

# Ueberwachung der Kernanlagen : Emissionen und Immissionen

Objektyp: **Group**

Zeitschrift: **Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz = Radioactivité de l'environnement et doses de rayonnements en Suisse = Radioattività dell'ambiente e dosi d'irradiazione in Svizzera**

Band (Jahr): - **(1992)**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## 4. UEBERWACHUNG DER KERNANLAGEN: EMISSIONEN UND IMMISSIONEN

### Zusammenfassung

*Die Abgaben radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser und der Abluft der Kernkraftwerke Beznau (KKB), Gösgen (KKG), Leibstadt (KKL) und Mühleberg (KKM) sowie des Paul-Scherrer-Instituts (PSI) lagen deutlich unterhalb der festgelegten Limiten. Die aus den Emissionen des Jahres 1992 errechneten Jahresdosen für Personen der Bevölkerung liegen weit unterhalb des Dosisrichtwertes von 0.2 mSv pro Jahr. Die wichtigsten Ausbreitungspfade von radioaktiven Stoffen in der Umgebung wurden im Rahmen des permanenten Probenahme- und Messprogrammes überwacht. Zusammengefasst ergibt sich folgendes Bild:*

*In den Stichproben von Erde, Gras, Milch, Getreide, Kartoffeln und Gemüse konnten keine Radionuklide festgestellt werden, die für das Jahr 1992 auf Emissionen aus den Kernanlagen hinweisen. Eine Ausnahme bilden Grasproben, die aufgrund eines Zwischenfalls in der Isotopenproduktion des PSI im Raum Villigen erhoben wurden, und in denen Iod-123 (bis 100 Bq/m<sup>2</sup>) gemessen wurde.*

*In den kontinuierlich, in der Hauptwindrichtung erhobenen Aerosolproben wurden ausser bei Mühleberg wo in einzelnen Monaten Co-60 (bis 0.1 mBq/m<sup>3</sup>) gemessen wurde, keine Erhöhung festgestellt.*

*In einzelnen Fischproben wurden Spuren von radioaktivem Cäsium nachgewiesen und in einer Barbe aus dem Stausee Niederried Spuren von Co-60. In einigen Sediment- und Wasserpflanzenproben aus der Aare und dem Rhein wurden die Nuklide Cobalt-58 und -60 gemessen.*

*Die geringen Spuren von künstlichen Radionukliden wie Co-60 in einzelnen Umweltproben weisen auf Abgaben mit der Abluft und dem Abwasser der Kernanlagen hin. Der Einfluss der Abgaben auf die Umgebung ist jedoch sehr gering, die errechenbaren Dosen für die am stärksten exponierten Personen sind um Grössenordnungen kleiner als diejenige, die durch die natürliche Strahlung verursacht werden.*

*Die Ueberwachung der Ortsdosisleistung in der Umgebung zeigte bei folgenden Anlagen unmittelbar ausserhalb der Umzäunung erhöhte Werte durch Direktstrahlung: bei den Siedewasserreaktoren KKL und KKM aus dem Maschinenhaus oder andern Anlageteilen, beim PSI aus den Abfallagern des Bundes und beim PSI-West zusätzlich durch Neutronen-Streustrahlung der Beschleuniger.*

*Im Jahre 1992 wurde sowohl beim Paul Scherrer Institut wie bei den schweizerischen Kernanlagen der quellenbezogene Dosisrichtwert für die Umgebungsbevölkerung von 0.3 mSv pro Kalenderjahr durch externe und interne Strahlung nicht überschritten.*

*In Kapitel 4.4. sind die Radioaktivitätsabgaben des CERN und die entsprechenden Resultate der Umgebungsüberwachung zusammengefasst.*

## 4.1. EMISSIONEN AUS DEN KERNANLAGEN (Tabelle 1a bis d)

F. Cartier, A. Leupin, J. Schuler und W. Baur

Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK), 5232 VILLIGEN-HSK

Die Abgaben radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser und der Abluft und die daraus für die Umgebungsbevölkerung errechneten Personendosis im Jahre 1992 sind für die Kernkraftwerke in Tabelle 1a und für das PSI in Tabelle 1b zusammengestellt. Hinweise über die Berechnungsart und Definitionen sind in den Fussnoten zu diesen Tabellen zu finden. Alle Grenzwerte sind eingehalten worden. Nuklidspezifische Angaben sind der Tabellen 1c über die Abgaben mit dem Abwasser und der Tabelle 1d über die Abluft zu entnehmen. Die Abgaben der Kernkraftwerke wurden wie in den Vorjahren mit vierteljährlichen Stichproben durch die Behörde kontrolliert.

Die errechnete Jahresdosis für Erwachsene wie für Kleinkinder (Alter 1 Jahr) der Umgebungsbevölkerung liegt bei allen Anlagen weit unterhalb des Dosisrichtwertes von 0.2 mSv pro Jahr. Sie ist beim KKB kleiner 0.006 mSv, beim KKM <0.015 mSv, beim KKG <0.004 mSv, beim KKL <0.006 mSv und kleiner 0.008 mSv beim PSI. Der Wert beim KKM wird dominiert (0.011 mSv) durch am Boden abgelagerte Aerosole, die im Jahre 1986 in die Umgebung gelangten (29. KUER-Bericht) und bei in-situ-Gammaspektrometrie Messungen (siehe 4.3.5) auch nachgewiesen wurden. Demgegenüber ist der Dosisbeitrag durch Aerosolabgaben im Jahre 1992 vernachlässigbar und liegt in der Grössenordnung der andern schweizerischen Kernkraftwerke. Der grösste Dosisbeitrag der Abgaben im Jahre 1992 kommt durch Kohlenstoff-14 zustande.

Ergänzend muss bemerkt werden, dass in der Nacht vom 11. auf den 12. Mai 1992 bei einem Zwischenfall in der Isotopenproduktion des PSI-West Xenon-123 freigesetzt wurde ( $3 \cdot 10^{11}$  Bq) und sich in den Raum Villigen-Rüfenach ausbreitete. Das Edelgas Xenon-123 zerfällt mit der Halbwertszeit von 2 Stunden in Iod-123, das seinerseits mit der Halbwertszeit von 13.2 Stunden in Tellur-123 zerfällt. Aufgrund dieses Sachverhaltes wurde Grasproben erhoben und gammaspektrometrisch ausgemessen. Der höchste Werte wurden nördlich von Villigen in ca 1 km Entfernung vom Abgabeort, dem Kamin der zentralen Abluft gemessen. Er betrug, zurückgerechnet auf den Abgabezeitpunkt, ca  $100 \text{ Bq/m}^2$  Gras. Die daraus resultierende Dosis wurde von der externen Strahlung durch die Ablagerung am Boden dominiert. Durch den Zwischenfall wurde keine der damals gültigen Abgabelimiten überschritten und die errechnete Dosis war deutlich kleiner als 0.001 mSv.

Im **Versuchsatomkraftwerk Lucens** sind die durch den Bundesratsbeschluss vom 10. Dezember 1990 bewilligten Stilllegungsarbeiten ausgeführt worden. Unter der Aufsicht der HSK sind zwei der drei Kavernen mit Beton verfüllt und ein Drainagesystem zur gezielten Entwässerung des Molassewassers in die Broye in Betrieb genommen worden. In dem an die Broye abgeleiteten Wasser konnten keine künstlichen Radionuklide festgestellt werden. Die Stilllegungsarbeiten werden mit einem einjährigen Beobachtungsprogramm abgeschlossen. Mit dem Beobachtungsprogramm soll die Zweckmässigkeit des Drainagesystems aufgezeigt und die Menge sowie die radiologischen und chemischen Parameter des Drainagewassers bestimmt werden. Die formelle Entlassung des Standortes aus der atomrechtlichen Gesetzgebung kann, bis auf den Lagerplatz für Abfallbehälter, voraussichtlich im Jahre 1994 erfolgen. Diese Behälter enthalten Komponenten des alten Reaktors. Sie sind zusätzlich abgeschirmt worden und werden später in ein Zwischenlager für radioaktive Abfälle überführt.

**Tabelle 1a: Zusammenstellung der Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umgebung für das Jahr 1992 und die daraus resultierenden Dosen für Einzelpersonen der Bevölkerung. (Fussnoten am Ende der Tabelle).**

| Anlage          | Medium                              | Art der Abgaben  | Abgabelimite<br>(gem. Reglement) <sup>1)</sup> | Tatsächliche<br>Abgaben <sup>1)</sup> ; (+50%) | Berechnete Jahresdosis <sup>2)</sup> |                      |
|-----------------|-------------------------------------|--|--|--|--------------------------------------|----------------------|
|                 |                                     |  | Bq/Jahr  | Bq/Jahr  | Erwachsener<br>Sv/Jahr               | Kleinkind<br>Sv/Jahr |
| KKB 1+<br>KKB 2 | Abwasser<br>(52000 m <sup>3</sup> ) | Nuklidgemisch (ohne Tritium) <sup>3)</sup>                   | 3,7E+11  | 1,2E+10  | 2,8E-07                              | 9,1E-08              |
|                 |                                     | Tritium  | 7,4E+13  | 7,2E+12  | <1E-08                               | <1E-08               |
|                 | Abluft                              | Edelgase <sup>4)</sup>                                       | 1,1E+15  | 3,0E+13  | 2,7E-07                              | 2,7E-07              |
|                 |                                     | Aerosole <sup>5)</sup><br>(ohne I-131, Halbwertszeit>8 Tage) | 5,6E+09  | 4,1E+06  | 1,8E-08                              | 1,8E-08              |
|                 |                                     | Jod-131 <sup>6)</sup>  | 3,7E+09  | 1,6E+07  | <1E-08                               | 3,8E-08              |
|                 | Kohlenstoff-14 <sup>7)</sup>        | --   | 4,0E+10  | 1,1E-06  | 5,3E-06                              |                      |
| KKM             | Abwasser<br>(8178 m <sup>3</sup> )  | Nuklidgemisch (ohne Tritium) <sup>3)</sup>                   | 3,7E+11  | 1,8E+09  | 3,3E-07                              | 6,3E-08              |
|                 |                                     | Tritium  | 1,9E+13  | 2,0E+11  | 1E-08                                | <1E-08               |
|                 | Abluft                              | Edelgase <sup>4)</sup>                                       | 2,0E+15 <sup>9)</sup>                          | 3,6E+12  | <1E-08                               | <1E-08               |
|                 |                                     | Aerosole <sup>5)</sup><br>(ohne I-131, Halbwertszeit>8 Tage) | 1,9E+10  | 1,3E+07  | 1,2E-05                              | 1,1E-05              |
|                 |                                     | Jod-131 <sup>6)</sup>  | 1,9E+10  | 2,1E+07  | <1E-08                               | <1E-08               |
|                 | Kohlenstoff-14 <sup>7)</sup>        | --   | 2,0E+11  | 6,8E-07  | 3,2E-06                              |                      |
| KKG             | Abwasser<br>(8294 m <sup>3</sup> )  | Nuklidgemisch (ohne Tritium) <sup>3)</sup>                   | 1,9E+11  | 3,4E+06  | <1E-08                               | <1E-08               |
|                 |                                     | Tritium  | 7,4E+13  | 1,2E+13  | 1,2E-08                              | 1,7E-08              |
|                 | Abluft                              | Edelgase <sup>4)</sup>                                       | 1,1E+15  | 4,5E+12  | <1E-08                               | <1E-08               |
|                 |                                     | Aerosole <sup>5)</sup><br>(ohne I-131, Halbwertszeit>8 Tage) | 9,3E+09  | 6,7E+05  | <1E-08                               | <1E-08               |
|                 |                                     | Jod-131 <sup>6)</sup>  | 7,4E+09  | <4,0E+06                                       | <1E-08                               | <1E-08               |
|                 | Kohlenstoff-14 <sup>7)</sup>        | --   | 1,0E+11  | 6,8E-07  | 3,2E-06                              |                      |
| KKL             | Abwasser<br>(20164 m <sup>3</sup> ) | Nuklidgemisch (ohne Tritium) <sup>3)</sup>                   | 3,7E+11  | 1,7E+08  | <1E-08                               | <1E-08               |
|                 |                                     | Tritium  | 1,9E+13  | 9,5E+11  | <1E-08                               | <1E-08               |
|                 | Abluft                              | Edelgase <sup>4)</sup>                                       | 2,2E+15  | 1,9E+13  | 2,7E-08                              | 2,7E-08              |
|                 |                                     | Aerosole <sup>5)</sup><br>(ohne I-131, Halbwertszeit>8 Tage) | 1,9E+10  | 1,9E+06  | <1E-08                               | <1E-08               |
|                 |                                     | Jod-131 <sup>6)</sup>  | 1,9E+10  | 6,8E+08  | 4,1E-08                              | 2,8E-07              |
|                 | Kohlenstoff-14 <sup>7)</sup>        | --   | 2,3E+11  | 1,2E-06  | 5,6E-06                              |                      |



**Tabelle 1b:** Zusammenfassung der Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umgebung für das Jahr 1992 und die daraus resultierende Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung (Fussnoten am Ende der Tabellen)

| Anlage                         | Medium                           | Art der Abgaben  | Abgabelimite <sup>1)</sup> |                  |             | Tatsächliche Abgaben <sup>1)</sup> , (+50%) |                  |             | Berechnete Jahresdosis <sup>2)</sup> |                  |             |                    |                  |             |
|--------------------------------|----------------------------------|--|----------------------------|------------------|-------------|---|------------------|-------------|--------------------------------------|------------------|-------------|--------------------|------------------|-------------|
|                                |                                  |  | Bq/Jahr                    |                  |             | Bq/Jahr                                     |                  |             | Erwachsener Sv/Jahr                  |                  |             | Kleinkind Sv/Jahr  |                  |             |
| PSI-OST                        | Abwasser (13660 m <sup>3</sup> ) | Nuklidgemisch (ohne Tritium) <sup>3)</sup>                               | 2,0E+11                    |                  |             | 6,7E+08                                     |                  |             | <1E-08                               |                  |             | <1E-08             |                  |             |
|                                |                                  | Tritium  | 2,0E+13                    |                  |             | 2,1E+11                                     |                  |             | <1E-08                               |                  |             | <1E-08             |                  |             |
|                                | Abluft                           | Edelgase/Gase (Ar-41-aeq.) <sup>4)</sup>                                 | Hochkamin-Ost              | Verbrennungsanl. | Uebrig-Ost  | Hochkamin-Ost                               | Verbrennungsanl. | Uebrig-Ost  | Hochkamin-Ost                        | Verbrennungsanl. | Uebrig-Ost  | Hochkamin-Ost      | Verbrennungsanl. | Uebrig-Ost  |
|                                |                                  | β/γ-Aerosole <sup>5)</sup> (ohne Jod, Halbwertszeit>8 Tage)              | --                         | 4,0E+12          | 5,0E+11     | --  | --               | --          | --                                   | --               | --          | --                 | --               | --          |
|                                |                                  | β/γ-Aerosole <sup>5)</sup> (ohne Jod, Halbwertszeit<8 Tage)              | 1,0E+10                    | 1,0E+09          | 1,0E+08     | --  | 1,6E+08          | 1,4E+06     | --                                   | 1,3E-06          | <1E-08      | --                 | 2,0E-06          | <1E-08      |
|                                |                                  | α-Aerosole <sup>7)</sup>   | 3,0E+08                    | 5,0E+07          | 2,0E+06     | --  | 8,9E+05          | --          | --                                   | 1,2E-07          | --          | --                 | 3,0E-07          | --          |
| Jod (I-131-aeq.) <sup>6)</sup> | 3,0E+10                          | 2,0E+09  | 2,0E+08                    | 6,2E+09          | 1,1E+06     | 2,0E+07                                     | 2,0E-07          | <1E-08      | 1,3E-07                              | 1,3E-06          | <1E-08      | 8,1E-07            |                  |             |
| Tritium <sup>8)</sup>          | --                               | 4,0E+12  | 2,0E+12                    | 7,7E+10          | 5,3E+10     | 7,0E+11                                     | <1E-08           | 1,4E-08     | 2,9E-07                              | <1E-08           | 4,2E-08     | 8,5E-07            |                  |             |
| PSI-WEST                       | Abwasser (37 m <sup>3</sup> )    | Nuklidgemisch (ohne Tritium) <sup>3)</sup>                               | --                         |                  |             | 2,3E+05                                     |                  |             | <1E-08                               |                  |             | <1E-08             |                  |             |
|                                |                                  | Tritium  | --                         |                  |             | 2,6E+08                                     |                  |             | <1E-08                               |                  |             | <1E-08             |                  |             |
|                                | Abluft                           | Edelgase/Gase (Ar-41-aeq.) <sup>4)</sup>                                 | Zentr. Abluft-West         | Doppelkamin      | Uebrig-West | Zentr. Abluft-West                          | Doppelkamin      | Uebrig-West | Zentr. Abluft-West                   | Doppelkamin      | Uebrig-West | Zentr. Abluft-West | Doppelkamin      | Uebrig-West |
|                                |                                  | β/γ-Aerosole <sup>5)</sup> (ohne Jod und Be-7, T <sub>1/2</sub> >8 Tage) | 2,0E+14                    | 5,0E+12          | 2,0E+12     | 1,2E+13                                     | 3,6E+11          | 3,1E+10     | 6,6E-07                              | 3,1E-07          | 8,5E-08     | 6,6E-07            | 3,1E-07          | 8,5E-08     |
|                                |                                  | β/γ-Aerosole <sup>5)</sup> (8 Std.<Halbwertszeit<8 Tage)                 | 2,0E+08                    | 5,0E+07          | 2,0E+08     | 6,9E+05                                     | 3,4E+05          | --          | } <1E-08                             | } <1E-08         | } <1E-08    | } 1,7E-08          | } <1E-08         | } <1E-08    |
|                                |                                  | β/γ-Aerosole <sup>5)</sup> (8 Std.<Halbwertszeit<8 Tage)                 | 1,0E+11                    | --               | --          | 1,4E+08                                     | 4,3E+06          | 3,3E+06     |                                      |                  |             |                    |                  |             |
| Jod (I-131-aeq.) <sup>6)</sup> | 5,0E+09                          | --   | 1,0E+08                    | 1,5E+09          | 8,6E+07     | 1,1E+06                                     | 1,7E-07          | 7,8E-08     | <1E-08                               | 7,2E-07          | 3,6E-07     | <1E-08             |                  |             |
| Tritium <sup>8)</sup>          | 6,0E+13                          | --   | 2,0E+12                    | 1,0E+10          | 4,3E+07     | 5,9E+10                                     | <1E-08           | <1E-08      | 1,1E-07                              | <1E-08           | <1E-08      | <1E-08             | 3,3E-07          |             |

