

Zeitschrift: Bericht der Eidgenössischen Kommission zur Überwachung der Radioaktivität

Band: 10 (1966)

Rubrik: 10e Rapport de la Commission fédérale de la radioactivité à l'intention du Conseil fédéral

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.10.2024

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

10^e Rapport de la Commission fédérale de la radioactivité à l'intention du Conseil fédéral

par le professeur P. Huber, président de la Commission

On a enregistré en 1966 l'explosion de trois bombes atomiques chinoises¹ et de cinq bombes atomiques françaises². Ces dernières n'ont pas provoqué de retombées radioactives sous nos latitudes puisqu'elles ont été mises à feu dans l'hémisphère sud.

La contamination de l'air et de la pluie a continué de baisser. Elle atteint en moyenne annuelle les valeurs les plus basses relevées depuis le début de l'activité de surveillance de la Commission en 1956.

La Commission a effectué son travail en trois séances. Alors que la contamination générale se rapproche à nouveau sensiblement de la normale, la Commission a étudié des problèmes particuliers qu'elle a jugés importants. Parmi ceux-ci figurent l'établissement des prescriptions pour la surveillance des centrales nucléaires et les travaux en cours depuis quelque temps sur le degré de contamination de la chaîne air-pluie-sol-fourrage-lait.

L'organisation d'alarme, qui a été créée pour la protection de la population lors d'un accroissement dangereux de la radioactivité, a pu être activement développée. Une ordonnance du Conseil fédéral publiée le 9. 9. 1966 définit ses droits et ses devoirs (voir 8^e rapport). Des éléments importants de l'organisation d'alarme ont été établis. La station aérologique de Payerne fonctionne déjà comme centrale de surveillance vers laquelle sont acheminés en tout temps les rapports sur la contamination radioactive des réseaux suisse et européen.

En 1966, le colonel F. Kessler, chef de la section ABC du Service de santé du DMF, a donné sa démission de membre du Comité d'alarme et d'expert de notre Commission. Son sens de l'initiative et ses connaissances ont été d'un grand secours dans l'accomplissement des tâches variées qui nous incombent, ce dont nous le remercions vivement.

Le Comité d'alarme a traité les problèmes en cours en trois séances. Des rapports détaillés sur les questions débattues présentés par des membres du Comité et par des experts invités ont fourni les bases indispensables du travail.

I. Modifications apportées au réseau des stations de mesures¹

Le réseau des stations de mesures n'a subi aucun changement. De mai à octobre 1966 des travaux de transformation ont été entrepris au Jungfraujoch,

¹ 9. 5., 27. 10. et 28. 12. 1966.

² 2. 7., 19. 7., 10. 9., 24. 9. et 4. 10. 1966.

¹ Voir rapports 3 à 9.

de sorte que pendant ce temps les appareils de surveillance de l'air ont dû être mis hors service. Vers la fin de l'année l'appareillage de Payerne a nécessité une révision car il fournissait des valeurs trop élevées. En novembre, il a été possible de reprendre les prélèvements d'air à haute altitude au moyen d'un nouveau dispositif de collection (construit par la Fabrique fédéral d'avions d'Emmen).

II. Nouvelles activités de la Commission

1. Mesures de la teneur en tritium des échantillons de pluie

L'explosion des bombes à hydrogène libère du tritium, isotope le plus lourd de l'hydrogène, dont la période est de 12,3 ans. La recherche du tritium dans les précipitations fournit par conséquent des informations spécifiques sur l'explosion des bombes H. C'est la raison pour laquelle la Commission a ajouté à son programme la détermination mensuelle du tritium dans les prélèvements de pluie. Ces travaux sont effectués à l'université de Berne (professeur H. Oeschger). Jusqu'en septembre les mesures de la concentration en tritium pour les différents collecteurs de pluie ont été faites chaque semaine, tandis que par la suite ces mesures ont été effectuées sur des échantillons représentant la moyenne d'un mois.

2. Mesures comparatives de la radioactivité au moyen d'échantillons fournis par l'Agence atomique de Vienne

Pour contrôler l'exactitude des mesures de la contamination, l'Agence atomique de Vienne met à disposition des différents laboratoires des substances contaminées radioactives. Une première série de trois échantillons d'un mélange standard de nourriture humaine séchée (poudre de lait 40 g, graisse 110 g, farine 150 g, viande 95 g, sucre 60 g, pommes de terre 60 g, légumes et fruits 15 g, œufs 7 g, poisson 6 g) a donné par spectrométrie gamma (Fribourg) une valeur de 362 ± 15 pCi de césium-137 par kg; cette dernière est en très bon accord avec la valeur de 350 ± 36 pCi de césium-137 par kg indiquée par l'Agence.

