

**Zeitschrift:** Bericht der Eidgenössischen Kommission zur Überwachung der Radioaktivität

**Herausgeber:** Eidgenössische Kommission zur Überwachung der Radioaktivität

**Band:** 30 (1987-1988)

**Heft:** 1: Texte

**Rubrik:** Surveillance des émissions et des immissions au voisinage des centrales nucléaires

### **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:** 14.03.2025

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

#### **4.5. Radioactivité naturelle des denrées alimentaires et du corps humain.**

Le potassium-40 est le radionucléide naturel le plus important. Il se rencontre dans les fourrages et les aliments, d'où il passe dans le corps humain. Dans l'herbe par exemple, on a mesuré 400 à 1400 Bq par kg de matière sèche (Tab. 3.2), 30 à 60 Bq par litre dans le lait (Tab. 3.3) et 100 Bq par kg de matière sèche dans les céréales (Tab. 3.4). L'absorption par la nourriture conduit, dans le corps humain, à une activité de potassium-40 à l'équilibre de 3000 à 6000 Bq (Fig. 3.37 a et b). Cette activité fournit la plus grande contribution à la dose interne (cf. Chapitre 7), suivie de celle du plomb-210, du bismut-210 et du polonium-210 (UNSCEAR, 1988).

### **5. Surveillance des émissions et des immissions au voisinage des centrales nucléaires**

(En collaboration avec la DSN)

#### **5.1. Objectifs et étendue de la surveillance**

Des substances radioactives peuvent atteindre l'environnement par les rejets gazeux ou aqueux des centrales nucléaires, même dans des conditions normales d'exploitation. Les émissions gazeuses peuvent contenir des gaz rares radioactifs, des isotopes du iode, du carbone-14, du tritium et des radionucléides fixés sur des aérosols. Les rejets liquides peuvent contenir également des produits de fission et d'activation, ainsi que du tritium.

L'autorité de surveillance, la division principale pour la sécurité des installations nucléaires, DSN, a fixé pour chaque centrale nucléaire les limites de rejet des substances radioactives dans l'environnement de telle sorte que les immissions de la centrale n'engendrent chez aucun individu de la population avoisinante un équivalent de dose supérieur à 0,2 mSv par année civile. En tenant compte de la contribution éventuelle d'une irradiation directe, la dose individuelle

maximale de la population avoisinante ne doit pas dépasser 0,3 mSv par année civile.

La surveillance s'applique tant aux émissions qu'aux immissions. Des modèles radioécologiques permettent de calculer les doses à la population avoisinante à partir des émissions et des immissions et de comparer ces doses avec celles calculées à partir des limites de rejet.

Les émissions doivent être contrôlées et enregistrées par l'exploitant à l'intention des autorités; elles sont supervisées par des mesures de contrôle et des mesures effectuées en parallèle par la DSN et le LFR. A fin d'analyse, ces deux instances prélèvent, plusieurs fois par an, des échantillons d'eau prête au rejet, d'air, de gaz, de filtres d'aérosols, etc. Les résultats de ces mesures de contrôle concordent de manière satisfaisante avec celles des centrales, tant en 1987 qu'en 1988.

La SUER et la DSN mesurent les immissions pour déceler toute trace de radioactivité et connaître son intensité. Le programme de surveillance de l'environnement comprend la mesure des doses ambiantes en plusieurs endroits, ainsi que la surveillance des principales voies de propagation par un échantillonnage et des mesures tant continus que discontinus. Ainsi, la surveillance s'étend aux aérosols, aux dépôts provenant de l'air, à des échantillons de sol, d'herbe, de lait, de céréales, d'eau, de plantes aquatiques, de poissons et de sédiments.

## **5.2. Emissions des centrales nucléaires; doses calculées**

Selon les indications de la DSN, les rejets effectifs de radioactivité des centrales nucléaires suisses en 1987 et 1988 sont toujours restés inférieurs aux limites fixées (Fig. 4.1 à 4.5, Tab. 4.1 à 4.6). Calculées d'après les immissions, la dose individuelle pour la population au voisinage des centrales est restée inférieure à la limite de 0,2 mSv/an (Fig. 4.6., Tab. 4.1 à 4.6). Pour le calcul des doses sur la base des émissions, on admet que la personne concernée habite à l'endroit où la contamination radioactive de l'air est prévue la plus élevée et où les

dépôts au sol sont les plus élevés; de plus, on suppose que cette même personne se nourrit exclusivement d'aliments produits dans la région, et qu'elle puise toute son eau potable dans le fleuve en aval de la centrale.

