



HSE

Occupational Health & Safety
and Environmental Protection unit





DOSIMÉTRIE NEUTRON AU CERN

Journée thématique ARRAD

10/01/2019 : Pierre Carbonez

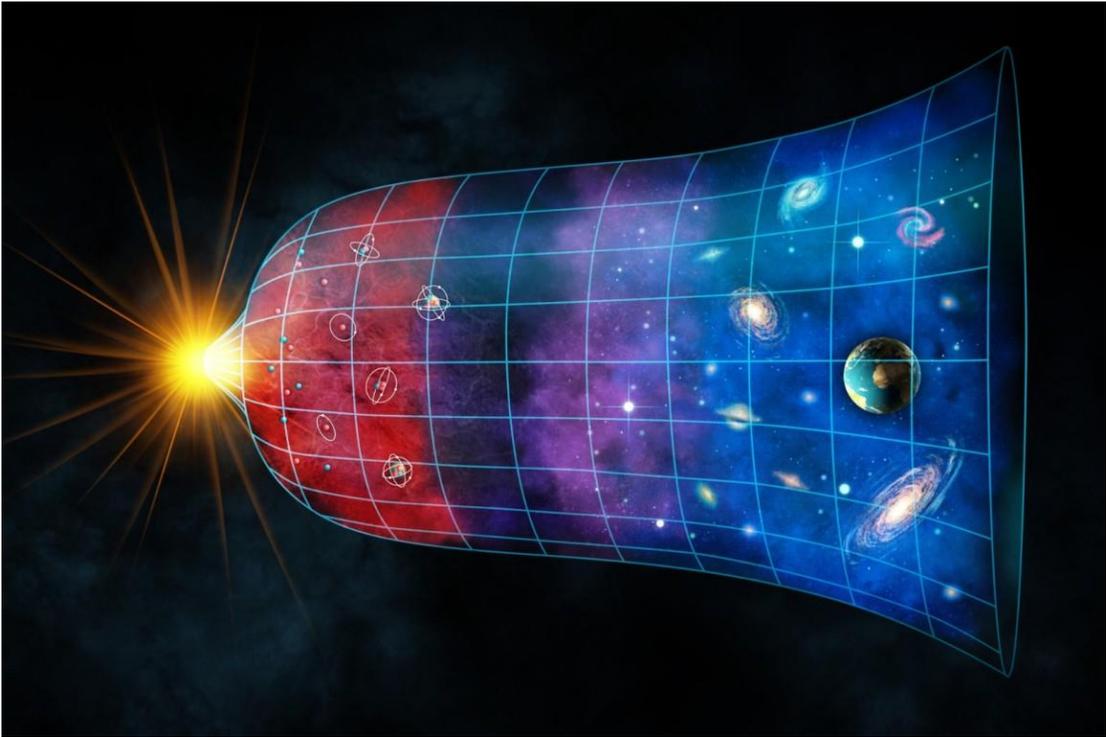


Dose collective neutron au CERN

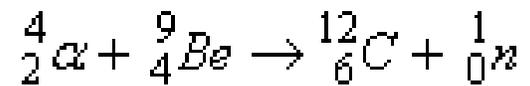
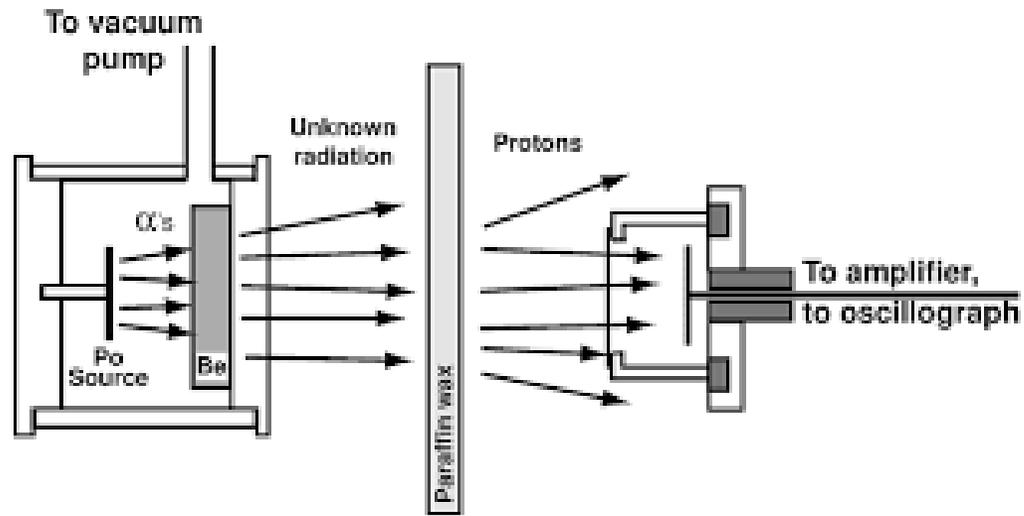


On va donc un peu élargir le champ de la présentation par un petit rappel scientifique...

Au début, il n'y avait rien



Ensuite en 1932...



