

La Radioprotection au CERN

Doris Forkel-Wirth
CERN, DGS-RP

*Les Rencontres Internationales de la
Radioprotection*
1st April 2014



Sommaire

- CERN – Les Accélérateurs et les Expériences
- Rayonnements ionisants associés aux accélérateurs de hautes énergies
- La Radioprotection au CERN: Mandat, Organisation, et Responsabilités du groupe de Radioprotection

CERN - CONSEIL EUROPÉEN POUR LA RECHERCHE NUCLÉAIRE

Sur le terrain du futur institut nucléaire



Sous la conduite de M. A. Picoi, les membres du Conseil européen pour la recherche nucléaire se sont rendus hier à Meyrin pour reconnaître le terrain où s'élèvera le Centre nucléaire (voir en Dernière heure)

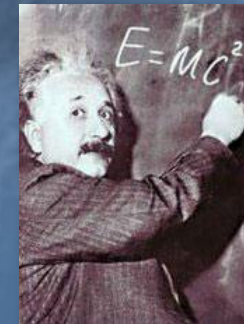
(Photo Freddy Bertrant, Genève)

La Suisse du 30 octobre 1953



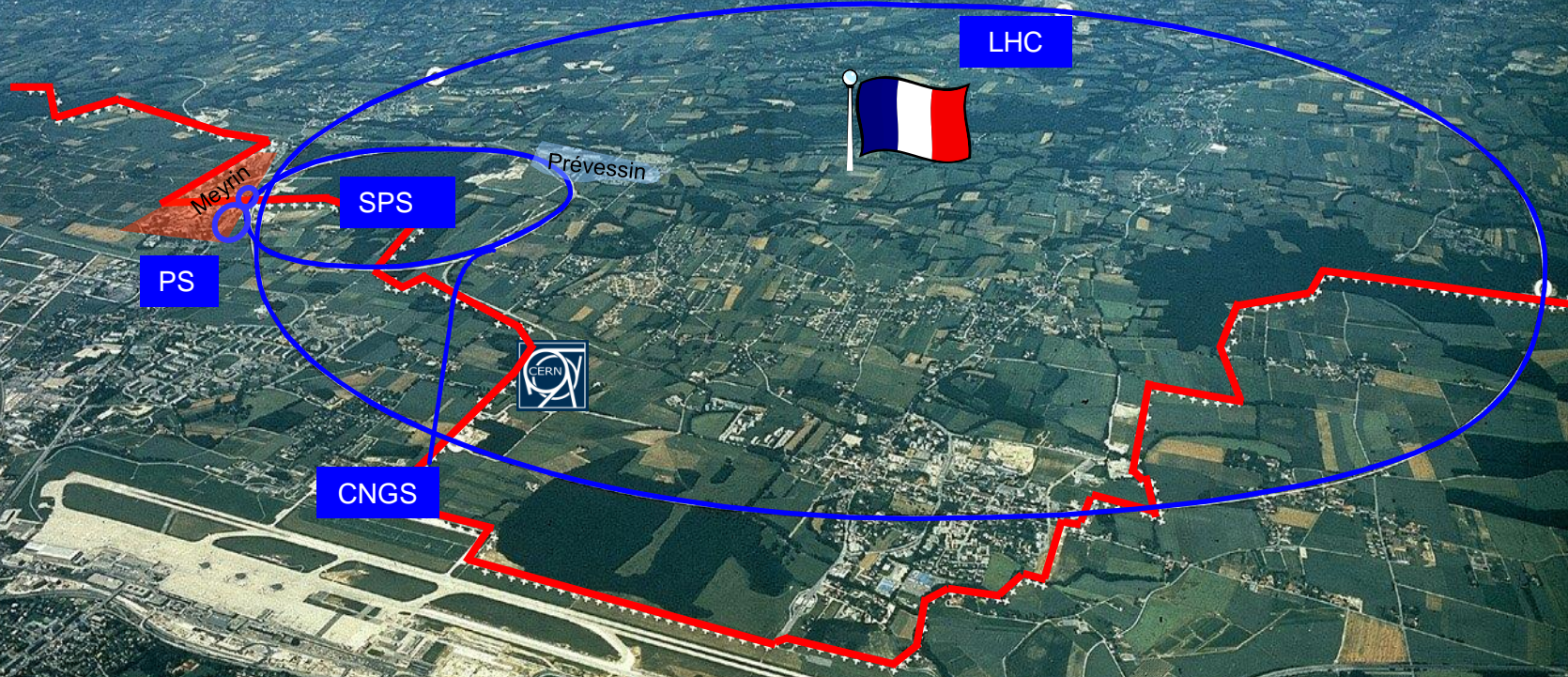
1954:

- Créé initialement par 12 états Européens
- Première organisation européenne
- Recherche axée sur la physique nucléaire



Aujourd'hui: Physique des Particules

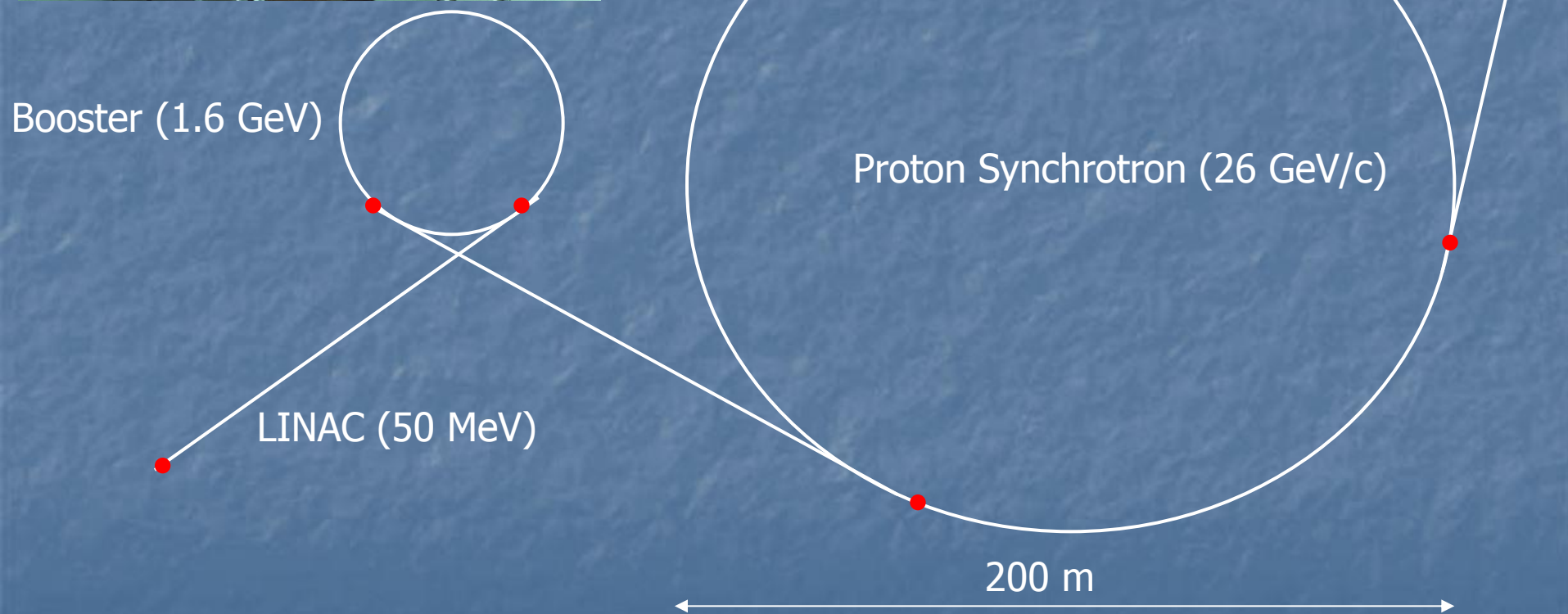
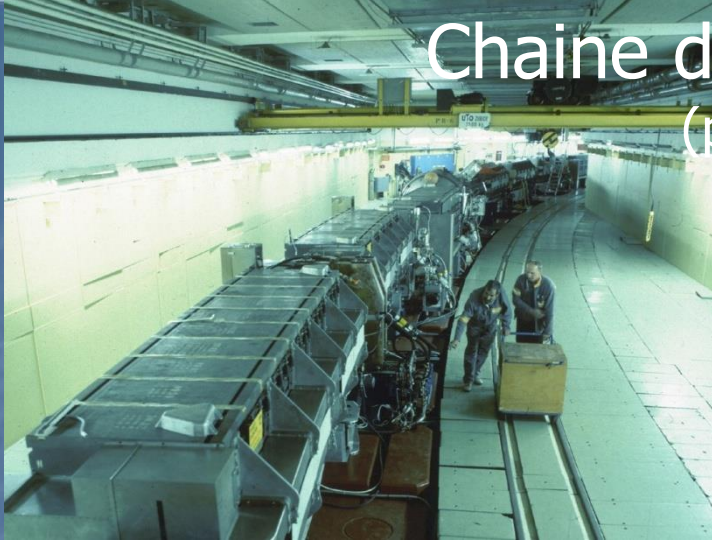
- ~ 2400 employés (fonctionnaires internationaux)
- ~ 790 employés avec un autre statut (non fonctionnaire)
- > 11000 utilisateurs actifs venant d'environ 100 pays
- ~ 3500 contractants (prestataire de service)