**Tabelle 1 c:** Flüssige Abgaben der Kernanlagen an die Aare und den Rhein, 1992  
 Rejets liquides des installations nucléaires dans l'Aar et le Rhin, 1992  
 (Bq/Jahr;  $1E + 12 = 10^{12}$ ) (Fussnoten am Ende der Tabellen)

| Isotop<br>Isotope                                   | Beznau           | Gösgen          | Leibstadt       | Mühleberg       | PSI             |
|---|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| H - 3   | 7.2E + 12        | 1.2E + 13       | 9.5E + 11       | 2.08E + 11      | 2.1E + 11       |
| Na - 22   |                  |                 |                 |                 | 7.5E + 7        |
| Na-24   | 5.5E+8           |                 |                 | 5.4E+7          |                 |
| S - 35  |                  |                 |                 |                 | 3.4E + 7        |
| Cr - 51   | 1.5E + 8         |                 | 3.8E + 7        | 1.5E + 9        |                 |
| Mn - 54   | 1.1E + 9         |                 | 2.3E + 7        | 3.0E + 8        | 3.3E + 8        |
| Fe - 59   | 5.1E + 5         |                 |                 |                 | 7.3E + 5        |
| Co - 56   |                  |                 |                 |                 | 2.0E + 5        |
| Co - 57   | 7.6E + 7         |                 |                 |                 | 1.8E + 6        |
| Co - 58   | 2.4E + 10        |                 | 5.9E + 6        | 6.5E + 8        | 2.1E + 6        |
| Co - 60   | 7.1E + 10        | 2.3E + 7        | 1.9E + 8        | 9.9E + 9        | 3.4E + 8        |
| Zn - 65   | 3.9E + 7         |                 | 2.5E + 9        | 2.3E + 9        | 1.1E + 6        |
| Se - 75   |                  |                 |                 |                 | 6.4E + 5        |
| Rb - 83   |                  |                 |                 |                 | 4.5E + 7        |
| Rb - 84   |                  |                 |                 |                 | 2.9E + 6        |
| Sr - 85   |                  |                 |                 |                 | 1.9E + 6        |
| Sr - 89   | 1.7E + 8         |                 |                 | 5.0E + 7        |                 |
| Sr - 90   | 6.1E + 7         |                 |                 | 5.7E + 6        | 3.3E + 7        |
| Y - 90  |                  |                 |                 | 5.7E + 6        |                 |
| Nb - 95   | 2.6E + 7         | 5.2E + 4        |                 |                 |                 |
| Tc - 99m  | 9.4E + 6         |                 |                 |                 |                 |
| Ru - 103  | 4.2E + 5         |                 |                 |                 |                 |
| Ru - 106  |                  |                 |                 |                 | 3.0E + 6        |
| Ag - 110m   | 2.2E + 8         |                 |                 |                 |                 |
| Sb - 122  | 1.3E + 8         |                 |                 |                 |                 |
| Sb - 124  | 1.8E + 9         | 2.6E + 6        | 2.4E + 6        |                 | 1.2E + 8        |
| Sb - 125  | 9.3E + 8         |                 | 4.3E + 6        | 7.5E+7          | 7.7E + 7        |
| Te - 121m   |                  |                 |                 |                 | 3.9E + 4        |
| Te - 123m   |                  |                 |                 |                 | 7.3E + 4        |
| I - 125   |                  |                 |                 |                 | 1.1E + 8        |
| I - 131   | 3.7E + 8         |                 | 3.4E + 7        | 4.8E + 5        | 3.1E + 7        |
| I - 133   | 2.8E + 8         |                 |                 |                 |                 |
| Cs - 134  | 7.9E + 8         | 2.4E + 5        | 3.6E + 6        | 4.1E + 8        | 5.3E + 6        |
| Cs - 137  | 6.9E + 9         | 2.4E + 6        | 2.5E + 7        | 1.7E + 9        | 6.2E + 7        |
| Ba - 133  |                  |                 |                 |                 | 4.9E + 6        |
| La - 140  | 3.1E + 7         |                 |                 |                 |                 |
|   |                  |                 |                 |                 |                 |
| <b>Alpha</b>  |                  |                 |                 |                 |                 |
| Pu - 239/Am-241                                     |                  |                 |                 |                 | 2.3E + 6        |
| U - 234/U - 238                                     |                  |                 |                 |                 | 1.0E + 7        |
| Cm - 244  |                  |                 |                 |                 | 8.0E + 4        |
| Pu - 239/Pu-240                                     |                  |                 |                 |                 | 6.5E + 6        |
|   |                  |                 |                 |                 |                 |
| <b>Total Bq/Jahr<sup>3)</sup></b><br>(ohne Tritium) | <b>1.2E + 10</b> | <b>3.4E + 6</b> | <b>1.8E + 8</b> | <b>1.8E + 9</b> | <b>6.7E + 8</b> |

**Tabelle 1 d: Gasförmige Abgaben der Kernanlagen, 1992**  
 Rejets gazeux des installations nucléaires, 1992 (Bq/Jahr)  
 (Fussnoten am Ende der Tabellen)

| Isotop<br>Isotope           | Beznau           | Gösgen             | Leibstadt        | Mühleberg        | PSI              |
|-----------------------------|------------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>Gase / Edelgase 4)</b>   |                  |                    |                  |                  |                  |
| H - 3 8)                    |                  |                    |                  |                  | 9.0E + 11        |
| C - 11                      |                  |                    |                  |                  | 3.4E + 12        |
| C - 14 7)                   | 4.0E + 10        | 1.0E + 11          | 2.3E + 11        | 2.0E + 11        |                  |
| N - 13                      |                  |                    |                  |                  | 3.4E + 12        |
| O - 15                      |                  |                    |                  |                  | 1.1E + 13        |
| Ar - 41                     |                  |                    |                  | 3.0E + 9         | 9.5E + 11        |
| Kr - 85                     |                  |                    |                  | 3.2E + 10        |                  |
| Kr - 85m                    | 3.7E + 11        |                    | 7.6E + 9         | 8.7E + 10        |                  |
| Kr - 87                     |                  |                    | 3.6E + 9         | 7.8E + 9         |                  |
| Kr - 88                     |                  |                    | 3.7E + 9         | 1.4E + 10        |                  |
| Kr - 89                     |                  |                    |                  | 1.5E + 11        |                  |
| Xe - 122                    |                  |                    |                  |                  | 2.3E + 11        |
| Xe - 123                    |                  |                    |                  |                  | 6.1E + 11        |
| Xe - 125                    |                  |                    |                  |                  | 3.6E + 11        |
| Xe - 127                    |                  |                    |                  |                  | 2.5E + 10        |
| Xe - 131m                   |                  |                    |                  | 6.5E + 11        |                  |
| Xe - 133                    | 6.0E + 12        | 4.5E + 12          | 1.5E + 12        | 2.3E + 11        |                  |
| Xe - 135                    | 5.3E + 12        |                    | 3.1E + 12        | 8.7E + 10        |                  |
| Xe - 135m                   |                  |                    | 2.7E + 12        | 1.8E + 11        |                  |
| Xe - 137                    |                  |                    |                  | 1.3E + 11        |                  |
| Xe - 138                    |                  |                    | 4.6E + 11        | 3.4E + 10        |                  |
| Xe - 133 aeq. 4)            |                  |                    |                  | 2.9E + 11        |                  |
| Andere                      | 7.2E + 11        |                    |                  |                  |                  |
| <b>Total Xe-133 aeq. 4)</b> | <b>3.0E + 13</b> | <b>4.5E + 12</b>   | <b>1.9E + 13</b> | <b>3.6E + 12</b> | <b>-</b>         |
| <b>Total Ar-41 aeq. 4)</b>  | <b>-</b>         | <b>-</b>           | <b>-</b>         | <b>-</b>         | <b>1.2E + 13</b> |
| <b>Radio-Jod 6)</b>         |                  |                    |                  |                  |                  |
| I - 122                     |                  |                    |                  |                  | 1.7E + 11        |
| I - 123                     |                  |                    |                  |                  | 1.1E + 11        |
| I - 124                     |                  |                    |                  |                  | 5.1E + 7         |
| I - 125                     |                  |                    |                  |                  | 1.0E + 9         |
| I - 126                     |                  |                    |                  |                  | 3.9E + 7         |
| I - 131                     | 1.6E + 7         |                    | 6.8E + 8         | 2.1E + 7         | 5.8E + 9         |
| I - 133                     | 1.3E + 7         |                    |                  |                  |                  |
| <b>Total Radiojod 6)</b>    | <b>1.6E + 7</b>  | <b>&lt; 4E + 6</b> | <b>6.8E + 8</b>  | <b>2.1E + 7</b>  | <b>7.8E + 9</b>  |

Zu Tabelle 1 d: Fortsetzung Gasförmige Abgaben der Kernanlagen (1992) (Bq/Jahr)

| Isotop<br>Istotope                  | Beznau          | Gösgen          | Leibstadt       | Mühleberg       | PSI             |
|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Aerosole <sup>5)</sup></b>       |                 |                 |                 |                 |                 |
| Be - 7                              |                 |                 |                 |                 | 8.0E + 6        |
| Na - 24                             |                 |                 |                 |                 | 3.3E + 6        |
| Cr - 51                             |                 |                 |                 | 9.5E + 5        |                 |
| Mn - 54                             |                 |                 | 7.9E + 4        |                 | 3.3E + 5        |
| Co - 58                             |                 |                 |                 | 2.2E + 4        |                 |
| Co - 60                             | 2.1E + 6        | 6.7E + 5        | 6.4E + 4        | 3.0E + 6        | 1.7E + 6        |
| Zn - 65                             |                 |                 |                 | 1.3E + 6        | 2.9E + 7        |
| Se - 75                             |                 |                 |                 |                 | 2.8E + 4        |
| Br - 82                             |                 |                 |                 |                 | 1.0E + 8        |
| Sr - 89                             |                 |                 |                 | 2.8E + 5        |                 |
| Sr - 90                             |                 |                 |                 | 2.6E + 4        |                 |
| Zr - 95                             |                 |                 |                 |                 |                 |
| Nb - 95                             |                 |                 |                 | 1.0E + 4        |                 |
| Ru - 103                            |                 |                 | 2.2E + 4        |                 | 1.7E + 4        |
| Ru/Rh-106                           |                 |                 |                 |                 | 4.4E + 6        |
| Ag - 110m                           |                 |                 |                 |                 | 5.9E + 6        |
| Sb - 125                            |                 |                 |                 | 3.4E + 5        | 2.8E + 6        |
| Te - 121                            |                 |                 |                 |                 | 2.2E + 7        |
| Te - 121m                           |                 |                 |                 |                 | 6.6E + 6        |
| Te - 123m                           |                 |                 |                 |                 | 7.7E + 6        |
| Te - 125m                           |                 |                 |                 |                 | 7.2E + 7        |
| Cs - 134                            |                 |                 |                 | 2.9E + 5        | 4.7E + 5        |
| Cs - 137                            | 2.1E + 6        | 2.9E + 3        | 1.9E + 4        | 3.3E + 6        | 8.1E + 6        |
| Ba - 140                            |                 |                 | 1.7E + 6        | 3.1E + 6        |                 |
| La - 140                            |                 |                 | 2.5E + 6        |                 |                 |
| Ce - 141                            |                 |                 | 2.3E + 4        |                 |                 |
| Hg - 193m                           |                 |                 |                 |                 | 3.4E + 7        |
| Hg - 195                            |                 |                 |                 |                 | 1.7E + 5        |
| Hg - 195 m                          |                 |                 |                 |                 | 4.5E + 6        |
| Hg - 197 m                          |                 |                 |                 |                 | 4.5E + 6        |
| Po - 210                            |                 |                 |                 |                 | 8.9E + 5        |
| <b>Total Aerosole <sup>5)</sup></b> | <b>4.1E + 6</b> | <b>6.7E + 5</b> | <b>1.9E + 6</b> | <b>1.3E + 7</b> | <b>1.6E + 8</b> |

## Fussnoten zu Tabelle 1

- 1) "Reglement über die Abgaben radioaktiver Stoffe aus dem Kernkraftwerk ... und über die Umgebungsüberwachung" für die Kernkraftwerke resp. "Reglement für die Abgabe radioaktiver Stoffe und deren Ueberwachung in der Umgebung des Paul Scherrer Instituts (PSI)". Die Abgabelimite werden so festgelegt, dass die radiologische Belastung der kritischen Bevölkerungsgruppe in der Umgebung unter 0.2 mSv/Jahr bleibt. Die Messung der Abgaben erfolgt nach den Erfordernissen des Reglementes und nach Weisungen der HSK. Die Messgenauigkeit beträgt ca.  $\pm 50\%$ . Bei einigen Stoffgruppen und Abgabestellen des PSI wird auf die Festlegung von Jahresabgabelimiten verzichtet, da auch bei dauernder Ausschöpfung der Kurzzeitabgabelimite die resultierende Dosis unbedeutend klein ist.
- 2) Berechnete Jahresdosis (effektive Dosis) für Personen, die sich dauernd am kritischen Ort aufhalten, ihre gesamte Nahrung von diesem Ort beziehen und ihren gesamten Trinkwasserbedarf aus dem Fluss unterhalb des Werkes resp. des PSI decken (Wasserführung der Aare in Mühleberg  $3,8 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>/Jahr, in Gösgen  $9,0 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>/Jahr, in Würenlingen (PSI) und in Beznau  $1,8 \cdot 10^{10}$  m<sup>3</sup>/Jahr und des Rheines in Leibstadt  $3,3 \cdot 10^{10}$  m<sup>3</sup>/Jahr). Dosiswerte kleiner als  $1,0E-08$  Sv - entsprechend einer Dosis, die durch natürliche externe Strahlung in einigen Minuten akkumuliert wird - werden nicht angegeben.
- 3) Abwasserabgaben in Bq/Jahr normiert auf einen  $C_W$ -Wert von  $10^{-4}$  Ci/m<sup>3</sup> =  $3,7 \cdot 10^6$  Bq/m<sup>3</sup> nach SSV0.
- 4)  $C_A=3,7E+05$ Bq/m<sup>3</sup>-Äquivalente respektive Argon-41-Äquivalente beim PSI, berechnet durch gewichtete Summation der Abgaben sämtlicher Nuklide pro Jahr. Bei der Berechnung der Dosis durch Immersion wurden die Abschirmeffekte durch Aufenthalt in Häusern berücksichtigt. Für den Abschirmfaktor im Haus wurde 0.2 angesetzt, für die Aufenthaltszeit im Freien 40 Stunden pro Woche.
- 5) Die Dosisberechnung beruht auf der Annahme homogener Abgaben während des Jahres. Der Beitrag der Immissionen längerlebiger Nuklide aus früheren Jahren durch Aerosol-Ablagerungen am Boden (Bodenstrahlung) und Aufnahme über die Nahrung zur Dosis des Berichtsjahres wurde berücksichtigt. Der Dosisbeitrag von Aerosolen mit Halbwertszeiten kleiner 8 Tagen ist bei den Kernkraftwerken vernachlässigbar. Beim PSI-West spielen allenfalls die extrem kurzlebigen Aerosole für die Inhalations- und Immersionsdosis sowie für die Dosis aus der Bodenstrahlung eine Rolle. Unter sehr konservativen Annahmen errechnet sich ein Beitrag von ca. 50% zur gesamten Aerosoldosis. Beim KKM ergibt sich der Hauptbeitrag zur Dosis durch die Bodenstrahlung von Aerosolen, die im Jahre 1986 durch eine unkontrollierte Abgabe in die Umgebung gelangten. Der Dosisbeitrag, der durch Aerosolabgaben im Berichtsjahr verursacht wurde, ist demgegenüber vernachlässigbar und liegt in der Grössenordnung der anderen schweizerischen Kernkraftwerke.
- 6) Jod-131-Äquivalente pro Jahr berechnet durch gewichtete Summation der Abgaben sämtlicher Iod-Nuklide, wobei sich der Gewichtungsfaktor aus dem Verhältnis des Ingestionsdosisfaktors des jeweiligen Nuklides zum Ingestionsdosisfaktor von I-131 ergibt. Beim Jod wurde wiederum auch Ingestion über Gemüse und Fleisch berücksichtigt. Dies ergibt gegenüber der reinen Milch-ingestion eine Erhöhung der Dosis um ca. einen Faktor 1.5 für Kleinkinder und einen Faktor 3 für Erwachsene.
- 7) Die angegebenen Abgaben von C-14 basieren mit Ausnahme des KKL (gemessene Werte) auf Abschätzungen der HSK basierend auf temporären Messungen in den Anlagen in früheren Jahren.
- 8) Es wurde angenommen, dass das Tritium in der Abluft in der Form von tritiiertem Wasser (HTO) abgegeben wurde.
- 9) Angegeben ist der neue Abgabegrenzwert für Edelgase gemäss Betriebsbewilligung vom Dezember 1992.