3. Anthropospectromètre

Le programme qui est poursuivi sous la direction du professeur G. Joyet à la Clinique universitaire et Policlinique pour la radiothérapie et la médecine nucléaire de Zurich, et qui présente pour nous un grand intérêt, comprend la détermination de l'activité gamma du corps humain. L'anthropogammamètre se trouve dans une chambre d'acier à parois épaisses, recouvertes intérieurement de 3 à 5 mm de plomb. L'épaisseur de l'acier atteint 18 à 22 cm et réduit d'environ cent fois l'activité gamma totale ambiante entre 0,1 et 2 MeV. Une ventilation rapide munie d'un filtre adéquat assure l'élimination des dépôts actifs de radium. L'activité gamma est mesurée au moyen d'un compteur à scintillations composé

d'un cristal de NaI (Tl) de 8'' de diamètre et de 4'' de longueur et associé à trois photomultiplicateurs Dumont 6363. La personne examinée est étendue confortablement dans la chambre d'acier sous le détecteur avec une «géométrie» entièrement déterminée, c'est-à-dire dans une chaise longue à profil quasi-elliptique¹.

4. Travaux effectués en collaboration avec l'organisation d'alarme

Un programme pour machine à calculer effectuant l'analyse des spectres gamma est en préparation à Fribourg. Outre une interprétation plus rapide des résultats, cette méthode présente l'avantage d'une détermination plus précise de l'activité produite par un isotope particulier.

III. Résultats des mesures

1. Surveillance de l'air

L'activité spécifique bêta totale de l'air provoquée par les produits de fission des explosions atomiques a fortement diminué durant 1966. Les activités spécifiques bêta totales reportées dans les tableaux 1 et 2 (2a-e) pour les cinq stations de surveillance ne montrent presque aucun changement par rapport à l'année précédente. Les installations de surveillance de l'air (appareils Landis & Gyr) qui en mesurent l'activité 48 heures après son aspiration ont enregistré des activités provenant principalement des produits de filiation de l'émanation naturelle du thorium. La contamination présente un seul maximum détecté par toutes les stations au mois de juin et qui provient de l'explosion de la bombe chinoise dans le Sinkiang le 9. 5. 1966 (comparer fig. 1 et 2). L'accroissement de l'activité de l'air en juin, après diminution de l'émanation du thorium, est encore plus significative dans les filtres de Fribourg (voir tableau 3 et figure 3). Une comparaison avec les valeurs de l'année précédente montre que la bombe atomique chinoise du 9. 5. 1966 a eu un effet plus faible que celle du 14. 5. 1965. La bombe chinoise du 27. 10. 1966 n'a que faiblement augmenté l'activité moyenne de l'air en novembre, alors que celle du 28. 12. 66 ne se fera remarquer qu'en 1967. L'activité spécifique bêta totale de l'air due aux produits de fission a présenté la faible valeur de 0,04 pCi/m³ contre 0,10 pCi/m³ pour 1965. Cette activité s'ajoute à celle issue du rayonnement naturel, par exemple aux 100-1000 pCi/m³ du radon. Pendant la semaine du 10 au 17 juin, l'activité bêta totale de l'air a atteint la valeur maximale de 0,28 pCi/m³, 0,06 pCi/m³ provenant du zirconium-niobium-95 et 0,05 pCi/m³ du barium-lanthane-140 (fig. 4a).

Les 2. 7. et 19. 7. 1966 ont eu lieu les explosions des bombes atomiques françaises dans le Pacifique. L'échange d'air troposphérique étant faible entre l'hémis-

¹ G. Joyet et A. Hauptmann, «Journal of Applied Mathematics and Physics», Vol. 16, 548 et 849, 1965.

phère sud et l'hémisphère nord, aucun produit de fission n'a pu parvenir jusqu'à nous. Après l'explosion de la première bombe (2. 7. 1966) un mélange typique de produits de fission jeunes a été observé dans des échantillons provenant d'Amérique du Sud. Une autoradiographie a révélé, en plus d'un fond au caractère diffus, la présence de nombreuses particules chaudes de l'ordre de 1 à 10 pCi. La même méthode appliquée à un échantillon prélevé le 23. 7. 1966, donc après l'explosion de la seconde bombe française, n'a pratiquement mis en évidence que des particules chaudes (fig.5). Parmi ces dernières il y en avait 10 avec une activité plus grande que 100 pCi dont deux avec 820 pCi. Le spectre d'un échantillon du 9. 7. 1966 a été reporté sur la figure 6. On y remarque un fort pourcentage des isotopes à courte durée de vie molybdène-technétium-99 (période 66 h), tellure-iode-132 (78 h) et neptunium-239 (56 h). Un fractionnement doit avoir eu lieu car le molybdène-technetium-99 et le tellure-iode-132 sont trop abondants d'un facteur 2 à 4 par rapport aux autres produits de fission. La figure 6 montre le spectre des particules chaudes les plus actives (820 pCi) de l'échantillon du 23. 7. 1966 mesuré le 22. 8. 1966. Il contient encore du cérium-141, du cérium-144, du zirconium-niobium-95 et du barium-lanthane 140. Le spectre de l'échantillon total mesuré le 26. 7. 1966 avant l'isolement des particules chaudes est représenté dans la figure 6c. L'analyse montre clairement 4 groupes d'isotopes dûs au fractionnement. Dans une comparaison avec un mélange normal de produits de fission de l'uranium-238, elle donne, en prenant comme référence le tellure-iode-132 (78 h) et le barium-lanthane-140 (12,8 d; 40 h) les résultats suivants: un enrichissement d'un facteur 3 à 4 en molybdène-technetium-99 (66 h), en cérium-141 (33 d), en cérium-144 (285 d) et en zirconium-niobium-95 (65 d; 35 d) et un appauvrissement du même ordre de grandeur en iode-131 (8,1 d) et en ruthénium-103. L'échantillon contient en plus du neptunium-239 (2,35 d) qui provient probablement de la réaction $U-238 (n, \gamma) U-239 \xrightarrow{24 \text{ m}} \text{neptunium-239} \xrightarrow{2,35 \text{ d}} Pu-239$. Des mesures de contrôle effectuées à différents moments n'ont montré aucune différence mesurable entre le spectre des particules chaudes isolées et celui du reste de l'échantillon. La somme des activités des particules chaudes isolées soumises à l'analyse par spectrométrie gamma s'élève à environ 70% de l'activité totale de l'échantillon. L'activité résiduelle de ce dernier provient encore en grande partie de particules chaudes. Celles-ci présentent des spectres identiques entre eux.