En tenant compte, à la centrale nucléaire de Mühleberg, de la radioactivité déposée dans les environs de manière imprévue en automne 1986, on obtient pour cette centrale une dose produite par les émissions de 0,1 mSv pour 1987 et de 0,06 mSv pour 1988 (Fig. 4.6). Les doses maximales calculées au voisinage de l'IPS sont de 0,04 mSv environ (en 1987, les émissions d'iode auraient conduit à une dose supplémentaire hypothétique de 0,09 mSv chez un petit enfant nourri uniquement du lait d'une vache ayant brouté à l'endroit critique). Les doses au voisinage des centrales nucléaires de Beznau, Gösgen et Leibstadt sont inférieures à 0,003 mSv. Selon les indications de la DSN, les installations des hautes écoles de Lausanne, Bâle et Genève, ainsi que l'ancienne centrale nucléaire expérimentale de Lucens n'ont pas rejeté des quantités significatives de radioactivité dans l'environnement.

### **5.3. Résultats de la surveillance des immissions**

#### **a) Activité du sol**

Les mesures de l'activité d'échantillons de sol et celles, in-situ, au voisinage des centrales nucléaires suisses ont mis en évidence principalement du césium-137, du césium-134, du strontium-90, du cobalt-60 et du zinc-65 (Tab. 3.1 et 4.9). L'activité en césium provient des essais nucléaires des années soixante, de Tchernobyl et, au voisinage de la centrale nucléaire de Mühleberg, du rejet non contrôlé de la centrale en automne 1986; l'activité en strontium-90 est due aux essais nucléaires et, en petite partie, à Tchernobyl. Au voisinage immédiat de la centrale nucléaire de Mühleberg, le rejet de 1986 a laissé des traces de cobalt-60 et zinc-65. L'activité surfacique du sol en césium-137 (Bq/m<sup>2</sup>) est restée sensiblement constante en 1987 et 1988; l'activité en césium-134 a diminué de 1987 à 1988 à cause de la

décroissance. D'après les mesures effectuées durant cette période, il n'y a pas d'indication d'un rejet de radioactivité de longue période des centrales nucléaires qui ne soit pas négligeable par rapport aux activités déjà présentes, mentionnées plus haut.

b) Doses ambiantes

Les doses ambiantes, respectivement débits de doses ambiantes, sont contrôlées au voisinage des centrales nucléaires suisses avec les moyens suivants:

- dosimètres des centrales et de la CFSR (4 emplacements par centrale)
- mesures in-situ au voisinage immédiat de la centrale à l'aide d'un détecteur au germanium portatif
- chambres d'ionisation ou autres appareils qui enregistrent les valeurs en continu en 1 ou 2 emplacements par centrale.
- campagne annuelle de mesure avec des chambres d'ionisation au voisinage immédiat de chaque centrale.
- une sonde NADAM par centrale

La concordance entre ces différentes techniques de mesure est bonne, aux erreurs de mesure près.

Pour les divers points de mesure, les dosimètres présentent des différences relatives de la dose ambiante pouvant aller jusqu'à 30% (Tab. 4.7 et 4.8). Ces fluctuations sont dues principalement aux diversités de la composition naturelle des sols. Quelques dosimètres enregistrent également le rayonnement direct d'une centrale ou d'un dépôt de déchets (voir plus loin). A cela s'ajoutent des fluctuations entre trimestres dues aux conditions atmosphériques. Toutes ces différences peuvent être corrigées dans une large mesure par l'introduction de paramètres spécifiques à un emplacement donné; il devient alors possible de déceler avec une plus grande sensibilité les doses nettes provenant d'éventuels rejets des centrales. Sur la base

des mesures fournies par les dosimètres, la DSN peut ainsi conclure que les doses nettes annuelles additionnelles, dues à des rejets éventuels des centrales durant les deux ans que couvrent ce rapport, sont restées inférieures à 0,05 mSv. Au voisinage de la centrale nucléaire de Beznau, les doses nettes calculées montrent, en plus, la contribution de Tchernobyl (env. 0,15 mSv en 1987 et env. 0,1 mSv en 1988). Des doses nettes plus élevées, mesurées en certains endroits au voisinage de la centrale nucléaire de Mühleberg doivent être attribuées au rejet de l'automne 1986.