## 4.2. ORTSDOSISLEISTUNG IN DER UMGEBUNG DER KERNANLAGEN (Tabelle 2a und b; Figur 1)

**F. Cartier, A. Leupin, J. Schuler und W. Baur**

Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK), 5232 VILLIGEN-HSK

**Ch. Murith** Section de surveillance de la radioactivité (SUER)

Office fédéral de la Santé Publique, Ch. du Musée 3, 1700 FRIBOURG

Die Ueberwachung der externen Strahlung in der Umgebung der Kernanlagen erfolgt durch

- Gamma-Dosimeter der Werke und der SUER (TLD an bis 40 Stellen in der Umgebung und zusätzlich ca 20 Stellen entlang der Umzäunung ). Beim PSI-West werden zusätzlich Neutronendosimeter eingesetzt.
- Ionisationskammern, die an 1 bis 2 Stellen pro Werk die Gamma-Ortsdosisleistung kontinuierlich registrieren. Pro Werk ist zusätzlich eine NADAM Sonde in Betrieb.
- einer jährlichen Messfahrt mit Ionisationskammern in der KKW-Umgebung.
- In-situ-Messungen mit einem tragbaren Germaniumdetektor (siehe 4.3.5).

Tabelle 2a zeigt einen Vergleich der verschiedenen Messmethoden, in dem die Jahreswerte der externen Dosisbeiträge berechnet wurden. Das Verhältnis NADAM-Sonden zu Ionisationskammern (Reuter&Stockes) beträgt 1.3, das der TLD 0.9 mit einer Streuung von  $\pm 0.1$ .

**Tabelle 2a: Jährliche externe Dosisbeiträge (mSv/Jahr); Vergleich der Messmethoden**

| <b>KKM</b>  | <b>Ufem Horn</b> | <b>Niederruntigen</b> | <b>Salvisberg</b> | <b>Vita Parcours</b> |
|-------------|------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|
| TLD (KKM)   | 0.84             | 0.72                  | 0.72              | 0.94                 |
| TLD (SUER)  | 0.91             | 0.81                  | 0.79              | 0.98                 |
| NADAM (NAZ) | -                | 1.17                  | -                 | -                    |
| RSS (SUER)  | 0.99             | 0.90                  | -                 | -                    |

| <b>KKG</b>  | <b>Niedergösgen</b> | <b>Obergösgen</b> | <b>Aarau</b> | <b>Dulliken</b> |
|-------------|---------------------|-------------------|--------------|-----------------|
| TLD (KKG)   | 0.65                | 0.69              | 0.67         | 0.74            |
| TLD (SUER)  | 0.66                | 0.63              | 0.65         | 0.75            |
| NADAM (NAZ) | 0.97                | -                 | -            | -               |
| RSS (DSN)   | 0.72                | -                 | -            | -               |

| <b>KKL</b>  | <b>Leibstadt</b> | <b>Full</b> | <b>Reuenthal</b> | <b>Schwaderloch</b> |
|-------------|------------------|-------------|------------------|---------------------|
| TLD (KKL)   | 0.69             | 0.75        | 0.58             | 0.65                |
| TLD (SUER)  | 0.66             | 0.75        | 0.56             | 0.60                |
| NADAM (NAZ) | 0.99             | -           | -                | -                   |
| RSS (DSN)   | 0.74             | 0.80        | -                | -                   |

| <b>KKB/PSI</b> | <b>WKW Beznau</b> | <b>Böttstein</b> | <b>PSI-OASE</b> | <b>Villigen</b> |
|----------------|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| TLD (KKB/PSI)  | 0.67              | 0.76             | 0.79            | 0.69            |
| TLD (SUER)     | 0.67              | 0.72             | 0.70            | 0.65            |
| NADAM (NAZ)    | 1.00              | -                | 1.10            | -               |
| RSS (DSN)      | 0.73              | -                | -               | -               |

Entlang der Umzäunung der Kernanlagen ergaben sich am meistbetroffenen Ort folgende Netto-Ortsdosen im Jahre 1992: KKB und KKG <0.1 mSv; KKL 2 mSv; KKM 1 mSv; PSI 3.6 mSv. Die Werte liegen alle unterhalb des SSVO-Grenzwertes von 0.1 mSv pro Woche respektive 5 mSv pro Jahr. Die Ortsdosiserhöhungen ergeben sich durch Direktstrahlung aus dem Maschinenhaus oder andern Anlageteilen bei den Siedewasserreaktoren KKL und KKM sowie aus den Abfallagern des Bundes beim PSI und zusätzlich durch Neutronen-Streustrahlung der Beschleuniger beim PSI-West, wo in einem Punkt in der Entfernungen von 200 Metern eine Neutronen-Ortsdosis von ca. 0.14 mSv gemessen wurde (Tabelle 2b). Da in diesen Bereichen niemand wohnt und die Aufenthaltszeiten beim Spazieren, Fischen oder Arbeiten auf dem Feld kurz sind, betragen die akkumulierten Personendosen nur ein Bruchteil der gemessenen jährlichen Ortsdosen am Zaun.

**Tabelle 2b: Neutronen-Dosen in der Umgebung des PSI-West im Jahre 1992**

| Ort / Gebäude <sup>1)</sup> |              | Neutronen-Dosen (µSv) |            |            |            |       |                     |
|-----------------------------|--------------|-----------------------|------------|------------|------------|-------|---------------------|
|                             |              | 1. Quartal            | 2. Quartal | 3. Quartal | 4. Quartal | Summe | Netto <sup>2)</sup> |
| PSI-Süd                     | (350m; 100°) | 11                    | 16         | 18         | 11         | 56    | --                  |
| Tüeliboden                  | (400m; 310°) | 12                    | 12         | 12         | 9          | 45    | --                  |
| Förderband                  | (700m; 210°) | 13                    | 9          | 12         | 10         | 44    | --                  |
| Scheune Schödler            | (200m; 270°) | 17                    | 51         | 51         | 16         | 135   | 87                  |
| Gästehaus                   | (250m; 20°)  | 14                    | 15         | 19         | 11         | 59    | --                  |
| Villigen                    | (1300m;210°) | 11                    | 11         | 9          | 12         | 43    | --                  |

- 1) In Klammern Distanz und Richtung vom Beschleuniger (Nord = 0°, Ost = 90°)
- 2) Angegeben werden Werte, die im Jahr mindestens 20 µSv über dem Vergleichswert von Gebenstorf (42 µSv) liegen.

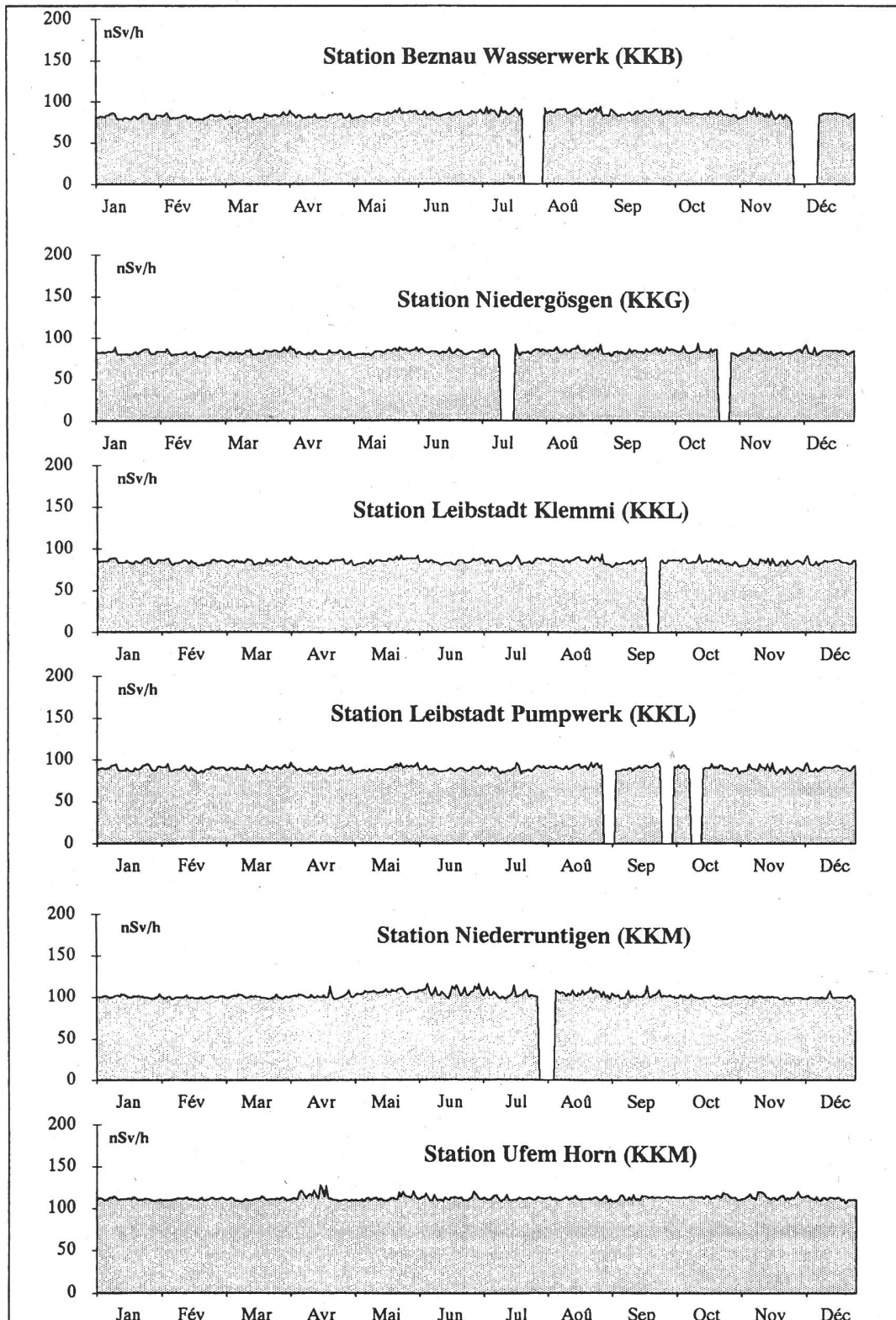
Aufgrund der Gamma-Dosimeter in der Umgebung, die quartalsweise ausgewertet werden, lässt sich schliessen, dass zusätzliche jährliche Netto-Dosen durch allfällige Abgaben der Kernkraftwerke oder des Paul Scherer Institutes kleiner als 0.05 mSv waren. Die berechneten Jahresmittelwerte lassen keine Ortsdosiserhöhungen im Vergleich zu den Jahren vor 1986 erkennen.

Während den jährlichen Messfahrten der SUER und der HSK wurde die Ortsdosisleistung mit Ionisationskammern an jeweils 32 Orten in der Umgebung der Kernkraftwerke gemessen. Umgerechnet auf die jährliche Ortsdosis ergeben sich nachstehende Werte. Die Abweichungen gegenüber den Vorjahren liegen im Bereich der Variationen der natürlichen Strahlung.

|                  | Mittelwert, mSv/Jahr | Wertebereich, mSv/Jahr |
|------------------|----------------------|------------------------|
| Umgebung KKM     | 0.88 ± 0.10          | 0.74 bis 0.99          |
| Umgebung KKG     | 0.74 ± 0.06          | 0.63 bis 0.89          |
| Umgebung KKL     | 0.75 ± 0.10          | 0.60 bis 0.88          |
| Umgebung KKB/PSI | 0.81 ± 0.06          | 0.68 bis 0.90          |

In Figur 1 sind die kontinuierlichen Messungen der Ortsdosisleistung in der Umgebung der Kernkraftwerke in Form von Tagesmitteln dargestellt. Die Messtellen stehen in der Hauptwindrichtung in ca 1 km Entfernung. Die Ergebnisse zeigen die witterungsbedingte Variation der natürlichen Strahlung. Die Tagesmittelwerte sind aus 1-Minuten-Messwerten, die im Jahre 1992 nie auf erhöhte Aktivitätsabgaben der Kernanlagen hinwiesen, berechnet worden.

**Fig.1: Tagesmittelwerte der Ortsdosisleistung in der Umgebung der KKW 1992**





## 4.3. ENVIRONNEMENT DES INSTALLATIONS NUCLEAIRES

**Ch. Murith** Section de surveillance de la radioactivité (SUER)  
Office fédéral de la Santé Publique, Ch. du Musée 3, 1700 FRIBOURG

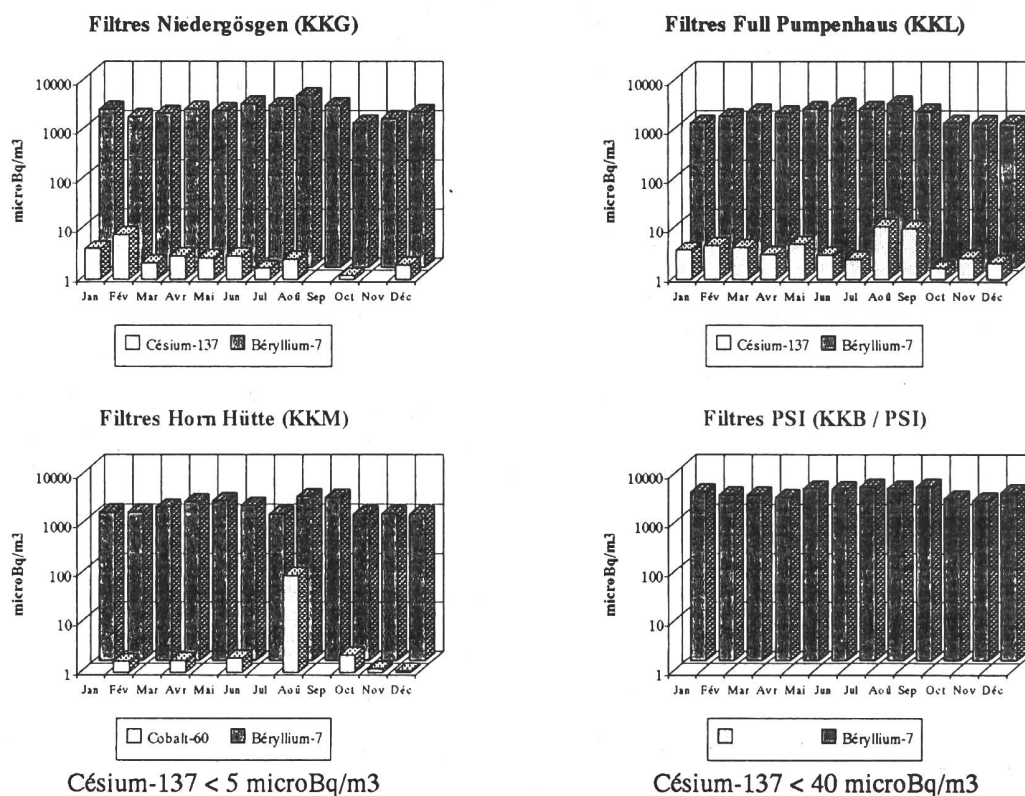
### Résumé

*La surveillance de l'environnement des installations nucléaires est réalisée par des contrôles permanents du milieu récepteur principalement au niveau du rayonnement ambiant (voir 4.2), des activités des poussières atmosphériques, des précipitation et des eaux. Cette surveillance permanente est complétée par un suivi radio écologique annuel comprenant des mesures régulières de la radioactivité sur quelques indicateurs judicieusement choisis dans les milieux terrestre et aquatique, y compris dans les denrées alimentaires.*

### 4.3.1 Surveillance de la radioactivité de l'air

La surveillance des rejets atmosphériques des centrales nucléaires suisses se base sur des installations à filtres fixes, évalués mensuellement par la SUER (KKM, KKG, KKL) et par le PSI (KKB/PSI). Le suivi 1992 des activités des aérosols est présenté dans la figure 2. On y constate que la part du <sup>7</sup>Be cosmique prédomine. Les injections artificielles proviennent avant tout de la remise en suspension d'une partie de l'activité déposée au sol en 1986. A cela s'ajoute le césium issu du réservoir stratosphérique qu'alimentent les essais nucléaires passés.