- **21 Etats Membres:** Autriche, Belgique, Bulgarie, République-Tchèque, Danemark, Finlande, France, Allemagne, Grèce, Hongrie, Israël, Italie, Pays-Bas, Norvège, Pologne, Portugal, Slovaquie, Espagne, Suède, Suisse and le Royaume-Unis + ???.
- **Observateurs au Conseil:** Inde, Japon, the Fédération de Russie, the Etats Unis d'Amérique, Turquie, la Commission Européenne et l'UNESCO

La Chaîne d'accélérateurs du CERN

Chaîne d'accélérateurs principale (partie basses-énergies)



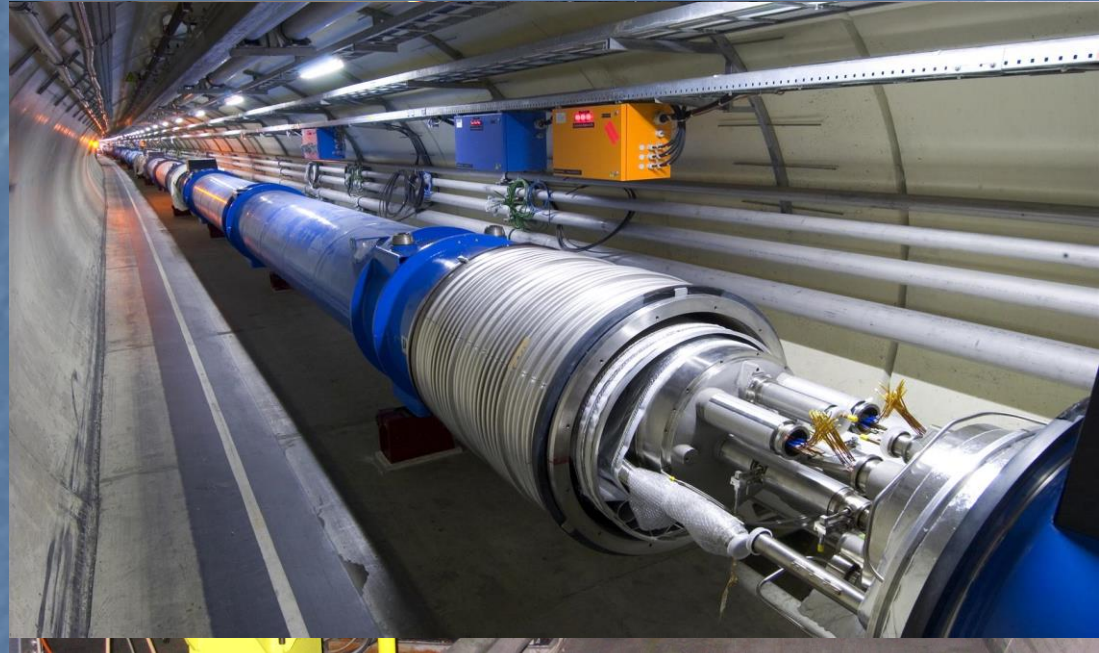
Les accélérateurs

(partie hautes-énergies)

LHC (2 x 7 TeV)

