30 ans) et en strontium-90 (période: 28 ans) est restée en 1980 dans les limites habituelles de variations. La teneur en césium-137 de l'herbe a par contre diminué d'un facteur 3 env. par rapport à 1979. Elle est actuellement proche de la limite de détection, env. 20 pCi/kg de matière sèche (MS), dans les stations de prélèvement du Plateau et a passé de 240 à 100 pCi/kg MS à Stillberg-Davos. La teneur en strontium-90 de l'herbe, par contre, n'a diminué en moyenne que de 20% environ. Ce comportement différent est imputable au fait que le strontium absorbé par l'herbe vient surtout du sol, tandis que le césium provient principalement du dépôt sur les feuilles. Des différences systématiques entre les stations au voisinage des centrales nucléaires et les autres n'ont pas été observées.

D'autres radioisotopes à vies longues provenant des retombées des bombes nucléaires, tels que le cérium-144 (période: 285 jours), l'antimoine-125 (période: 990 jours) et le ruthénium-rhodium-106 (période: 368 jours), n'ont été détectés que dans des échantillons isolés de terre et d'herbe.

Comme l'activité en césium-137 de la couche supérieure du sol n'a pratiquement pas changé, la dose externe qu'occasionne cet isotope en cas de séjour permanent en plein air reste de l'ordre de 2 mrem/an.

2.5. Lait, céréales et autres denrées alimentaires (en collaboration avec la CRA¹)

La plupart des échantillons de lait prélevés sur le Plateau ont présenté une activité en césium-137 inférieure à 4 pCi/l (limite de détection), quelques-uns juste au-dessus de cette valeur. La teneur en césium-137 de l'échantillon de lait de Davos (60 pCi/l) est restée pratiquement au même niveau qu'en 1979 (76 pCi/l). Ceci est en contradiction avec la forte diminution du césium-137 dans l'herbe; il va falloir éclaircir ce point par des mesures supplémentaires.

La teneur du lait en strontium-90, 3 à 6 pCi/l sur le Plateau et 56 pCi/l à Davos (1979: 44 pCi/l), est restée également inchangée par rapport à 1979.

Les échantillons de froment (moisson 1980) prélevés au voisinage des centrales nucléaires, un échantillon mélangé provenant de l'ensemble du Plateau suisse et un échantillon de Bellinzzone ont présenté des activités en césium-137 inférieures à 7 pCi/kg. Un échantillon de cendre résultant de 6 kg de céréales (moisson 1979) nous a permis de déterminer les radionucléides naturels et le césium-137: radium-226: 25±7 pCi/kg de froment; plomb-bismuth-214:

1) Communauté de surveillance de la radioactivité des denrées alimentaires

14+2 pCi/kg; actinium-228: 11+4 pCi/kg; plomb-212: 6+1 pCi/kg; potassium-40: 3800+100 pCi/kg; césium-137: 10+1 pCi/kg.

Des mesures isolées de strontium-90 dans les légumes ont donné, comme l'année précédente des activités de l'ordre de 10 pCi/kg. Toutes les denrées alimentaires examinées sont irréprochables du point de vue radioprotection.

2.6. Corps humain

La détermination du strontium-90 dans les vertèbres humaines prélevées dans la région de Lausanne en 1980 a donné une valeur moyenne rapportée au squelette de 0,7 pCi strontium-90/g calcium, correspondant à une dose annuelle aux organes générateurs du sang de l'ordre de 2 mrem.

20 garçons et 20 filles de 16 à 19 ans ont été mesurés à l'anthropogammamètre du Service cantonal de contrôle des irradiations (SCCI) à Genève; des teneurs moyennes en césium-137 de 12 pCi/kg poids du corps pour les hommes et de 10 pCi/kg pour les femmes ont été enregistrées. Ceci représente une diminution de 1/3 env. par rapport à l'année précédente et correspond à une dose annuelle au corps entier de l'ordre de 0,1 mrem. Les teneurs moyennes en potassium-40 de 2000 pCi/kg poids du corps pour les hommes et de 1600 pCi/kg pour les femmes entraînent une dose au corps entier respectivement de 18 et 15 mrem/an.

3. INSTALLATIONS NUCLÉAIRES

(en collaboration avec la Division pour la sécurité des installations nucléaires, DSN, S. Prêtre)

3.1. Aperçu

Les centrales nucléaires (CN) rejettent, aussi en fonctionnement normal, des matières radioactives dans l'environnement. Ce sont principalement des gaz rares, des aérosols et des isotopes de l'iode (sous forme gazeuse ou attachés à des aérosols), ainsi que du carbone-14, qui parviennent dans l'environnement par les effluents gazeux et causent en premier lieu une irradiation externe des personnes, et des produits radioactifs de fission et d'activation, ainsi que du tritium, qui sont évacués avec les eaux résiduaires dans le cours d'eau récepteur. Les matières radioactives libérées dans l'environnement se déposent partiellement sur le sol et les plantes ou passent de l'eau dans les plantes aquatiques, les poissons et les sédiments fluviaux. Elles peuvent entrer dans le corps humain via l'air respiré, l'eau potable et les aliments et provoquent ainsi une irradiation interne.

Selon l'ordonnance sur la radioprotection, la dose accumulée au corps entier reçue par des individus de la population ne doit pas dépasser 500 mrem/an. Selon cette ordonnance, la dose ambiante aux endroits, où les personnes peuvent séjourner, situés en dehors des locaux dans lesquels des installations génératrices de radiations ionisantes sont utilisées ou des sources radioactives sont entreposées ne doit pas dépasser 10 mrem/semaine (c.-à-d. env. 500

mrem/an). En outre, les rejets de matières radioactives dans l'environnement par les entreprises ne doivent pas produire dans l'air et dans l'eau des concentrations en radionucléides supérieures à 1/300 des valeurs directrices applicables aux personnes professionnellement exposées aux radiations. Ces concentrations entraîneraient une dose maximale au corps entier de 50 mrem/an par l'air respiré (20 m³/jour) et de 50 mrem/an par l'eau potable (2,2 l/jour). La limitation des rejets pour les CN se base sur des directives ¹⁾ selon lesquelles aucune personne de la population du voisinage ne doit recevoir une dose supérieure à 20 mrem/an imputable aux immissions causées par la centrale. Un éventuel rayonnement direct de la centrale (dû par exemple aux rayonnements gamma de hautes énergies issus de la désintégration de l'azote-16 contenu dans le circuit primaire) ne doit pas causer une dose ambiante supérieure à 10 mrem/semaine à l'extérieur du terrain clôturé. Ce rayonnement direct se limite toujours à une zone étroite et inhabitée à l'extérieur de la clôture, dans laquelle des personnes de la population du voisinage ne séjournent que peu de temps. On procèdera à une limitation supplémentaire de ce débit de dose ambiante, s'il faut prévoir que la dose accumulée annuelle d'individus de la population, par toutes les voies d'irradiation, dépassera 30 mrem, compte tenu de la durée prévisible d'exposition au rayonnement direct. La durée d'exposition prévisible doit être établie sur la base d'hypothèses prudentes et en tenant compte des particularités locales.