Ces considérations nous font admettre qu'en plus du cérium-141, du cérium-144, du zirconium-niobium-95 et du barium-lanthane-140, les particules chaudes contiennent aussi du molybdène-technétium-99, du neptunium-239 et très vraisemblablement du tellure-iode-132.

Les produits de la bombe atomique chinoise du 27. 10. 1966 se rencontrent dans l'air à partir du 9 novembre, avec un maximum d'intensité entre le 11 et le 14 novembre. C'est à partir de filtres montés sur des avions volant à haute altitude que le spectre des produits de fission a pu être le plus favorablement étudié. La figure 7a montre le spectre d'un filtre du 7. 11. 1966, avant l'arrivée des retombées de la bombe du 27 octobre. En plus des photopics du béryllium-7, d'origine naturelle produit par le rayonnement cosmique, on n'observe qu'une

faible contribution due aux isotopes de longue période cérium-144 et césium-137, ainsi qu'à un résidu de zirconium-niobium-95 (65 d, 35 d) de la bombe du 9. 5. 1966. Dans la figure 7b on a reporté le spectre d'un filtre exposé le 18 novembre, dans lequel dominant les produits de fission récents de la bombe du 27. 10. On n'observe pratiquement pas de particules chaudes.

Les résultats des mesures de l'activité alpha effectuées à Bâle sur des filtres provenant de la station de «préalarme» de Stein (AG) sont reportés dans le tableau 4.

2. Précipitations

Le tableau 5 montre la valeur moyenne mensuelle de l'activité spécifique bêta totale des échantillons de pluie et les activités déposées chaque mois au sol pour les différentes stations de prélèvement. La relation entre la pluviosité et l'activité bêta amenée au sol par la pluie pour la station de la Valsainte est illustrée par la figure 8. Pour tous les endroits de prélèvement l'activité spécifique de la pluie atteint environ la moitié de celle de l'année passée, ce qui correspond aux mesures de l'activité de l'air de Fribourg (comparer avec le paragraphe III, 1). La plupart des échantillons de pluie présentent aux mois de mai et de juin un maximum d'activité spécifique qui, outre l'accroissement printanier bien connu, provient des produits de la bombe atomique chinoise du 9. 5. 1966.

L'activité déposée au sol en l'absence de pluviosité (station de mesure de Locarno, tableau 6) s'avère inférieure de plus de 10 fois à celle précipitée par la pluie.

La concentration du tritium dans la pluie, déterminée pour la première fois, est reportée dans le tableau 7. Les figures 9a-9f montrent les courbes correspondantes données en unités de tritium ($1 \text{ UT} = 10^{-18}$ atome de tritium par atome d'hydrogène, soit 3,2 pCi par litre d'eau). Tous les échantillons des différentes stations de prélèvement présentent un maximum d'activité en mai et en juin provenant de la bombe atomique chinoise du 9. 5. 1966. La variation journalière de la teneur en tritium des prélèvements de pluie de Aetzrütli (BE) entre le 18. 5. et le 28. 5. est illustrée par la figure 9g. Depuis 1953 de grosses quantités de tritium ont été produites par les tests de bombes thermonucléaires, si bien que la concentration en tritium dans les précipitations dépasse de plus de 1000 fois la valeur naturelle (fig. 9h).

Après l'explosion des bombes atomiques chinoises, les prélèvements actifs de pluie ont été soumis à une analyse par spectrométrie gamma. Les mesures ont été faites avec les filtrats des précipitations de la semaine du 21. au 28. 5. de l'ensemble des six stations de prélèvement et avec les précipitations totales de Fribourg (y compris les substances actives solubles et insolubles dans la pluie). Dans les deux cas, le spectre mesuré ne correspondait pas à la répartition normale des produits de fission. En prenant comme référence le barium-lanthane-140, le zirconium-niobium-95 et le cérium-141 étaient environ 5 à 10 fois trop abondants par rapport à cette répartition (bombes à l'uranium-235), tandis que l'iode-131 et le ruthénium-103 lui correspondaient à peu près. Des conditions semblables furent aussi observées pour la bombe chinoise du 27. 10.