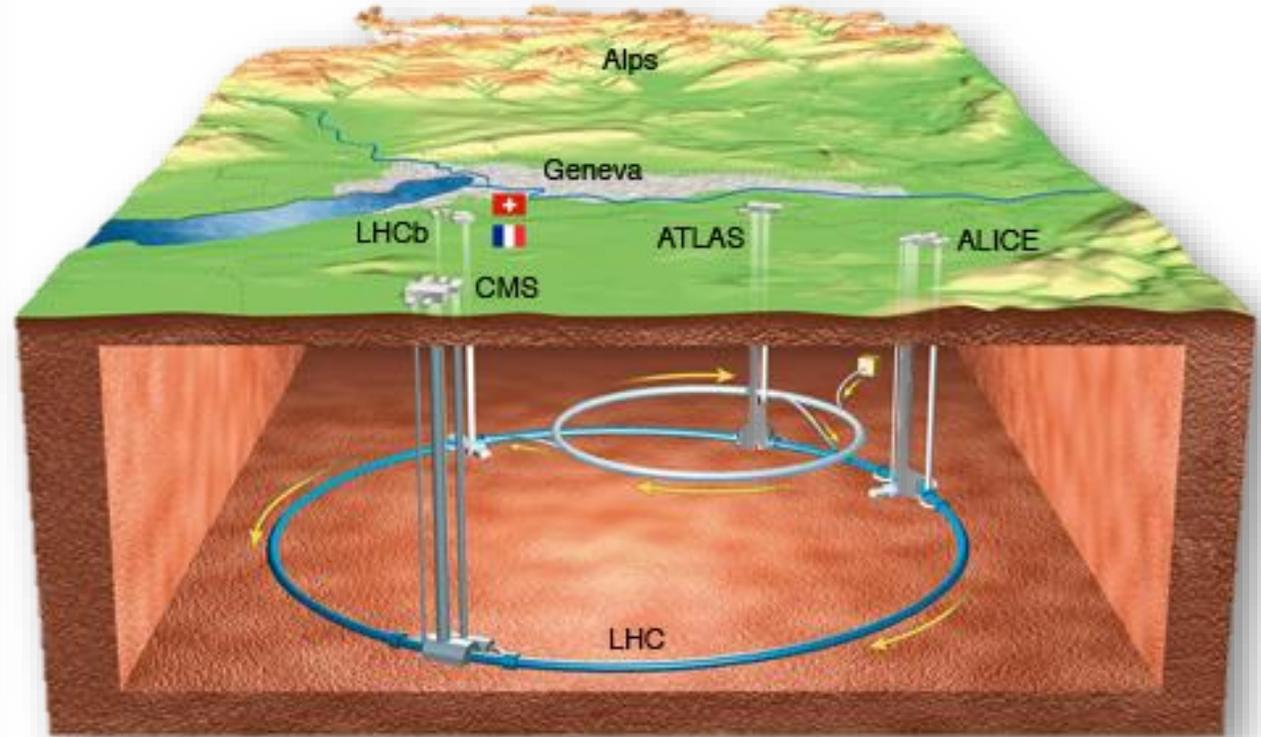
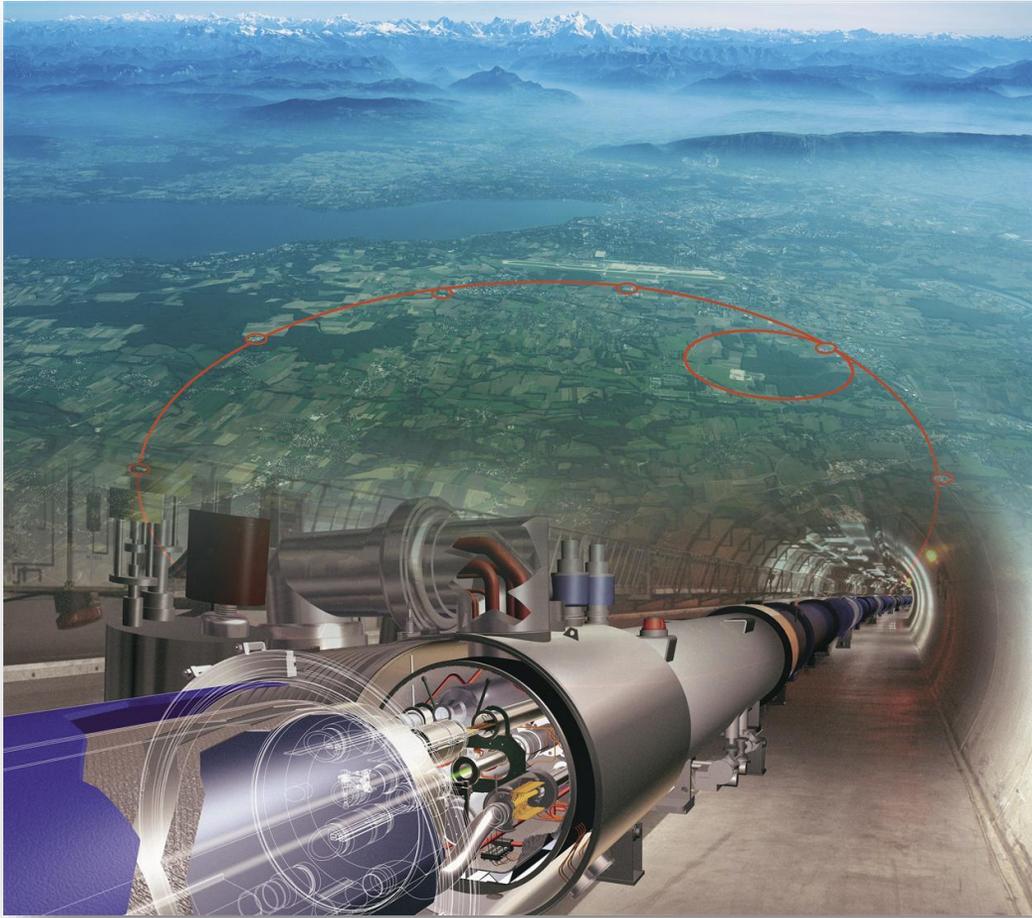
James Chadwick
Cavendish Laboratory , Cambridge

Prix Nobel de physique en 1935 pour la découverte du neutron

Et au CERN ?



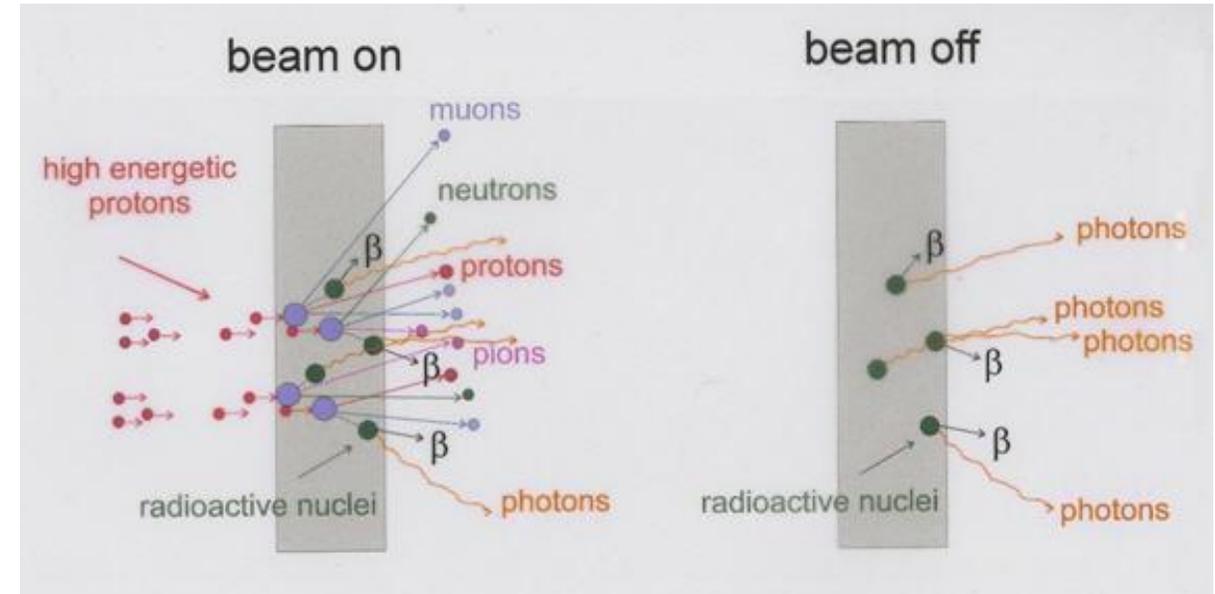
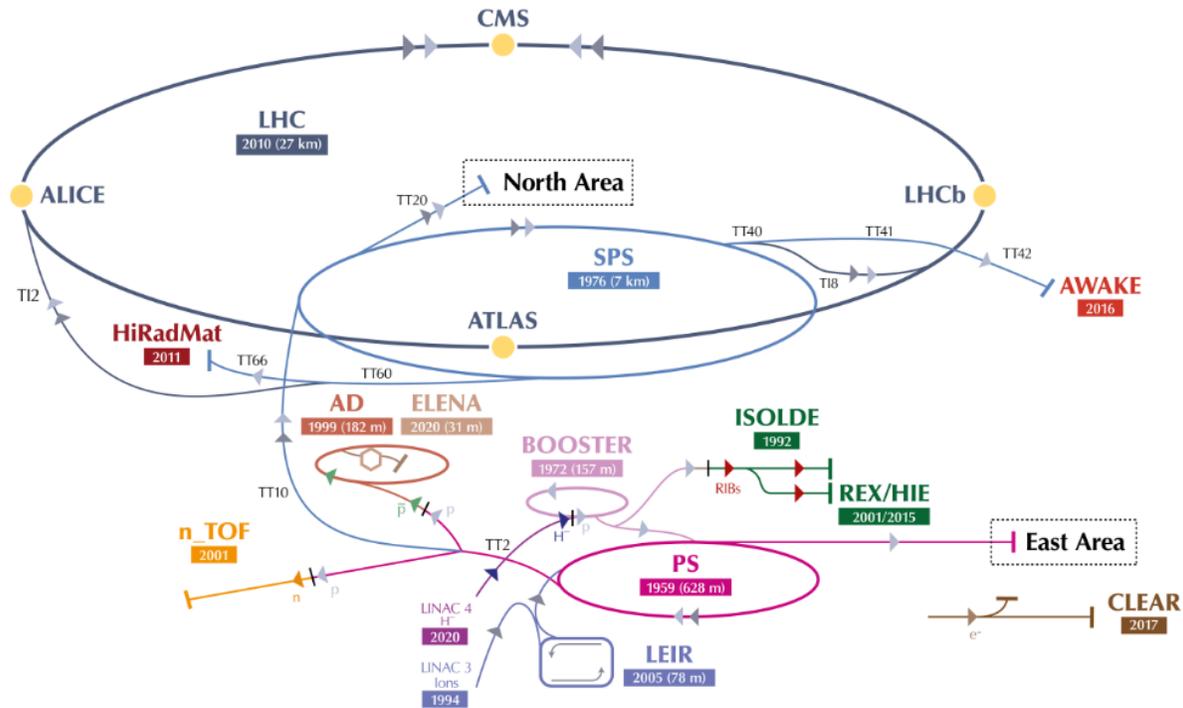
HSE
Occupational Health & Safety
and Environmental Protection Unit