Sur la base de ces directives, l'évacuation de matières radioactives dans l'environnement par les installations nucléaires est limitée par l'autorité qui accorde l'autorisation (DSN) de telle manière qu'aucune personne du voisinage ne reçoive une dose inadmissible. L'exploitant de la centrale est tenu à mesurer en continu toutes les émissions radioactives et à en faire le bilan. La DSN contrôle les données de l'exploitant en procédant elle-même à des mesures d'échantillons et en vérifiant ses appareils de mesure. En outre, les laboratoires de la DSN et de la CFSR contrôlent les résultats de mesures de l'exploitant par des mesures parallèles.

Pour fixer les limites de rejets ²⁾ et calculer l'irradiation due aux rejets effectifs de la centrale, on utilise des modèles mathématiques décrivant la dispersion des matières radioactives, leur transfert dans les plantes et les aliments et leur accumulation dans le corps humain. Ces modèles supposent entre autres des connaissances sur la situation météorologique et topographique à l'endroit de la CN, ainsi que sur les habitudes alimentaires de la population. A côté d'expériences spécifiques, les longues séries de mesures des retombées radioactives consécutives aux essais nucléaires dans l'atmosphère livrent des valeurs expérimentales importantes pour la détermination de la vitesse de dépôt de l'iode (sous forme gazeuse) et des aérosols sur le sol et la végétation, des

1) Objectifs de la protection des personnes contre les radiations ionisantes dans la zone d'influence des centrales nucléaires, R-11, CSA/CFSR/DSN, mai 1980

2) Ces limites peuvent en tout temps être adaptées aux nouvelles circonstances ou connaissances

coefficients de transfert air → herbe → lait, sol → plantes, eau → poissons, etc.. Le calcul des doses d'irradiation pour des isotopes à partir des activités dans l'air, l'eau et les aliments se fait à l'aide de l'ordonnance sur la radioprotection. Celle-ci contient les données nécessaires au calcul des doses, ainsi que la conversion de l'incorporation annuelle en dose au corps entier ou à un organe pour la plupart des isotopes.

La surveillance des émissions d'une CN est complétée par la surveillance de l'environnement ¹⁾. Celle-ci apporte une sécurité supplémentaire lors de l'évaluation des doses maximales à la population causées par les rejets effectifs, car les doses calculées à partir des émissions à l'aide de modèles de dispersion sont entachées de certaines incertitudes. La surveillance de l'environnement comprend la dose ambiante en plusieurs points et la radioactivité de toutes les principales voies d'irradiation; elle se fait par échantillonnage selon un programme de mesures et de prélèvements d'échantillons spécifique à chaque centrale. Ce programme comprend la mesure de la radioactivité de l'air, des aérosols, des précipitations, du sol, de l'herbe, du lait, des céréales, des eaux, ainsi que des plantes aquatiques, des matières en suspension dans l'eau, des sédiments et des poissons. Les mesures effectuées par les exploitants de CN sont contrôlées par échantillonnage par des mesures de la CFSR.

Les mesures des émissions couplées aux calculs de dispersion et de doses et les résultats de la surveillance de l'environnement permettent d'évaluer les doses aux personnes de la population avec une précision permettant de contrôler si la limitation de la dose à 20 mrem/an a été respectée.

Il est important de connaître la radioactivité et le débit de dose au voisinage d'une CN avant sa mise en service. C'est pourquoi, l'ensemble du programme de surveillance de l'environnement est mis en vigueur déjà quelques années avant la mise en service, dans le cadre du constat radiologique ²⁾. Au voisinage de la CN de Gösgen-Däniken (CNG), ces mesures ont commencé en 1976; la mise en service a eu lieu en janvier 1979. Au voisinage de la CN de Leibstadt (CNLE), les mesures pour le constat ont commencé en été 1979. Les programmes de surveillance pour le constat sont établis et exécutés en commun avec la DSN, le Service de la protection de l'air à Payerne (SPA) et les laboratoires et postes de mesure concernés. Comme la CNLE est située à la frontière du pays, les programmes de mesures et les méthodes d'investigation pour les côtés allemand et suisse ont été coordonnés avec le Ministère du travail, de la santé et des affaires sociales de l'Etat de Baden-Württemberg à Stuttgart et l'Institut de protection de l'environnement à Karlsruhe.

- 1) cf. H. Völkle, J. Halter, O. Huber, B. Michaud, Umgebungsüberwachung von Kernkraftwerken: Methoden und Resultate, dans: Strahlenschutz bei Planung, Betrieb und Unterhalb von Kernkraftwerken, cours d'approfondissement de l'ASPEA, Brugg-Windisch, 24-26 mars 1981
- 2) Rapports sur le constat pour la CNG et la CNLE, H. Völkle, Ch. Murith, J. Czarnecki et J. Schuler, Fribourg/Würenlingen, juin 1981

3.2. Emissions des installations nucléaires

Les rejets liquides et gazeux dans l'environnement par les installations nucléaires, ainsi que les doses maximales aux personnes calculées à partir de ces rejets et les rejets annuels admissibles d'après le règlement sont rassemblés au tableau 6. Comme les années précédentes, les rejets annuels et les doses qui en résultent dans l'environnement ont été, en 1980, inférieures aux limites. Selon un avis de la DSN, 75 Ci de gaz rares ont été rejetés dans l'environnement en l'espace de 2 1/2 heures le 6 février 1980 à la CNG par suite d'une panne à une soupape du système d'échappement des gaz; la limite à court terme de 30 Ci de gaz rares/heure a ainsi été atteinte. Ce rejet de courte durée a provoqué au point le plus défavorable du voisinage une dose inférieure à 0,1 mrem.

Les effluents liquides et gazeux (gaz rares, aérosols, iode) sont comptabilisés séparément et spécifiquement selon les nucléides. La composition des rejets apparaît aux tableaux 7 et 8. Les résultats des mesures parallèles effectuées par la DSN et la CFSR en 1980 ont montré en général une concordance satisfaisante avec les mesures de la centrale. En ce qui concerne les échantillons d'eaux résiduaires, l'accord a été meilleur pour les produits de fission (césium, iode, etc.) pour la plupart solubles que pour les produits d'activation (manganèse, cobalt, zinc, etc.) plutôt insolubles; ce fait a déjà été observé les années précédentes et peut être imputable à un changement de géométrie de mesure par suite de dépôt dans les récipients.

