



**ORGANISATION EUROPEENNE POUR LA RECHERCHE NUCLEAIRE  
EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH**

Laboratoire Européen pour la Physique des Particules  
European Laboratory for Particle Physics

**Safety Commission**

CERN-SC-2005-002-IE

**Rejets radioactifs et environnement du CERN en 2004**

P. Vojtyla et D. Wittekind

CERN SC, 1211 Genève 23, Suisse

**Abstract**

La radioactivité de l'environnement autour de l'Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire (CERN) et les doses de rayonnements qui en résultent pour la population avoisinante sont contrôlées par la Commission de Sécurité du CERN et de manière indépendante par les autorités compétentes des deux États Hôtes, l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) côté France et l'Office Fédéral de la Santé Publique (OFSP) côté Suisse. Dans ce rapport, les résultats de mesures concernent en particulier le territoire suisse. L'ensemble des mesures effectuées en 2004 prouve que le fonctionnement des installations du CERN était sans conséquence radiologique sur l'environnement et la population. Le contrôle des émissions montre que les rejets effectifs se situent également en 2004 nettement en dessous des limites réglementaires. Ce constat est confirmé par le contrôle des immissions dans l'environnement. Le CERN a bien respecté en 2004 comme dans les années précédentes la valeur directrice de dose liée à la source fixée à 0.3 mSv/an. L'impact réel représente en fait moins de 5% de cette valeur, comme l'indique l'estimation pour le groupe de référence, qui est de l'ordre de 0.01 mSv/an.

Submitted for publication in  
*Radioactivité de l'environnement et doses de rayonnements en Suisse (2004)*

CERN, 1211 Geneva 23, Switzerland  
9 May, 2005

# Rejets radioactifs et environnement du CERN en 2004

**P. Vojtyla et D. Wittekind**

CERN - Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire, Commission de Sécurité,  
1211 GENEVE 23

## Synthèse

*La radioactivité de l'environnement autour de l'Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire (CERN) et les doses de rayonnements qui en résultent pour la population avoisinante sont contrôlées par la Commission de Sécurité du CERN et de manière indépendante par les autorités compétentes des deux États Hôtes, l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) côté France et l'Office Fédéral de la Santé Publique (OFSP) côté Suisse. Dans ce rapport, les résultats de mesures concernent en particulier le territoire suisse. L'ensemble des mesures effectuées en 2004 prouve que le fonctionnement des installations du CERN était sans conséquence radiologique sur l'environnement et la population. Le contrôle des émissions montre que les rejets effectifs se situent également en 2004 nettement en dessous des limites réglementaires. Ce constat est confirmé par le contrôle des immissions dans l'environnement. Le CERN a bien respecté en 2004 comme dans les années précédentes la valeur directrice de dose liée à la source fixée à 0.3 mSv/an [1]. L'impact réel représente en fait moins de 5% de cette valeur, comme l'indique l'estimation pour le groupe de référence, qui est de l'ordre de 0.01 mSv/an.*

## 1. Objets de la surveillance

Les contrôles réalisés en 2004 par le CERN sont :

- Les mesures de la radioactivité émise dans l'air et dans l'eau à partir des différentes installations du CERN et des sites dans leur ensemble (émissions).
- Les mesures 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 produit par le CERN (immissions).

## 2. Contrôle des émissions du CERN

Les rejets de la radioactivité dans l'environnement par la ventilation des différentes installations des accélérateurs du CERN sont contrôlés par des moniteurs de l'air installés aux points de rejet de l'air (PMVxx, voir figure 1). Les rejets du tritium sont estimés à partir des concentrations maximales mesurées dans les points de ventilation. Ils sont de ce fait très surestimés. D'une façon similaire, les rejets radioactifs par la voie d'eau sont contrôlés par des moniteurs installés aux points de rejet d'eau du CERN (PMWxx, voir figure 1).

Les résultats des mesures concernant les émissions de radioactivité dans l'air pour les points de rejet sur le Site de Meyrin sont présentés dans le tableau 1. Il faut ajouter 5.0 MBq de l'activité alpha (surtout du  $^{222}\text{Rn}$ ) et 6.9 MBq des radio-isotopes d'iode ( $^{124}\text{I}$ ,  $^{126}\text{I}$ ,  $^{131}\text{I}$ ) rejetés par l'ISOLDE. Comme on le verra dans la figure 4, l'impact radiologique en terme d'immission n'est notable que pour les activités bêta/gamma dans l'air d'une période radioactive  $T < 1$  jour ( $^{11}\text{C}$ ,  $^{13}\text{N}$ ,  $^{14}\text{O}$ ,  $^{15}\text{O}$ ,  $^{41}\text{Ar}$ ). Les rejets de la radioactivité du CERN dans l'eau vers la Suisse sont présentés dans le tableau 2. Leur contribution à l'impact radiologique du CERN sur l'environnement est comme pour toutes les années précédentes tout à fait négligeable.