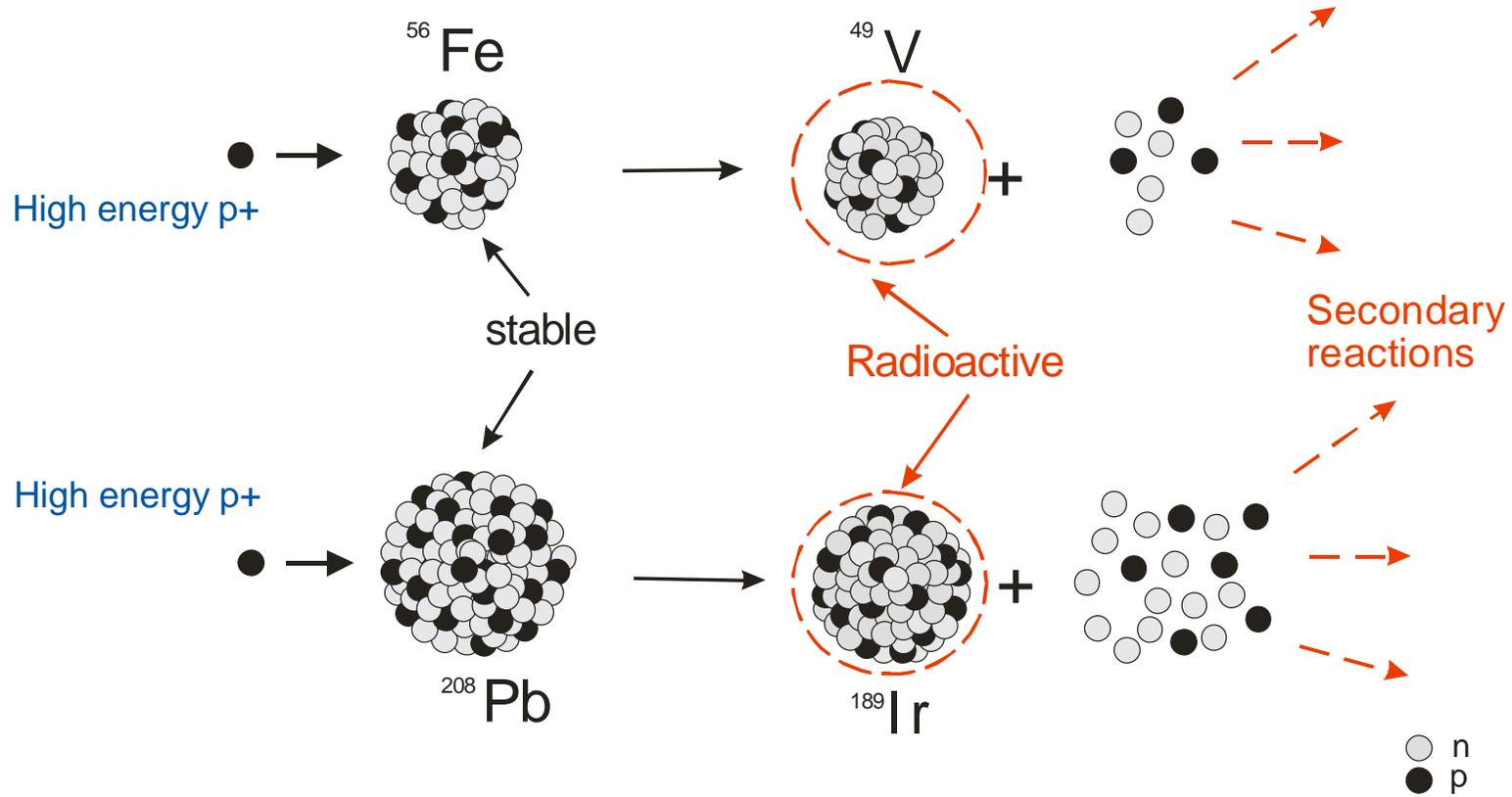
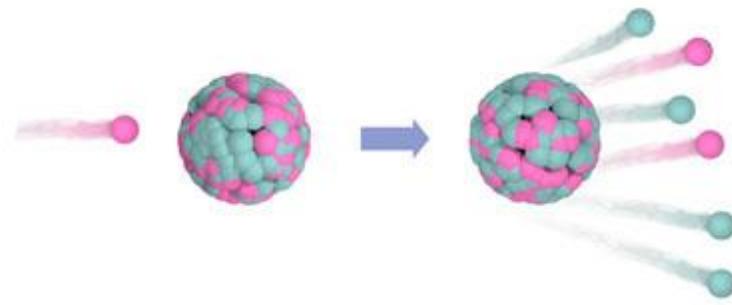
SOURCES DE NEUTRONS AU CERN

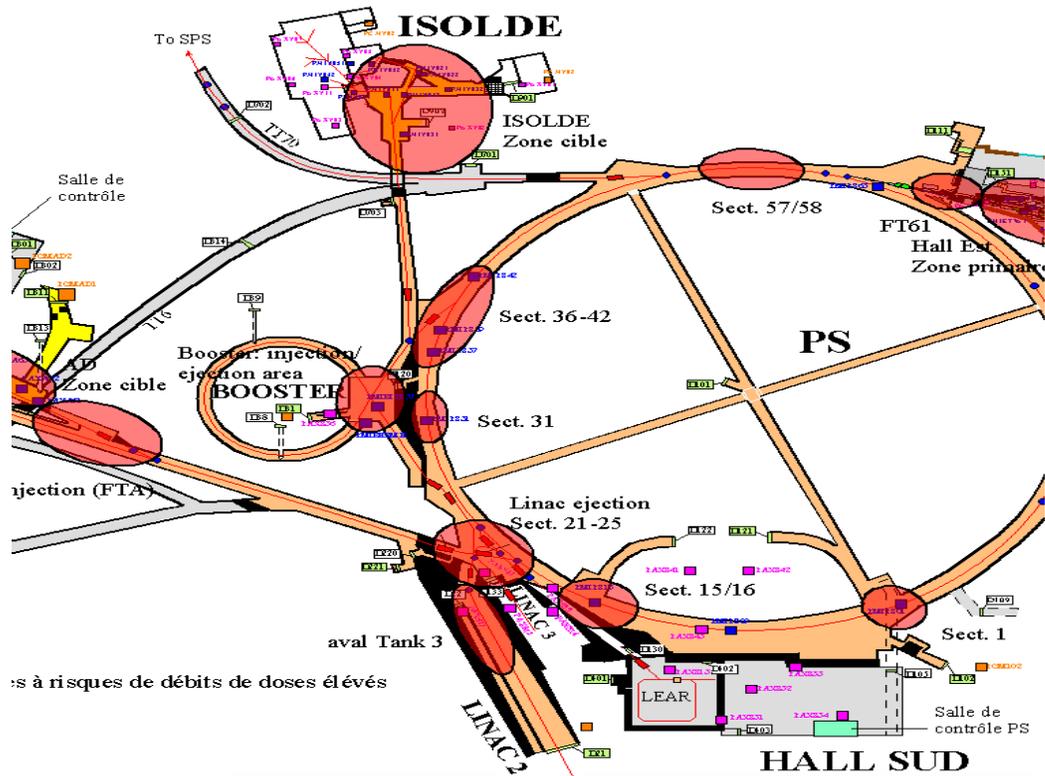
Réactions de spallation autour des accélérateurs