D'après les exigences sur la limitation des rejets, prescrites dans les autorisations d'exploitation, l'activité volumique dans les tanks d'eaux résiduaires ne doit pas dépasser $30 C_w$ ¹⁾ à l'Institut fédéral de recherches en matière de réacteurs (IFR), $10 C_w$ aux CN de Beznau (CNB), Mühleberg (CNM) et Lucens (CNLU), et $5 C_w$ à la CNG. Les échantillons prélevés dans les tanks d'eaux résiduaires ont donné les concentrations maximales suivantes: CNB: $5 C_w$, CNM: $1 C_w$, IFR: $5 \cdot 10^{-4} C_w$. Pendant leur évacuation, les eaux résiduaires radioactives de la CNB sont diluées avec de l'eau presque inactive provenant des générateurs de vapeur. Les échantillons prélevés dans la conduite de déversement dans l'Aar pendant l'évacuation d'un tank ont présenté des concentrations inférieures à $3 C_w$. La concentration dans les 12 échantillons mélangés mensuels provenant des tanks d'eaux résiduaires a toujours été inférieure à $0,4 C_w$ pour la CNM et inférieure à $10^{-3} C_w$ pour la CNG. Une concentration maximale de $7,5 \cdot 10^{-3} C_w$ (290 pCi césium-137/l, 77 pCi strontium-90/l et 0,37 μ Ci tritium/l) a été enregistrée dans les échantillons d'eaux résiduaires de l'ancienne CN expérimentale de Lucens. Dans les deux échantillons provenant du puisard qui recueille les eaux d'infiltration de la caverne de la CNLU, on a enregistré les activités suivantes: 180 et 430 pCi césium-137/l,

1) $1 C_w$ est l'activité volumique dans l'eau qui, en cas de consommation continue de 1,1 litre par jour pendant 250 jours par an (personnes professionnellement exposées aux radiations), engendrerait une dose accumulée de 5 rem/an

20 et 400 pCi strontium-90/l, 0,9 et 0,3 μ Ci tritium/l. Un échantillon d'eau du réacteur de recherche CROCUS de l'EPF Lausanne a été prélevé le 16.9.80. Aucune activité gamma n'a pu être détectée; la teneur en tritium s'est élevée à 5,7 μ Ci/l.

A côté des échantillons d'eaux résiduelles, la DSN et la CFSR ont également prélevé pour analyse des échantillons de gaz d'échappement, d'aérosols (filtres) et, à la CNG, de cartouches de charbon actif pour la détermination des rejets d'iode. Aucune transgression des prescriptions n'a été constatée.

3.3. Surveillance de l'environnement

3.3.1. Dose ambiante

La dose ambiante au voisinage des installations nucléaires est surveillée au moyen de dosimètres à thermoluminescence (TLD), lesquels sont évalués trimestriellement. La précision des doses annuelles déterminées ainsi se situe vers 15-20%. En 4 points au voisinage de chaque centrale, la CFSR a installé ses propres TLD en plus de ceux de la centrale.

La surveillance au moyen des TLD a donné pour 1980 les doses annuelles ¹⁾ suivantes (en mrem, fond naturel inclus):

Voisinage IFR/ISN ²⁾ et CNB

(35 points de mesure)

Stations TLD	Résultats IFR
- 1 point sur l'île de Beznau à 700 m de la CNB	69
- 6 points autour de la CNB à 1 km de distance	60 \pm 5
- 1 point sur le terrain de l'IFR (près de l'entrepôt de déchets)	144
- 3 points à l'extérieur de la clôture de l'IFR dans les 2 directions principales des vents, à une distance de 0,5 à 1 km	69; 65; 68
- 11 points répartis autour de l'IFR, à une distance de 1 km	60 \pm 5
- 10 dosimètres dans les loca- lités avoisinantes: Würenlin- gen, Stilli, Villigen, Klein- Döttingen, Full, Koblenz, au bord du lac de Klingnau	63 \pm 3

1) En cas de moyenne sur plusieurs points, l'écart standard est donné

2) Institut suisse de recherche nucléaire (ISN) à Villigen

Voisinage IFR/ISN et CNB (suite)

Stations TLD	Résultats IFR
- 2 points au voisinage immédiat de murs en briques sont légèrement plus élevés	80; 83
- Muri AG	68

Voisinage CNM
(26 points de mesure)

<u>Stations dans la zone d'influence du rayonnement direct</u> (cf. fig. 4, p. 27, rapport annuel 1978)	Résultats	Mesures parallèles
	CNM	CFSR ¹⁾
- Chemin de contournement, lisière de la forêt E	258	
- Chemin de contournement, lisière de la forêt O	203	
- Chemin forestier supérieur (parcours Vita) ESE	137	
- Chemin forestier supérieur (parcours Vita) SO	146	109
- Maison de week-end, rive droite de l'Aar	126	
- Pavillon des visiteurs	275	
- Le long de la clôture:		
Ancienne route d'accès	286	
Au sud du bâtiment des machines	485	
Au SO du bâtiment du réacteur (coude de la clôture)	324	
Fin de la clôture au bord de l'Aar à l'O de la CNM	100	
<u>Autres stations:</u>	Résultats CNM	Mesures parallèles IFR CFSR ¹⁾
- Moyenne sur tous les points (à l'exclusion des points dans la zone d'influence du rayonnement direct)	92±10	93± 5
- Valeurs les plus basses:		
Leimeren	81	85
hint. Rewag	72	82
Talmatt	80	98

1) Institut du radium, Hôpital de l'Ile, Berne

Voisinage CNM (suite)

Autres stations:	Résultats CNM	Mesures parallèles IFR	CFSR 1)
- Valeurs les plus hautes:			
Fuchsenried	104	100	
Ufem Horn	111	97	75
Mühleberg	105	97	
- Niederruntigen	95	92	71
- Salvisberg	98	96	73

Voisinage CNG
(21 points de mesure)

Stations TLD	Résultats CNG	Mesures parallèles CFSR 1)
- Moyenne sur toutes les stations	79 \pm 10	
- Valeurs les plus basses:		
Olten, hôtel de ville	61	
Schönenwerd, magasin EGS	70	
Zofingen, services industriels	70	
- Valeurs les plus hautes:		
Stüsslingen, transformateur	98	
Lostorf, transformateur	97	
Däniken, CFF	93	
- Obergösgen, Bollenfeld	73	63
- Niedergösgen, poste de couplage ATEL	75	70
- Aarau-Schachen	72	67
- Dulliken, école	82	73
- 5 stations dans un rayon de 1 km autour de la CNG	77 \pm 9	

1) Institut du radium, Hôpital de l'Ile, Berne

Voisinage CNLE
(17 points de mesure)

Stations TLD	Résultats CNLE
- Moyenne sur toutes les stations	75 \pm 9
- Valeurs les plus basses: Reuenthal, mât PTT CNLE, pavillon des visiteurs Klein-Döttingen, lac	52 65 66
- Valeurs les plus hautes: Metteberberg, transformateur Reuenthal, village Wil, école	89 86 85

Ces mesures montrent des différences de dose ambiante naturelle entre les différents sites de CN jusqu'à 50% env. (moyenne voisinage CNB/IFR: 62 mrem/an, voisinage CNM: 92 mrem/an). Même dans le voisinage de chaque réacteur, on observe des différences locales de dose ambiante jusqu'à 40 mrem/an. Ceci est imputable à la composition différente du sol et, pour certains points de mesure, à la proximité de bâtiments. Le débit de dose ambiante naturelle dépend d'autre part de facteurs météorologiques. On peut admettre que l'évolution dans le temps du débit de dose naturelle est la même pour tous les points de mesure au voisinage d'un réacteur. Sur cette base, une méthode a été développée ¹⁾, permettant, compte tenu des variations locales de la dose ambiante naturelle, d'estimer d'éventuelles élévations de dose causées par les rejets de la CN, même si celles-ci sont inférieures à la précision des TLD pris séparément.