## 3. Contrôle des immissions

La situation géographique des sites du CERN est présentée dans la figure 1.

Les accélérateurs du CERN sont des sources de rayonnements diffusés. Pour leur contrôle en continu, des stations de moniteurs de site (PMSxx) sont installées sur les sites du CERN et dans l'environnement. Ils se composent d'une chambre à ionisation pour détecter les photons et les particules chargées (muons) et d'un rem-compteur pour mesurer les neutrons diffusés.

Pour contrôler que l'influence radiologique des rejets du CERN reste négligeable dans son voisinage, la Commission de Sécurité du CERN procède à des mesures de radioactivité sur des échantillons de toutes sortes pris à l'extérieur des sites de l'Organisation. Les aérosols dans l'air ambiant sont piégés sur des filtres en fibre de verre (PSAxx). Les eaux pluviales sont collectées sur le Site de Meyrin, en Suisse (PSP-M), et sur le Site de Prévessin, en France (PSP-P). Les eaux de rivières, les sédiments et les bryophytes

dans l'eau des rivières (R-xx) ainsi que les échantillons des eaux potables (TW-x) et souterraines (GW-xx) sont annuellement prélevés sur les sites du CERN et dans les villages autour du CERN. Enfin, le programme d'échantillonnage dans l'environnement est complété par des herbes et des produits agricoles y compris un échantillon de vin. Tous les échantillons sont ensuite analysés en laboratoire pour leur teneur en substances radioactives.

**Tableau 1 :** Les rejets de la radioactivité du CERN dans l'air par la ventilation en 2004.

Origine du rejet	Station	Air rejeté	$^{11}\text{C}, ^{13}\text{N}, ^{14}\text{O}, ^{15}\text{O}, ^{41}\text{Ar}$	$^7\text{Be}$ aérosol	Bêta aérosol	Tritium
		$10^6 \text{ m}^3$	TBq	MBq	MBq	GBq
Anneau principal PS	PMV174	329	2.07	60	2.3	2.1
TT10 injection PS-SPS	PMV11	188	4.5	108	4.4	6.2
TT60 extr. SPS-Ouest	PMV172	59	0.24	1.5	0.049	72
TT70 transfert, PS-SPS	PMV173	109	1.63	1.05	0.041	86
ISOLDE	PMV170	87	5.5	119	4.5	12.2
Évaporateur V0	V0	–	–	–	–	1.35
<b>Site de Meyrin</b>		<b>772</b>	<b>14.0</b>	<b>289</b>	<b>11.3</b>	<b>180</b>

**Tableau 2 :** Les rejets de la radioactivité du CERN dans l'eau vers la Suisse en 2004.

Origine du rejet	Station	Quantité d'eau	Tritium	Bêta/gamma ( $^{22}\text{Na}$ )	Rejeté dans :
		$10^6 \text{ m}^3$	GBq	MBq	
Refroidissement du SPS	PMW62	0.13	0.05	8.9	Nant d'Avril
Site de Meyrin Sud-est	PMW101	2.2	5.6	23	Nant d'Avril
Site de Meyrin Nord-est	PMW102	0.22	0.19	0.49	Nant d'Avril
AD infiltration	PMW104	0.072	1.00	47	STEP Peney*)
<b>Total vers la Suisse</b>		<b>2.6</b>	<b>6.8</b>	<b>79</b>	

\*) Station d'épuration d'eau à Peney/GE.

La figure 2 montre les doses nettes intégrées totales en mSv, ainsi que les contributions des rayonnements gamma et neutron à ces doses, telles qu'elles ont été mesurées par les moniteurs de rayonnements (PMS) tout autour des sites. Ces résultats sont cohérents avec ceux des contrôles effectués en 2004 par l'OFSP.