SPS

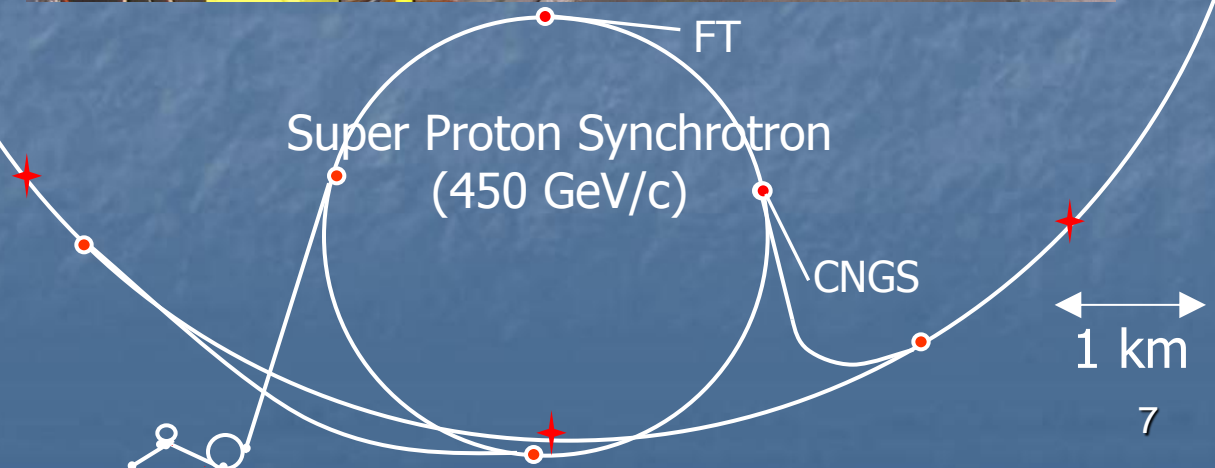
Circonférence: 7 km



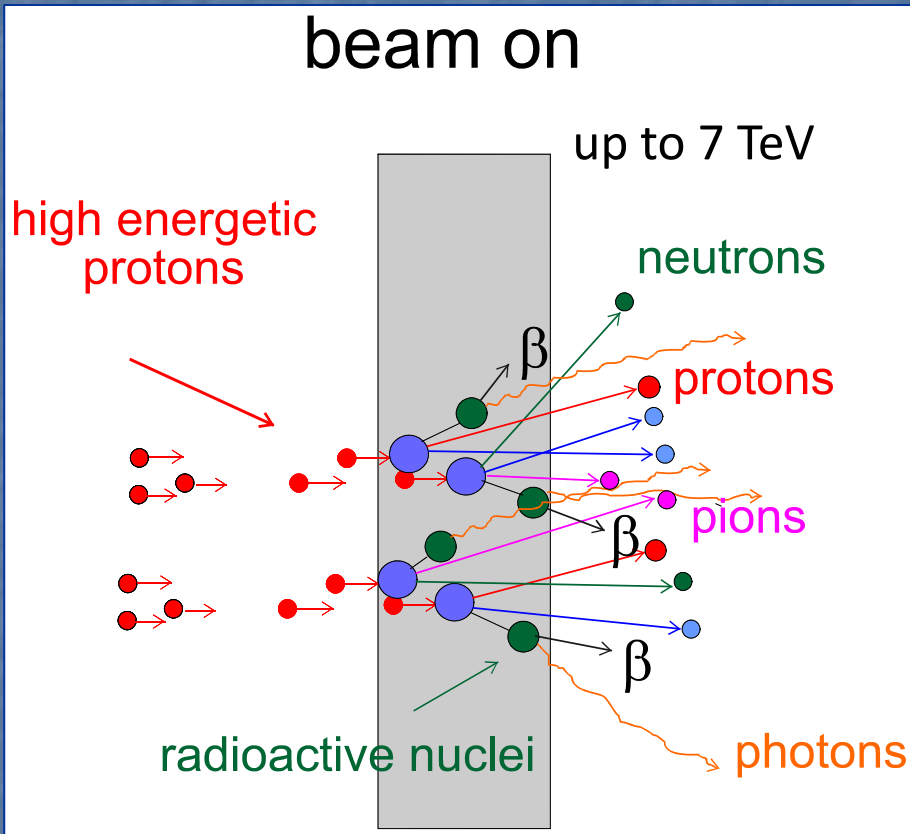
Faisceau SPS

Expériences sur
cibles fixes

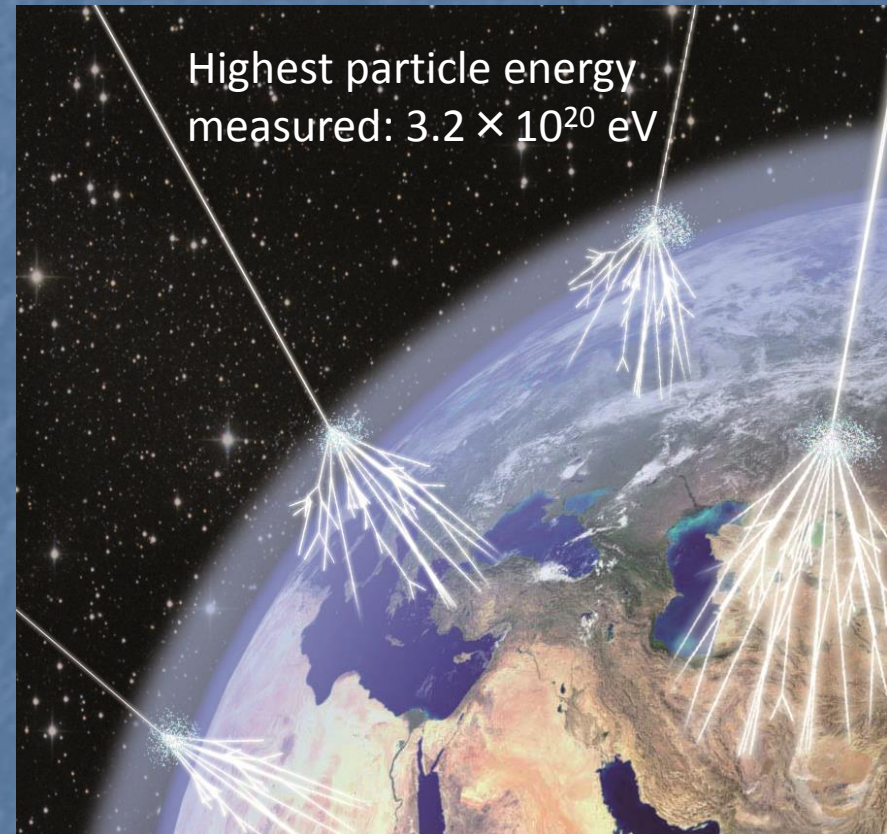
LHC



Rayonnements ionisants prompts



Accélérateurs de Hadrons

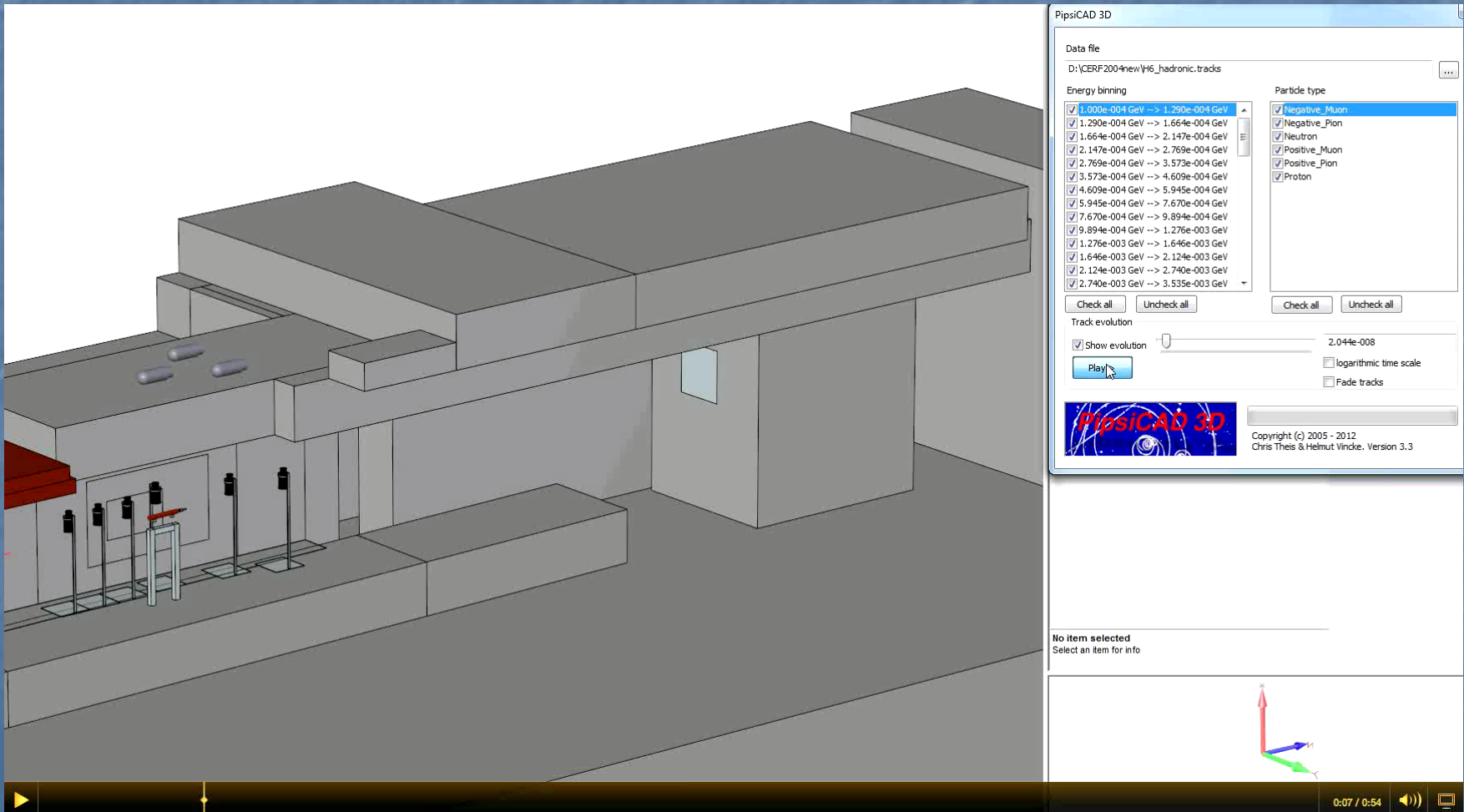


Cosmos

L'impact des particules génère un champ mixte de rayonnements de hautes énergies

Radiations ionisantes promptes

9 Production de particules secondaires suite à l'interaction d'un **proton de haute énergie** avec une cible de cuivre – (Cascade hadronique)



The image displays a 3D CAD model of a particle detector system, likely for a proton beam experiment. The model consists of several rectangular blocks of varying sizes, representing different components of the detector. A central vertical structure is visible, possibly a target or a detector element. The model is rendered in a light gray color with black outlines.