**Figure 2: Activité en  $\mu\text{Bq}/\text{m}^3$  des aérosols collectés mensuellement**  
Erreur typique: <sup>7</sup>Be ( $\pm 20\%$ ); <sup>137</sup>Cs ( $\pm 40\%$ )



Seul un apport de cobalt-60 à la station "Horn Hütte" en août incombe partiellement au rejet de l'air non-filtré de la salle des machines durant la période de révision, soit  $5 \text{ mBq/m}^3 \text{ }^{60}\text{Co}$  à la cheminée selon le bilan de l'exploitant. Le rejet global correspondant pour cette période de 28 jours est inférieur à 0.2 % de la limite hebdomadaire ( $1.9 \text{ E } 9 \text{ Bq/semaine}$ ). Aucun impact de ce rejet n'a pu être décelé dans les mesures additionnelles de l'herbe et du sol de la station "Horn Hütte" (voir. 4.3.4).

### 4.3.2 Surveillance des précipitations

La surveillance des rejets atmosphériques et de leur dépôt s'opère également par l'analyse mensuelle des précipitations et des poussières collectées sur plaque de vaseline. La figure 3 montre le suivi mensuel de l'activité gamma dans les précipitations examinées par la SUER. On observe les variations dues au béryllium-7 naturel qui prédomine ainsi qu'à la resuspension des anciennes contaminations. Ces mesures n'ont signalé aucune contribution attribuable aux rejets des centrales nucléaires suisses en 1992. Les résultats de la surveillance de la teneur en tritium des précipitations auprès de l'Institut Paul Scherrer (PSI), présentés dans la figure 4, montre une tendance à l'augmentation.

Figure 3: Activité en mBq/l dans les précipitations

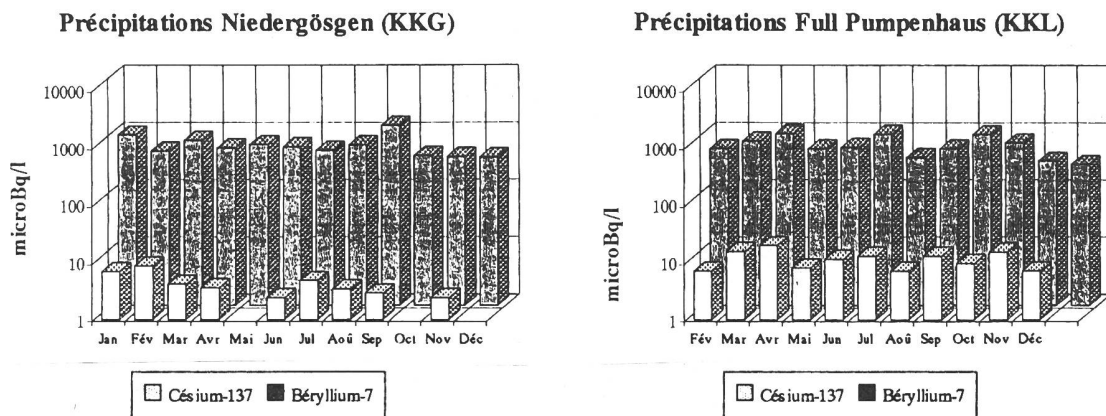
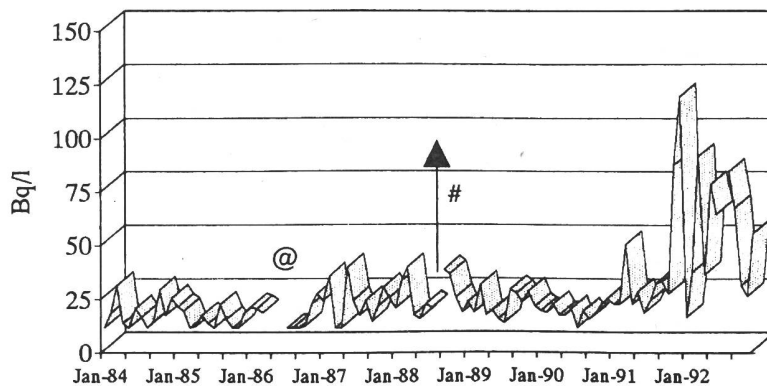


Figure 4: Suivi de l'activité Tritium dans les précipitations de la station PSI



@ : Tchernobyl : pas de mesure Tritium

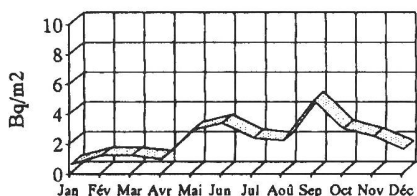
# : Début septembre 1988: valeur accrue (550 Bq/l) due au conditionnement des déchets tritium de l'OFSP.

Dans le souci de compléter et d'uniformiser la surveillance des précipitations, la SUER et la DSN prévoient l'installation en 1993 de pluviomètres à grande surface à Mühleberg, Beznau et au PSI. Outre l'analyse gamma des précipitations, il est prévu d'en suivre la teneur en tritium.

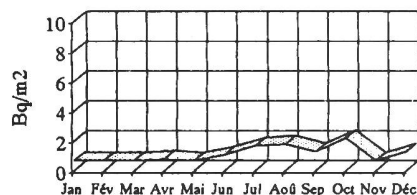
Concernant les dépôts sur plaques de vaseline, la figure 5 rassemble les résultats des mesures de l'activité bêta totale effectuées par les exploitants. Si l'on excepte l'influence de l'exploitation de la station d'incinération du PSI, aucune contribution notable des centrales nucléaires n'est à signaler.

**Figure 5: Activité bêta totale en Bq/m<sup>2</sup> déposée sur plaque de vaseline**

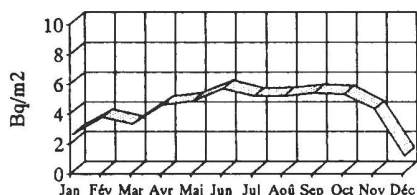
**Plaque de vaseline : Niedergösgen (KKG)**



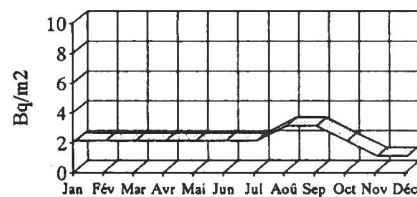
**Plaque de vaseline : Ufem Horn (KKM)**



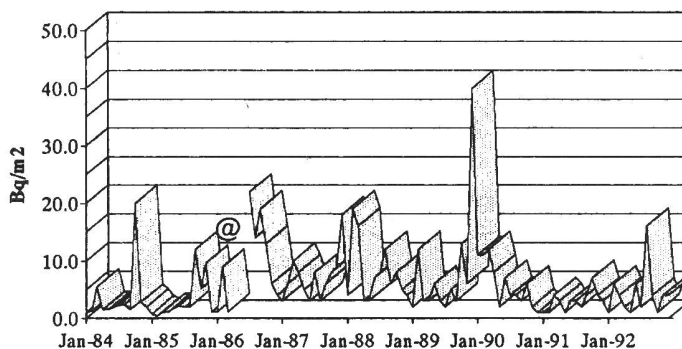
**Plaque de vaseline : Full Pumpenhaus (KKL)**



**Plaque de vaseline : Beznau WKW (KKB)**



**Plaque de vaseline : PSI-NORD**



@ : Tchernobyl : pas de mesure bêta totale

### 4.3.3 Surveillance du milieu aquatique et de son écosystème

La surveillance des rejets liquides des centrales nucléaires porte sur les cours d'eau ainsi que leur flore et faune aquatique. Le suivi mensuel de l'activité bêta totale dans l'Aar et le Rhin n'a signalé aucune augmentation dans les échantillons prélevés en aval des centrales nucléaires par rapport à ceux prélevés en amont. Les valeurs mensuelles ont toujours été inférieures à 0.2 Bq/l. Les résultats supplémentaires de la surveillance du milieu aquatique et de son écosystème auprès des centrales nucléaires figurent au chapitre 3.4. A l'aval des sites, certains radio-isotopes tels que  $^{58}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$ , présents dans les rejets liquides des centrales, sont décelables dans les indicateurs que constituent les végétaux aquatiques et les sédiments, comme le montre le tableau 1.

Tab. 1: Activité artificielle en Bq/kg dans l'écosystème aquatique; mesures EAWAG

| KKB/PSI   |                                   | Date     | $^{137}\text{Cs}$ | $^{134}\text{Cs}$ | $^{60}\text{Co}$ | $^{58}\text{Co}$ |
|-----------|-----------------------------------|----------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
| Végétaux  | Aar                               | 15.9.92  | 19±4.0            | <1.0              | 6.1±1.9          | <1.4             |
|           | Stausee Klingnau                  | 7.4.92   | 9.4±2.6           | <0.8              | <1.0             | <0.8             |
| Sédiments | Stausee Klingnau                  | 15.9.92  | 18±1.0            | 2.7±0.4           | 27±1.0           | <0.3             |
| Poissons  | Stausee Klingnau                  | 5.3.92   | <0.3              | <0.2              | <0.2             | <17              |
|           | Stausee Klingnau                  | 12.10.92 | 1.3±0.3           | <0.1              | <0.1             | <0.1             |
| KKG       |                                   | Date     | $^{137}\text{Cs}$ | $^{134}\text{Cs}$ | $^{60}\text{Co}$ | $^{58}\text{Co}$ |
| Végétaux  | Aar en aval                       | 24.3.92  | 6.1±1.1           | <0.4              | 2.7±0.7          | <0.4             |
| Sédiments | Aar en amont                      | 23.4.92  | 5.7±1.0           | <0.3              | <0.1             | <0.3             |
|           | Aar en amont                      | 27.10.92 | 12±1              | 1.9±0.2           | 1.4±0.1          | <0.1             |
|           | Aar en aval                       | 24.3.92  | 6.6±0.8           | <0.2              | <0.3             | <0.2             |
| Poissons  | Aar en aval                       | 29.3.92  | <0.6              | <0.4              | <0.5             | <0.4             |
|           | Aar en aval                       | 27.9.92  | <1.6              | <0.7              | <0.8             | <0.7             |
| KKL       |                                   | Date     | $^{137}\text{Cs}$ | $^{134}\text{Cs}$ | $^{60}\text{Co}$ | $^{58}\text{Co}$ |
| Végétaux  | Rhin en aval                      | 30.10.92 | 13±9              | <3.4              | 300±20           | 150±20           |
| Sédiments | Rhin en amont                     | 13.3.92  | 25±2              | 3.5±0.5           | 10±1             | <0.2             |
|           | Rhin en amont                     | 30.10.92 | <30               | <0.2              | 4.0±0.4          | <0.2             |
|           | Rhin en aval                      | 13.3.92  | 24±1              | 2.8±0.3           | 7.5±0.6          | <0.2             |
|           | Rhin en aval                      | 30.10.92 | <2.8              | <1.4              | <1.9             | <2.6             |
| Poissons  | Rhin en aval                      | 21.3.92  | <0.3              | <0.2              | <0.2             | <0.2             |
|           | Rhin en aval                      | 18.4.92  | 0.8±0.2           | <0.1              | <0.1             | <0.1             |
|           | Rhin en aval                      | 16.5.92  | 2.0±0.7           | <0.2              | <0.3             | <0.3             |
|           | Rhin en aval                      | 31.7.92  | 0.7±0.3           | <0.1              | <0.1             | <0.1             |
|           | Rhin en aval                      | 11.10.92 | <0.6              | <0.4              | <0.4             | <0.3             |
| KKM       |                                   | Date     | $^{137}\text{Cs}$ | $^{134}\text{Cs}$ | $^{60}\text{Co}$ | $^{58}\text{Co}$ |
| Végétaux  | Stausee                           | 21.5.92  | 14±4              | <1.3              | 66±5             | <1.7             |
|           | Niederried                        | 8.10.92  | <2.5              | <2.0              | 230±15           | 10±1             |
| Sédiments | Wohlensee<br>(en amont)           | 21.5.92  | 7.5±0.9           | <0.2              | <0.3             | <0.4             |
|           |                                   | 8.10.92  | 3.3±0.5           | <0.2              | <0.2             | <0.2             |
|           | Stausse Nieder-<br>ried (en aval) | 21.5.92  | 24±1              | 3.9±0.3           | 20±1             | 1.2±0.3          |
|           |                                   | 8.10.92  | 23±2              | 4.7±0.6           | 24±1             | <0.3             |
| Poissons  | Stausee                           | 14.4.92  | 0.6±0.3           | <0.1              | 1.1±0.2          | <0.1             |
|           | Niederried                        | 12.9.92  | 1.8±0.2           | 0.3±0.1           | <0.1             | <0.1             |

#### 4.3.4. Surveillance du milieu terrestre

La surveillance du milieu terrestre vient compléter les dispositifs fixes de surveillance déjà mentionnés par des contrôles réguliers de l'herbe et du sol en quelques sites de référence. Ces contrôles permettent de suivre l'évolution des contaminations et de vérifier que les rejets annuels n'entraînent une accumulation à long terme de certains radionucléides. Cette surveillance a d'autant plus importance que l'herbe et le sol constituent l'ultime maillon avant le transfert à la chaîne alimentaire. Les activités dans l'herbe et le sol du voisinage des centrales nucléaires restent comparables à celles des sites de référence du Plateau suisse. Outre les concentrations habituelles en radionucléides naturels, on y décèle encore surtout les marqueurs de Tchernobyl, principalement  $^{137}\text{Cs}$  et  $^{134}\text{Cs}$  ainsi que les traces des essais nucléaires passés,  $^{137}\text{Cs}$  et  $^{90}\text{Sr}$  (voir chap. 3.6.). Si l'on excepte les activités résiduelles de  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  et  $^{134}\text{Cs}$ , témoins de la fuite survenue à la centrale nucléaire de Mühleberg en septembre 1986, l'écosystème terrestre n'est pas marqué par les rejets des centrales suisses. Les tableaux 2 à 6 rendent compte de "l'état de lieux" 1992 dans l'herbe et le sol de leur voisinage.