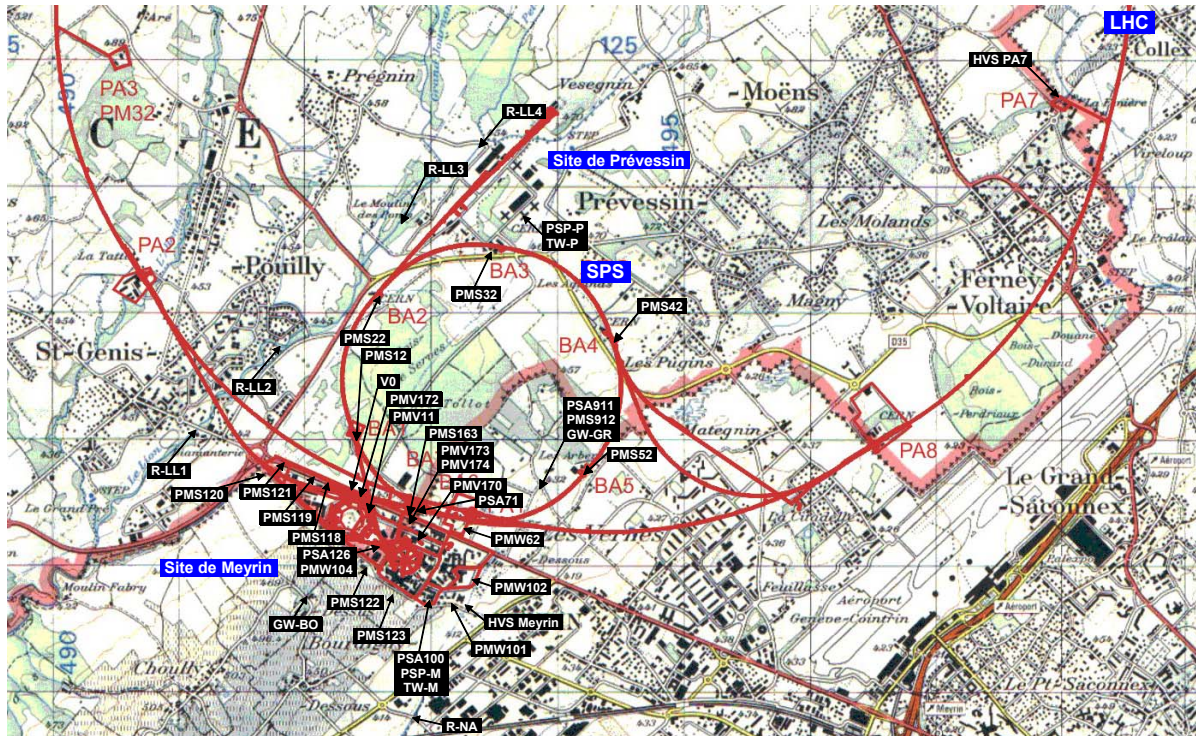
L'influence des accélérateurs du CERN n'est visible que pendant le fonctionnement de ceux-ci au niveau de certaines stations de mesure, situées le long de la clôture du Site de Meyrin. Les mesures des moniteurs PMS122 et PMS123 sont influencées par la

proximité de l'accélérateur PS. Les moniteurs PMS118 à PMS121 surveillent la zone expérimentale Ouest. Le moniteur PMS163 est positionné le long de la clôture du nord du site à côté de la douane franco-suisse. Les doses nettes mesurées ne dépassent pas 6% de la limite pour les rayonnements diffusés fixée à 1.5 mSv/an [2]. En fait il est difficile de les distinguer des variations du bruit de fond naturel.

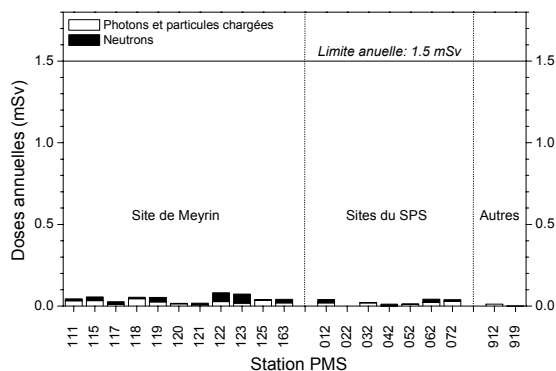
Le seul radioélément de demi-vie longue identifié dans l'air dans le cadre du programme de surveillance de routine, qui peut provenir du CERN est le  $^7\text{Be}$ . Le  $^7\text{Be}$  est un radioélément d'une très faible

toxicité radiologique qui est produit en grande quantité dans l'air des tunnels des accélérateurs à haute énergie lors de leur

fonctionnement. Donc il peut servir comme un indicateur des rejets atmosphériques.