Les résultats des mesures in-situ au voisinage des centrales nucléaires conduisent aux doses ambiantes annuelles en plein air moyennes suivantes, exprimés en mSv (pour la conversion en doses individuelles, voir plus loin):

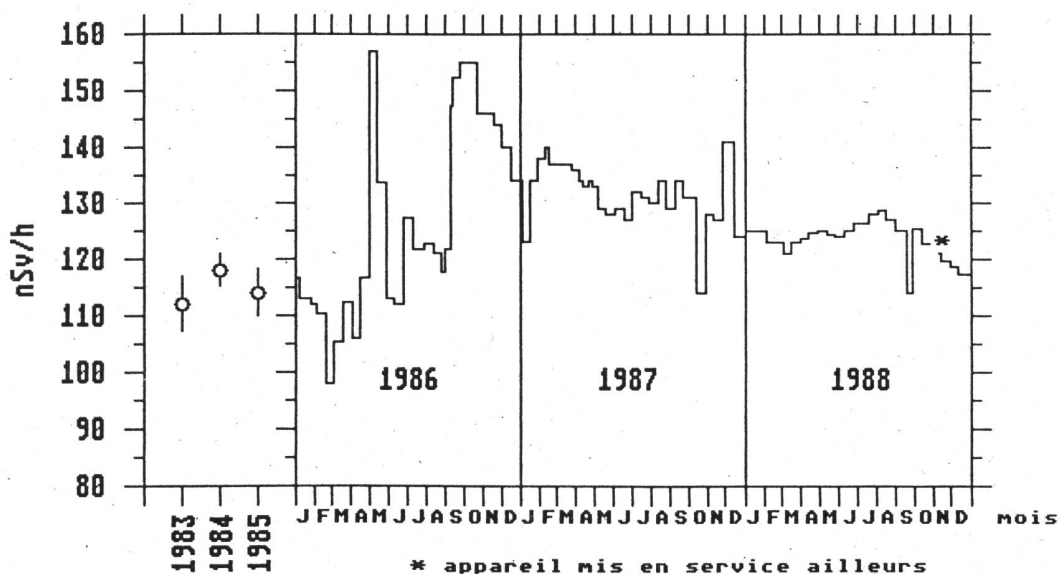
	CNB/PSI	CNG	CNL	CNM
Rayonnement cosmique	0,38	0,39	0,38	0,40
Rayonnement terrestre	0,42	0,38	0,39	0,47
Retombées des essais nucléaires atmosphériques	0,01	0,01	0,01	0,01
Tchernobyl				
1987	0,10	0,05	0,06	0,03
1988	0,08	0,04	0,05	0,02
Incident CNM de l'automne 1986				
1987	--	--	--	0,10*
1988	--	--	--	0,06*

\* A l'emplacement dit "Ufem Horn"

En certains points et tout particulièrement en 1988, les débits de dose ambiante, enregistrés en continu au moyen de chambres d'ionisation, ont rejoint le niveau d'avant Tchernobyl, compte tenu

des fluctuations statistiques (CNG Fig. 4.9 et CNL Fig 4.11 et 4.12); aux autres emplacements, les valeurs mesurées ont nettement régressé de 1987 à 1988 (CNB Fig.4.10, CNM Fig 4.7 et 4.8). Pour le lieu dit "Ufem Horn", la figure X montre cette diminution du débit de dose ambiante avec le temps; elle est attribuée, d'une part, au transfert du césium dans le sol et, d'autre part, aux décroissances du césium-134 et du cobalt-60. L'activité surfacique du sol en césium-137 est cependant restée constante depuis 1986, indépendamment de sa provenance (Tchernobyl ou incident à la CNM de l'automne 1986). Les mesures in-situ, effectuées à "Ufem Horn", permettent de conclure que l'excédent de dose ambiante en 1988 est dû principalement à l'activité rejetée en automne 1986 (Fig. 4.14).