3. *Eau et vase de citerne*

L'activité bêta totale des échantillons d'eau de citerne a continué de baisser par rapport à l'année précédente (tableau 8). Dans aucun prélèvement on n'a pu mesurer une augmentation due aux bombes atomiques chinoises. Les prélèvements de vase de la citerne de Saulcy montrent, à l'exception de celui du 26 octobre, des activités un peu inférieures à celles de 1965. La forte diminution de l'activité bêta totale des eaux de citerne a permis d'abandonner la détermination du strontium-90.

4. *Eaux de surface, eaux souterraines, eaux résiduaires*

L'activité spécifique bêta totale des eaux de surface a continué d'être très faible (tableau 10).

Les eaux résiduaires de la fabrique de matières luminescentes de Teufen (tableau 10), de la Cerberus SA, Männedorf (tableau 10), et de l'Institut fédéral de recherches en matière de réacteurs (tableau 11) ont été contrôlées. Dans les trois cas l'activité de ces eaux était, à une exception près, bien au-dessous de la contamination admissible. Un échantillon des eaux usées de la Cerberus SA, prélevé le 24. 3. 1966, présentait une concentration de 5000 pCi par litre d'américium-241 déterminée par spectrométrie gamma (la valeur tolérée dans les eaux résiduaires est de 40 000 pCi par litre). Il n'a pas été possible de mettre en évidence une activité alpha.

5. *Plancton, substances en suspension, sédiments, plantes aquatiques et poissons*

L'activité bêta totale des sédiments et des poissons a diminué par rapport à 1965 (tableau 10). L'activité bêta totale des matières en suspension et du plancton de l'Aar, de la Broye et du lac de Morat a augmenté dans la seconde moitié de l'année (tableau 10). De même, les échantillons de plantes aquatiques prélevés en août (tableau 10) présentent une activité 2 à 3 fois supérieure à celle des échantillons correspondants de l'année précédente. L'augmentation de l'activité provient surtout des isotopes à courte période dûs aux tests atomiques chinois.

La teneur en cendre et l'activité du potassium des échantillons sont données par les tableaux 12 et 13.

En collaboration avec le département de limnologie de l'IFAEPE (EAWAG, professeur Jaag), des recherches ont été effectuées sur le comportement des radioisotopes vis-à-vis de plancton et de matières inertes en suspension provenant du lac des Quatre-Cantons¹. Les principaux résultats peuvent se résumer comme suit : sur la base des mesures mensuelles de l'activité bêta totale du plancton du lac des Quatre-Cantons, on a pu mettre en évidence un enrichissement considérable de ce plancton en produits de retombées par rapport à l'eau. Le facteur d'enrichisse-

¹ Disposal of radioactive wastes into seas, oceans and surface waters. Int. Atomic Energy Agency, Vienna, SM-72/6 (1966).

ment atteint une valeur de l'ordre du 10^3 à 10^4 . L'activité spécifique bêta du plancton végétal (calculée par kg de matière sèche) est en général supérieure à celle du plancton animal; ce n'est que pendant les mois d'hiver que le phytoplancton et le zooplancton présentent à peu près la même activité spécifique. L'activité due au potassium-40 ne représentait qu'une petite partie de l'activité totale, la part relative de celui-ci augmentant toutefois avec la décroissance de cette dernière.

Des essais avec des prélèvements provenant du lac des Quatre-Cantons ont montré que, si l'on ajoutait aux échantillons des isotopes strontium-90-yttrium-90, seul l'yttrium-90 était pratiquement absorbé dans les conditions de l'expérience par les substances inertes en suspension et les organismes. Une partie relativement importante de l'yttrium-90, qui se fixe pendant un laps de temps de 30 heures, a été déjà absorbée durant les cinq premières heures qui suivent l'adjonction de l'isotope. Dans les conditions données, la lumière n'a joué pratiquement aucun rôle. Un échantillon chargé avec du strontium-90-yttrium-90 et placé dans une cave pendant un certain temps a montré après 89 jours une augmentation de la teneur en yttrium-90 par rapport à la valeur mesurée après environ 30 heures. L'yttrium-90 fixé par les matières inertes en suspension n'est plus soluble dans l'eau que dans une faible mesure. Toutefois, après adjonction de Complexon III, l'yttrium-90 lié se dissout à nouveau complètement dans l'eau.

Des expériences avec des cultures d'*Oscillatoria rubescens* (cette algue représente depuis ces dernières années, une des composantes planctoniques les plus importantes des algues bleues du lac des Quatre-Cantons) ont révélé que le comportement des radio-isotopes vis-à-vis des algues dépend dans une large mesure de la solution nutritive utilisée. Par exemple, en présence de Complexon III, une des composantes importantes de la solution nutritive de l'*Oscillatoria rubescens*, seul le strontium-90 sera absorbé par les algues dans un mélange d'isotopes strontium-90-yttrium-90. Au contraire, l'yttrium-90 reste dans les chélates qui se forment dans la solution nutritive. Un petit excès de FeCl_3 diminue l'effet du complexe.