**Figure 1 :** Les sites de Meyrin et de Prévessin du CERN, l'implantation de l'anneau du Super synchrotron à proton (SPS) et du futur Grand collisionneur à hadrons (LHC) dans la région frontalière entre la France et la Suisse ainsi que les emplacements des stations de monitoring et des endroits d'échantillonnage.

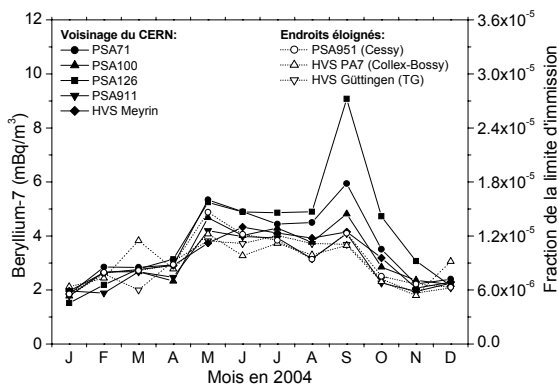


**Figure 2 :**

Doses nettes annuelles des moniteurs de rayonnements diffusés en 2004.

Le  $^7\text{Be}$  est aussi produit naturellement dans l'atmosphère par les interactions des rayon-

nements cosmiques avec l'azote et l'oxygène de l'air. Les variations de concentration en  $^7\text{Be}$  dans l'air au voisinage du CERN et aux trois endroits éloignés (PSA951 à Cessy en France, LHC PA7 à Ferney en France, près de Collex-Bossy/GE, et Güttingen/TG) sont présentées dans la figure 3. Les endroits éloignés sont loin de toutes sources artificielles de  $^7\text{Be}$  et peuvent de ce fait être considérés comme des stations représentatives du bruit de fond naturel. La concentration naturelle de  $^7\text{Be}$  dans l'air subit des variations saisonnières avec un maximum pendant l'été (dynamique de l'échange d'air entre la stratosphère, où la majorité de  $^7\text{Be}$  naturel est produite, et la troposphère) et spatiales (remise en suspension par le vent ou par le trafic routier de l'aérosol déjà déposé au niveau du sol). Ces variations sont bien observables dans la figure 3.



**Figure 3 :**

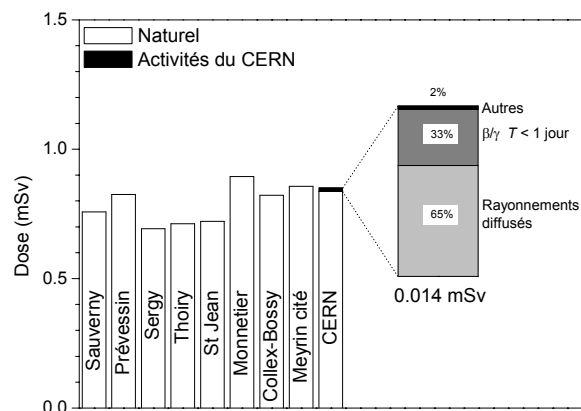
Activité du  $^7\text{Be}$  dans les aérosols de 8 stations de mesure dont 5 au voisinage des points de rejet du CERN en 2004. Station de mesure PSA71 : Site du SPS BA-7. PSA100 : Site CERN de Meyrin. PSA126 : Proche du complexe PS. PSA911 : Près d'une ferme de Meyrin. HVS Meyrin, HVS Güttingen/TG : Échantillonneurs OFSP à haut débit sur le Site de Meyrin et à Güttingen/TG [3]. PSA951 : Cessy, France. HVS PA7 : Échantillonneur CERN à haut débit près de Collex-Bossy/GE.

Il est impossible de distinguer clairement l'effet des rejets du CERN des variations naturelles sauf pour la station PSA126 qui se trouve près du complexe de l'accélérateur PS au milieu du Site de Meyrin. Néanmoins, la contribution éventuelle du CERN aux valeurs mesurées à PSA126 ne dépasse pas  $5 \text{ mBq/m}^3$ , soit environ 0.0015% de la limite d'immission suisse [4].

Pour les autres échantillons environnementaux et les produits agricoles analysés dans le programme de routine du CERN, les concentrations du  $^7\text{Be}$  sont restées autour des valeurs naturelles normales et aucun autre radioélément n'a été identifié sauf dans un échantillon de l'eau de la rivière Nant d'Avril. Dans cet échantillon ponctuel on a mesuré  $4.8 \pm 1.1 \text{ Bq/l}$  de tritium ( $^3\text{H}$ ). Cette valeur est légèrement au dessus du niveau naturel d'environ  $1.5 \text{ Bq/l}$ , mais sans aucune importance radiologique car la limite d'immission suisse est de  $12000 \text{ Bq/l}$  [4].