The CERN accelerator complex
Complexe des accélérateurs du CERN

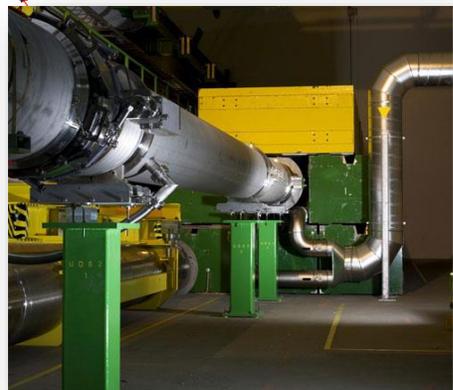


Réaction de spallation



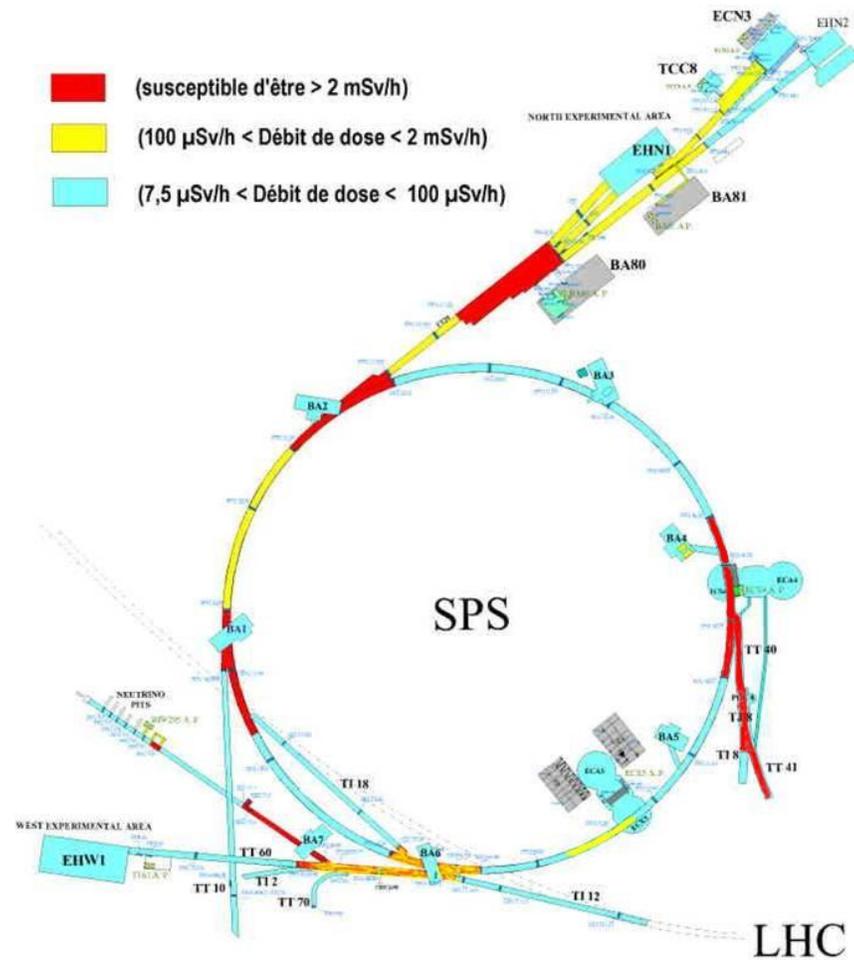


risques à des risques de débits de doses élevés



Zonage Radiologique du SPS

- (susceptible d'être > 2 mSv/h)
- ($100 \mu\text{Sv/h} < \text{Débit de dose} < 2 \text{ mSv/h}$)
- ($7,5 \mu\text{Sv/h} < \text{Débit de dose} < 100 \mu\text{Sv/h}$)



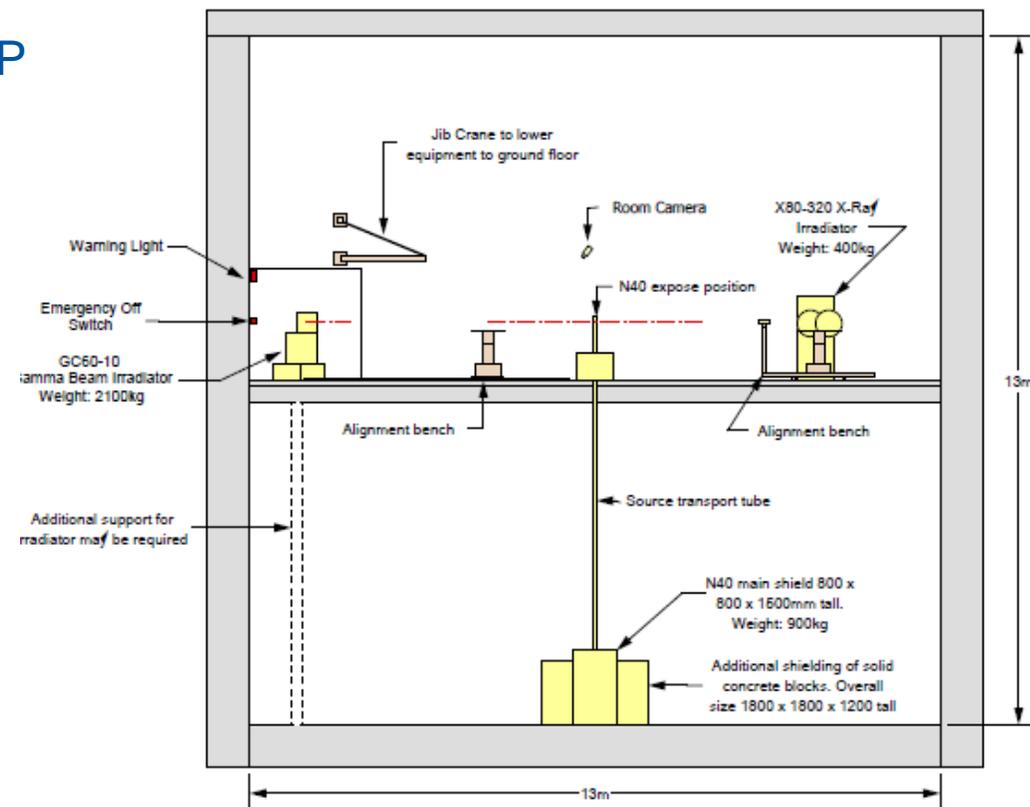
SOURCES DE NEUTRONS AU CERN

Sources scellées



Building 772 : Hall de calibration RP

Isotope	Activity [Bq]	Doserate 1m H*(10)
Am-Be	100 MBq	< 1 uSv/h
Am-Be	10 GBq	7 uSv/h
Am-Be	100 GBq	70 uSv/h
Am-Be	1 TBq	700 uSv/h



+ d'autres sources: Am-Be, Cf-252, Pu-Be...