La comparaison des résultats de la CNM avec ceux de la CFSR au voisinage de la CNM montre combien il est difficile d'effectuer des mesures absolues précises. La différence est imputable à des erreurs systématiques lors de l'évaluation des TLD, dont les causes ont été éclaircies entre-temps. La valeur du fond n'a de toute façon que peu d'influence sur la détection d'un effet de la CN, c.-à-d. sur la détection de changements de la dose ambiante.

En plus des TLD, des mesures de la dose ambiante ont été effectuées au moyen de chambres à ionisation à haute pression, de brèves mesures (quelques minutes) en 30-40 points et des enregistrements continus sur de plus longues périodes. En 1980, on a obtenu les résultats suivants, convertis en doses annuelles (en mrem/an):

1) J. Czarnecki, M. Baggenstos, J. Schuler et H. Völkle, Zur Interpretation von TLD-Messwerten der Umgebungsüberwachung von Kernkraftwerken, dans: Ueberwachung der Umweltradioaktivität, 4^e entretien technique, Munich, 10-12 mars 1981

Brèves mesures (quelques minutes)

Voisinage	Date	Nombre de points	Résultats (domaine de variations)	Moyenne
CNLE (réacteur en construction)	27. 6.80	32	61- 86	74+6
	22.10.80	32	63- 88	77+6
CNG	12. 9.80	38	66- 83	73+4
CNM 1)	18/26.9.80	50	71-102	84+7

Enregistrements continus

Centrale	Emplacement	Durée de mesure	Dose annuel- le 2)	TLD au voisi- nage de ces points
CNM	Ufem Horn (500m O)	11 mois	99	97/111
CNM	Poste de couplage des FMB (800m ENE)	11 mois	92	92
CNB	Centrale hydroélec- trique de Beznau (800m NE)	9 mois	81	69
CNG	Poste de couplage de l'ATEL (800m ENE)	11 mois	77	75
CNLE	Douane de Leibstadt- Bernau (1000m OSO)	5 mois	81	75

Doses ambiantes accrues dues au rayonnement direct

Des mesures de dose au voisinage immédiat de la CNM et le long de la clôture pour déterminer l'effet du rayonnement direct ont été effectuées le 18.9.80 (fig. 4). Les mesures ont donné des résultats semblables à ceux des années antérieures (cf. rapport annuel 1978, fig. 4, p. 27).

Au début de 1981, les fûts de déchets entreposés provisoirement au sud-ouest du bâtiment du réacteur ont été déplacés, si bien que le rayonnement direct qu'ils occasionnaient le long du chemin de contournement au SSO du bâtiment du réacteur a diminué; des mesures l'ont confirmé.

Des doses ambiantes accrues existent également au voisinage immédiat de l'IFR, à l'extérieur du terrain clôturé. Elles sont dues à l'installation d'incinération et à l'entrepôt de déchets. Cette question a été traitée en détail dans le rapport 1979 (p. 59).

1) Sans les points dans la zone d'influence du rayonnement direct

2) Précision 5 à 10%

En 6 points au voisinage de l'ISN, la dose neutronique est mesurée au moyen de dosimètres spéciaux, dans le but de constater un effet éventuel des accélérateurs de particules de cette institution. On a obtenu les résultats suivants (en mrem/an):

Sud de l'IFR	3+1
Grange Schödler (200 m O de l'ISN)	6+1
Grange Fehlmann	2+1
Tüeliboden	3+1
Maison des hôtes de l'ISN (300 m NNE)	4+1
Villigen	2+1
Ennetbaden	3+1

Des valeurs légèrement accrues n'ont été enregistrées qu'à la grange Schödler et la maison des hôtes de l'ISN. A partir des valeurs obtenues aux autres stations, on peut estimer à $2,4 \pm 0,4$ mrem/an la moyenne du fond neutronique naturel.

3.3.2. Aérosols

Les aérosols sont recueillis sur des plaques de vaseline et leur radioactivité bêta totale est mesurée mensuellement. Les résultats pour 1980 sont les suivants:

Lieu	Nombre de points	Moyenne en mCi/km ²
IFR/ISN/ CNB	1 au nord de l'IFR 6 autres points	$2,0 \pm 0,1$ (au nord de l'IFR: installation d'incinération partiellement en service) $1,2 \pm 0,1$
CNM	1 Murzelen 10 autres points	$\leq 1,4$ $\leq 0,9$
CNG	4	$0,9 \pm 0,2$
CNLE	4	$2,8 \pm 0,3$ (les valeurs de janvier et décembre sont nettement plus élevées; la cause n'a pas été trouvée)

Les aérosols sont en outre recueillis continûment sur des filtres de cellulose et analysés mensuellement (à l'IFR: hebdomadairement) à la CNG (Niedergösgen, poste de couplage ATEL), à la CNLE (Full, réservoir d'eau près du stand de tir, depuis octobre 1980) et au nord de l'IFR. De jeunes produits de fission de la bombe atomique chinoise du 16.10.80 sont apparus nettement sur tous les filtres en octobre et novembre, en conformité avec les filtres de Fribourg. Une différence par rapport aux autres régions du pays n'a pas été constatée. L'exploitation de l'installation d'incinération des dé-

chets radioactifs à l'IFR du 18.6. au 21.6.80 et du 27.10. au 19.12.80 n'a provoqué qu'une augmentation insignifiante de la radioactivité des aérosols.

Des échantillons de précipitations sont recueillis à la CNG (Niedergösgen, poste de couplage) et, depuis octobre, à la CNLE (Full, réservoir d'eau près du stand de tir); leur radioactivité bêta totale est mesurée hebdomadairement. Aucune différence systématique par rapport à Fribourg n'a été constatée.

3.3.3. Mesures du carbone-14 dans le feuillage

Dans le but de déterminer si les rejets de carbone-14 par les CN provoquent une augmentation de ce nucléide dans les plantes du voisinage, la teneur en carbone-14 (période: 5570 ans) de feuilles d'arbres a été mesurée (comme en 1979 au voisinage de la CNM) et comparée à celle de feuilles provenant de stations de référence aussi peu influencées que possible.

La teneur accrue en carbone-14 du gaz carbonique de l'air, due aux essais nucléaires dans l'atmosphère, diminuant par suite de l'échange avec les océans, l'activité en carbone-14 aux stations de référence a baissé ces dernières années d'env. 20%¹⁾ par année. La teneur en carbone-14 de ces feuilles se situe actuellement encore à env. 300% au-dessus de la valeur naturelle. Cette élévation entraîne une dose supplémentaire au corps entier de l'ordre de 0,3 mrem/an.