Dans une solution nutritive sans Complexon ($\text{pH} = 8$) l'yttrium-90 se présente sous forme colloïdale et sera absorbé pour la plus grande partie par les algues. La matière inerte en suspension (solution nutritive non filtrée) provoque un accroissement de l'absorption des isotopes et une modification de la sélectivité. La présence de bactéries dans la culture d'algues produit bien une augmentation de l'absorption, mais cependant aucune modification de la sélectivité.

Des essais préliminaires effectués avec du strontium-89 ont montré que les algues fixaient 1 à 3% de l'activité totale introduite dans les premières heures qui suivent l'adjonction. La teneur en strontium-89 s'accroît de 1 à 2% durant les 74 heures suivantes.

6. Sol-herbe-foin

Les prélèvements de sol effectués au voisinage des réacteurs de Würenlingen et de Lucens présentent à peu près les mêmes activités en strontium-90 que celles

de l'année passée (tableau 14). Cependant la répartition en profondeur du strontium-90 dans le sol montre un changement important: l'année précédente les $\frac{3}{4}$ ou les $\frac{2}{3}$ (Lucens) environ de l'activité due au strontium se trouvaient entre 0 et 5 cm de profondeur, tandis que cette année-ci la fraction n'est plus que légèrement supérieure à la moitié.

Les valeurs de l'activité des échantillons d'herbe et de foin examinés sont du même ordre de grandeur que celles de l'année passée (tableau 15). Environ 70 à 100% de l'activité bêta totale provient du potassium-40 et environ 2 à 10% du strontium-90.

7. Détermination de l'activité dans la chaîne sol-fourrage-lait

a) Examen de fourrage et de lait de Suisse orientale

Les activités spécifiques du fourrage et du lait de Suisse orientale pour le strontium-90 et le césium-137 durant les années 1965 et 1966 sont données par le tableau 16 et la figure 10. Le rapport des activités césium-137/strontium-90 du lait pour les années 1963 à 1965 est:

1963	1964	1965
4,9	4,2	3,1

La forte diminution du taux de césium-137 dans les trois années suivant le traité d'interdiction des essais nucléaires est notable (voir le paragraphe 8, page 104). Les variations mensuelles de l'activité du fourrage sont plus grandes que celles du lait parce qu'une égalisation du contenu de Cs-137 absorbé se produit dans le corps de la vache laitière. Le rapport des activités Cs-137 dans le lait/Cs-137 dans le fourrage a légèrement diminué par rapport à l'année précédente.

b) Sol-fourrage-lait

On a représenté dans les tableaux 17a-d les activités spécifiques des isotopes potassium-40, césium-137 et strontium-90, du sol, de l'herbe et du lait mesurées pour les stations d'Arenenberg (TG), Stillberg près de Davos, Gudo (TI) et Les Hauts-Geneveys (NE), pour octobre 1965 et mai-octobre 1966. Une comparaison avec les mesures des années antérieures indique, compte tenu des fluctuations normales, des activités constantes pour le potassium-40 (à l'exception d'Arenenberg en octobre 1966). De même l'activité du césium-137 du sol n'a pratiquement pas varié, sauf pour Stillberg près de Davos, où l'on remarque une augmentation lente. L'activité du Cs-137 dans l'herbe a diminué pour tous les centres de prélèvement. Il en est de même pour les prélèvements de lait, à l'exception de Stillberg près de Davos, où pendant les années 1964 à 1966 les activités suivantes du Cs-137 par litre de lait ont été mesurées:

août 1964	août 1965	août 1966
240 pCi/l	140 pCi/l	250 pCi/l

Pour les autres stations, l'activité spécifique du Cs-137 par litre de lait a été inférieure à 50 pCi/l. Le tableau 18 présente les coefficients de passage du Cs-137 et du Sr-90 de l'herbe au lait pour les années 1964 à 1966.

c) Activités de l'herbe et du lait dues à la bombe atomique chinoise du 9 mai 1966

En plus des prélèvements d'air et de précipitations (voir paragraphe III, 1 et 2), des mesures par spectrométrie gamma ont été faites sur des échantillons d'herbe et de lait et sur des glandes thyroïdes de vaches. Depuis le 24 mai des mesures journalières d'herbe et d'échantillons de lait ont été entreprises à Grangeneuve¹ (FR). Les produits de fission de courte période les plus actifs furent les seuls à pouvoir être mesurés quantitativement dans l'herbe à cause des fortes activités du potassium-40, du césium-137, du béryllium-7, du rhodium-106 et de l'antimoine-125 (fig. 4c). Le passage de l'activité de l'air et de la pluie dans l'herbe ne pouvait donc être déterminé que par l'activité du zirconium-niobium-95. Pour le premier échantillon du 24 mai l'activité du Zr-Nb dans l'herbe correspondait à celle mesurée en 1963/64 par Courvoisier². Par contre tous les prélèvements d'herbe ultérieurs montrent une activité environ 5 fois supérieure (entre 2930 et 6680 pCi/kg), en dépit d'une seule contamination relativement faible par la pluie, le 25 mai 1966, et bien que l'activité du Zr-Nb-95 dans l'air n'ait pas dépassé la valeur de $2,5 \cdot 10^{-2}$ pCi/m³ jusqu'à fin mai. D'après les résultats de Courvoisier on aurait pu s'attendre à une activité du Zr-Nb-95 maximale de l'ordre de 800 pCi/kg.