Tableau 2: Activité en Bq/kg matière sèche des radionucléides du sol et de l'herbe

| KKM                           | Radionucléides naturels |                   |                   |                 | Radionucléides artificiels |                   |                  |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|-------------------|------------------|
|                               | Bq/kg                   | $^{226}\text{Ra}$ | $^{228}\text{Ac}$ | $^{40}\text{K}$ | $^{137}\text{Cs}$          | $^{134}\text{Cs}$ | $^{60}\text{Co}$ |
| <b>Sol (0-5cm)</b>            |                         |                   |                   |                 |                            |                   |                  |
| Niederruntigen                | 8.7.92                  | <20               | 27±2              | 630±20          | 29±1                       | 3.2±0.3           | 5.6±0.4          |
| Ufem Horn                     | 8.7.92                  | <20               | 27±2              | 680±20          | 19±1                       | 1.5±0.3           | 1.0±0.3          |
| Salvisberg                    | 8.7.92                  | <30               | 32±2              | 630±20          | 14±1                       | 0.4±0.3           | <0.8             |
| <b>Herbe (1m<sup>2</sup>)</b> |                         |                   |                   |                 |                            |                   |                  |
| Niederruntigen                | 8.7.92                  | --                | 130±40            | 980±50          | <5                         | <3                | <3               |
| Ufem Horn                     | 8.7.92                  | --                | 170±50            | 1000±60         | <7                         | <3                | <4               |
| Salvisberg                    | 8.7.92                  | --                | 180±40            | 580±40          | <5                         | <3                | <3               |
| Niederruntigen                | 1.10.92                 | --                | 160±30            | 1100±60         | <3                         | <3                | <4               |
| Ufem Horn                     | 1.10.92                 | --                | 80±20             | 1200±60         | <5                         | <3                | <4               |
| Salvisberg                    | 1.10.92                 | --                | 150±30            | 720±50          | <5                         | <3                | <4               |

Tableau 3: Activité en Bq/kg matière fraîche des radionucléides du sol et de l'herbe (mesures additionnelles à celles du plan de prélèvement)

| Sol                           | Bq/kg                            | $^{226}\text{Ra}$ | $^{228}\text{Ac}$ | $^{40}\text{K}$ | $^{137}\text{Cs}$ | $^{134}\text{Cs}$ | $^{60}\text{Co}$ |
|-------------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Horn Hütte<br>20.11.92        | (0-5 cm)                         | <30               | 20±2              | 460±20          | 12±1              | 0.8±0.2           | < 0.6            |
| <b>Herbe (1m<sup>2</sup>)</b> |                                  |                   |                   |                 |                   |                   |                  |
| Horn Hütte<br>20.11.92        | --                               | --                | 390±20            | 680±40          | 6±2               | <2                | <3               |
| Niederruntigen                | durant la<br>révision<br>24.7.92 | --                | 70±5              | 220±20          | <2                | <1                | <1               |
| Ufem Horn                     |                                  | --                | 50±5              | 220±20          | <2                | <1                | <1               |
| Salvisberg                    |                                  | --                | 120±10            | 180±10          | <2                | <1                | <1               |
| Rewag                         |                                  | --                | 120±10            | 180±10          | <2                | <1                | <1               |

Les mesures additionnelles du laboratoire cantonal de Berne sur 5 échantillons d'herbe prélevés dans le voisinage immédiat de la CN de Mühleberg ont donné des activités inférieures à 4 Bq/kg pour le Cs-134 et le Cs-137 resp. inférieures à 5 Bq/kg pour le Co-60 et 10 Bq/kg pour le Zn-65.

**Tableau 4: Activité en Bq/kg matière sèche des radionucléides du sol et de l'herbe**

| <b>KKG</b> | <b>Radionucléides naturels</b> |  |  |  | <b>Radionucléides artificiels</b> |  |  |
|------------|--------------------------------|--|--|--|-----------------------------------|--|--|
|------------|--------------------------------|--|--|--|-----------------------------------|--|--|

| <b>Sol (0-5cm)</b> | <b>Bq/kg</b> | <b><sup>226</sup>Ra</b> | <b><sup>228</sup>Ac</b> | <b><sup>40</sup>K</b> | <b><sup>137</sup>Cs</b> | <b><sup>134</sup>Cs</b> | <b><sup>60</sup>Co</b> |
|--------------------|--------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| Niedergösgen       | 8.7.92       | <30                     | 29±2                    | 410±20                | 38±2                    | 1.6±0.2                 | <0.7                   |
| Obergösgen         | 8.7.92       | <25                     | 27±2                    | 340±20                | 37±2                    | 2.0±0.3                 | <0.7                   |
| Aarau Schachen     | 8.7.92       | <30                     | 25±2                    | 370±20                | 17±1                    | 0.7±0.2                 | <0.7                   |
| Starrkirch         | 8.7.92       | <30                     | 32±2                    | 390±20                | 44±2                    | 2.2±0.3                 | <0.8                   |

| <b>Herbe (1m<sup>2</sup>)</b> | <b>Bq/kg</b> | <b>--</b> | <b><sup>7</sup>Be</b> | <b><sup>40</sup>K</b> | <b><sup>137</sup>Cs</b> | <b><sup>134</sup>Cs</b> | <b><sup>60</sup>Co</b> |
|-------------------------------|--------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| Niedergösgen                  | 8.7.92       | --        | 160±50                | 570±50                | <7                      | <3                      | <4                     |
| Obergösgen                    | 8.7.92       | --        | 140±40                | 220±30                | <5                      | <3                      | <4                     |
| Aarau                         | 8.7.92       | --        | 100±30                | 510±30                | <3                      | <2                      | <3                     |
| Starrkirch                    | 8.7.92       | --        | 130±50                | 500±40                | <4                      | <3                      | <3                     |
| Niedergösgen                  | 1.10.92      | --        | <70                   | 1200±70               | <7                      | <3                      | <4                     |
| Obergösgen                    | 1.10.92      | --        | 190±30                | 320±40                | 4.6±2.2                 | <3                      | <4                     |
| Aarau                         | 1.10.92      | --        | 140±30                | 680±50                | <6                      | <3                      | <4                     |
| Starrkirch                    | 1.10.92      | --        | 190±30                | 460±40                | 3.2±2.1                 | <3                      | <4                     |

| <b>KKL</b> | <b>Radionucléides naturels</b> |  |  |  | <b>Radionucléides artificiels</b> |  |  |
|------------|--------------------------------|--|--|--|-----------------------------------|--|--|
|------------|--------------------------------|--|--|--|-----------------------------------|--|--|

| <b>Sol (0-5cm)</b> | <b>Bq/kg</b> | <b><sup>226</sup>Ra</b> | <b><sup>228</sup>Ac</b> | <b><sup>40</sup>K</b> | <b><sup>137</sup>Cs</b> | <b><sup>134</sup>Cs</b> | <b><sup>60</sup>Co</b> |
|--------------------|--------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| Bernau Zoll        | 29.6.92      | <30                     | 23±2                    | 340±20                | 88±2                    | 5.2±0.4                 | <0.8                   |
| Schwaderloch       | 29.6.92      | 30±10                   | 24±2                    | 290±10                | 128±3                   | 7.3±0.5                 | <0.8                   |
| Full               | 29.6.92      | 40±10                   | 27±2                    | 370±20                | 46±2                    | 2.5±0.4                 | <0.8                   |
| Reuenthal          | 29.6.92      | 30±10                   | 23±2                    | 320±10                | 74±2                    | 4.4±0.2                 | <0.7                   |

| <b>Herbe (1m<sup>2</sup>)</b> | <b>Bq/kg</b> | <b>--</b> | <b><sup>7</sup>Be</b> | <b><sup>40</sup>K</b> | <b><sup>137</sup>Cs</b> | <b><sup>134</sup>Cs</b> | <b><sup>60</sup>Co</b> |
|-------------------------------|--------------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| Bernau Zoll                   | 29.6.92      | --        | 130±30                | 480±40                | <4                      | <3                      | <4                     |
| Schwaderloch                  | 29.6.92      | --        | 80±20                 | 390±40                | <5                      | <2                      | <3                     |
| Full                          | 29.6.92      | --        | 140±20                | 580±40                | <4                      | <2                      | <3                     |
| Reuentahl                     | 29.6.92      | --        | 130±30                | 470±40                | <4                      | <3                      | <5                     |
| Bernau Zoll                   | 15.9.92      | --        | 150±30                | 880±60                | <7                      | <4                      | <5                     |
| Schwaderloch                  | 15.9.92      | --        | 340±40                | 730±50                | <5                      | <3                      | <5                     |
| Full                          | 15.9.92      | --        | 230±50                | 1100±90               | <10                     | <3                      | <7                     |
| Reuenthal                     | 15.9.92      | --        | 350±40                | 540±50                | <5                      | <3                      | <4                     |



Tableau 5: Activité en Bq/kg matière sèche des radionucléides du sol et de l'herbe

| KKB/PSI                       | Radionucléides naturels |                         |                         |                       | Radionucléides artificiels |                         |                        |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| <b>Sol (0-5cm)</b>            | <b>Bq/kg</b>            | <b><sup>226</sup>Ra</b> | <b><sup>228</sup>Ac</b> | <b><sup>40</sup>K</b> | <b><sup>137</sup>Cs</b>    | <b><sup>134</sup>Cs</b> | <b><sup>60</sup>Co</b> |
| Beznau                        | 29.6.92                 | 40±10                   | 30±2                    | 340±20                | 57±2                       | 3.7±0.4                 | <0.7                   |
| PSI-Ost                       | 29.6.92                 | 40±10                   | 30±2                    | 320±20                | 55±2                       | 3.1±0.4                 | 0.6±0.3                |
| <b>Herbe (1m<sup>2</sup>)</b> | <b>Bq/kg</b>            | --                      | <b><sup>7</sup>Be</b>   | <b><sup>40</sup>K</b> | <b><sup>137</sup>Cs</b>    | <b><sup>134</sup>Cs</b> | <b><sup>60</sup>Co</b> |
| Beznau                        | 29.6.92                 | --                      | 80±20                   | 300±30                | <4                         | <4                      | <3                     |
| PSI-Ost                       | 29.6.92                 | --                      | 160±30                  | 1000±60               | <7                         | <4                      | <7                     |
| Würenlingen                   | 29.6.92                 | --                      | 120±20                  | 910±40                | <4                         | <2                      | <3                     |
| Döttingen                     | 29.6.92                 | --                      | 150±30                  | 1000±60               | <8                         | <3                      | <4                     |
| Leuggern                      | 29.6.92                 | --                      | 180±30                  | 980±50                | <7                         | <3                      | <4                     |
| Villigen                      | 29.6.92                 | --                      | 170±30                  | 750±50                | <7                         | <3                      | <4                     |
| Beznau                        | 15.9.92                 | --                      | 100±40                  | 710±60                | <10                        | <4                      | <6                     |
| PSI-Ost                       | 15.9.92                 | --                      | 250±50                  | 1100±100              | <10                        | <5                      | <6                     |
| Würenlingen                   | 15.9.92                 | --                      | 330±40                  | 710±60                | <6                         | <3                      | <5                     |
| Döttingen                     | 15.9.92                 | --                      | 210±40                  | 1100±80               | <10                        | <5                      | <6                     |
| Leuggern                      | 15.9.92                 | --                      | 320±30                  | 610±50                | <6                         | <3                      | <4                     |
| Villigen                      | 15.9.92                 | --                      | 250±50                  | 1500±100              | <10                        | <5                      | <6                     |

Ces résultats montrent que le sol plutôt que l'herbe constitue un bon réservoir, témoin de notre patrimoine radioactif. Il s'avère cependant bien difficile d'interpréter les fluctuations des contaminations artificielles d'une année à l'autre sur la seule base des échantillons du plan de prélèvement, n'impliquant que des couches de 0 - 5 cm. L'information qui en résulte est très ponctuelle et dépend des paramètres liés à la méthodologie du prélèvement. En outre la nature du sol et les remaniements qu'il subit sont déterminants sur le devenir des contaminations. Si l'on souhaite dresser l'inventaire complet de l'activité artificielle présente dans le sol et en étudier le transfert, des prélèvements par couches jusqu'à une profondeur de 30-40 cm sont requis. Le tableau 6 indique la distribution de l'activité en profondeur ainsi que l'activité cumulée des radionucléides artificiels dans les sites du voisinage des centrales nucléaires examinés en 1992.

Tableau 6: Activité en Bq/kg matière fraîche dans les profils de sol

| Profils  | Radionucléides naturels |                         |                         |                       | Radionucléides artificiels |                         |                        |
|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| <b>Ufem Horn</b>   | <b>Bq/kg</b>            | <b><sup>226</sup>Ra</b> | <b><sup>228</sup>Ac</b> | <b><sup>40</sup>K</b> | <b><sup>137</sup>Cs</b>    | <b><sup>134</sup>Cs</b> | <b><sup>60</sup>Co</b> |
| (KKM)  | 0- 2 cm                 | 22±10                   | 18±2                    | 440±20                | 46±2                       | 6.7±0.5                 | 3.9±0.6                |
| <b>8.5.92</b>  | 2- 4 cm                 | <30                     | 23±2                    | 520±20                | 54±2                       | 7.2±0.5                 | 5.1±0.7                |
|  | 4- 6 cm                 | 21±10                   | 21±2                    | 520±20                | 48±2                       | 7.0±0.5                 | 5.3±0.7                |
|  | 6- 8 cm                 | <30                     | 21±2                    | 550±20                | 38±2                       | 4.2±0.5                 | 4.0±0.5                |
|  | 8-10cm                  | 22±10                   | 22±2                    | 540±20                | 27±2                       | 2.8±0.5                 | 2.7±0.5                |
| <b>Total Bq/m<sup>2</sup> contenu dans la couche 0-10 cm</b> |                         |                         |                         |                       | <b>4800</b>                | <b>600</b>              | <b>450</b>             |

| Profils  | Radionucléides naturels |                   |                   |                 | Radionucléides artificiels |                   |                  |
|--|-------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|-------------------|------------------|
|  | Bq/kg                   | <sup>226</sup> Ra | <sup>228</sup> Ac | <sup>40</sup> K | <sup>137</sup> Cs          | <sup>134</sup> Cs | <sup>60</sup> Co |
| <b>WKW Beznau</b>  |                         |                   |                   |                 |                            |                   |                  |
| (KKB)  | 0- 2 cm                 | 30±10             | 25±3              | 350±30          | 53±2                       | 2.6±0.6           | <1               |
| <b>12.5.92</b>   | 2- 4 cm                 | 30±10             | 21±4              | 290±30          | 49±3                       | 3.5±0.8           | <1               |
|  | 4- 6 cm                 | 34±10             | 28±3              | 390±30          | 52±2                       | 3.5±0.7           | <1               |
|  | 6- 8 cm                 | 33±10             | 25±3              | 410±30          | 43±2                       | 3.2±0.6           | <1               |
|  | 8-10cm                  | 37±10             | 29±3              | 450±30          | 21±2                       | 1.5±0.6           | <1               |
| <b>Total Bq/m<sup>2</sup> contenu dans la couche 0-10 cm</b> |                         |                   |                   |                 | 5100                       | 330               | --               |

| Leibstadt  | Bq/kg   | Radionucléides naturels |                   |                 | Radionucléides artificiels |                   |                  |
|--|---------|-------------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|-------------------|------------------|
|  |         | <sup>226</sup> Ra       | <sup>228</sup> Ac | <sup>40</sup> K | <sup>137</sup> Cs          | <sup>134</sup> Cs | <sup>60</sup> Co |
| <b>Chlemmi (KKL)</b>   |         |                         |                   |                 |                            |                   |                  |
|  | 0- 2 cm | 31±10                   | 26±3              | 430±30          | 33±2                       | 2.4±0.6           | <1               |
|  | 2- 4 cm | 24±10                   | 22±3              | 360±30          | 27±2                       | 2.0±0.5           | <1               |
| <b>14.5.92</b>   | 4- 6 cm | 27±10                   | 23±3              | 330±30          | 28±2                       | 2.0±0.6           | <1               |
|  | 6- 8 cm | 33±10                   | 20±3              | 370±30          | 26±2                       | 2.0±0.6           | <1               |
|  | 8-10cm  | 24±10                   | 23±3              | 340±30          | 22±2                       | 1.4±0.5           | <1               |
| <b>Total Bq/m<sup>2</sup> contenu dans la couche 0-10 cm</b> |         |                         |                   |                 | 3400                       | 200               | --               |

| Niedergösgen   | Bq/kg   | Radionucléides naturels |                   |                 | Radionucléides artificiels |                   |                  |
|--|---------|-------------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|-------------------|------------------|
|  |         | <sup>226</sup> Ra       | <sup>228</sup> Ac | <sup>40</sup> K | <sup>137</sup> Cs          | <sup>134</sup> Cs | <sup>60</sup> Co |
| <b>(KKG)</b>   |         |                         |                   |                 |                            |                   |                  |
|  | 0- 2 cm | 34±10                   | 22±3              | 370±30          | 26±2                       | 1.8±0.6           | <1               |
|  | 2- 4 cm | 30±10                   | 29±3              | 420±30          | 27±2                       | 1.6±0.6           | <1               |
| <b>14.5.92</b>   | 4- 6 cm | 35±10                   | 26±3              | 400±30          | 29±2                       | 2.4±0.6           | <1               |
|  | 6- 8 cm | 30±10                   | 25±3              | 400±30          | 25±2                       | 1.4±0.6           | <1               |
|  | 8-10cm  | 40±10                   | 28±3              | 450±30          | 24±2                       | 1.4±0.6           | <1               |
| <b>Total Bq/m<sup>2</sup> contenu dans la couche 0-10 cm</b> |         |                         |                   |                 | 3300                       | 190               | --               |

| Profils  | Radionucléides naturels |                   |                   |                 | Radionucléides artificiels |                   |                  |
|--|-------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|-------------------|------------------|
|  | Bq/kg                   | <sup>226</sup> Ra | <sup>228</sup> Ac | <sup>40</sup> K | <sup>137</sup> Cs          | <sup>134</sup> Cs | <sup>60</sup> Co |
| <b>PSI-Oase</b>  |                         |                   |                   |                 |                            |                   |                  |
| (PSI)  | 0- 2 cm                 | 30±10             | 23±3              | 370±20          | 23±2                       | 1.3±0.5           | <1               |
| <b>11.5.92</b>   | 2- 4 cm                 | 28±10             | 24±3              | 320±20          | 24±2                       | 2.0±0.5           | <1               |
|  | 4- 6 cm                 | 28±10             | 24±3              | 330±20          | 12±1                       | 0.9±0.4           | <1               |
|  | 6- 8 cm                 | 28±10             | 22±3              | 250±20          | 4±1                        | --                | <1               |
|  | 8-10cm                  | 33±10             | 20±3              | 310±20          | 6±1                        | --                | <1               |
| <b>Total Bq/m<sup>2</sup> contenu dans la couche 0-10 cm</b> |                         |                   |                   |                 | 2100                       | 130               | --               |

Le site PSI-Oase fait partie des stations nouvellement équipées d'une sonde NADAM. L'aménagement de la station a entraîné des remaniements au niveau du sol, ce qui explique que le degré de contamination mesuré antérieurement sur ce site n'est que partiellement restitué.