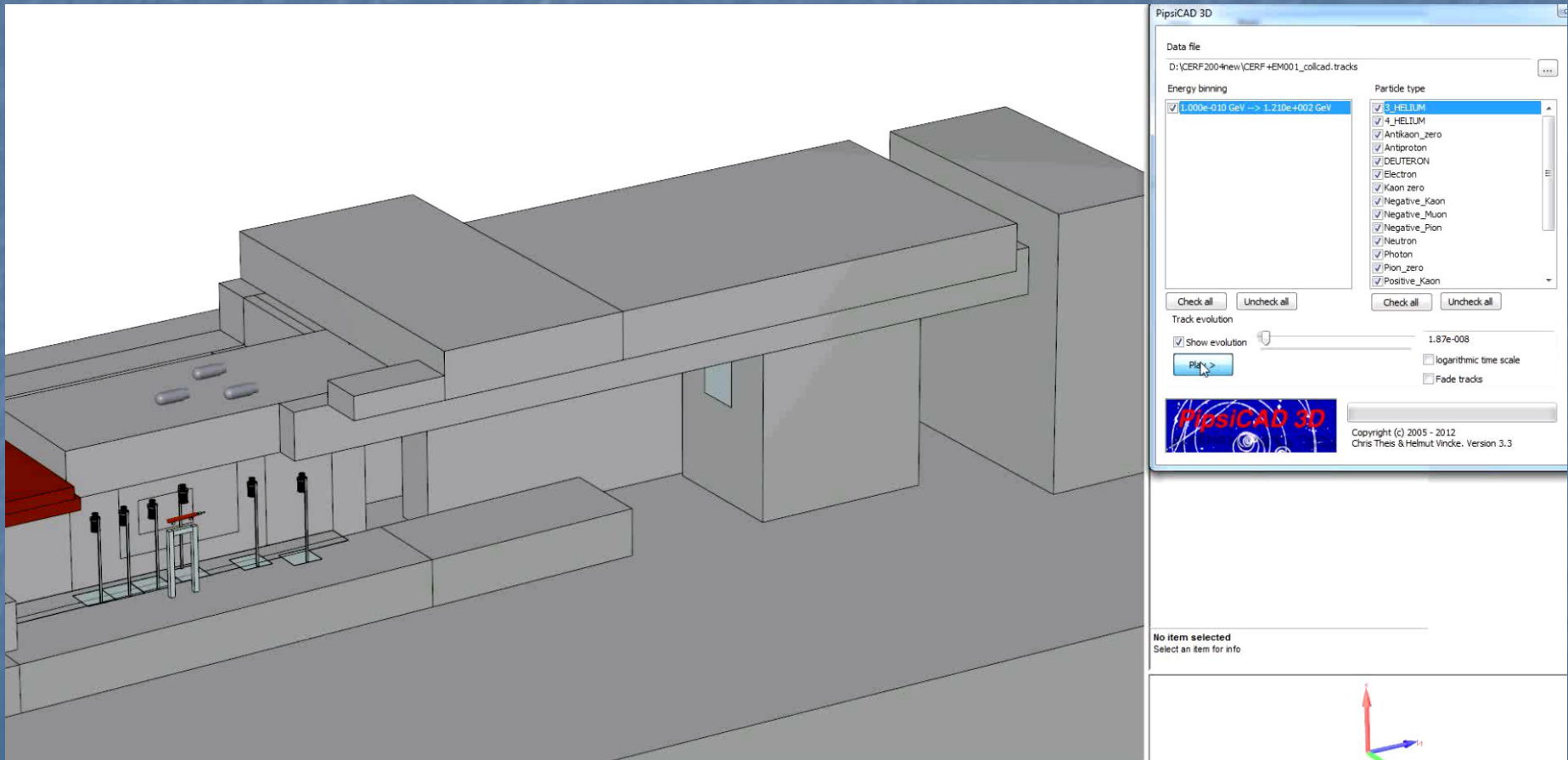
Overlaid on the right side of the image is the PipsiCAD 3D software interface. The window title is "PipsiCAD 3D". The interface includes a "Data file" section with the path "D:\CERF2004new\H6_hadronic.tracks". Below this is an "Energy binning" list with 15 entries, each showing a range of energy values (e.g., "1.000e-004 GeV -> 1.290e-004 GeV"). To the right of the energy binning is a "Partide type" list with checkboxes for "Negative_Muon", "Negative_Pion", "Neutron", "Positive_Muon", "Positive_Pion", and "Proton". Below these lists are "Check all" and "Uncheck all" buttons.

The "Track evolution" section includes a "Show evolution" checkbox (checked), a "Play" button, and a slider set to "2.044e-008". There are also checkboxes for "logarithmic time scale" (unchecked) and "Fade tracks" (unchecked).

At the bottom of the interface, there is a "No item selected" message and a small 3D coordinate system icon. The bottom status bar shows "0:07 / 0:54" and a speaker icon.

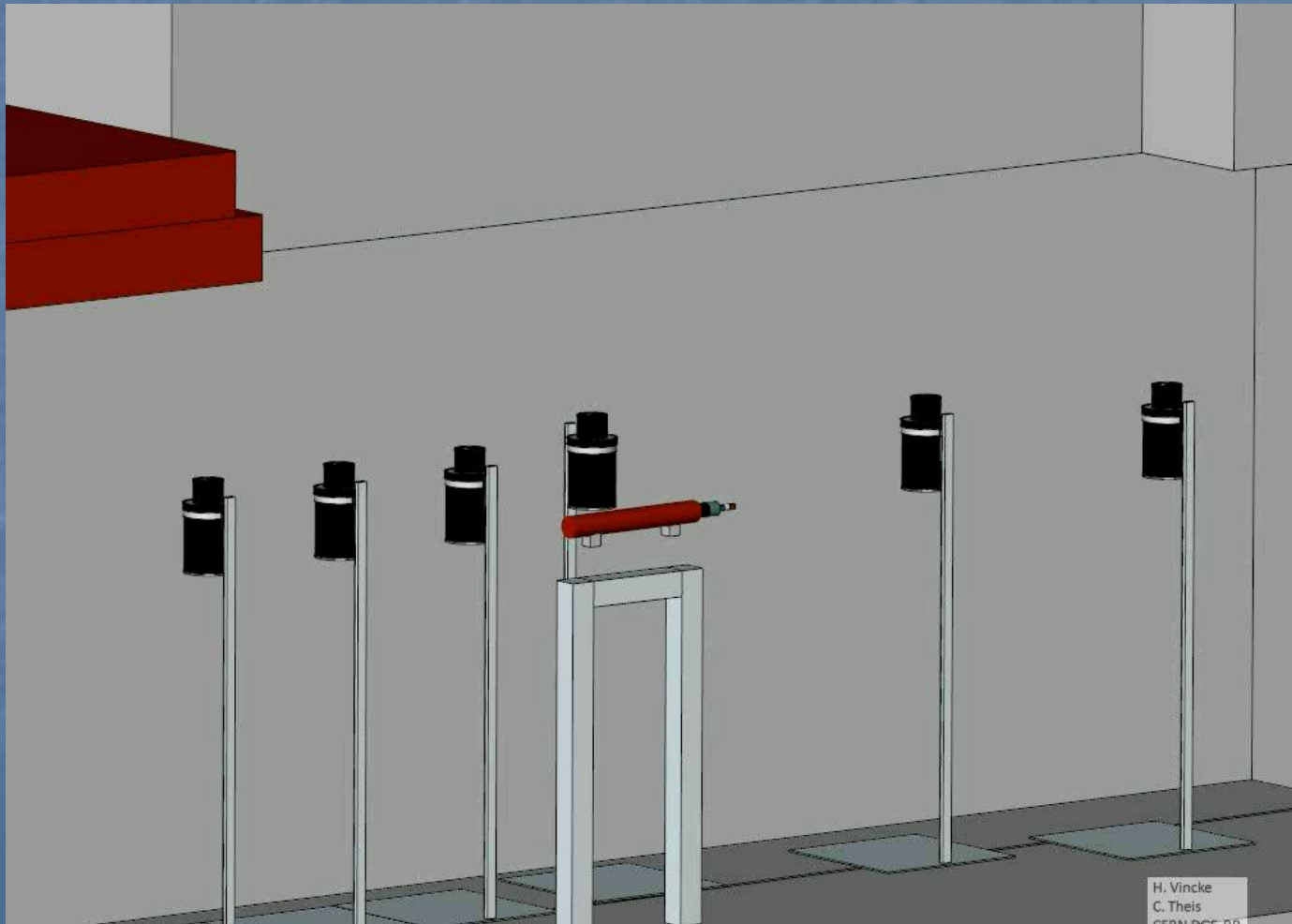
Prompt Ionising Radiation

Production de particules secondaires suite à l'interaction d'un **proton de haute énergie** avec une cible de cuivre – (Cascade hadronique + électromagnétique)