**Fig. X : Débit d'exposition externe mesuré à l'aide d'une chambre à ionisation UFEM HORN (VOISINAGE CNM)**



Un arrêt d'urgence à la centrale nucléaire de Mühleberg le 18.5.1988 a conduit à un rejet plus élevé d'activité de courte durée. Le débit de dose ambiante près de la centrale de distribution des FMB, située à l'Est-Nord-est de la centrale, a passé d'environ 110 nSv/h à environ

180 nSv/h pendant 10 minutes (Fig. 4.13). La dose supplémentaire qui en a résulté est négligeable. Des données techniques complémentaires relatives à l'exploitation des centrales nucléaires suisses (par exemple les arrêts d'urgence) se trouvent dans les rapports annuels de la DSN.

Ni les mesures annuelles effectuées au moyen de chambres d'ionisation à une trentaine d'endroits, ni les mesures in-situ en plusieurs endroits, ni les sondes NADAM n'ont permis de déceler des rejets illicites des centrales durant les deux années couvertes par ce rapport (Fig. 3.16 k, Tab. 4.9 à 4.11).

### c) Rayonnement direct

A l'extérieur immédiat des clôtures des centrales nucléaires à eau bouillante (CNM et CNL), il apparaît un débit de dose ambiante supplémentaire dû au rayonnement gamma direct provenant de la salle des machines ou d'autres parties de l'installation. Dans l'enceinte de l'IPS, les dépôts de déchets de la confédération d'une part, l'accélérateur dans la partie ouest d'autre part, provoquent une élévation de la dose ambiante; leur contrôle s'effectue au moyen de dosimètres supplémentaires, disposés le long des clôtures. Des doses accrues n'apparaissent qu'au voisinage de l'enceinte et régressent rapidement avec l'éloignement.

En 1987 et 1988, les doses ambiantes nettes correspondant aux débits de dose les plus élevés, mesurées le long de l'enceinte et rapportées à l'année, sont les suivantes: CNL: 1,6 mSv, CNM: 1,3 mSv, IPS-est: 1,1 à 2,6 mSv, IPS-ouest: 1,2 mSv; CNB et CNG:  $\leq 0,3$  mSv (Tab. 4.12).

Ce n'est pas la dose locale qui est limitée mais la dose individuelle (cf. Chap. 5.1). Pour calculer cette dernière, il faut tenir compte de la durée de séjour annuelle des personnes dans la zone de dose ambiante accrue. Or personne n'y habite et le temps que passe une personne à s'y promener, à y pêcher, ou à y travailler aux champs est réduit. Les doses individuelles cumulées ne représentent donc qu'une faible fraction des doses ambiantes annuelles, mesurées le long de la clôture des installations. Les doses limites à la population aux



alentours de ces installations restent donc dans le domaine des doses admissibles.

d) Activité de l'air et des précipitations

En 1987 et 1988, les activités en césium d'échantillons d'aérosols prélevés au voisinage des centrales nucléaires sont comparables à celles des points de référence (Fig. 3.1 à 3.4). Ces activités proviennent vraisemblablement de Tchernobyl. La mesure de particules de poussière recueillies sur les plaques de vaseline ne laisse déceler aucune augmentation d'activité dues aux rejets des centrales nucléaires (Fig. 4.15 à 4.20). Quelques plaques de vaseline du voisinage immédiat de l'IPS ont présenté des activités  $\beta$ -total légèrement accrues provenant peut-être de rejets de l'installation d'incinération des déchets radioactifs.

Dans les échantillons d'eau de pluie prélevés au voisinage des CNG et CNL, les mesures d'activités  $\beta$ -total et les analyses spécifiques de radionucléides ne permettent de déceler que des activités provenant de Tchernobyl ou d'origine naturelle (Fig. 3.7 et 3.8). Les activités en tritium d'échantillons mensuels de précipitations, prélevés aux alentours des CNG et CNM, sont comprises entre 2 et 11 Bq/l (Fig. 3.13 et 3.14); elles ne se distinguent pas de manière significative des activités en tritium mesurées en d'autres points (Fig. 3.9 à 3.11).

e) Activités dans l'eau, les sédiments et les poissons

Des échantillons d'eau de fleuve sont prélevés en continu en amont et en aval des installations nucléaires. Leur activité  $\beta$ -total et de tritium sont mesurées de manière hebdomadaire ou mensuelle. En 1987 et 1988, l'activité  $\beta$ -total (sans tritium), de 0,04 à 0,6 Bq/l, est comparable à celle des années précédentes; quant à l'activité en tritium, elle est toujours restée inférieure à 25 Bq/l. Aucune différence systématique entre les prélèvements effectués en amont et en aval d'une centrale n'a été constatée. Les mesures de l'activité  $\beta$ -total et de tritium de prélèvements d'eau de nappes phréatiques des environs des centrales nucléaires n'ont montré aucune influence imputable à ces dernières.