En tenant compte du rapport des isotopes du césium (Tchernobyl:  $^{137}\text{Cs}/^{134}\text{Cs} = 2.0$  le 1.5.86, resp. 13 en mai 92; Mühleberg:  $^{137}\text{Cs}/^{134}\text{Cs} = 0.8$  le 1.10.86, resp. 4.5 en mai 92), l'inventaire de l'activité artificielle du sol se répartit comme suit dans les 10 premiers centimètres (entre parenthèses valeurs 1986).

**Tableau 7: Inventaire de l'activité artificielle présente dans les 10 premiers cm du sol**

| Bq/m <sup>2</sup> | 0-10 cm           | Ufem Horn<br>KKM | WKW Beznau<br>KKB | Chlemmi<br>KKL | Niedergösgen<br>KKG |
|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|----------------|---------------------|
| <sup>134</sup> Cs | Tchernobyl        | 100 (750)        | 330 (2400)        | 200 (1500)     | 190 (1300)          |
| <sup>137</sup> Cs | Tchernobyl        | 1300 (1500)      | 4300 (4800)       | 2600 (3000)    | 2400 (2600)         |
| <sup>137</sup> Cs | essais nucléaires | 1300 (1500)      | 800 (900)         | 800 (1200)     | 900 (1200)          |

A Ufem Horn s'ajoute la contribution subsistante de la fuite survenue à Mühleberg en septembre 86: <sup>134</sup>Cs: 500 Bq/m<sup>2</sup> (4300); <sup>137</sup>Cs: 2200 Bq/m<sup>2</sup> (3400); <sup>60</sup>Co: 450 Bq/m<sup>2</sup> (830).

Il apparaît que les contaminations occasionnées en 1986 restent en majeure partie piégées dans les 10 premiers centimètres. Le césium-137 des essais nucléaires passés a par contre été partiellement transféré dans des couches plus profondes (jusqu'à 30 cm). Ainsi la part totale des essais nucléaires est approximativement 2 à 3 fois supérieure à la fraction présente dans les 10 premiers centimètres. Comme le montre le tableau 8, les mesures in situ correspondantes confirment l'évaluation des profils (longueurs de relaxation: pour les contaminations Tchernobyl et Mühleberg: 1 cm en 1986, 6 cm en 1992; pour les essais nucléaires: 15 à 25 cm).

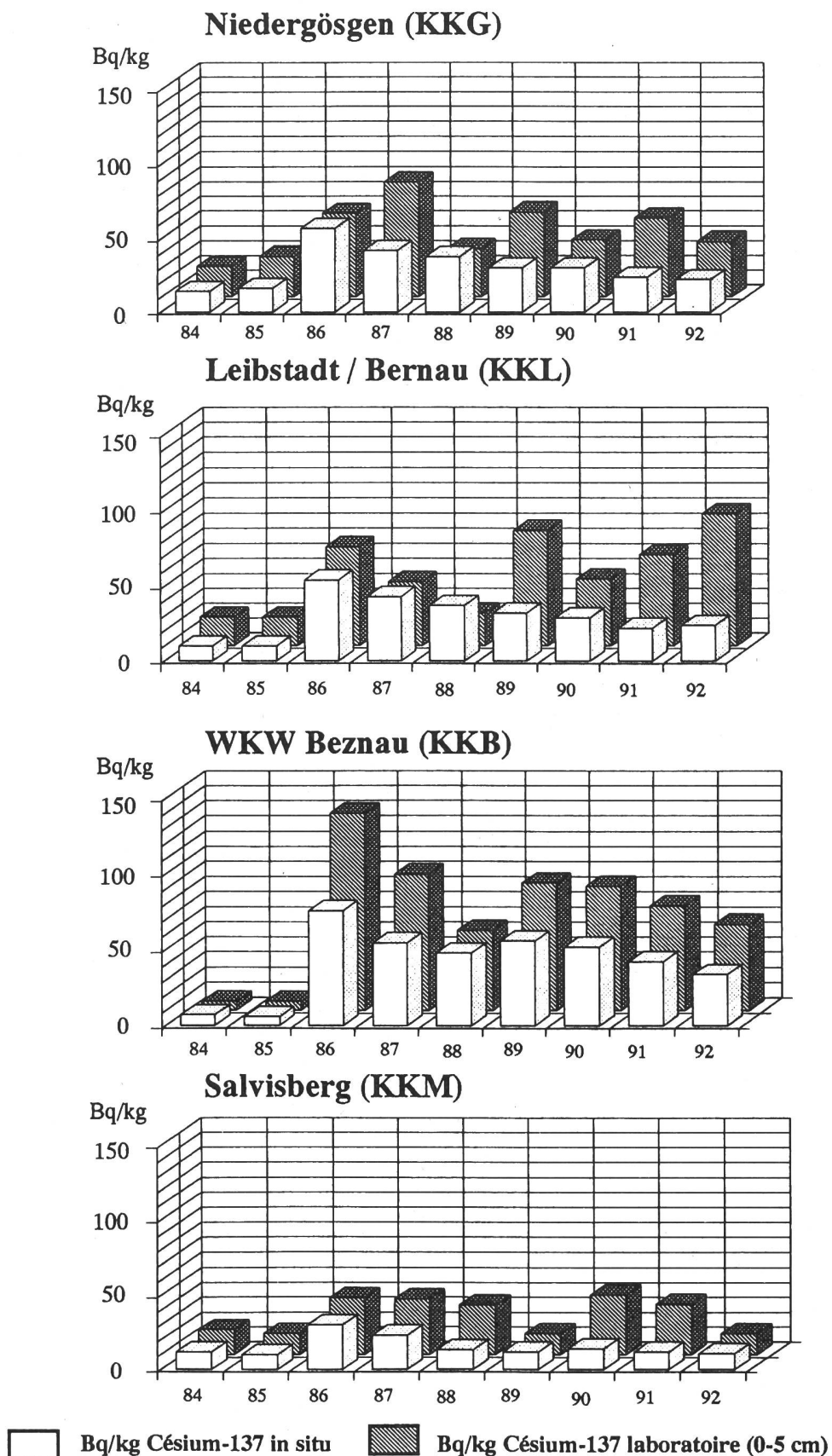
**Tableau 8: Inventaire de l'activité présente dans le sol: mesures in situ**

| Bq/m <sup>2</sup> | in situ           | Ufem Horn<br>KKM | WKW Beznau<br>KKB | Chlemmi<br>KKL | Niedergösgen<br>KKG |
|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|----------------|---------------------|
| <sup>134</sup> Cs | Tchernobyl        | 90 (700)         | 300 (2000)        | 180 (1300)     | 160 (1300)          |
| <sup>137</sup> Cs | Tchernobyl        | 1200 (1400)      | 3900 (4000)       | 2300 (2600)    | 2100 (2600)         |
| <sup>137</sup> Cs | essais nucléaires | 2700 (3000)      | 2700 (3000)       | 2700 (3000)    | 2700 (3000)         |

La contribution additionnelle de la fuite survenue à Mühleberg s'établit comme suit: <sup>134</sup>Cs: 600 Bq/m<sup>2</sup> (4500); <sup>137</sup>Cs: 2700 Bq/m<sup>2</sup> (3600); <sup>60</sup>Co 400 Bq/m<sup>2</sup> (780).

Contrairement aux analyses de profils et de spectrométrie in situ, les mesures gamma des échantillons annuels du plan de prélèvement (0-5 cm) ne restituent pas un inventaire détaillé des contaminations présentes dans le sol ni ne permettent une interprétation univoque des variations observées d'une année à l'autre. La qualité (représentativité) du prélèvement et les phénomènes ponctuels de resuspension et de reconcentration ont en effet une influence prépondérante. Comme le montrent la figure 6, la spectrométrie gamma in situ traduit par contre le transfert graduel des contaminations dans les couches plus profondes du sol. L'hypothèse d'une répartition homogène de l'ensemble des radionucléides présents dans le sol s'avère appropriée au contrôle périodique de leur concentration moyenne et à une détection sensible d'injections artificielles additionnelles.

**Figure 6: Suivi comparatif de l'activité Cs-137 du sol:**  
**mesures in situ (Bq/kg matière fraîche) - mesure en laboratoire (Bq/kg matière sèche)**



### 4.3.5 Mesure in situ et irradiation externe

Les mesures de spectrométrie gamma in situ ont pour objectif de donner un état des lieux détaillé des sites examinés. On obtient ainsi en une à deux heures les activités moyennes des émetteurs gamma naturels et artificiels présents dans le sol ainsi que leur contribution individuelle moyenne à l'irradiation externe. L'évaluation des spectres in situ s'est basée sur l'hypothèse d'une répartition homogène de l'ensemble des radionucléides présents dans le sol. Il en résulte une comparaison directe entre les concentrations naturelles et artificielles. Au niveau de l'exposition externe, il s'ensuit une légère surestimation de la contribution des radionucléides artificiels. La mise en évidence d'une année à l'autre de contaminations additionnelles en est ainsi facilitée.

Dans le voisinage des installations nucléaires suisses, il s'agit prioritairement de distinguer les éventuelles contributions de leurs rejets des autres contaminations subsistantes (essais nucléaires passés, Tchernobyl). Les mesures effectuées en 1992 n'ont signalé aucune trace due à l'exploitation des centrales nucléaires suisses en 1992. La radioactivité naturelle prédomine et, parmi les composantes artificielles, les retombées de Tchernobyl (césium-137 et 134) ainsi que des essais nucléaires passés (césium-137) restent décelables. Des traces de la fuite survenue à la centrale de Mühleberg en septembre 1986 subsistent au niveau du cobalt-60 et des deux césium, comme le montrent les valeurs enregistrées au point critique Ufem Horn.

Le tableau 9 rend compte des activités, exprimées en Bq/kg, des radionucléides identifiés sous l'hypothèse de leur répartition homogène dans le sol. Les mesures in situ effectuées par la DSN ont montré des résultats en bon accord avec ceux obtenus par la SUER. Par rapport aux valeurs 1991, on observe un recul des activités artificielles de l'ordre de 10% supérieur à celui que laissaient prévoir les périodes des radionucléides impliqués. Cela incombe au transfert des contaminations dans les couches plus profondes du sol. Ainsi une diminution voisine de 10% au lieu de 2% escomptés a été enregistrée pour le césium-137, respectivement jusqu'à 40% au lieu de 30% pour le césium-134 et jusqu'à 30% au lieu de 12% pour le cobalt-60. La diminution de l'exposition externe artificielle se poursuit donc du fait de la décroissance des contaminations et de leur transfert dans le sol, alors que la part naturelle se maintient à peu près constante.

**Tableau 9: Activité in situ en Bq/kg des radionucléides du sol, état des lieux 1992**

| Lieu              | Radionucléides naturels |                   |                 | Radionucléides artificiels |                   |                  |
|-------------------|-------------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|-------------------|------------------|
|                   | <sup>226</sup> Ra       | <sup>228</sup> Ac | <sup>40</sup> K | <sup>137</sup> Cs          | <sup>134</sup> Cs | <sup>60</sup> Co |
| <b>KKM 8.5.92</b> |                         |                   |                 |                            |                   |                  |
| Horn (Weide)      | 32±10                   | 17±2              | 510±20          | 42±2                       | 5.2±1.0           | 3±1              |
| Horn (Schopf)     | 30±10                   | 27±3              | 560±20          | 20±2                       | 2.0±0.5           | 0.8±0.3          |
| Niederruntigen    | 30±10                   | 21±2              | 500±20          | 11±1                       | 1.0±0.5           | 0.7±0.4          |
| Salvisberg        | 30±10                   | 24±3              | 520±20          | 11±1                       | 0.4±0.2           | < 0.5            |
| Rewag             | 20±10                   | 16±3              | 280±20          | 18±2                       | 1.2±0.5           | < 0.5            |

| Lieu               | Radionucléides naturels |                   |                 | Radionucléides artificiels |                   |                  |
|--------------------|-------------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|-------------------|------------------|
|                    | <sup>226</sup> Ra       | <sup>228</sup> Ac | <sup>40</sup> K | <sup>137</sup> Cs          | <sup>134</sup> Cs | <sup>60</sup> Co |
| <b>KKG 13.5.92</b> |                         |                   |                 |                            |                   |                  |
| Niedergösgen       | 24±10                   | 20±2              | 310±20          | 22±1                       | 1.0±0.3           | < 0.5            |
| Obergösgen         | 29±10                   | 30±3              | 320±20          | 20±1                       | 0.9±0.3           | < 0.5            |
| Aarau              | 26±10                   | 20±2              | 280±20          | 15±1                       | 0.8±0.3           | < 0.5            |
| Starrkirch-Wil     | 30±10                   | 21±2              | 310±20          | 25±2                       | 1.5±0.5           | < 0.5            |

| Lieu                   | Radionucléides naturels |                   |                 | Radionucléides artificiels |                   |                  |
|------------------------|-------------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|-------------------|------------------|
|                        | <sup>226</sup> Ra       | <sup>228</sup> Ac | <sup>40</sup> K | <sup>137</sup> Cs          | <sup>134</sup> Cs | <sup>60</sup> Co |
| <b>KKB/PSI 11.5.92</b> |                         |                   |                 |                            |                   |                  |
| Beznau WKW             | 25±10                   | 19±2              | 280±20          | 32±2                       | 2.0±0.5           | < 0.5            |
| Böttstein              | 34±10                   | 19±2              | 300±20          | 36±2                       | 1.8±0.5           | < 0.5            |
| PSI-OASE               | 34±10                   | 16±2              | 280±20          | 26±2                       | 1.5±0.5           | < 0.5            |
| PSI-NORD               | 34±10                   | 22±2              | 300±20          | 15±1                       | <1                | < 0.5            |

| Lieu               | Radionucléides naturels |                   |                 | Radionucléides artificiels |                   |                  |
|--------------------|-------------------------|-------------------|-----------------|----------------------------|-------------------|------------------|
|                    | <sup>226</sup> Ra       | <sup>228</sup> Ac | <sup>40</sup> K | <sup>137</sup> Cs          | <sup>134</sup> Cs | <sup>60</sup> Co |
| <b>KKL 14.5.92</b> |                         |                   |                 |                            |                   |                  |
| Leibstadt          | 26±10                   | 19±2              | 290±20          | 24±2                       | 1.2±0.4           | < 0.5            |
| Schwaderloch       | 35±10                   | 20±2              | 370±20          | 24±2                       | 1.0±0.5           | < 0.5            |
| Full Pumpenhaus    | 28±10                   | 20±2              | 310±20          | 21±2                       | 0.9±0.5           | < 0.5            |
| Full Schulhaus     | 32±10                   | 24±2              | 310±20          | 29±2                       | 1.7±0.5           | < 0.5            |