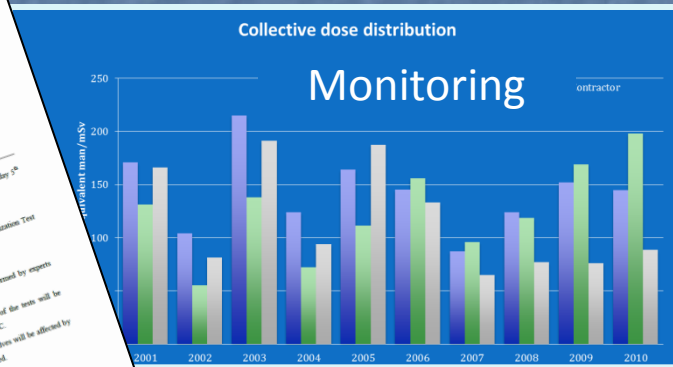
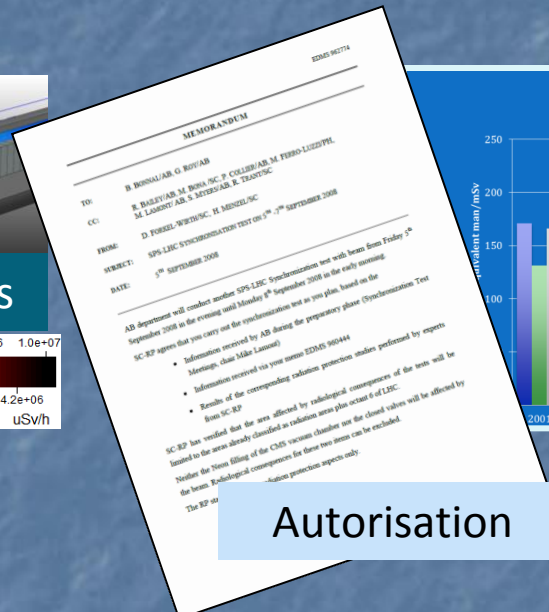
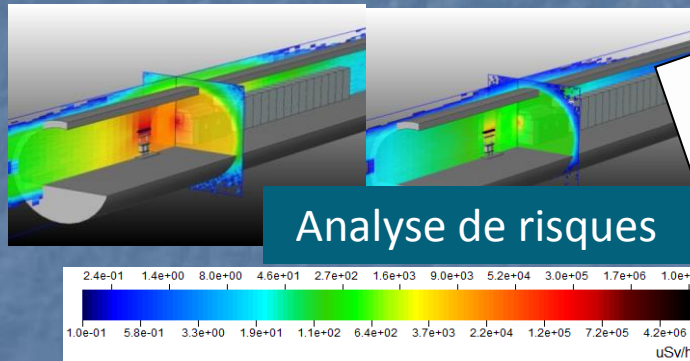


Radioactivité induite

$_{11}$ Malgré l'arrêt du faisceau, des rayonnements "résiduels" sont toujours présents → "radioactivité induite"



La Radioprotection au CERN: Mandat



Autorisation



Legislation

ICRP
Annals of the ICRP
PUBLICATION TO
Promote Responsibility for Safety

UN

EU

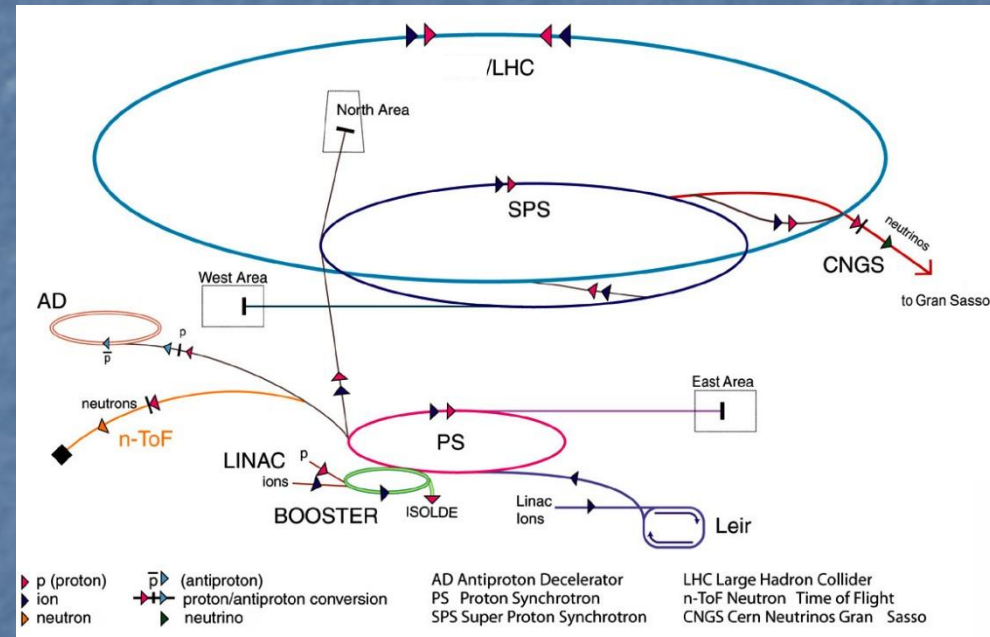
Code de Sécurité F



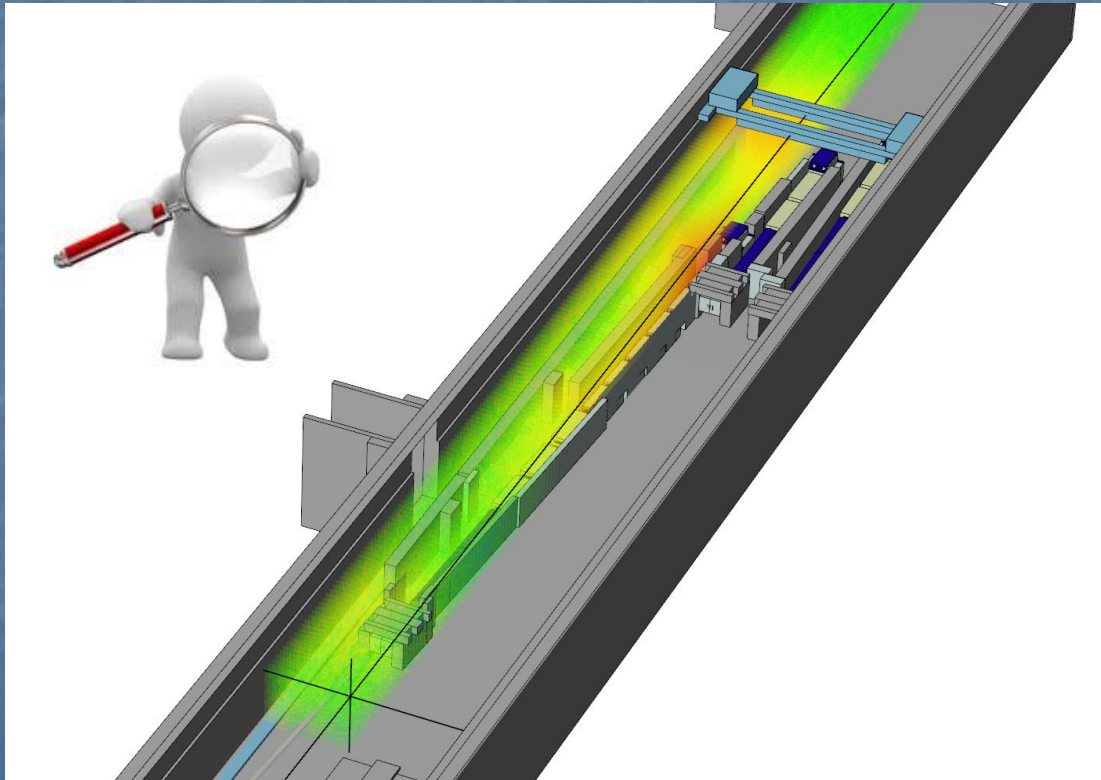
Quelques faits marquants...