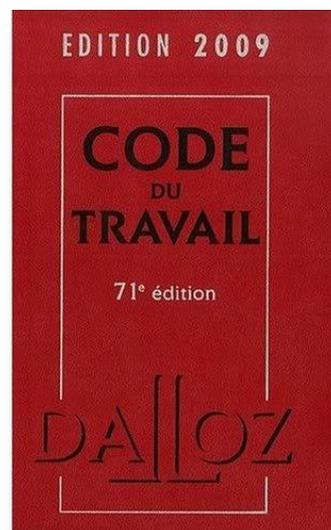


	CODE DE SÉCURITÉ SAFETY CODE Mandatory as defined in SAPOCO/42	F Rev.
---	--	-------------------

Issued by: Director-General

Date of issue: November 2006
Original: English

Radiation Protection



Ordonnance sur la radioprotection

(ORaP)

du 26 avril 2017 (Etat le 1^{er} février 2019)

814.501.43

Ordonnance du DFI sur la dosimétrie individuelle et la dosimétrie de l'environnement

Chapitre 5 Expositions professionnelles

Section 1 Personnes professionnellement exposées aux radiations

Art. 51 Définition et principes

1 Sont considérées comme professionnellement exposées aux radiations les personnes qui, peuvent dépasser, dans le cadre de leur activité professionnelle ou de leur formation, une limite de dose applicable à l'exposition du public indiquée à l'art. 22;

Art. 61 Dosimétrie des personnes professionnellement exposées aux radiations

1 La dose reçue par les personnes professionnellement exposées aux radiations doit être déterminée pour chacune individuellement et conformément à l'annexe 4 (dosimétrie individuelle).

Références juridiques :

- Articles R. 4451-8, R. 4453-19, R. 4453-24 et R. 4456-17 du code du travail,
- Arrêté du 30 décembre 2004 relatif aux informations individuelles de dosimétrie des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants.

1 MISE EN ŒUVRE DE LA DOSIMETRIE PASSIVE

Chaque employeur est tenu d'organiser le suivi dosimétrique de référence des travailleurs placés sous son autorité et qu'il a préalablement classés. A ce titre, lorsque l'exposition est externe, il met à disposition de ses salariés un dosimètre passif adapté au type de rayonnements et au niveau de dose et s'assure de son port.

Suivant les mêmes critères, lors d'opérations en zone contrôlée, l'employeur fournit à ses salariés un dosimètre opérationnel dont il assure l'entretien et le contrôle.

Article L1333-8

Modifié par [Loi n° 2001-398 du 9 mai 2001 - art. 3 JORF 10 mai 2001](#)

La personne responsable d'une activité mentionnée à l'article L. 1333-1 met en oeuvre les mesures de protection et d'information des personnes susceptibles d'être exposées aux rayonnements ionisants rendues nécessaires par la nature et l'importance du risque encouru. Ces mesures comprennent l'estimation des quantités de rayonnement émis ou des doses reçues, leur contrôle ainsi que leur évaluation périodique.

Arrêté du 23 mars 1999 précisant les règles de la dosimétrie externe des travailleurs affectés à des travaux sous rayonnements en application des articles 20 bis et 25-I du décret du 28 avril 1975 modifié et des articles 31 bis et 34-I du décret du 2 octobre 1986 modifié

I - Champ d'application

Les travailleurs directement affectés à des travaux sous rayonnements ainsi que les salariés amenés à intervenir en zone contrôlée sont soumis à un risque d'exposition externe et/ou interne.

En conséquence, l'employeur est tenu de prévoir pour chacun de ses salariés la mesure de l'exposition externe par le recours à une dosimétrie individuelle en temps différé (dosimétrie passive telle que, par exemple, la dosimétrie photographique).

3 Protection des personnes au CERN

3.1 Personnes professionnellement exposées

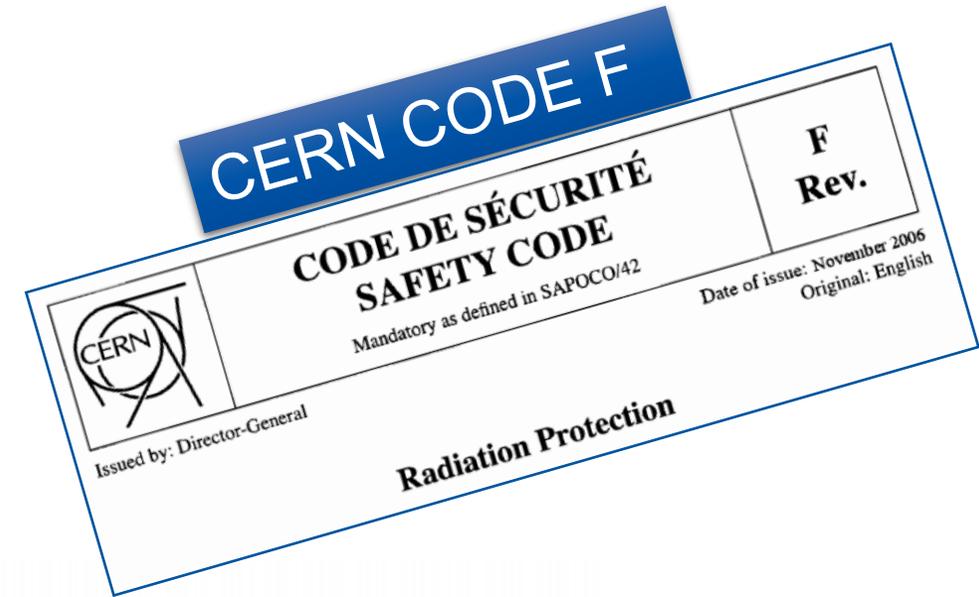
3.1.1 Le CERN désigne nommément les personnes professionnellement exposées aux rayonnements ionisants (au sens de l'article 1.4.4) et les informe de leur appartenance à cette catégorie. Les intéressés doivent être informés du fait qu'ils peuvent être exposés aux rayonnements dans le cadre de leur travail et ils doivent connaître des limites de dose applicables.

3.1.2 Le CERN évalue par des méthodes appropriées (définies à l'article 3.7.2) les doses individuelles reçues par les personnes exposées aux rayonnements.

3.7.2 *Contrôle dosimétrique individuel*

3.7.2.1 La dose reçue par les personnes exposées aux rayonnements en raison d'activités du CERN doit être déterminée par les moyens définis ci-après.

3.7.2.2 Les personnes travaillant dans des zones surveillées ou contrôlées doivent être munies de dosimètres passifs qui leur sont attribués par le CERN à titre individuel.