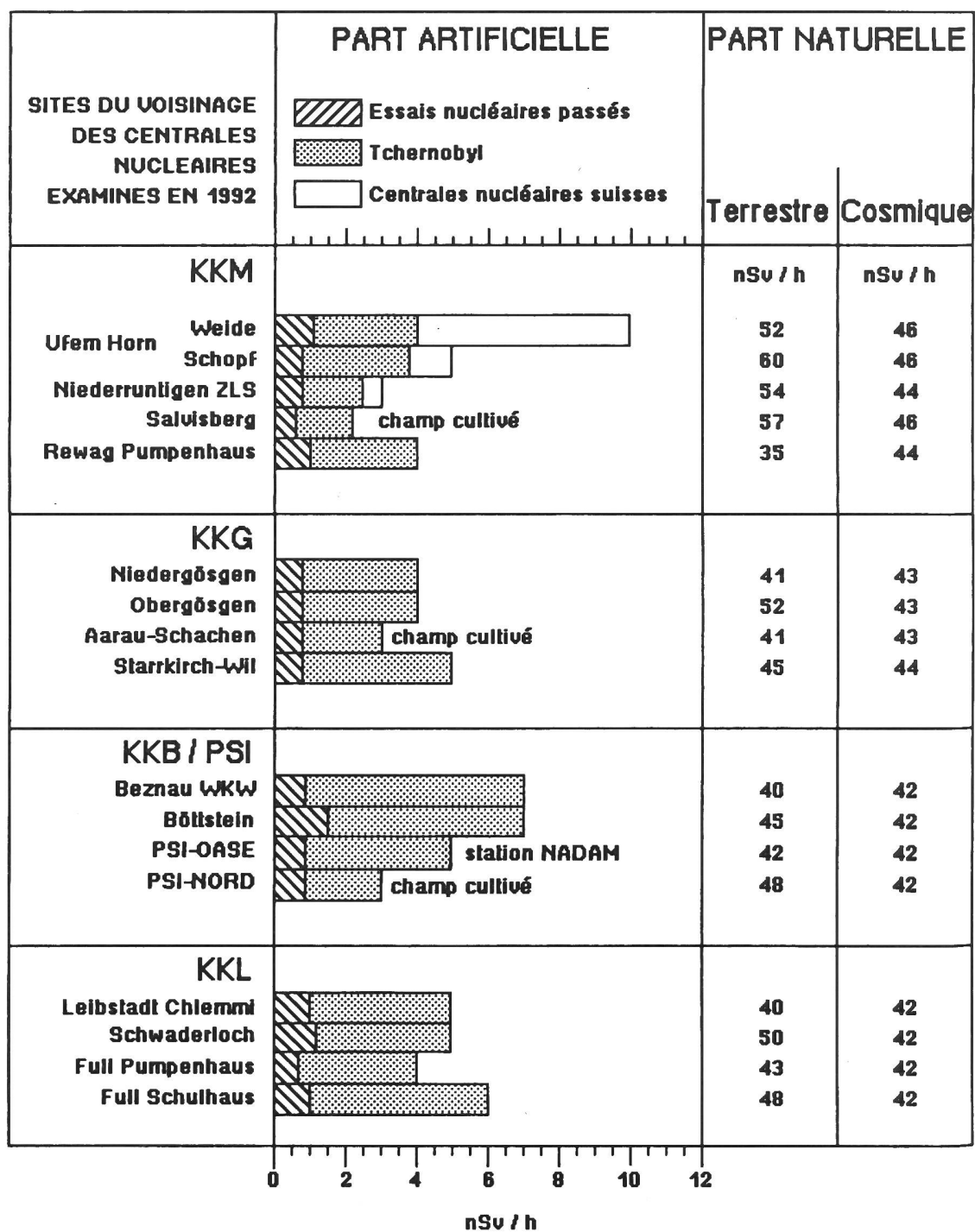
Les contributions correspondantes à l'irradiation externe sont détaillées dans la figure 7. Le rapport moyen de  $1.02 \pm 0.01$  entre l'exposition externe calculée à partir des spectres in situ et celle mesurée avec la chambre d'ionisation montre qu'il est approprié de considérer actuellement une répartition homogène de l'ensemble des radionucléides du sol pour les sites du voisinage des centrales nucléaires.

La figure 7 montre que le seul impact de l'exploitation des centrales nucléaires suisses incombe encore à la fuite survenue à Mühleberg en 1986. Au point critique Ufem Horn, la contribution maximale de cette contamination a été enregistrée sur le site Horn Weide, où le sol a subi peu de remaniements. On rappelle que le 30.9.86 la mesure in situ avait permis d'estimer à près de 40 nSv/h, l'exposition externe inhérente à la fuite susmentionnée. Le recul de cette contribution dû à la décroissance des radionucléides impliqués et à leur transfert dans le sol est confirmé par la mesure 1992 indiquant une diminution d'un facteur 6. Ainsi l'exposition externe additionnelle, occasionnée par les particules radioactives rejetées par Mühleberg en 1986 est voisine de 0.05 mSv pour un séjour permanent en 1992 à l'endroit Horn Weide. A cet emplacement, où le sol n'est pas travaillé, les dépôts de césium semblent présenter une évolution comparable, qu'ils proviennent de Tchernobyl ou de Mühleberg.

Dans ce secteur rural, le plus touché par la fuite survenue à Mühleberg, outre la nature du sol, le devenir des particules radioactives déposées dépend considérablement des remaniements tels le labourage, le hersage, l'épandage de fumier ou de cendres contaminés favorisant les phénomènes de resuspension. A cela s'ajoute l'influence de la couverture végétale, dont les pouvoirs de rétention et de restitution de l'activité sont très variables selon les espèces. Les caractéristiques des retombées ainsi que la date de déposition entrent également en considération.

Ainsi les dépôts de Tchernobyl, localement assez homogènes, ont bénéficié d'une période favorable à leur fixation dans le sol, au long des mois où celui-ci a été peu remanié. Par contre, les retombées plus disparates de Mühleberg ont précédé une période de récolte, qui a entraîné une dilution des particules radioactives au détriment de leur fixation. Cela explique localement un recul apparent plus prononcé de la contamination due à Mühleberg par rapport à celle de Tchernobyl et des essais nucléaires passés.

**Fig. 7 : CONTRIBUTIONS A L'EXPOSITION EXTERNE  
ETAT DES LIEUX 1992**



Remarque : La conversion du débit de dose ambiante dans l'air en débit de dose effectif se base sur la correspondance : 1 microR / h = 10 nSv/h

#### 4.3.6 Surveillance des produits alimentaires

La surveillance dans la chaîne alimentaire porte a priori sur le lait, les produits agricoles et le poisson. Il s'agit de contrôler l'irradiation interne pouvant atteindre des personnes du voisinage des centrales nucléaires du fait de leurs rejets. Comme le montre le tableau 10, les résultats ne signalent aucune contribution de l'exploitation des installations nucléaires suisses. A part le potassium-40 naturel, le strontium-90 (mesuré par l'IRA) provenant de la retombée des essais nucléaires reste pratiquement le seul radionucléide artificiel encore détectable. Cette observation a été confirmée par les analyses complémentaires effectuées par les chimistes cantonaux d'Argovie et de Berne. Elles indiquent des concentrations voisines de 50 Bq/l K-40 respectivement 0.07 à 0.09 Bq/l Sr-90 dans le lait, comparables aux autres échantillons du Plateau Suisse. 4 échantillons de rhubarbe et 1 échantillon de salade pommée du voisinage immédiat de la CN de Mühleberg mesurés par le laboratoire cantonal de Berne ont donné des activités inférieures aux limites de détection, soit 4 Bq/kg pour le Cs-134 et le Cs-137 resp. à 5 Bq/kg pour le Co-60 et 10 Bq/kg pour le Zn-65.

Tableau 10: Activité des produits alimentaires examinés par la SUER

| Lait         | Bq/l    | <sup>40</sup> K | <sup>137</sup> Cs | <sup>134</sup> Cs | <sup>90</sup> Sr |
|--------------|---------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Dogern (BRD) | 7.7.92  | 54±3            | <0.1              | <0.1              | 0.094            |
| Gösgen       | 18.2.92 | 40±5            | <0.4              | <0.2              | 0.089            |
| Gösgen       | 16.6.92 | 47±5            | < 0.3             | <0.2              | 0.104            |
| Gösgen       | 18.8.92 | 40±5            | <0.2              | <0.2              | 0.123            |

| Salade       | Bq/kg frais | <sup>40</sup> K | <sup>137</sup> Cs | <sup>134</sup> Cs | <sup>90</sup> Sr |
|--------------|-------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Dogern (BRD) | 7.7.92      | 100±10          | <0.5              | <0.3              | 0.25             |
| Leibstadt    | 7.7.92      | 70±5            | <0.3              | <0.2              | 0.30             |

| Pomme de terre | Bq/kg sec | <sup>40</sup> K | <sup>137</sup> Cs | <sup>134</sup> Cs | <sup>90</sup> Sr |
|----------------|-----------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Dogern (BRD)   | 14.10.92  | 610±30          | < 2               | < 1               | 0.26             |
| Leibstadt      | 9.10.92   | 620±30          | < 2               | < 1               | 0.44             |

| Pomme        | Bq/kg sec | <sup>40</sup> K | <sup>137</sup> Cs | <sup>134</sup> Cs | <sup>90</sup> Sr |
|--------------|-----------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Dogern (BRD) | 14.10.92  | 250±30          | < 4               | < 2               | 0.23             |
| Leibstadt    | 9.10.92   | 140±20          | 2±1               | < 1               | 0.59             |

| Poisson      | Bq/kg filet | <sup>40</sup> K | <sup>137</sup> Cs | <sup>134</sup> Cs | <sup>60</sup> Co |
|--------------|-------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Barbeau Rhin | 30.3.92     | 77±5            | 0.8±0.2           | 0.2±0.1           | <0.5             |

| Céréales      | Bq/kg sec    | <sup>40</sup> K | <sup>137</sup> Cs | <sup>134</sup> Cs | <sup>90</sup> Sr |
|---------------|--------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Gösgen        | récolte 1992 | 70±40           | <5                | <2                | 0.43             |
| Mühleberg     | récolte 1992 | 110±30          | <5                | <2                | 0.54             |
| Beznau        | récolte 1992 | 130±40          | <5                | <2                | 0.42             |
| Leibstadt     | récolte 1992 | 130±30          | <5                | <2                | 0.36             |
| Rayon KKB/KKL | récolte 1992 | 100±30          | <5                | <2                | 0.44             |
| Dogern (BRD)  | récolte 1992 | 120±10          | <2                | <1                | 0.31             |



#### 4.3.7 Bilan radiologique et conclusions

La surveillance de l'environnement et l'évaluation de l'impact des sites ont impliqué une multitude de mesures en 1992. Leur objectif est de s'assurer du respect des limites fixées dans l'autorisation d'exploitation et de garantir la sécurité aux populations avoisinantes. Le service de radioprotection dispose d'un système de contrôle en continu et d'un plan de surveillance en différé. Le contrôle continu s'exerce au niveau de l'irradiation ambiante et de la mesure dans les stations périphériques des aérosols dans l'air après diffusion ainsi que des précipitations. Le contrôle différé consiste à prélever de façon systématique dans tout l'environnement des échantillons significatifs qui sont analysés en laboratoire. Ces contrôles complétés par les mesures in situ permettent par ailleurs la constitution d'un historique pour chaque point de prélèvement et de mesure.

Au compte rendu présenté dans ce chapitre, il convient d'ajouter les analyses de strontium-90 opérées par l'IRA (chapitre 3.6.), les contrôles des teneurs en tritium et carbone-14, effectués par l'Université de Berne (chapitre 3.2.) ainsi que les relevés cartographiques par hélicoptère élaborés par l'EPFZ (chapitre 3.9.).

L'ensemble de ces mesures permet d'obtenir un panorama complet de la surveillance de l'environnement pour l'année 1992 autour de chaque site de production. Les faits marquants peuvent être résumés comme suit:

- Aucune augmentation notable de radioactivité n'a été enregistrée du fait de l'exploitation de centrales nucléaires suisses en 1992. De faibles traces de radionucléides artificiels témoignent certes des rejets atmosphériques et liquides des installations ( $95 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$   $^{60}\text{Co}$  à la station aérosol "Ufem Horn" en août 1992 et présence  $^{60}\text{Co}$  et  $^{58}\text{Co}$  dans les sédiments et les végétaux aquatiques). L'impact de ces rejets sur l'environnement est cependant très faible (l'équivalent de dose reçue annuellement par la personne du public la plus exposée est effectivement inférieur de plusieurs ordres de grandeur à celui causé par l'exposition naturelle). L'impact sanitaire correspondant est négligeable.
- Les variations de la radioactivité artificielle dans l'air, les précipitations et dans la couche supérieure du sol incombent en majeure partie à la remise en suspension dans les aérosols atmosphériques d'une part des contaminations occasionnées en 1986 (Tchernobyl, Mühleberg).

Le groupe surveillance des centrales nucléaires de la SUER projette l'élaboration d'un bilan radio écologique décennal (1984 - 1993), dont l'interprétation reposera sur l'intégralité des mesures entreprises dans l'environnement durant cette période. L'objectif est d'établir une synthèse des observations provenant des résultats des programmes annuels de surveillance, d'analyser les évolutions des études réalisées et de recentrer celles-ci, si nécessaire, sur les indicateurs biologiques adéquats. Cela dans le sens d'améliorer la qualité de la présentation et du contenu des rapports de surveillance de l'environnement sur l'ensemble des sites.

Que toutes les personnes qui ont favorisé le bon déroulement de nos mesures, les collaborateurs de la DSN J. Schuler et W. Baur ainsi que Mme Gobet et A. Gurtner de la SUER soient ici remerciés de leur précieuse collaboration.

Murith Ch., Völkle H. "Environmental monitoring around Swiss nuclear power stations"; Radioprotection special issue February 1993, p 249-253.

## 4.4. CONTRÔLE DE L'ENVIRONNEMENT AUTOUR DU CERN

M. Höfert, M. Pressevot, D. Wittekind

Radioprotection, TIS-RP, CERN, 1211 GENÈVE 23

### Programme

Le contrôle de l'environnement autour du CERN est basé sur un programme établi en 1977. Ce programme a été adapté pour couvrir, au fur et à mesure, les nouvelles installations (LEP) ainsi que l'évolution du mode d'opération des anciens accélérateurs.

Des résultats de mesures détaillés sont présentés dans quatre rapports trimestriels, dont le dernier contient les résultats pour l'ensemble de l'année.

Le programme résumé dans le tableau 1, se divise en deux grands domaines:

- Le contrôle de la radioactivité émise dans l'air et dans l'eau à partir des différentes installations du CERN et des sites dans leur ensemble (Emission).
- La mesure des rayonnements diffusés produits par l'exploitation des accélérateurs du CERN ainsi que la mesure de la radioactivité contenue dans différents échantillons prélevés dans l'environnement et susceptibles d'être influencés par le rayonnement ou la radioactivité produits par le CERN (Immission).

### Résultats des mesures des immissions pour 1992

Les résultats des mesures de la radioactivité dans des échantillons ayant trait à l'environnement (aérosols, précipitations, eau potable, eaux souterraine, végétation etc.) sont résumés dans les tableaux 2 à 8. On doit noter que, sauf le  $^{40}\text{K}$ , les radionucléides pouvant être attribués à la radioactivité naturelle ne sont pas mentionnés.

### *Note générale*

Afin d'avoir les valeurs moyennes pour tous les échantillons pris pendant une période définie (p. ex. 1 mois) les corrections de décroissance sont calculées par l'ordinateur en tenant compte du début et de la fin de la période d'échantillonnage. Dans les cas des échantillons pour lesquels aucune activité gamma n'est rapportée, la valeur mesurée a été trouvée en dessous de la limite de détection.

Pour plus de détails, veuillez consulter le rapport annuel de 1992 qui sera disponible début mars auprès du Secrétariat du Groupe Radioprotection.