Zones classées et laboratoires dédiés aux activités avec des substances radioactives:

- ~ 50 km de tunnel « accélérateur »
- Laboratoires de Class A, C
- Installation ISOLDE (RIB)
- Source de Spallation n-TOF
- ~ 50 - 60 points d'accès
- ~ 160 expériences
- ~ 7000 Travailleurs classés
- Nouveaux projets



14 Dosimétrie, Radioprotection Opérationnelle et Monitoring des Radiations



Les objectifs de Dose au CERN

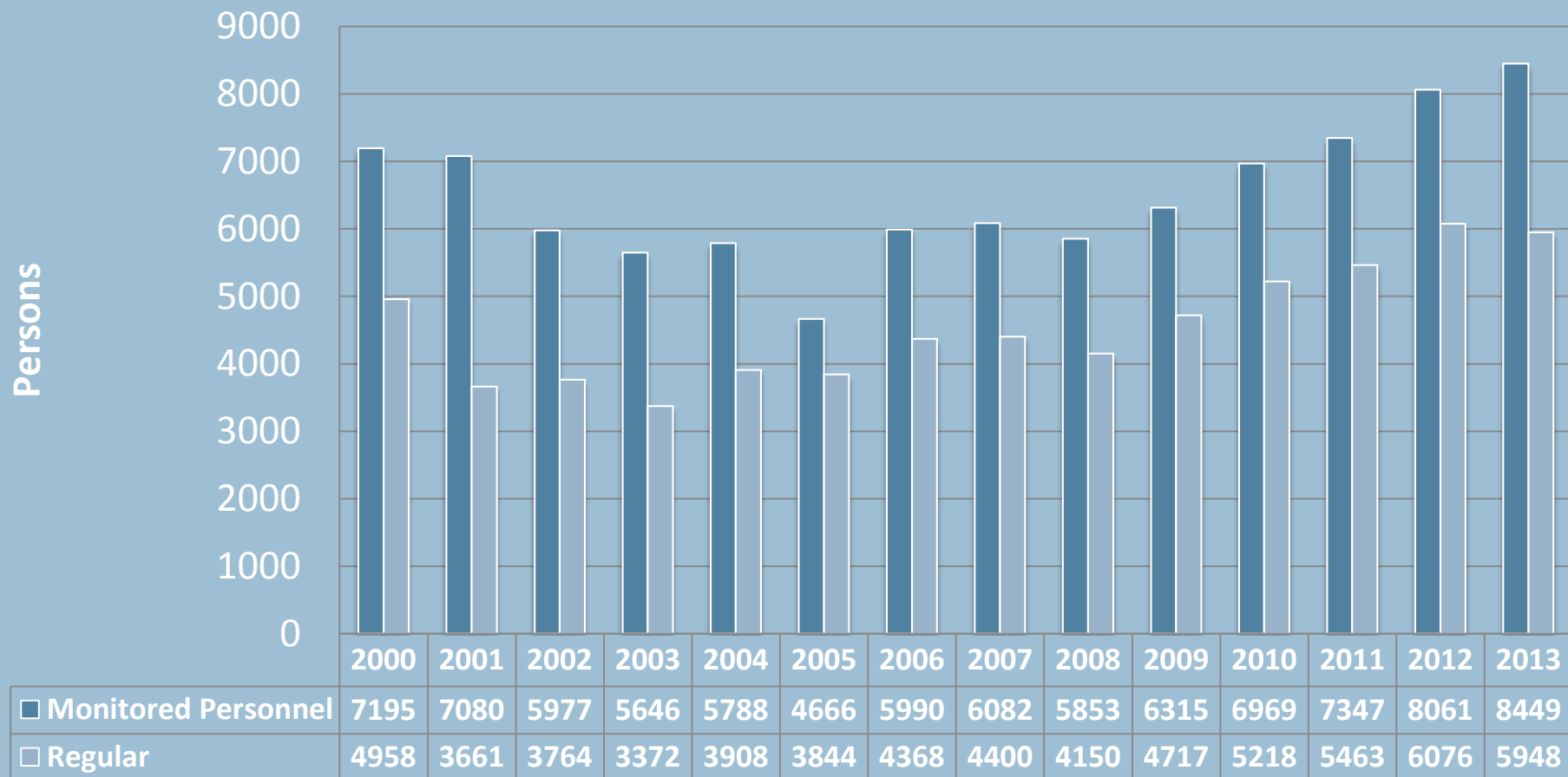
15

Catégorie	Dose/an
Groupe de référence du publique	< 10 uSv (= ~1% de l'exposition naturelle)
Travailleurs non exposes professionnellement	< 100 uSv
Travailleurs professionnellement exposes	< 3 mSv

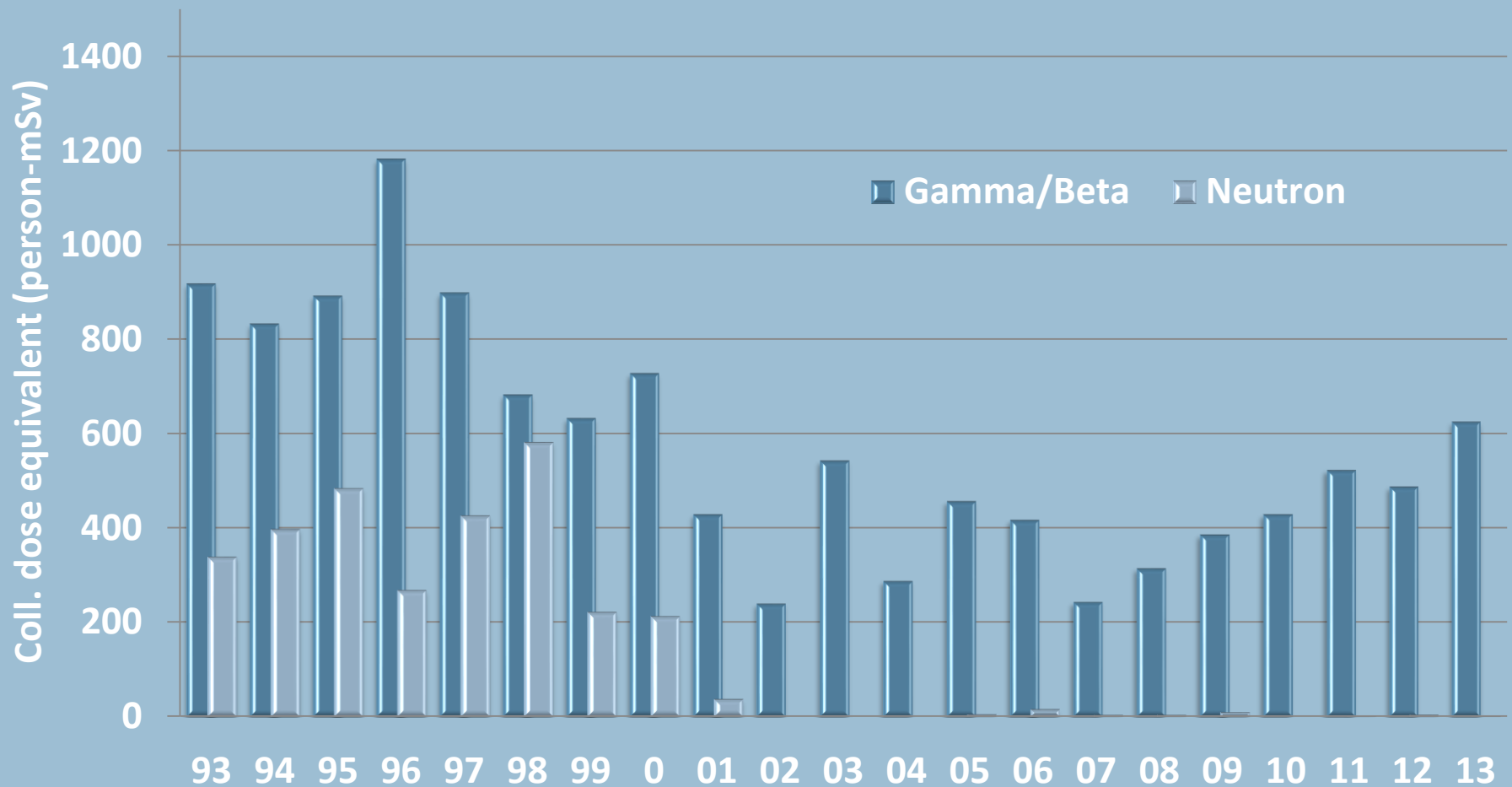
Vol entre Paris et Los Angeles → ~ 60 μ Sv