L'activité  $\beta$ -total de ces eaux est due en grande partie au potassium-40 naturel.

Outre les radionucléides naturels, du césium-134 et du césium-137 provenant de Tchernobyl et des essais nucléaires ont été mesurés dans les sédiments des fleuves en aval des centrales nucléaires (Fig. 4.25, Tab. 4.13 et 4.14). D'autre part, de faibles concentrations en cobalt-60 et zinc-65 provenant des centrales nucléaires y ont été décelées. Une partie des activités d'origine artificielle mesurées dans les sédiments du barrage de Niederried doit vraisemblablement être imputée à des rejets de la centrale nucléaire de Mühleberg (Tab. 4.14).

Dans l'ensemble des 14 échantillons de poissons des environs des centrales nucléaires, des activités en césium allant jusqu'à 10 Bq par kg de filets ont été mesurées. Compte tenu du domaine d'erreur, le rapport  $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$  concorde avec celui des retombées de Tchernobyl, ce qui permet d'exclure toute augmentation significative provenant des centrales nucléaires.

f) Activité de l'herbe au voisinage des centrales nucléaires

L'activité des échantillons d'herbe prélevés périodiquement est due en grande partie au potassium-40 naturel (Tab. 3.2). L'activité en césium-134 et césium-137 d'échantillons du voisinage des centrales nucléaires est restée comparable, en 1987 et 1988, à celle de prélèvements effectués sur le plateau (cf. Fig. 3.19.a et b). Ces nucléides artificiels proviennent donc de Tchernobyl et des essais nucléaires; une éventuelle contribution des centrales nucléaires n'est pas décelable. Dans les échantillons d'herbe prélevés en 1987 et 1988 par le laboratoire cantonal de Berne aux alentours de la centrale nucléaire de Mühleberg, les activités en césium-134 et césium-137 sont restées inférieures à la limite de détection de 4 Bq par kg d'herbe fraîche.

g) Radioactivité des denrées alimentaires provenant des environs des centrales nucléaires.

L'activité des échantillons de lait et de céréales prélevés périodiquement dans les environs des centrales nucléaires est restée comparable à celle d'échantillons provenant d'autres points de prélèvement sur le plateau (Tab. 3.3 et 3.4). La majeure partie de l'activité provient du potassium-40 naturel; les activités en césium-137 n'excèdent pas 1 Bq par litre de lait et sont inférieures à 2 Bq/kg dans les céréales; l'activité en strontium-90 est d'environ 0,1 Bq par litre de lait et 0,6 Bq par kg de céréales. Ces activités d'origine artificielle peuvent être imputées aux retombées de Tchernobyl et des essais nucléaires.

Des échantillons de denrées alimentaires provenant de l'environnement de la centrale nucléaire de Mühleberg, prélevés et mesurés en 1987 par le laboratoire cantonal de Berne, contiennent de faibles activités de césium, en partie inférieures à la limite de détection de 4 Bq/l ou Bq/kg. Des échantillons isolés de lait et de viande de boeuf contenaient de faibles quantités de zinc-65 (jusqu'à 4 Bq/kg.), provenant des rejets de la CNM en automne 1986. Les activités en césium-134 et en césium-137 de tous les échantillons de denrées alimentaires prélevés en 1988 sont restées inférieures à 4 Bq/l ou Bq/kg; les concentrations de zinc-65 étaient inférieures à 1 Bq/l (Bq/kg) et celles de cobalt-60 inférieures à 0,5 Bq/l (Bq/kg). (Estimation de la dose: cf. Chapitre 5.4).

h) Carbone-14 dans les feuilles d'arbres

Depuis 1977, des mesures de la teneur en carbone-14 de feuilles de hêtres des environs des centrales nucléaires sont effectuées afin d'être à même de déceler d'éventuels rejets de  $^{14}\text{CO}_2$  assimilable, par comparaison des valeurs avec celles mesurées en un point de référence (cf. Chap. 4.1). En accord avec les émissions estimées par la DSN, une augmentation de l'activité a été constatée, en particulier au voisinage des réacteurs à eau bouillante de Leibstadt et de Mühleberg.