## PROGRAMME DU CONTROLE DE L'ENVIRONNEMENT AUTOUR DU CERN

TABLEAU 1 : Contrôle de l'immission

| Objet de la mesure            | MESURES  |                                  |   |                                |   | STATIONS DE CONTROLE / ECHANTILLONAGE          |  |   |                              |
|-------------------------------|--|----------------------------------|---|--------------------------------|---|--|--|---|------------------------------|
|                               | Radiation/<br>Radio-<br>activité                                     | Fréquence des<br>mesures         | Temps après<br>prélèvement                                    | Unité                          | Instruments   | Nbre<br>points                                 | Locations  | Méthodes<br>Instruments   | Préparation<br>d'échantillon |
| 1. Rayonnement diffusé        | $\gamma$ totale<br><br>$n$ totale                                    | Continu                          |   | $\mu$ Sv                       | Chambre à ionisation<br>(remplie avec argon).<br>Compteur BF3 +<br>modérateur   | 39   | 28 près des clôtures<br><br>11 sur les sites   |   |                              |
| 2. Air /aérosol               | $\beta$ totale<br><br>$\gamma$                                       | 2 x par mois<br><br>1 x par mois | 1 semaine   | mBq/m <sup>3</sup>             | Compteur proportionnel à grande surface<br>détecteur Ge   | 8  | PMA 32,71,100,<br>126,805,821,911,951  | Filtre en fibre de verre<br>(Schleicher & Schüll<br>N°6, 20 cm $\sigma$ ).<br>Aérosols >0,3 $\mu$ m |                              |
| 3. Eau potable et souterraine | $\gamma$ totale<br><br>$\beta$ totale<br><br>$\gamma$<br><br>Tritium | Continu<br><br>1 x par année     | <br><br>1 semaine<br><br>Si l'act. $\beta$ est<br>> 0,37 Bq/l | Bq/l<br><br>Bq/l               | Cristal de NaI(Tl)<br><br>Compteur proportionnel à grande surface<br>détecteur Ge<br><br>Compteur à scintillation liquide | 1<br><br>1<br><br>1<br><br>1<br><br>1          | Près du BA6 (PMW 61)<br><br>Site Meyrin-Peney<br>(FWPE)<br><br>Site Prévessin-Le Vengeron<br>(FWVE)<br><br>Prévessin (UWPR)<br>St-Genis (UWSG)<br>Versonnex (UWVX)                   |   | Evaporation de<br>4 litres   |
| 4. Précipitations             | $\beta$ totale<br><br>$\gamma$<br><br>Tritium                        | <br><br>1 x par mois             | 1 semaine<br><br>Si l'act. $\beta$ est<br>> 0,37 Bq/l         | Bq/l et<br>MBq/km <sup>2</sup> | Compteur proportionnel à grande surface<br>détecteur Ge<br>Compteur à scintillation liquide                               | 1<br><br>1                                     | Toit du Bât.24 RP (RWSS)<br><br>Toit du Bât. 865 SPS<br>(RWSF)   | Collecteur 1 m <sup>2</sup><br><br>Collecteur 1 m <sup>2</sup>                                      | Evaporation de<br>4 litres   |
| 5. Rivières                   | $\beta$ totale<br><br>$\gamma$<br><br>Tritium                        | 2 x par année                    | 1 semaine   | Bq/l                           | Compteur proportionnel à grande surface<br>détecteur Ge<br>Compteur à scintillation liquide                               | 1<br><br>1<br><br>1                            | Allondon SWA1<br><br>Le Lion SWL4<br><br>La Versoix SWV1<br><br>Nant d'Avril SWN4  |   | Evaporation de<br>4 litres   |
| 6. Boue                       | $\beta$ totale<br><br>$\gamma$                                       | 2 x par année                    | 1 semaine   | Bq/kg<br>poids sec             | Compteur proportionnel à grande surface<br>détecteur Ge   | 1<br><br>1<br><br>1<br><br>1                   | Allondon (MUA1)<br><br>Le Lion (MUL3)<br><br>La Versoix (MUV1)<br><br>Nant d'Avril (MUN4)  |   | Séchage                      |
| 7. Herbes                     | $\beta$ totale<br><br>$\gamma$                                       | 1 x par année<br>en juin         | 1 semaine   | Bq/kg<br>poids sec             | Compteur proportionnel à grande surface<br>détecteur Ge   | 1<br><br>1<br><br>2<br><br>1<br><br>1<br><br>1 | Nord-Ouest de AA (GRK6)<br><br>Sud-Ouest du BA 7 (GRK3)<br><br>Site Meyrin GRE3 (BA6),<br>GRH6(PS)<br><br>Zone Nord (GRN1)<br><br>Cesay puits 5 LEP (GRC1)<br><br>Le Vengeron (GRVE) |   | Séchage                      |
| 8. Vin                        | $\gamma$<br><br>Tritium  | 1 x par année                    |   | Bq/l                           | détecteur Ge<br>Compteur à scintillation liquide  | 1  | Sud/S-Ouest du PS (WIS1)   |   | Distillation                 |

## PROGRAMME DU CONTROLE DE L'ENVIRONNEMENT AUTOUR DU CERN

TABLEAU 1 : Contrôle de l'émission

| Objet de la mesure                           | MESURES                          |                                  |   |                    |   | STATIONS DE CONTROLE/ECHANTILLONNAGE |   |   |   |
|--|----------------------------------|----------------------------------|---|--------------------|---|--------------------------------------|---|---|---|
|  | Radiation/<br>Radio-<br>activité | Fréquence                        | Temps<br>après<br>prélèvement                   | Unité              | Instruments   | Nbre<br>points                       | Locations   | Méthodes<br>Instruments   | Préparation<br>d'échantillons   |
| 1. Air<br>/aérosol<br><br>/gaz               | β totale<br><br>γ                | 2 x par mois<br><br>1 x par mois | 1 semaine                                       | mBq/m <sup>3</sup> | Compteur proportionnel<br>à grande surface<br>détecteur Ge  | 14                                   | PMV 11,31,51,61,70,71,72,<br>73,74,170,801,819,901,905<br>(71,819: ventilation<br>circuit fermé)  | Filtere en fibre de verre<br>(Schleicher & Schüll,<br>No 6 20 cm Ø).<br>Aérosols > 0,3µm                                    |   |
|  | β totale                         | Continu                          |   | GBq                | Chambre différentiel à<br>ionisation ou compteur<br>GM à grande surface                               | 13                                   | Puits de ventilation:<br>BA3,5,85; TT10,20,60,70;<br>ACOL, BA7, PS, ISOLDE, LEP<br>PMVG31,51,819,11,80,72,73,<br>61,70,74,170,901,905   |   |   |
| 2. Eau de<br>surface<br>effluent<br>liquide) | γ totale                         | Continu                          |   | Bq/l               | Cristal de NaI(Tl)  | 1<br>1<br>3<br>1                     | Près du BA2 (PMW 21)<br>Près du BA6 (PMW 62)<br>Site Meyrin<br>(PMW 101, 102, 103)<br>LEP Point 1 (PMW 901)   |   |   |
|  | β totale<br><br>γ<br><br>Tritium | 1 x par mois                     | 1 semaine<br><br>Si l'act. β est<br>> 0,37 Bq/l | Bq/l               | Compteur proportionnel<br>à grande surface<br>détecteur Ge<br><br>Compteur à<br>scintillation liquide | 1<br>1<br>1<br>2<br>1<br>1           | Site Prévessin-Le Lion (SWL2)<br>Site Meyrin-Le Lion (SWL3)<br>Site Prévessin-N.d'Avril (SWN1)<br>Site Meyrin-N.d'Avril (SWN2, 3)<br>LEP Point 1-N.d'Avril (SW901)<br>Puits DP62 Bât. 513, ACOL<br>(SWNA) | SEIN, échantillonneur<br>automatique d'eau<br>(5 cm <sup>3</sup> /288 s)<br><br>5 litres d'échantillon<br>pris 1 x par mois | évaporation<br>de 4 litres;<br>1 x par mois<br>un échantillon<br>mélangé est<br>analysé |

**Tableau 2 : EAU DE SURFACE (RIVIÈRES)**

| 1992<br>Date | Point de contrôle |              | Activité en Bq/l |       |
|--------------|-------------------|--------------|------------------|-------|
|              |                   |              | Total bêta       | 3H    |
| 19.05        | SWA1              | Allondon     | 0.054            | < 7.7 |
| 07.11        | SWA1              | Allondon     | 0.041            | < 7.7 |
| 19.05        | SWL4              | Le Lion      | 0.095            | < 7.7 |
| 07.11        | SWL4              | Le Lion      | 0.064            | < 7.7 |
| 19.05        | SWN4              | Nant d'Avril | 0.086            | 8.6   |
| 07.11        | SWN4              | Nant d'Avril | 0.082            | < 7.7 |
| 19.05        | SWV1              | La Versoix   | 0.048            | < 7.7 |
| 07.11        | SWV1              | La Versoix   | 0.015            | < 7.7 |

**Tableau 3 : SÉDIMENTS (RIVIÈRES)**

| 1992<br>Date | Point de contrôle |              | Activité en Bq/kg matière sèche |                 |                 |                   |                   |
|--------------|-------------------|--------------|---------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|
|              |                   |              | Total bêta                      | <sup>40</sup> K | <sup>7</sup> Be | <sup>134</sup> Cs | <sup>137</sup> Cs |
| 19.05        | MUA1              | Allondon     | 420                             | 310             | -               | -                 | 7.3               |
| 07.11        | MUA1              | Allondon     | 440                             | 300             | 4.1             | 0.38              | 2.7               |
| 19.05        | MUL3              | Le Lion      | 440                             | 250             | 6.9             | -                 | 3.5               |
| 07.11        | MUL3              | Le Lion      | 330                             | 260             | 6.0             | -                 | 5.9               |
| 19.05        | MUN4              | Nant d'Avril | 440                             | 330             | -               | -                 | -                 |
| 07.11        | MUN4              | Nant d'Avril | 530                             | 380             | 21              | -                 | 6.2               |
| 19.05        | MUV1              | La Versoix   | 410                             | 320             | -               | -                 | 4.4               |
| 07.11        | MUV1              | La Versoix   | 440                             | 330             | 2.5             | -                 | 3.9               |

Limite de détection : <sup>54</sup>Mn : 0.32 Bq/kg poids sec  
<sup>58</sup>Co : 0.30 Bq/kg poids sec  
<sup>60</sup>Co : 0.32 Bq/kg poids sec  
<sup>65</sup>Zn : 0.68 Bq/kg poids sec  
<sup>134</sup>Cs : 0.29 Bq/kg poids sec

Note : Les échantillons sont pris deux fois par an.

**Tableau 4 : VÉGÉTATION**

| 1992<br>Date | Point de contrôle |   | Activité en Bq/kg poids sec |                 |                   |                   |
|--------------|-------------------|---|-----------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
|              |                   |   | <sup>40</sup> K             | <sup>7</sup> Be | <sup>134</sup> Cs | <sup>137</sup> Cs |
| 29.06        | GRC1              | Cessy point 5 du LEP                      | 1200                        | 210             | -                 | -                 |
| 08.07        | GRE3              | Site Meyrin BA6                           | 1100                        | 180             | -                 | 3.2               |
| 18.06        | GRH6              | Site Meyrin PS                            | 1100                        | 220             | 1.8               | 1.5               |
| 08.07        | GRK3              | SW du BA7                                 | 710                         | 180             | -                 | -                 |
| 17.06        | GRK6              | NW de AA                                  | 1200                        | 52              | -                 | -                 |
| 21.07        | GRN1              | Zone Nord                                 | 770                         | 59              | -                 | 3.4               |
| 19.06        | GRVE              | Le Vengeron<br>(échantillon de référence) | 930                         | 92              | -                 | -                 |

Limite de détection : <sup>54</sup>Mn : 1.65 Bq/kg poids sec  
<sup>58</sup>Co : 1.57 Bq/kg poids sec  
<sup>60</sup>Co : 1.64 Bq/kg poids sec  
<sup>65</sup>Zn : 3.48 Bq/kg poids sec  
<sup>134</sup>Cs : 1.53 Bq/kg poids sec  
<sup>137</sup>Cs : 1.98 Bq/kg poids sec

**Tableau 5 : VIN BLANC**

| 1992<br>Date | Point de contrôle |                | Activité en Bq/l |                   |                |
|--------------|-------------------|----------------|------------------|-------------------|----------------|
|              |                   |                | <sup>40</sup> K  | <sup>137</sup> Cs | <sup>3</sup> H |
| 1991         | WIS1              | 400 m SW du PS | 15               | -                 | < 7.7          |

Limite de détection : <sup>134</sup>Cs : 0.38 Bq/l  
<sup>137</sup>Cs : 0.45 Bq/l

Note : Les échantillons sont pris deux fois par an.

**Tableau 6 : PRÉCIPITATIONS**

Point de contrôle : RWSS Site Meyrin, sur le toit du bâtiment 24

| 1992         | Activité         |            |                     |                |                     |
|--------------|------------------|------------|---------------------|----------------|---------------------|
| Mois         | Précipitations   | Total bêta |                     | <sup>3</sup> H |                     |
|              | l/m <sup>2</sup> | Bq/l       | MBq/km <sup>2</sup> | Bq/l           | MBq/km <sup>2</sup> |
| 1            | 12.2             | 0.067      | 0.82                | < 7.7          | < 94                |
| 2            | 21.1             | 0.069      | 1.5                 | < 7.7          | < 160               |
| 3            | 76.0             | 0.051      | 3.9                 | < 7.7          | < 590               |
| 4            | 85.8             | 0.046      | 3.9                 | < 7.7          | < 660               |
| 5            | 77.4             | 0.13       | 10                  | < 7.7          | < 600               |
| 6            | 83.8             | 0.067      | 5.6                 | < 7.7          | < 650               |
| 7            | 92.7             | 0.14       | 13                  | < 7.7          | < 710               |
| 8            | 71.0             | 0.067      | 4.8                 | < 7.7          | < 550               |
| 9            | 58.0             | 0.071      | 4.1                 | < 7.7          | < 450               |
| 10           | 153.5            | < 0.015    | < 2.3               | < 7.7          | < 1200              |
| 11           | 133.8            | 0.040      | 5.4                 | < 7.7          | < 1000              |
| 12           | 65.2             | 0.028      | 1.8                 | < 7.7          | < 500               |
| <b>Total</b> | 930.5            |            | < 57                |                | < 7200              |

Limite de détection : <sup>54</sup>Mn : 0.38 Bq/l  
<sup>58</sup>Co : 0.36 Bq/l  
<sup>60</sup>Co : 0.40 Bq/l  
<sup>65</sup>Zn : 0.88 Bq/l  
<sup>134</sup>Cs : 0.38 Bq/l  
<sup>137</sup>Cs : 0.45 Bq/l

Note : Entonnoir 1 m<sup>2</sup>. Quantité de pluie mesurée à l'aéroport de Cointrin.

**Tableau 7 : EAU POTABLE (FW) ET EAU SOUTERRAINE (UW)**

| 1992  | Activité en Bq/l  |                           |                |
|-------|-------------------|---------------------------|----------------|
| Date  | Point de contrôle |                           | <sup>3</sup> H |
|       |                   | Total bêta                |                |
| 19.10 | FWPE              | Site Meyrin - Peney       | < 7.7          |
| 19.10 | FWVE              | Site Prévessin - Vengeron | < 7.7          |
| 19.10 | UWPR              | Site Prévessin            | < 7.7          |
| 19.10 | UWSG              | St-Genis                  | < 7.7          |
| 19.10 | UWVX              | Versonnex                 | < 7.7          |

**Tableau 8 : MONITOR AÉROSOL**

Point de contrôle : Meyrin, sur le toit du bâtiment 24

| 1992   | Quantité d'air<br>en 1000 m <sup>3</sup> | Activité en mBq/m <sup>3</sup> |                 |
|--------|--|--------------------------------|-----------------|
| Date   |  | Total bêta                     | <sup>7</sup> Be |
| 1a     | 7.5                                      | 0.39                           |                 |
| 1b     | 8.1                                      | 0.60                           | 2.8             |
| 2a     | 8.7                                      | 0.64                           |                 |
| 2b     | 8.5                                      | 0.47                           | 2.3             |
| 3a     | 9.6                                      | 0.75                           |                 |
| 3b     | 10.2                                     | 0.23                           | 2.6             |
| 4a     | 10.5                                     | 0.26                           |                 |
| 4b     | 10.2                                     | 0.27                           | 3.1             |
| 5a     | 11.6                                     | 0.31                           |                 |
| 5b     | 11.4                                     | 0.49                           | 3.9             |
| 6a     | 12.9                                     | 0.29                           |                 |
| 6b     | 9.8                                      | 0.41                           | 3.7             |
| 1 - 6  |  | 0.42                           |                 |
| 7a     | 12.4                                     | 0.35                           |                 |
| 7b     | 15.6                                     | 0.95                           | 5.1             |
| 8a     | 10.9                                     | 0.79                           |                 |
| 8b     | 8.0                                      | 0.56                           | 5.3             |
| 9a     | 9.6                                      | 0.46                           |                 |
| 9b     | 10.9                                     | 0.68                           | 3.7             |
| 10a    | 11.7                                     | 0.47                           |                 |
| 10b    | 10.1                                     | 0.18                           | 1.4             |
| 11a    | 11.7                                     | 0.34                           |                 |
| 11b    | 9.9                                      | 0.24                           | 2.0             |
| 12a    | 11.7                                     | 0.42                           |                 |
| 12b    | 11.3                                     | 0.97                           | 3.0             |
| 7 - 12 |  | 0.55                           |                 |
| 1 - 12 |  | 0.49                           |                 |

Limite de détection pour d'autres radionucléides :

- <sup>54</sup>Mn : 0.012 mBq/m<sup>3</sup>
- <sup>58</sup>Co : 0.011 mBq/m<sup>3</sup>
- <sup>60</sup>Co : 0.012 mBq/m<sup>3</sup>
- <sup>65</sup>Zn : 0.024 mBq/m<sup>3</sup>
- <sup>134</sup>Cs : 0.012 mBq/m<sup>3</sup>
- <sup>137</sup>Cs : 0.015 mBq/m<sup>3</sup>

Note : Filtres changés deux fois par mois, les mesures de l'activité bêta totale sont effectuées 7 jours après la prise de l'échantillon.