Sur la base de quelques échantillons, on a constaté en 1980 une concordance entre les teneurs en carbone-14 des feuilles provenant des environs de la CNG et de la CNLE et celles des feuilles des stations de référence. Trois échantillons des environs de CNB/IFR/ISN ont présenté par contre une légère augmentation, de l'ordre de 50%. L'origine de cette augmentation reste à trouver.

3.3.4. Terre, herbe, céréales, lait

Les échantillons de terre, d'herbe, de céréales et de lait prélevés périodiquement au voisinage des installations nucléaires n'ont présenté aucune différence systématique de radioactivité par rapport aux échantillons correspondants provenant d'autres régions du pays. Dans des échantillons de miel de 1980 provenant des environs de la CNG, nous n'avons constaté aucune radioactivité artificielle.

3.3.5. Eau, sédiments, plantes aquatiques, poissons

Des échantillons d'eaux fluviales sont prélevés continûment en amont et en aval des installations nucléaires; leurs activités bêta totales en 1980 a varié la plupart du temps entre 2 et 5 pCi/l. Dans quelques cas isolés seulement, les mesures hebdomadaires d'eau de l'Aar par la CNM (en amont et en aval de la centrale) ont donné des valeurs un peu plus élevées du fait de la plus grande dispersion des résultats due à une quantité d'eau analysée trop faible.

1) L'activité en carbone-14 est exprimée en ‰; c'est la différence relative entre l'activité de l'échantillon et celle du standard (Stuiver et Polach, Radiocarbon 19, 1977)

Des mesures parallèles d'échantillons par le Laboratoire de Dübendorf de la CFSR (LDU) n'ont révélé cependant aucune valeur accrue. La teneur en tritium des mêmes échantillons a varié entre 200 et 400 pCi/l. Les échantillons d'eaux souterraines provenant d'installations de pompage au voisinage des installations nucléaires ont présenté des activités bêta totales inférieures à 5 pCi/l. Ces mesures n'ont ainsi révélé aucun effet des installations nucléaires.

Dans les échantillons de matières en suspension dans l'eau, de sédiments et de plantes aquatiques prélevés dans les rivières en aval des installations nucléaires, on a enregistré, à côté des radionucléides naturels, partiellement aussi de l'iode-131, du césium-134 et du césium-137, ainsi que du manganèse-54, du cobalt-58, du cobalt-60 et du zinc-65, etc., provenant des installations nucléaires. L'iode-131 est à vrai dire également rejeté par les hôpitaux. Du fait de l'accumulation des radionucléides, de tels échantillons sont des indicateurs très sensibles pour la détection de la radioactivité. Ils ne servent pas à l'alimentation humaine et sont par conséquent sans inconvénient du point de vue de la radioprotection.

A côté du potassium-40 naturel, seules quelques traces de césium-137 (< 50 pCi/kg) ont été détectées dans les échantillons de chair de poisson (filets).

4. INDUSTRIES, HÔPITAUX

4.1. Stations d'épuration des eaux usées (STEP)

Des échantillons d'eaux usées des villes de Zürich, de Berne et de Lausanne sont prélevés continûment à la sortie des STEP et leur radioactivité est mesurée hebdomadairement ou mensuellement.

STEP de Zürich-Werdhölzli. La moyenne annuelle de l'activité alpha (env. 1 pCi/l) et de l'activité en tritium (env. 300 pCi/l) à la sortie de la STEP a correspondu aux valeurs observées dans les précipitations et les eaux superficielles. La teneur moyenne annuelle en iode-131 (70 pCi/l) a considérablement baissé par rapport à 1979 (115 pCi/l). La limite applicable à l'effluent d'après l'ordonnance sur la radioprotection (OPR), une moyenne hebdomadaire de 200 pCi iode-131/l, a été dépassée encore pendant une semaine (340 pCi/l en moyenne).

On évalue à 6 Ci/an la quantité totale d'iode-131 qui, en 1980, a transité par la STEP et a été déversée dans la Limmat. Il en a résulté dans cette rivière une activité moyenne de 2,5 pCi iode-131/l. L'usage permanent de cette eau comme eau potable aurait entraîné une dose de 4 mrem/an à la glande thyroïde des adultes (valeur maximale admissible pour des individus de la population âgés de moins de 16 ans: 1500 mrem/an).

Des mesures de l'iode-131 dans des échantillons de boue en différents points de la STEP ont montré que l'activité en iode-131 reste en grande partie dissoute dans l'eau et est rejetée avec elle dans la Limmat.

STEP de Berne-Stuckishaus. Des échantillons hebdomadaires d'eaux usées de la STEP de Berne-Stuckishaus sont prélevés depuis mars 1980. La teneur moyenne en iode-131 s'est élevée à 23 pCi/l, la valeur maximale à 100 pCi/l. A partir du rejet total de 1,3 Ci d'iode-131, on évalue à 0,4 pCi/l l'activité moyenne dans l'eau de l'Aar.

Avec une moyenne annuelle de 800 pCi/l (1979: env. 1000 pCi/l), la teneur en tritium de l'eau de la STEP est plus élevée que celle des précipitations (v. chap. 2.2.). Les échantillons de la source "Glasbrunnen" et d'eaux superficielles prélevés dans la forêt de Bremgarten ont présenté une teneur en tritium semblable à celle de l'eau de la STEP. Cette activité est très inférieure à la limite de $3 \cdot 10^5$ pCi tritium/l en moyenne hebdomadaire applicable aux effluents. La quantité totale de tritium déversée dans l'Aar à travers la STEP, à savoir 50 Ci/an, élève l'activité en tritium dans cette rivière de 13 pCi/l en moyenne annuelle, une valeur inférieure à la précision de mesure.

STEP de Lausanne. Dans les eaux usées de Lausanne, on a enregistré les moyennes annuelles suivantes: activité alpha: < 1 pCi/l, activité bêta totale: env. 7 pCi/l, activité en tritium: env. 200 pCi/l. Ces valeurs n'ont pas changé fondamentalement par rapport à l'année précédente; elles correspondent à celles que l'on mesure dans les précipitations et les eaux superficielles (cf. 2.3.).

4.2. Région de La Chaux-de-Fonds

Les moyennes mensuelles de l'activité en tritium dans les précipitations recueillies aux "Anciens Moulins" ont varié entre 380 et 1000 pCi/l; la moyenne annuelle pondérée se situe vers 550 pCi/l (1979: 1450 pCi/l). Cette activité en tritium est donc encore env. 2 fois plus élevée que dans les précipitations de la station de comparaison des Hauts-Geneveys. La quantité de précipitations s'étant élevée à 1555 mm en 1980, env. 1 Ci de tritium par km^2 est tombé avec les précipitations au voisinage des "Anciens Moulins"; la moitié de cette activité provient de l'industrie des peintures lumineuses à La Chaux-de-Fonds.

Les teneurs moyennes mensuelles en tritium des échantillons d'eaux usées de la STEP de La Chaux-de-Fonds ont varié entre 40000 et 220000 pCi/l. La moyenne annuelle de 100000 pCi tritium/l représente une diminution par rapport à 1979 (137000 pCi/l); l'activité totale en tritium qui a passé à travers la STEP de la ville s'est élevée en 1980 à 800 Ci (1979: 1000 Ci).