Les échantillons prélevés en 1987 et 1988 dans les environs de la CNL montrent une augmentation de carbone-14 jusqu'à 11% dans la direction nord-est, direction des vents dominants (Fig. 4.26 b et c). Dans les autres directions et avec l'éloignement, les valeurs régressent rapidement. Si une personne se nourrissait exclusivement de produits agricoles avec une concentration de carbone-14 accrue de 10%, la dose annuelle supplémentaire correspondrait à 0,001 mSv, dose absolument insignifiante.

Dans 4 échantillons prélevés au voisinage immédiat de la CNM, les concentrations de carbone-14 étaient de 5 à 8,5% plus élevées qu'au point de référence. Ces augmentations sont comparables à celles des années précédentes; les rejets de carbone-14 par la centrale sont donc restés à peu près les mêmes.

Comme les années précédentes, les valeurs les plus élevées en carbone-14 ont été mesurées dans les feuilles d'arbre de l'environnement immédiat du réacteur expérimental SAPHIR à l'IPS (Fig. 4.26.d). Comme les rejets se font au niveau du toit du bâtiment, et que les feuilles ont été prélevées sensiblement à la même hauteur, la dilution locale est nettement plus faible que dans le cas des centrales nucléaires, dont les rejets se font par l'intermédiaire d'une cheminée. La diminution de l'activité de carbone-14, en fonction de l'éloignement par rapport au réacteur SAPHIR, est déjà visible aux points de prélèvement représentés à la Fig. 4.26.d; en 1987 et 1988, pour les points plus éloignés de l'IPS et de la CNB, l'augmentation de l'activité (au maximum de 10%) est restée comparable à celle des années précédentes. Dans ce cas également, une augmentation de la dose due à la consommation de denrées alimentaires contenant une activité accrue en carbone-14, est insignifiante.

#### **5.4. Doses supplémentaires dans les environs immédiats de la centrale nucléaire de Mühleberg**

Dans ce paragraphe, on veut déterminer les doses annuelles 1987/1988 supplémentaires dans les environs immédiats de la CNM,

imputables au rejet de radioactivité non contrôlé en automne 1986. Il importe, en particulier, d'examiner si la directive selon laquelle les immissions ne doivent conduire, en aucun cas, à une dose supérieure à 0,2 mSv/an, a été respectée. Le lieu dit "Ufem Horn" est considéré comme point critique.

Comme mentionné au chapitre 5.3.b, les mesures in-situ (Tab. 4.9) et celles effectuées avec une chambre d'ionisation (Fig. 4.7) ont permis d'établir des doses ambiantes supplémentaires en plein air de 0,1 mSv en 1987 et de 0,06 mSv en 1988. En admettant une durée de séjour en plein air de 6 heures par jour et un facteur d'atténuation de 10 à l'intérieur des habitations pour le reste de la journée, la dose individuelle externe, consécutive à l'incident à la CNM de l'automne 1986, est d'environ 0,03 mSv pour 1987 et 0,02 mSv pour 1988.

Pour estimer une dose interne maximale, on considère qu'une personne ne se nourrit que de denrées alimentaires de la région, que l'activité en césium de toutes ces denrées alimentaires était de 4 Bq/kg en 1987 et 2 Bq/kg en 1988 (cf. Chap 5.3.g) et que toute cette activité est imputable aux émissions de la CNM. Sur la base de ces hypothèses, les activités ingérées sont de 2000 Bq environ en 1987 et de 1000 Bq environ en 1988. Si l'on admet que le césium-134 représente le 50% de cette activité, cette dernière entraîne une dose interne maximale de 0,04 mSv en 1987 et de 0,02 mSv en 1988. Ainsi, il a été démontré qu'en 1987 et 1988, la somme des doses interne et externe est restée inférieure à la limite de 0,2 mSv par année civile pour une personne ne s'alimentant que de sa propre production et à l'endroit le plus exposé des environs de la centrale nucléaire de Mühleberg.