Dosimétrie 2013

Personnel Suivi



Dose Collective 2013



Doses Individuelles 2013



Dose interval (mSv)	Persons Concerned	Persons Concerned	Persons Concerned	Persons Concerned	Persons Concerned	Persons Concerned	Persons Concerned	Persons Concerned	Persons Concerned
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
0.0	3074	4192	5131	5143	5042	5418	5315	6002	6300
0.1-0.9	1522	1738	898	1020	1219	1514	1984	2030	2068
1.0-1.9	53	37	33	40	39	31	31	29	80
2.0-2.9	9	17	2	3	13	6	7	0	1
3.0-3.9	3	4	1	1	2	-	-	0	0
4.0-4.9	4	2	1	1	-	-	-	0	0
5.0-5.9	1	-	-	-	-	-	-	0	0
> 6.0	-	-	-	-	-	-	-	0	0

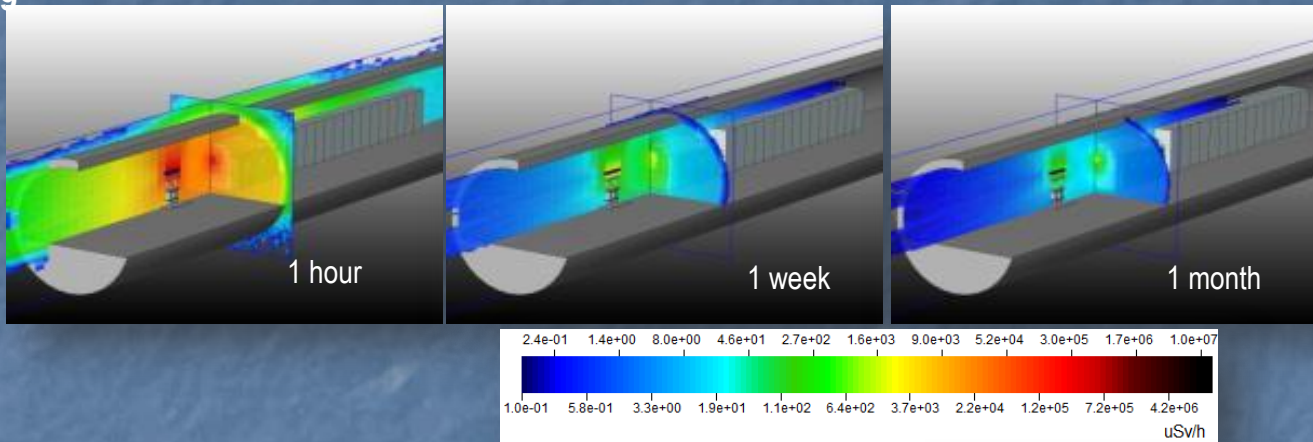
99% des doses individuelles < 1 mSv,

81 travailleurs classés ont reçu un dose supérieure a 1 mSv in 2013

Aucun travailleur n'a reçu plus 3 mSv – Objectif de dose LS1 respecte !

Radiation Protection Opérationnelle

19



De la phase
d'étude....



à la réalité...



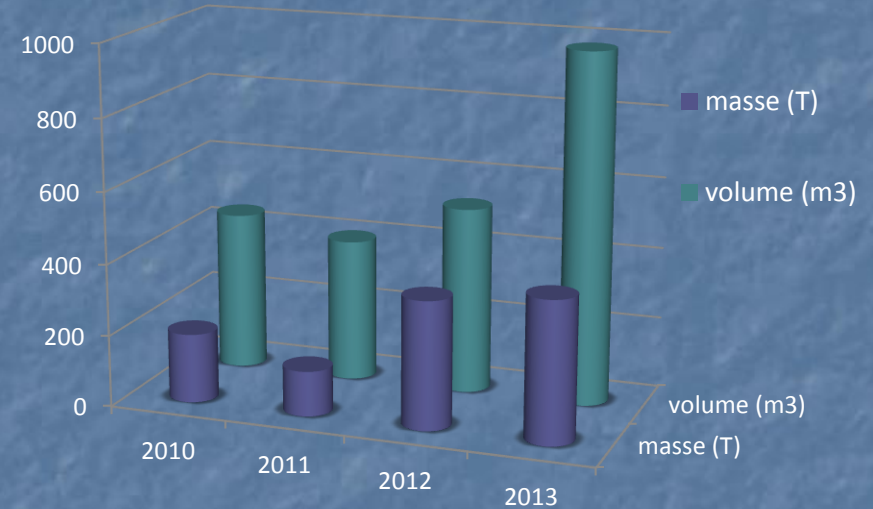
Déchets Radioactifs: Traitement et Elimination

20

Déchets reçus



Quantité de déchets reçus par an



Analysés



Conditionnés



Éliminés vers les sites de stockages

An aerial photograph of a rural landscape, likely in a valley, showing a patchwork of agricultural fields in various shades of green and brown. A large, thin white circle is drawn around a central area of the landscape, and a smaller, similar white circle is drawn around a specific field within that area. The text "Merci pour votre attention !" is overlaid at the bottom in a large, white, sans-serif font.

Merci pour votre attention !