Des échantillons d'eaux résiduelles du Service communal de chauffage urbain à distance et du Centre régional d'incinération des ordures ont présenté des teneurs en tritium jusqu'à 10^6 pCi/l. Un premier pas est ainsi franchi dans la recherche de l'origine de la haute teneur en tritium mesurée à la STEP.

Trois échantillons d'eau du Doubs prélevés en amont de la zone d'influence de La Chaux-de-Fonds ont présenté des activités entre 100 et 200 pCi tritium/l, comme dans les autres rivières suisses. Des activités variant entre 4000 et 18000 pCi tritium/l ont été enregistrées dans les échantillons de 2 sources (3 échantillons par source) débouchant directement dans le Doubs 2 km en amont et 300 m en aval de la Rasse; ces sources reçoivent les eaux d'infiltration de la région de La Chaux-de-Fonds. Les échantillons d'eau de la Ronde ont présenté des valeurs entre 500 et 5000 pCi/l. Les teneurs en tritium des 20 échantillons hebdomadaires prélevés dans le Doubs à St-Ursanne ont varié entre 500 et 5500 pCi/l.

L'eau potable de La Chaux-de-Fonds provient des gorges de l'Areuse; sa teneur en tritium ne se différencie guère de celle des autres villes.

4.3. Entreprises industrielles particulières (en collaboration avec la CNA ¹⁾)

Radium-Chemie AG, Teufen

En 1980, l'entreprise Radium-Chemie AG à Teufen a rejeté 0,4 Ci de tritium avec les eaux résiduaires dans la canalisation. Les échantillons prélevés à la STEP de Teufen ont présenté des teneurs en tritium variant entre 1200 et 3000 pCi/l, soit légèrement inférieures à celles de l'année précédente. Une partie importante de cette activité provient des précipitations qui sont contaminées par les effluents gazeux de l'entreprise Radium-Chemie. Les teneurs en tritium des échantillons d'eau prélevés depuis de longues années à la fontaine située à 140 m à l'ouest de la cheminée ($(5-10) \cdot 10^5$ pCi/l) et dans le ruisseau recevant l'eau de cette fontaine ($(1-4) \cdot 10^4$ pCi/l) ont également accusé une légère diminution par rapport à 1979. Les mesures d'échantillons d'eau potable prélevés en 1979 en différents points de la commune ont donné des teneurs en tritium comprises entre 300 et 1800 pCi/l correspondant à des doses annuelles de 0,05 à 0,3 mrem.

Avec des valeurs comprises entre $2 \cdot 10^4$ et $1,2 \cdot 10^5$ pCi/l, l'activité en tritium des précipitations recueillies à 65 m à l'est de la cheminée de l'entreprise Radium-Chemie AG est restée approximativement au même niveau que dans la deuxième moitié de 1979 (1ère moitié de 1979: $1,8 \cdot 10^5 - 1,1 \cdot 10^6$ pCi/l). Depuis l'installation d'un système de récupération du tritium dans les ateliers de fabrication de l'entreprise Radium-Chemie, la concentration dans les précipitations a notablement diminué.

Un prélèvement d'échantillons isolés d'urine au voisinage de l'entreprise Radium-Chemie (50 à 400 m) en mai 1980 a touché 63 personnes dont l'urine avait déjà été analysée en octobre 1979. En admettant que la teneur en tritium mesurée dans l'urine d'une personne reste constante durant toute l'année, on peut calculer une dose annuelle hypothétique pour cette personne; les doses annuelles

1) CNA: Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents

évaluées de cette façon ont toujours été inférieures à 10 mrem/an. L'évacuation admissible de tritium dans l'atmosphère selon l'art. 107 de l'ordonnance sur la radioprotection (OPR) entraînerait une dose de 50 mrem/an.

La radioactivité bêta totale ($E_\beta > 150$ keV) a été inférieure à 10 pCi/l dans l'eau de la STEP et inférieure à 15 pCi/l dans le ruisseau près de la fabrique de peintures lumineuses. La mesure de la radioactivité alpha effectuée sur un échantillon par endroit a donné env. 1 pCi/l pour la STEP de Teufen, comme dans les rivières (cf. 2.3.), et 3,6 pCi/l pour le ruisseau.

Les maisons d'habitation Pfister et Zeller (cf. rapport annuel 1979) ont été décontaminées dans le courant de 1980 sur l'ordre de la CNA. L'entreposage comme déchets radioactifs de la terre de jardin contenant du radium, accumulée lors de l'assainissement du bâtiment, est du ressort de l'autorité qui octroie l'autorisation. L'Office fédéral de la santé publique (OFSP) élaborera un rapport sur la méthode d'élimination et le soumettra pour avis à la CNA et à la CFSR.

Le dépotoir List à Stein (AR) doit être partiellement assaini. L'écoulement provenant de ce dépotoir ($2 \cdot 10^5 - 9 \cdot 10^5$ pCi tritium par litre) élève l'activité en tritium dans la Sitter de quelques milliers de pCi/l au maximum; un danger radiologique n'existe donc pas. Dans un échantillon d'eau de la Sitter prélevé en aval du dépotoir, on a mesuré une teneur en tritium de 700 pCi/l.

Le cas du dépotoir Bächli à Teufen (terrain de la protection civile) a été traité en détail en 1979.

Merz & Benteli Nuklear AG, Niederwangen (BE)

En 1980, cette entreprise a rejeté un peu moins de 1 Ci de tritium avec les eaux résiduaires dans la canalisation.

En 1980, la teneur en HTO de l'air a été surveillée par échantillonnage au bord du terrain de l'entreprise. Six campagnes de prélèvements simultanés d'échantillons dans les 4 directions ont montré une dépendance nettement caractérisée de la teneur en tritium en fonction de la direction. Les valeurs obtenues ont varié entre 30 et 20000 pCi/m³ d'air. D'après l'OPR, les rejets d'une entreprise ne doivent produire en aucun endroit accessible au public une concentration moyenne annuelle dans l'air supérieure à 30000 pCi de tritium sous forme de HTO par m³ d'air.

L'entreprise Merz & Benteli Nuklear AG a fabriqué à Berne-Bümpliz des peintures lumineuses au radium jusqu'en 1964, au tritium jusqu'en 1974 et depuis lors à Niederwangen; depuis 1977, les immeubles de Bümpliz sont propriété de la Ville de Berne. Un contrôle ultérieur de la CNA effectué en ces lieux en 1980-81 a révélé, en des points isolés dans les bâtiments et sur le terrain, des doses ambiantes fortement accrues jusqu'à 1 mrem/h. Une personne séjournant 10 heures par semaine en ces points accumulerait une dose de 500 mrem/an, ce qui correspond à la dose maximale admissible pour des individus de la population selon l'OPR. D'autres investigations sont engagées en vue de l'assainissement.