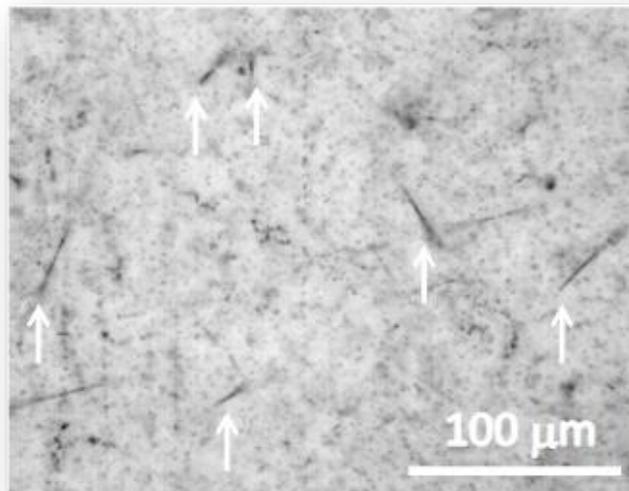


MESURE DE LA DOSE NEUTRON AU CERN

Avant 2001 : Le "FILM BADGE" contient un "film neutron" Kodak



HSE
Occupational Health & Safety
and Environmental Protection Unit

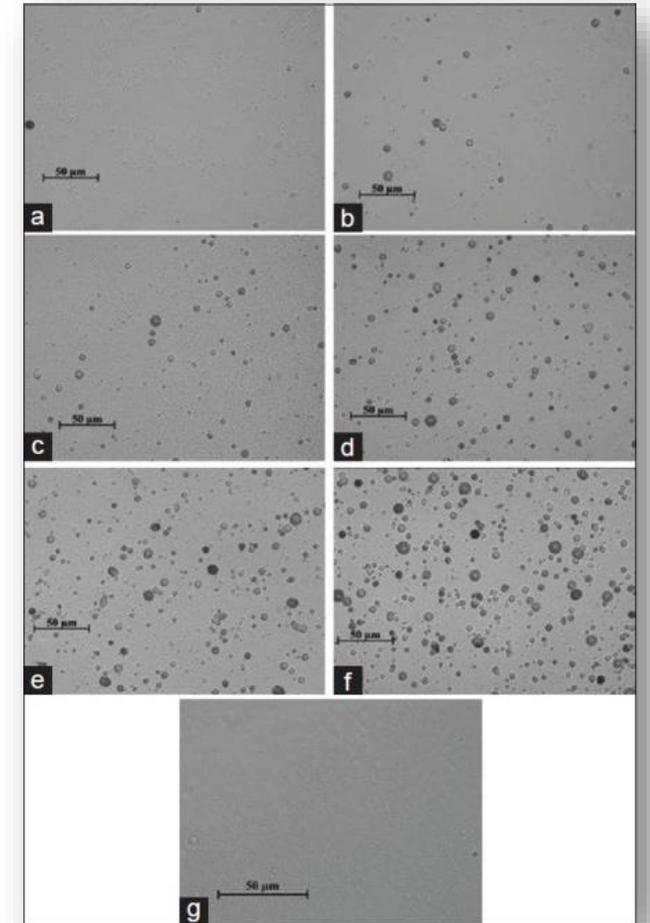


Kodak annonce au CERN l'arrêt de la commercialisation du film neutron Type A (NTA) en 2000



MESURE DE LA DOSE NEUTRON AU CERN

Courant 2001, le film neutron est temporairement remplacé par le dosimètre CR-39 track-etch de Landauer.



2004 : LE NOUVEAU DOSIMÈTRE CERN



RF ID

CR 39 - Track etch from PSI

DIS Dosimeter Hp(10)/Hp(0,07)

CERN DIS Dosimeter : 6500 units



COMMENT EST GÉRÉE LA DOSIMÉTRIE NEUTRON AU CERN ?



(M) CARBONEZ PIERRE + Medical Contract Courses Dosimeters

Person Information Email Pierre.Carbonez@cern.ch Person ID 524214 CERN ID 53254

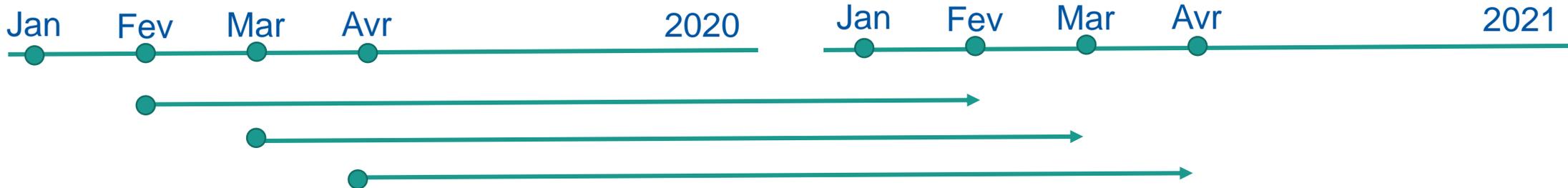
Nationality	Birth Date	Unit	Phone	Cell
BELGIUM	16-Jan-1975	HSE-RP-DC	72153	160009

Profile Save Revert Send Reminders? Block ?

Group	Exposition	Background	DMC	External Email
57 HSE-RP MEYRIN	02.09.1999 A B V	CERN	<input type="checkbox"/>	

Assign Dosimeter 257 days in 2019 Assign for 1 year Comment by <CARBONEZ> 3 months ago

Neutron Gamma testing one two three



- Les dosimètres neutrons sont attribués pour des périodes de 1 an (comme les gammas)
- En cas de dose gamma suspecte ou dépassant une limite de dose, le dosimètre neutron est évalué en urgence
- 900 dosimètres retirés / installés par mois
- Réception des résultats du PSI sous forme électronique et chargés en base de données mensuellement,

COMMENT EST GÉRÉE LA DOSIMÉTRIE NEUTRON AU CERN ?



Réception mensuelle de dosimètres du PSI



Sélection de dosimètres témoins



Mise en place des dosimètres dans le DIS



Mise en place de la fenêtre de protection

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

	Kodak type A (NTA)	CR-39 Landauer	CR-39 PSI
Detection Limit Hp(10)	100 µSv	500 µSv	500 µSv
Maximum dose Hp(10)	200 mSv	250 mSv	5 Sv
Energy Range	1 Mev - 20 Mev	40 kev - 14 Mev	200 keV - 15 Mev

-  Exigences concernant un dosimètre individuel pour le rayonnement neutronique

a. Grandeur de mesure

$H_p(10)$

b. Dose la plus faible qui doit être mesurable

$H_0 = 0,5 \text{ mSv}$

c. Domaine de mesure

H_0 jusqu'à 5 Sv

d. Linéarité

Ecart < 30 % entre 1 mSv et 5 Sv

e. Dépendance énergétique

$$0,3 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 3,0$$

pour les spectres de radiation dans lesquels le dosimètre est utilisé.