Le 27 mai il a été possible de mettre en évidence la présence de l'iode-131 dans le lait (fig. 4d). Sur la suggestion du prof. Schär, des glandes thyroïdes de vaches ont été utilisées depuis le 7 juin 1966 pour la détermination de la concentration en iode-131. L'activité des échantillons de glandes thyroïdes prélevés chaque semaine s'est révélée assez constante jusqu'à la fin du mois de juin avec environ $2 \cdot 10^4$ pCi de I-131 par kg de substance fraîche. En juillet l'activité a rapidement diminué; le spectre gamma de cette dernière est illustré par la figure 4e.

Le rapport entre l'activité du I-131 de la glande thyroïde et la valeur maximale de l'activité du lait est d'environ 3000, ce qui est en bon accord avec le rapport, déterminé chimiquement, du iode de la glande thyroïde et du lait³. La contamination du lait par l'iode-131 peut être déterminée par des mesures de l'activité des glandes thyroïdes, même si une mesure directe du lait n'est que tout juste possible. Les figures 4a-e montrent les changements qualitatifs des spectres gamma d'un mélange de produits de fission pour la chaîne air-pluie-herbe (glande thyroïde)-lait.

¹ Nous remercions la direction de l'école d'agriculture de Grangeneuve pour sa participation.

² P. Courvoisier, Techn. Mitteil. Eidg. Institut für Reaktorforschung, Würenlingen, TM-SU-50, 1963.

³ Leipert, Biochem. Zeitschrift, 261, page 436, 1933.

8. Denrées alimentaires

La section du contrôle des denrées alimentaires du Service fédéral de l'hygiène publique (A. Miserez, docteur ès sciences) a couvert le domaine des denrées alimentaires en collaboration¹ avec les laboratoires cantonaux de Bâle, Coire, Lausanne, St-Gall et de la ville de Zurich. La spectroscopie gamma a été introduite comme nouvelle méthode d'analyse. Celle-ci est dans beaucoup de cas supérieure aux déterminations chimiques de la contamination, car elle est plus simple et plus rapide. Par rapport à l'année précédente la contamination des denrées alimentaires a encore diminué. Les explosions atomiques de l'année en cours étaient à peine détectables dans les denrées alimentaires. Les principaux produits analysés ont été le lait et les produits laitiers, les céréales et le pain ainsi que différents aliments pour enfants, les fruits, les légumes, le poisson et les eaux minérales. Le tableau 19A exprime les résultats des mesures de l'activité spécifique bêta totale, l'activité des précipités des oxalates² et l'activité du strontium-90 pour le lait frais et le lait en poudre. Le rapport des activités du Sr-90 et des précipités des oxalates n'a pratiquement pas changé par rapport à 1965³. Il est d'environ 0,7. Le tableau ci-dessous indique les activités du Sr-90 et des oxalates, ainsi que leur rapport pour les années 1959 à 1966, ceci pour trois stations de prélèvement (fig. 11 et 12).

Activité du strontium-90 et des oxalates

Année	Activité spécif. strontium-90 (pCi/l)			Activité spécif. des oxalates (pCi/l)			Activité strontium-90/activité oxalates		
	LB	VD	Mü	LB	VD	Mü	LB	VD	Mü
1959	15	14	29	55	50	90	0,27	0,28	0,32
1960	11	11	27	23	30	56	0,48	0,37	0,48
1961	10	10	22	64	54	62	0,16	0,19	0,35
1962	16	14	33	67	59	93	0,24	0,24	0,35
1963	36	35	70	117	114	187	0,31	0,31	0,37
1964	45	51	92	74	84	145	0,61	0,61	0,63
1965	33	34	63	50	53	101	0,66	0,64	0,62
1966	23	23	60	33	37	96	0,70	0,62	0,63

LB = laiteries bernoises, VD = lait en poudre du canton de Vaud, Mü = Mürren

La teneur moyenne en strontium-90 du lait de Mürren pour 1965 a du être revue (de 74,5 pCi/l à 63 pCi/l) en raison de l'incertitude de l'une des mesures. L'activité spécifique du Sr-90 a diminué environ de moitié depuis 1964, à l'exception de Mürren. Si l'on calcule l'activité du Sr-90 avec le rapport des activités

¹ Communauté de surveillance de la radioactivité des denrées alimentaires.

² Voir 5^e rapport, 1961, page 7/8.

³ Voir 9^e rapport, 1965, page 7.

du Sr-90 et des oxalates de 0,71, précédemment déterminé, on obtient les valeurs indiquées dans les figures 12 et 13a (● et ⊙).