Cerberus AG, Männedorf et Volketswil

L'entreprise Cerberus AG traite du tritium à Männedorf et de l'américium-241 à Volketswil. Quatre fois par année, des échantillons d'eaux résiduelles sont prélevés dans chacune des deux fabriques et leurs activités alpha totale, bêta totale et en tritium sont mesurées. Comme l'on pouvait s'y attendre, des teneurs accrues en tritium n'ont été constatées que dans les eaux résiduelles de la fabrique de Männedorf (10000 à 50000 pCi/l; d'après l'OPR $3 \cdot 10^5$ pCi tritium/l admissibles dans l'effluent) et des activités alpha accrues que dans les eaux résiduelles de la fabrique de Volketswil (jusqu'à 15 pCi/l; 300 pCi américium-241/l admissibles dans l'effluent).

5. ACTIVITÉ DU COMITÉ D'ALARME (CA) DE LA CFSR

Les exercices effectués ces dernières années ont montré qu'en cas d'urgence, l'arrivée d'un spécialiste pour l'engagement à la Centrale de surveillance (CS) du CA à l'Institut suisse de météorologie (ISM) n'aurait pas toujours été possible. C'est pourquoi, depuis la mi-janvier 1980 a été instauré à la CS un service de piquet qui a la compétence, en cas de danger imminent de radioactivité, d'alerter directement la population et de lui recommander les mesures de protection appropriées.

Un service de piquet a également été organisé à la Société suisse de radiodiffusion et télévision. En septembre 1980, les PTT ont mis en service une station d'enclenchement et d'émission d'urgence permettant à l'organisation d'alarme, en cas d'urgence, de diffuser en tout temps des communiqués d'alerte par la radio.

Le 25 juin 1980, le Conseil fédéral a décidé la création d'un groupe permanent d'engagement à la CS pour les cas de dangers imminents. Celui-ci sera constitué de 1981 à 1983 comme section de la CS et permettra au CA de remplir mieux et plus sûrement ses tâches.

Après l'adoption du projet correspondant "Métalerte" par les Chambres fédérales (cf. rapport annuel 1979), le CA disposera probablement en 1984 d'une centrale d'alarme définitive. C'est pourquoi, le Conseil fédéral a décidé le 27 août 1980 la création d'une organisation personnelle pour cette installation. L'Organisation d'alarme en cas d'augmentation de la radioactivité peut ainsi être réglée définitivement pour les temps de paix et de service actif.

Le CA a collaboré à l'élaboration de l'aide-mémoire d'alarme de la population en temps de paix. On y trouve les signaux par sirènes et leur signification pour différents cas (alarme générale, alarme radioactivité et alarme eau). Dès septembre 1980, cet aide-mémoire est publié à l'avant-dernière page des annuaires téléphoniques.

La réalisation du système d'alarme rapide au voisinage des centrales nucléaires (CN) (cf. rapport annuel 1978) a été poursuivie. Dans la zone 1 (zone rapprochée), les sirènes sont installées, les

états-majors communaux sont instruits et un aide-mémoire a été distribué à la population. La conception du système d'alarme pour la zone 2 (rayon de 20 km) a été élaborée par la Division pour la sécurité des installations nucléaires (DSN) en collaboration avec le CA et l'Office fédéral de la protection civile; elle a été présentée aux cantons concernés à la fin 1979. L'installation des sirènes dans cette zone va débuter prochainement.

Les 13 et 14 novembre 1980 a eu lieu un nouvel exercice de l'Organisation d'alarme. On a considéré le cas d'une contamination radioactive mettant en danger une grande partie de la Suisse, consécutive à une explosion atomique hypothétique dans un pays voisin. Les postes d'alerte atomique ont exercé la mesure et l'annonce des débits de dose, les services de transmissions de la police la transmission des résultats, la CS et le CA leur évaluation et leur interprétation. Les laboratoires ont procédé simultanément à une large intercomparaison sur des échantillons de l'environnement contaminés artificiellement. De tels exercices sont conçus pour révéler des lacunes qu'il faudra combler par la suite.

6. RÉSUMÉ: IRRADIATION DE LA POPULATION SUISSE

Jusqu'à la fin octobre 1980, la radioactivité artificielle de l'air en Suisse a été très faible. Par suite de la bombe atomique chinoise du 16 octobre, une légère augmentation, principalement en produits de fission à vies moyennes, a été enregistrée aux mois de novembre et décembre.

En 1980, les prescriptions sur les rejets ont été respectées par toutes les centrales nucléaires et l'IFR.

Depuis le printemps 1980, on détermine hebdomadairement les émetteurs gamma et le tritium dans des échantillons d'eau de la STEP de Berne-Stuckishaus (à côté de Lausanne et de Zürich). Dans l'eau des STEP de Berne et de Lausanne, les concentrations en radionucléides ont toujours été inférieures à la limite permise dans les effluents. La concentration moyenne annuelle en iode-131 à la STEP de Zürich a diminué de l'ordre de 40% par rapport à l'année précédente; pendant une semaine, elle a dépassé la limite permise dans les effluents.

Sur la base des mesures de radioactivité de la CFSR et des doses aux personnes professionnellement exposées aux radiations déterminées par les organes de contrôle, on peut évaluer la dose individuelle moyenne en Suisse en 1980. Elle se compose selon les sources comme suit:

6.1. Rayonnement naturel

La dose ambiante naturelle en Suisse varie entre 50 mrem/an dans le Jura et 300 mrem/an dans certaines régions des Alpes. Cette irradiation naturelle et les radionucléides naturels se trouvant dans le corps, principalement le potassium-40, occasionnent des

doses moyennes à la population suisse de 145 mrem/an à la moelle rouge des os et de 105 mrem/an aux gonades. L'irradiation naturelle peut servir de grandeur de comparaison lors de l'appréciation des doses d'origine artificielle.

6.2. Retombée mondiale des explosions nucléaires

L'explosion atomique chinoise du 16.10.80 a provoqué en Suisse en 1980 une dose individuelle inférieure à 0,1 mrem. Le césium-137 déposé sur le sol et le strontium-90 accumulé dans les os via l'alimentation, issus des explosions nucléaires antérieures, occasionnent chacun une dose de 2 mrem/an. D'autres radionucléides à vies longues issus des bombes antérieures, tels que le tritium, le carbone-14, le rhodium-106 et l'antimoine-125 produisent une irradiation supplémentaire qui est cependant au total inférieure à 1 mrem/an.

6.3. Sources faibles et irradiation naturelle accrue

L'influence de sources faibles non uniformément réparties, telles qu'appareils de télévision en couleur et cadrans lumineux, et d'une irradiation naturelle accrue, par exemple lors de vols à haute altitude (rayonnement cosmique; env. 0,5 mrem/h à une altitude de 10 km) ou par le tabac (polonium-210) peut être estimée à moins de 1 mrem/an.