f. Reproductibilité

Ecart standard $s \leq 50 \%$

g. Fading

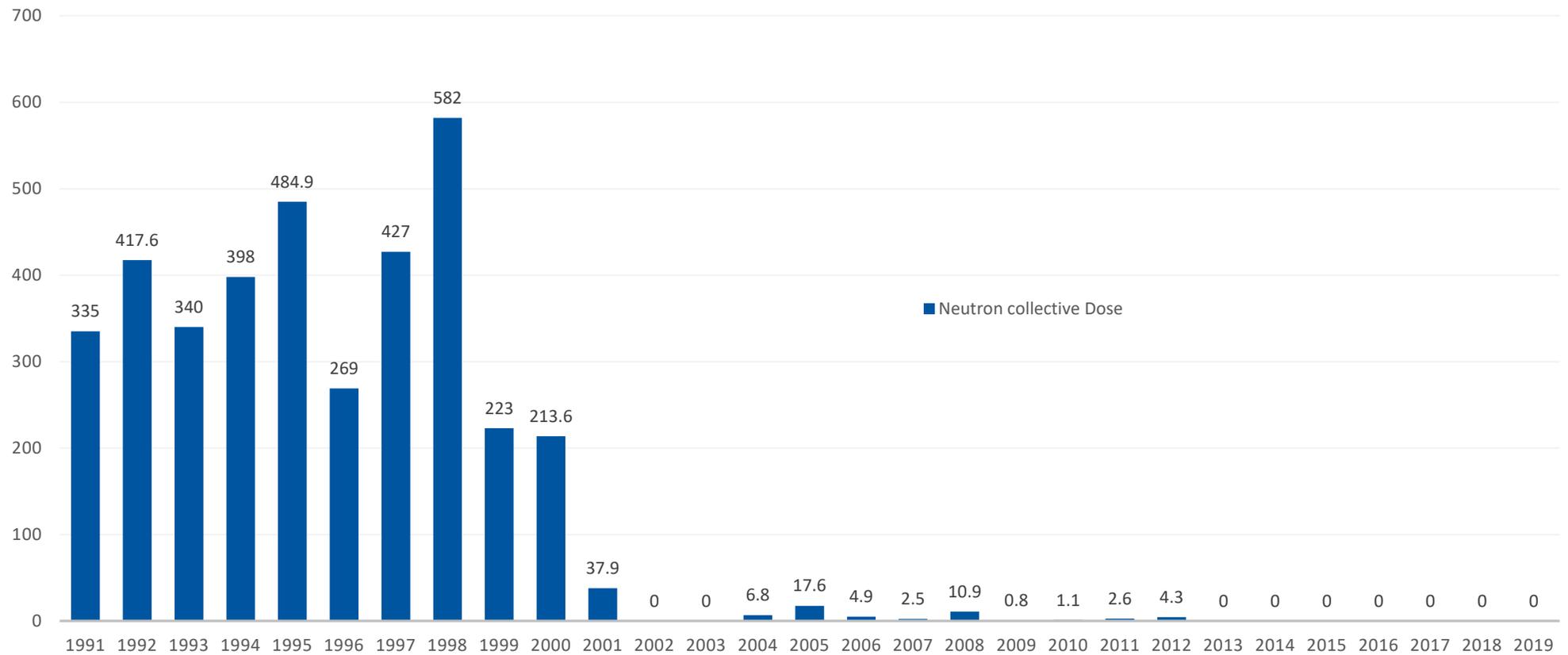
Effet < 30 %/mois

EFFETS DU CHANGEMENT DE LA TECHNIQUE DE MESURE SUR LA DOSE COLLECTIVE NEUTRON

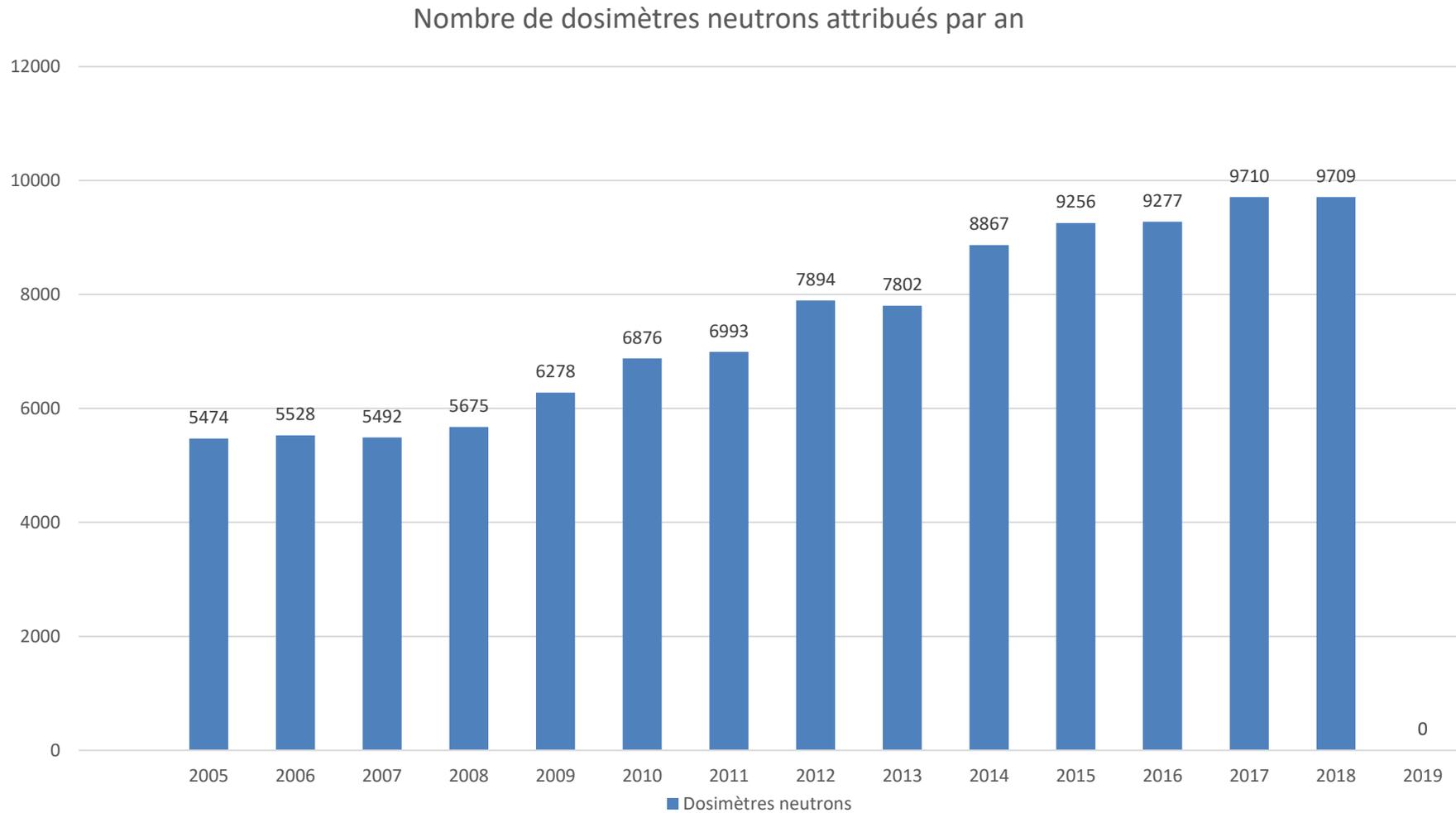
Avant 2001 : film, limite de détection +/- 100 uSv

Après 2001 : CR-39, limite de détection 500 uSv

Neutron collective Dose/ Year



EVOLUTION DU NOMBRE DE DOSIMÈTRES NEUTRONS ATTRIBUÉS AU CERN



RADIOPROTECTION OPÉRATIONNELLE ET SURVEILLANCE DE L'ENVIRONNEMENT AU CERN

■ Radioprotection opérationnelle



DA Monitoring Station (x142)



LB112 Monitoring Station (x114)



CROME Monitoring Station (x14)



MinAlarm Monitor (x1)



UNIDOS Dose Meter (x2)



RP & Environmental Monitoring – SCADA Systems – REMUS

MESURES NEUTRON AUTOUR DES ACCÉLÉRATEURS DU CERN

- Compteur proportionnel ^3He , REM counter
- Moniteur de Neutrons
- 1 nSv/h à 100 mSv/h
- Energies de 25 meV à 5 GeV
- 15 installations : Bâtiments de surface LHC et cavernes accessibles en fonctionnement LHC.

Surveillance au CERN : > 1000 points de mesures dont 700 mesures de débit de dose.