La figure 11 montre les valeurs de l'activité spécifique du strontium-90 du lait frais de la plaine (Berne, 540 m) et de la montagne (Mürren, 1650 m) depuis 1958. La figure 12 donne la même indication pour le lait en poudre de la plaine. Le tableau ci-dessous indique l'activité spécifique du Sr-90 du lait pour les années 1962 à 1966 et les rapports de ces activités pour 2 années consécutives, pour 14 stations de prélèvement (voir fig. 13a et b):

Provenance	Strontium-90 pCi/l ¹					Rapport				Nombre de mesures par année
	1962	1963	1964	1965	1966	1963	1964	1965	1966	
						1962	1963	1964	1965	
1 Laiteries bernoises	16	36	45	33	23	2,25	1,25	0,73	0,70	4 (52)*
2 Canton de Vaud (lait en poudre)	14	35	51	34	23	2,50	1,45	0,67	0,68	9
3 Mürren	33	70	92	63**	60	2,12	1,31	0,68	0,95	4 (53)*
4 Genève	—	—	47	37	22	—	—	0,80	0,59	6
5 Meyrin	—	—	57	43	22	—	—	0,76	0,50	6
6 Lausanne	—	—	55	39	29	—	—	0,72	0,72	6
7 Moudon	—	—	57	43	28	—	—	0,75	0,65	6
8 Neuchâtel	—	—	59	40	25	—	—	0,69	0,61	6
9 Chaux-de-Fonds	—	—	89	56	38	—	—	0,63	0,68	6
10 Sion	—	—	23	22	—	—	—	0,79	—	—
11 Champéry	—	—	112	75	59	—	—	0,67	0,79	4
12 Lucerne	—	—	70	50	30	—	—	0,71	0,61	6
13 Frauenfeld	—	—	37	34	22	—	—	0,92	0,65	6
14 Tessin (S. Antonio)	—	—	132	84	49	—	—	0,64	0,58	6

¹ Dans les échantillons 1, 2 et 3 le strontium-90 a été dosé après incinération, et dans les échantillons 4 à 14 par échangeurs d'ions.

* Entre parenthèses, nombre de prélèvements par année.

** Moyenne incertaine.

Le tableau 19B indique l'activité spécifique du strontium-90 et, dans un cas, l'activité spécifique bêta totale d'échantillons de fromage. Ici aussi on remarque une réduction importante de l'activité par rapport à l'an passé. En moyenne l'activité spécifique du strontium-90 est de 257 pCi/kg (c'est-à-dire 26 pCi/g de calcium = 26 U.S.) pour le fromage dur et de 108 pCi/kg (c'est-à-dire 18 U.S.) pour les fromages mi-durs et tendres. Le lait a une activité de 27 U.S.

Les tableaux 19C-G présentent les activités spécifiques bêta totales et l'activité du strontium-90 de céréales (voir les fig. 14, 15 et 16), du pain, d'aliments pour enfants, de fruits, de légumes, de poissons, d'autres denrées alimentaires et de différents échantillons d'eau.

Les échantillons de céréales du pays¹ proviennent des domaines de récolte rattachés aux sept silos suivants: Wil (SG), Guin (FR), Huttwil (BE), Brunnen (SZ), Renens (VD), Bellinzona (TI) et Brigue (VS).

Les mesures de l'activité du strontium-90 pour les récoltes de 1964 et 1965 ont donné les moyennes suivantes:

Produits	1964	1965
	pCi ⁹⁰ Sr/kg	
Blé	122	103
Farine blanche	45	30
Farine bise	95	55
Son	384	254

Le rapport de l'activité du strontium-90 à celle des oxalates s'élève à 0,6 pour la farine de blé en 1965 (0,4 en 1963). La partie principale de l'activité des oxalates provient ici du strontium-90, puisque les activités de courte vie ont pratiquement disparu.

Les légumes à feuilles (voir le tableau 19E) présentent comme toujours des activités spécifiques plus élevées que les autres légumes. Des poissons de même espèce provenant de plusieurs lacs ont été examinés en vue de la détermination de l'activité du strontium-90. Les activités spécifiques n'ont pas montré de différences importantes (tableau 20).

Après l'explosion atomique chinoise du 27 octobre 1966 l'activité de l'iode-131 du lait et de l'herbe a été déterminée (tableau 21). Il a été possible de mettre en évidence dans les deux cas une activité, bien que faible, de l'iode-131.

A côté de l'activité bêta totale et de l'activité du strontium-90 mesurées à Fribourg, on a recherché le césium-137 par spectrométrie gamma dans le lait, les céréales et les fruits. Le but de ces mesures est d'observer le rapport des activités césium-137/strontium-90, puis, si ce rapport est d'une grandeur caractéristique, de déterminer par spectrométrie gamma du césium-137 le contenu en strontium-90. Le tableau 22 contient les résultats des mesures. Le rapport d'activité Cs-137/Sr-90 ne varie que peu pour les échantillons examinés. Pour le lait ce rapport a diminué de moitié environ depuis juin 1965. Ceci s'explique par la diminution de la contamination directe de l'herbe par le Cs-137 de l'air, alors que l'absorption de Sr-90 du sol par l'herbe est restée pratiquement constante.