ALARA

22

ALARA concept for CERN - from single applications to a corporate approach:
ALARA during design, maintenance, repair, dismantling



Optimized
tools

CRITI
Équiva
des in
une ar

CRITI
Équiva
des in
une ar

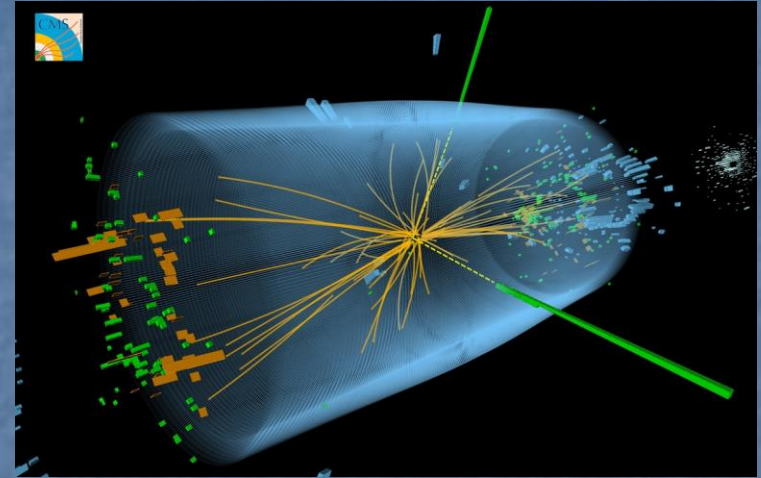
Page 6 of 9

(Chair Director of Accelerators)

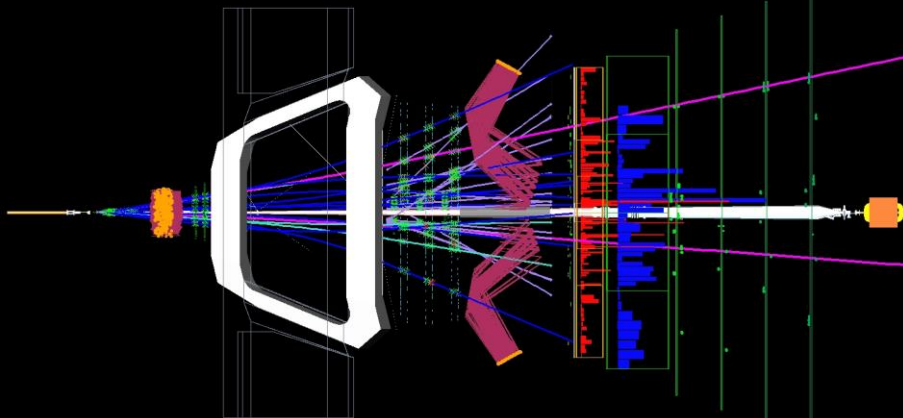
work preparation
-> work permit

What do we hope to find at CERN and what do we hope to find especially in the LHC?

- Higgs boson (most likely already found)
- Particles beyond the Standard Model, particles of Super Symmetry theory
- Some hints for explaining Dark Matter and dark energy in the Universe



LHCb Event Display



14.6.2011 18:57:08
Run 93593 Event 1179897868 bld 1140

LHCb

- Lots of spin-offs in terms of technology usable in the rest of the world
 - ✓ WWW
 - ✓ Magnet, vacuum and cryotechnologies
 - ✓ Capacitive touch screen already in the 70ies.

Which production mechanisms of activation occur at high-energy accelerators?

At high-energy accelerators primary particles interact with matter. The primary particle itself or secondary particles interacting with nuclei can produce radioactive isotopes. Main production channels of activation at high-energy accelerators are:

- Spallation processes



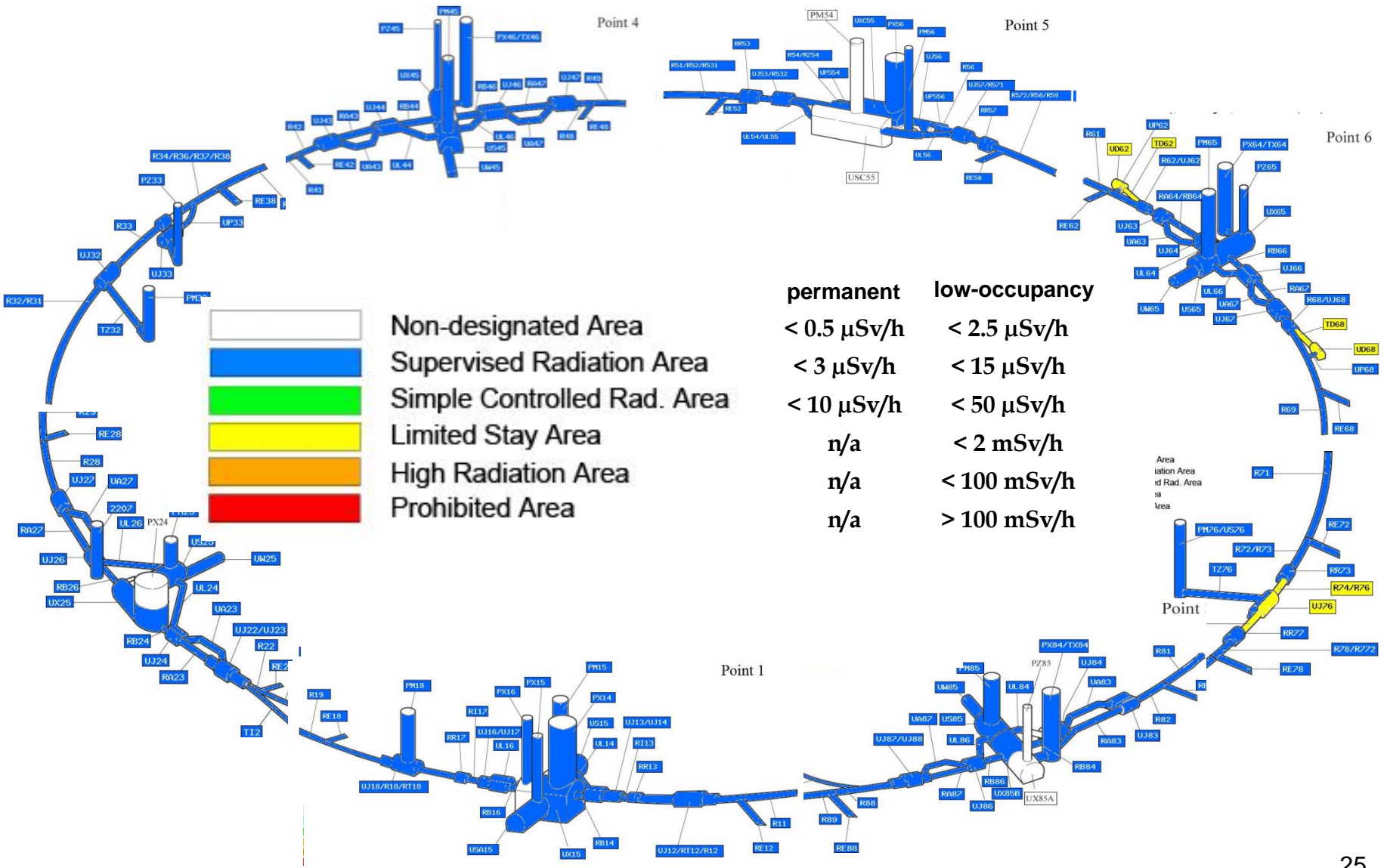
- Particle capture (mainly neutrons)



- (γ, n) -reactions (important for electron accelerators)



LHC in Shutdown 2013/2014



Radiation Fields at High Energy Accelerators

26

- Prompt ionising radiation – beam on



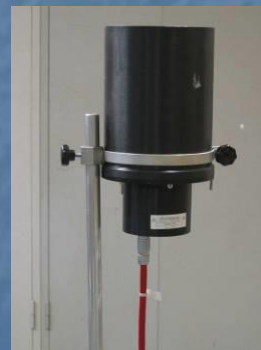
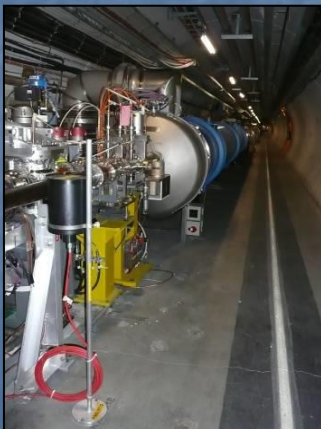
High pressure
ionisation chamber



Neutrons, protons, pions,
photons, electrons, muons ...

REM counter

- Ionising Radiation due to induced radioactivity – beam off



air filled ionisation
chamber

β -, γ -radiation,
Main γ energies: < 2.76 MeV

Instrumentation

Run 2011 – Seen by neutron monitors in USA15