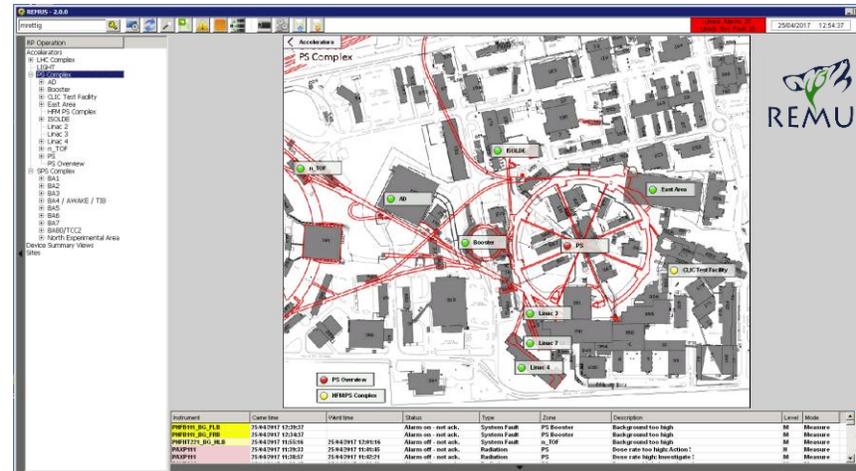
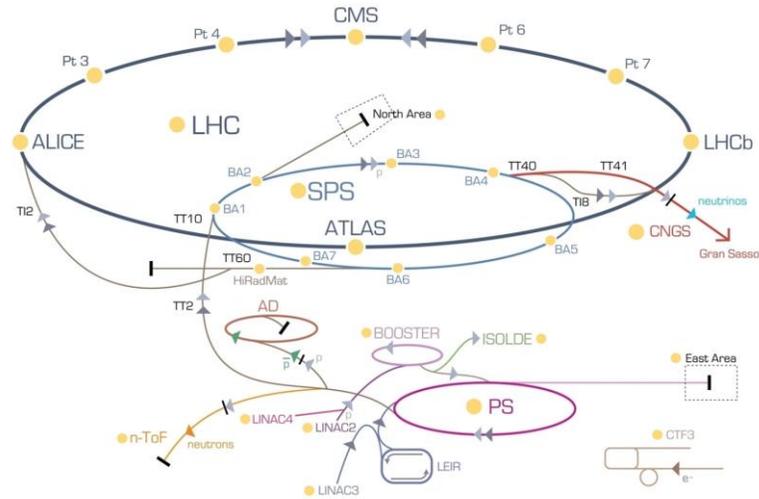


Thermo 762



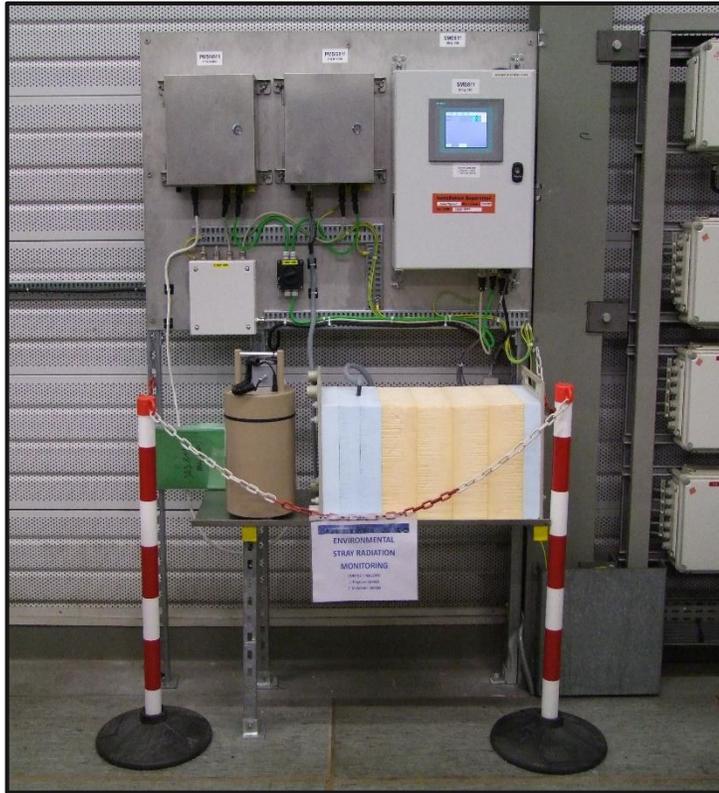
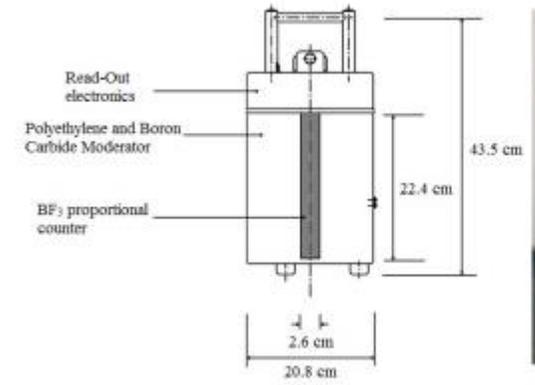
Le couple IG5 H20 et IG5 H20
Chambres d'ionisation CENTRONICS
20 bar, 5L Hydrogène ou Argom

H20 : Gamma et neutrons (150 pcs)
A20: Gamma (65 pcs)



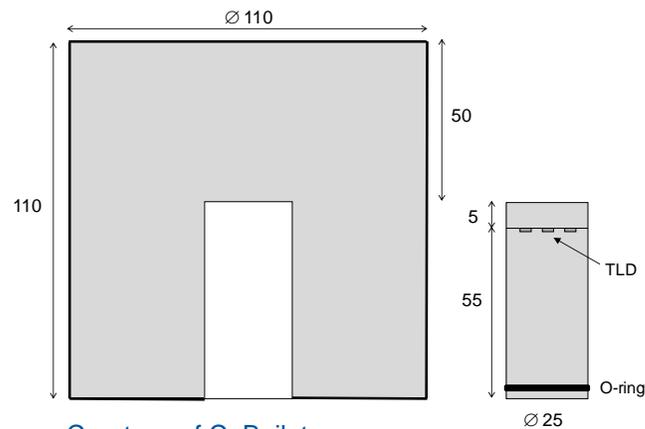
MESURE DE LA DOSE NEUTRON DANS L'ENVIRONNEMENT

- 40 stations de mesures types “ Thermo FTH 752 Biorem” – Berthold (compteur proportionnel)
- Mesures en continu disponibles “on-line”
- Niveaux d’alarmes programmés



MESURES DE LA DOSE NEUTRON DANS L'ENVIRONNEMENT

- 80 points de mesure intégrant 6 TLD (3 TLD - ^6LiF et 3 TLD - ^7LiF) - Dosimètres IRA
- Mesures relevées de manière trimestrielle
- Bruit de fond moyen par trimestre : +/- 11 μSv



Courtesy of C. Bailat



1.4 Facteurs de pondération du rayonnement

Type de rayonnement et domaine d'énergie	Facteur de pondération du rayonnement w_R
Photons de toute énergie	1
Electrons et muons de toute énergie	1
Neutrons d'énergie	
– inférieure à 1 MeV	$2,5+18,2 \cdot e^{-[\ln(E)]^2/6}$
– entre 1 MeV et 50 MeV	$5,0+17,0 \cdot e^{-[\ln(2 \cdot E)]^2/6}$
– supérieure à 50 MeV	$2,5+3,25 \cdot e^{-[\ln(0,04 \cdot E)]^2/6}$
Protons et pions chargés	2
Particules alpha, fragments de fission, noyaux lourds	20

Dose collective Neutron [mSv]





CERN Dosimetry Service





www.cern.ch

Art. 6 Mesure des composantes principales du rayonnement

1 S'il est démontré que, pour une personne, la dose efficace liée à l'irradiation externe par des photons ou des neutrons ne peut être supérieure à 10 % de la dose annuelle totale, on peut renoncer, avec l'assentiment de l'autorité de surveillance, à la détermination individuelle de cette composante du rayonnement

CERN

Illustration du calendrier des injecteurs
Doses neutrons en surface de Meyrin
Centre et barrière