9. Contamination du corps humain

L'examen de l'activité spécifique du strontium-90 des os et des dents a été fait à l'Institut de radiophysique appliquée de l'Université de Lausanne (prof.

¹ Nous remercions l'administration fédérale des blés pour la mise à disposition des échantillons.

P. Lerch). Des os d'adultes des régions de Lausanne et Genève et des dents de lait d'enfants de Bâle, Berne, Lausanne et Zurich ont été analysés. Au total on a effectué douze examens d'échantillons d'os rassemblés en 1965. La contamination trouvée est reportée dans le tableau 23, conjointement avec les valeurs indiquées dans le dernier rapport. Le tableau 24 récapitule les mesures effectuées jusqu'à présent depuis 1960. Les activités sont données en unités de strontium (U.S.). 1 U.S. correspond à 1 pCi de strontium-90 par gramme de calcium des os.

Le tableau 25 contient les résultats d'analyses du strontium-90 de dents effectuées en 1963 et 1964. Ces dents proviennent d'enfants de différents âges (5-12 ans). La figure 17 donne une vue d'ensemble de ces mesures, les déterminations faites sur des dents recueillies en 1961 ainsi que des mesures d'échantillons sélectifs faites en 1962 en Italie. Il ressort clairement que pour une année donnée les dents des enfants les plus jeunes ont la plus grande activité et que l'activité des échantillons des années consécutives augmente. C'est dans la période de croissance des dents de lait qu'a lieu la plus grande assimilation de strontium; ainsi l'activité déterminée aujourd'hui est une image de la contamination moyenne de la nourriture par le strontium-90 pendant la période de développement.

La contamination de 4 groupes de personnes des deux sexes âgées de vingt ans a été mesurée au moyen de l'anthropogammamètre de la Clinique universitaire et Policlinique pour la radiothérapie et la médecine nucléaire de l'Hôpital cantonal de Zurich (prof. G. Joyet). Les valeurs moyennes des mesures de l'activité du césium-137 et de la concentration en potassium sont:

Période d'observation	Nombre total des personnes examinées	Cs-137 nCi = 10 ³ pCi	K-40 gK/kg masse
Printemps 1966 . . .	48 personnes féminin.	9,7 ± 0,4	1,57 ± 0,02
	47 personnes mascul.	19,0 ± 0,7	2,14 ± 0,02
Automne 1966 . . .	50 personnes féminin.	6,9 ± 0,3	1,53 ± 0,02
	50 personnes mascul.	14,2 ± 0,5	2,11 ± 0,02

Du printemps à l'automne l'activité du Cs-137 a diminué d'environ 25% dans les deux groupes examinés. La concentration en potassium s'avère indépendante du poids, de la taille et de la grosseur moyenne de la personne examinée. A part le césium-137 et des traces d'antimoine-125 et de tellure-125, aucun autre produit de fission émetteur gamma n'a pu être décelé. Même chez des personnes qui vivent sur un sol granitique l'activité du radium-226 est plus petite que 1 nCi. La figure 18 montre le spectre mesuré d'une personne de vingt ans, de sexe masculin et en bonne santé, où sont visibles les maxima d'impulsions du césium-137 et du potassium-40.

Le Service cantonal de contrôle des irradiations à Genève (P. Wenger, docteur ès sciences) a déterminé l'activité du césium-137 et le contenu en potassium de dix personnes avec l'anthropogammamètre (tableaux 26a, b, c et 27). Le contenu, en césium-137 et en potassium d'échantillon de lait a également été analysé (tableaux 28 et 29).

IV. Remarques

Grâce au fait qu'en 1966 également aucun essai nucléaire aérien de l'ordre de la mégatonne n'est intervenu (au total trois bombes chinoises et cinq bombes françaises relativement petites ont explosé), la contamination de la biosphère de l'homme a continué de décroître. En 1966 l'activité spécifique du strontium-90 du lait a été de 33 pCi/l contre 48 pCi/l l'an dernier. Les aliments journaliers d'un individu ont ainsi en moyenne une activité de Sr-90 d'environ 49 pCi¹, soit environ 70% de l'ingestion journalière de l'année précédente.

Les mesures de strontium-90 dans les os n'ont pas été faites en nombre suffisant en 1966 pour permettre d'autres constatations que celles présentées dans le rapport précédent. Les quantités de Cs-137 déterminées dans le corps humain continuent d'être bien inférieures à l'activité admissible pour la population en général.

Les eaux usées des entreprises qui utilisent ou qui produisent des radionuclides n'ont nulle part atteint la concentration d'activité maximale admissible.

En résumé la situation générale relative à la contamination radioactive peut être considérée comme très favorable et sans danger pour l'homme.

Membres de la Commission

Professeur P. Huber, Bâle, président
Professeur J. Rossel, Neuchâtel, vice-président
P. Ackermann, Payerne, Station aérologique
Professeur O. Huber, Fribourg
Professeur O. Jaag, EPF, Zurich
Professeur M. Schär, Université, Zurich

Bâle, le 19 mai 1967.

¹ Voir 7^e rapport, page 11, 1963.