6.4. Installations nucléaires

Les immissions imputables aux installations nucléaires, aussi bien via les eaux résiduaires que via les effluents gazeux, sont faibles et le plus souvent au-dessous de la limite de détection. Les doses individuelles possibles dans le voisinage sont par conséquent évaluées à partir des émissions. La radioactivité rejetée avec les eaux résiduaires entraîne des doses hypothétiques de l'ordre de 0,1 mrem/an, avec les effluents gazeux des doses inférieures à 3 mrem/an. Seule la dose à la glande thyroïde de bébés qui n'auraient bu que du lait de vaches pâturent au point critique au voisinage de l'IFR aurait atteint 4 mrem/an.

Les immissions radioactives au voisinage des CN décroît rapidement avec la distance. L'irradiation moyenne de la population, qui en résulte, est par conséquent négligeable. En 1980, elle a été inférieure à 1 mrem/an, y compris l'irradiation par les produits de fission à vies longues issus de l'énergie nucléaire (tritium, carbone-14, krypton-85, iode-129) et dispersés dans l'atmosphère à l'échelle mondiale.

Des doses ambiantes accrues dues au rayonnement direct au voisinage immédiat, à l'extérieur de la clôture des installations nucléaires ont été constatées à la CNM, l'IFR et la CNLU. Comme en 1979, elles se sont élevées au maximum à 500 mrem/an à la CNM et à l'IFR et à 400 mrem/an à la CNLU. La dose annuelle supplémentaire aux individus de la population (= dose ambiante x durée de séjour par année) en ces points situés dans des zones inhabitées est inférieure à 20 mrem/an. A aucun endroit habité en permanence au voisinage des installations nucléaires, la dose due au rayonnement direct n'a dépassé 2 mrem/an.

6.5. Industries et hôpitaux

Les entreprises industrielles et les hôpitaux rejettent différents radioisotopes avec les eaux résiduaires. Lors du traitement pour l'eau potable, ceux-ci sont largement éliminés, à l'exception du tritium qui, en tant qu'isotope de l'hydrogène, est lié à l'eau. L'utilisation exclusive d'eau du Doubs en aval de La Chaux-de-Fonds comme eau potable aurait occasionné une dose inférieure à 1 mrem/an (le Doubs est la rivière à la plus forte teneur en tritium en Suisse).

Les effluents gazeux de l'entreprise Radium-Chemie AG à Teufen (AR) provoquent dans le proche voisinage une irradiation des personnes par inhalation de tritium avec l'humidité de l'air. Les doses extrapolées à partir de mesures d'échantillons d'urine d'habitants des environs de l'entreprise ont été inférieures à 10 mrem/an. A une distance de quelques centaines de mètres, cette dose supplémentaire n'est déjà plus mesurable.

6.6. Personnes professionnellement exposées aux radiations

En 1980, 42174 personnes professionnellement exposées aux radiations ont été surveillées par les 3 organes de contrôle. Elles ont accumulé ensemble 2156 rem, ce qui donne en moyenne sur l'ensemble de la population 0,35 mrem/an. Cette valeur est déterminante pour apprécier les effets génétiques sur la population.

6.7. Applications médicales

D'après une enquête effectuée en 1971, les examens diagnostiques aux rayons X provoquent une dose génétiquement significative de 40 mrem/an, une dose moyenne aux gonades de 80 mrem/an et une dose moyenne à la moelle osseuse de l'ordre de 120 mrem/an.

En 1976, les examens diagnostiques en médecine nucléaire ¹⁾ ont occasionné à la population du canton de Bâle-Ville une dose génétiquement significative de 0,5 mrem/an (dose moyenne aux gonades: 10 mrem/an).

6.8. Conclusion

On peut tirer de ce rapport que l'irradiation moyenne d'origine artificielle de la population suisse, sans la contribution des applications médicales, a été en 1980 inférieure à 10 mrem/an. Elle représente moins du dixième de l'irradiation naturelle. La contribution des examens diagnostiques aux rayons X est du même ordre de grandeur que la dose naturelle.

1) J. Roth, Die Bestimmung der Strahlenbelastung der Patienten in der Röntgendiagnostik und Nuklearmedizin, Hôpital cantonal de Bâle, décembre 1978

Nous exprimons nos meilleurs remerciements au Chef du Département fédéral de l'intérieur et au Directeur de l'Office fédéral de la santé publique pour leur soutien à la CFSR et au Comité d'alarme. Nos remerciements vont également à tous les laboratoires et postes de prélèvement participants, en particulier à la Division pour la sécurité des installations nucléaires et à la Section de la radioprotection de l'Office fédéral de la santé publique, pour leur précieuse collaboration.

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
Prof. Dr. G. Poretti, Hôpital de l'Ile, Berne
Dr. G. Simmen, directeur de l'Institut suisse de météorologie, Zürich
Prof. Dr. W. Stumm, EPF, Zürich
Prof. Dr. J. Wellauer, Hôpital universitaire, Zürich

A la fin de l'année 1980, MM. J. Rossel, J.L. Mauron et G. Simmen ont démissionné de la CFSR. Le Président de la Commission tient à leur exprimer ici ses meilleurs remerciements pour leur grand engagement au service de la CFSR. Ces remerciements s'adressent plus particulièrement au Professeur Rossel qui, dès le début de la CFSR, a fonctionné comme vice-président. Son expérience et son sens des responsabilités ont beaucoup contribué à l'accomplissement des tâches de la Commission.

Fribourg, juillet 1981

Appendice

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

CBE	Institut de chimie inorganique, analytique et physique, Université de Berne (Prof. Dr. H.R. von Gunten)
CNA	Section de physique de la Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents, Lucerne (Dr. D. Galliker, Dr. T. Lauffenburger)
CRA	Communauté de surveillance de la radioactivité des denrées alimentaires (Dr. A. Miserez, président, Office fédéral de la santé publique, Berne)
DSN	Section de la protection de la santé et de l'environnement de la Division pour la sécurité des installations nucléaires, Würenlingen (S. Prêtre, Dr. J. Czarnecki, W. Jeschki, J. Schuler)
EPFL	Institut d'électrochimie et de radiochimie, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (Prof. Dr. P. Lerch, J. Geering)
IFR	Division du contrôle des radiations de l'Institut fédéral de recherche en matière de réacteurs, Würenlingen (Dr. F. Alder, Dr. W. Görlich, Dr. E. Nagel)
LDU	Laboratoire de Dübendorf de la CFSR, auprès de la Section pour la radioactivité de l'Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux (Prof. Dr. W. Stumm, Mme Dr. M. Bezzegh, A. Lück)
LFR	Laboratoire de Fribourg de la CFSR, auprès de l'Institut de physique de l'Université (Prof. Dr. O. Huber, Dr. J. Halter, Dr. B. Michaud, L. Ribordy, Dr. H. Völkle, L. Baeriswyl, Mme M. Gobet)
NESTEC	Société d'assistance technique pour produits Nestlé SA, La Tour-de-Peilz (Prof. Dr. J.L. Mauron, M. Arnaud, Mme I. Bracco)
PBE	Institut de physique de l'Université de Berne (Prof. Dr. H. Oeschger, PD Dr. H. Loosli, U. Schotterer, Dr. U. Siegenthaler)
SCCI	Service cantonal de contrôle des irradiations, Genève (Prof. Dr. A. Donath)

A 12876