Comme le montre la figure 4, les contributions des activités du CERN à la dose efficace pour le groupe de référence qui vit aux abords de l'Organisation correspondent à environ 1.7% de la dose externe due aux sources naturelles (rayonnements cosmiques et terrestres) mesurée dans des communes proches du CERN. En effet, la valeur annuelle de  $0.014 \text{ mSv}$ , dont 65% sont dus

aux rayonnements ionisants directs surveillés en ligne, peut être comparée aux variations des doses naturelles qui sont de l'ordre de  $0.2 \text{ mSv}$  dans le bassin lémanique.



**Figure 4 :**

Contribution due aux activités du CERN à la dose annuelle sur le Site de Meyrin comparées aux variations des doses externes naturelles dans des communes françaises et suisses à proximité. La contribution du CERN de  $0.014 \text{ mSv}$  doit être comparée à la valeur directrice de dose liée à la source de  $0.3 \text{ mSv}$  [1].

#### 4. Conclusions

- L'ensemble des résultats des mesures du CERN atteste que, en 2004, comme lors des années précédentes le CERN est resté bien en dessous de la valeur directrice de dose liée à la source fixée à  $0.3 \text{ mSv/an}$  [1].
- Les dispositifs de surveillance (prélèvements et mesures) mis en œuvre par le CERN permettent de détecter des niveaux de radioactivité très faibles liés au fonctionnement des accélérateurs du CERN. Les résultats doivent cependant être regardés dans le contexte de leur impact radiologique sur la population avoisinante. Les activités des radioéléments attribuables aux activités du CERN n'ont pas dépassé des petites fractions de pour cent des limites suisses.
- Pour une estimation des doses efficaces annuelles, le groupe de référence de la population vivant à proximité du Site de Meyrin a été identifié. Ensuite à partir des rayonnements ionisants et des rejets des radioéléments du Site de Meyrin, les doses efficaces ont été calculés à l'aide de la Directive HSK-R-41/d [5]. Le résultat

tat de cet exercice présenté dans la figure 4 montre que l'impact radiologique sur le groupe de référence représente 0.014 mSv en 2004. La valeur correspondante en 2003 était de 0.025 mSv. Ces doses correspondent à environ 1.7% de la dose externe due aux sources naturelles.

La radioactivité de l'environnement et les doses de rayonnements dans le voisinage du CERN ne se distinguent pas notablement de celles enregistrées dans les stations de référence non influencées par des accélérateurs. L'impact des activités du CERN est très faible. Sa mise en évidence passe par l'exploitation de techniques de prélèvements et de mesures très sensibles, qui sont des outils de radioécologie dépassant les performances du contrôle habituel (voir Chapitre 8.6). Les contributions d'origine naturelle prédominent. Les activités du CERN sont donc également restées en 2004 sans conséquence radiologique pour l'environnement et à la population avoisinante.

## 5. Référence

- [1] Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK), Ziele für den Schutz der Personen vor ionisierender Strahlung im Bereich von Kernkraftwerken, HSK-R-11/d (Mai 1980).
- [2] Manuel de Radioprotection 1996, CERN, (1996).
- [3] H. Völkle et al., Zusammenstellung der Messergebnisse der SUER für das Jahr 2004, Bundesamt für Gesundheit, Abteilung Strahlenschutz, Sektion Überwachung der Radioaktivität, Fribourg (2005).
- [4] Ordonnance sur la radioprotection (ORaP), 814.501, Berne (2005), Annexe 3.
- [5] Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen (HSK), Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung aufgrund von Emissionen radioaktiver Stoffe aus Kernanlagen, HSK-R-41/d (1997).

## 6. Glossaire

<b>AD</b>	Décélérateur d'antiprotons
<b>ISOLDE</b>	Isotope Separator On-Line Device
<b>LHC</b>	Grand collisionneur à hadrons (en construction)
<b>PS</b>	Synchrotron à protons
<b>SPS</b>	Super synchrotron à protons
<b>TT10</b>	Tunnel d'injection de faisceau du PS au SPS
<b>TT60</b>	Tunnel d'extraction de faisceau du SPS au hall expérimentale Ouest
<b>TT70</b>	Tunnel de transfert du PS au SPS
<b>VO</b>	Évaporateur de l'eau d'infiltration dans une ancienne zone cible du SPS