



# Elimination de déchets radioactifs : du projet-pilote à la phase industrielle

Régis Michaud, pour HSE-RP (groupe de radioprotection du CERN)

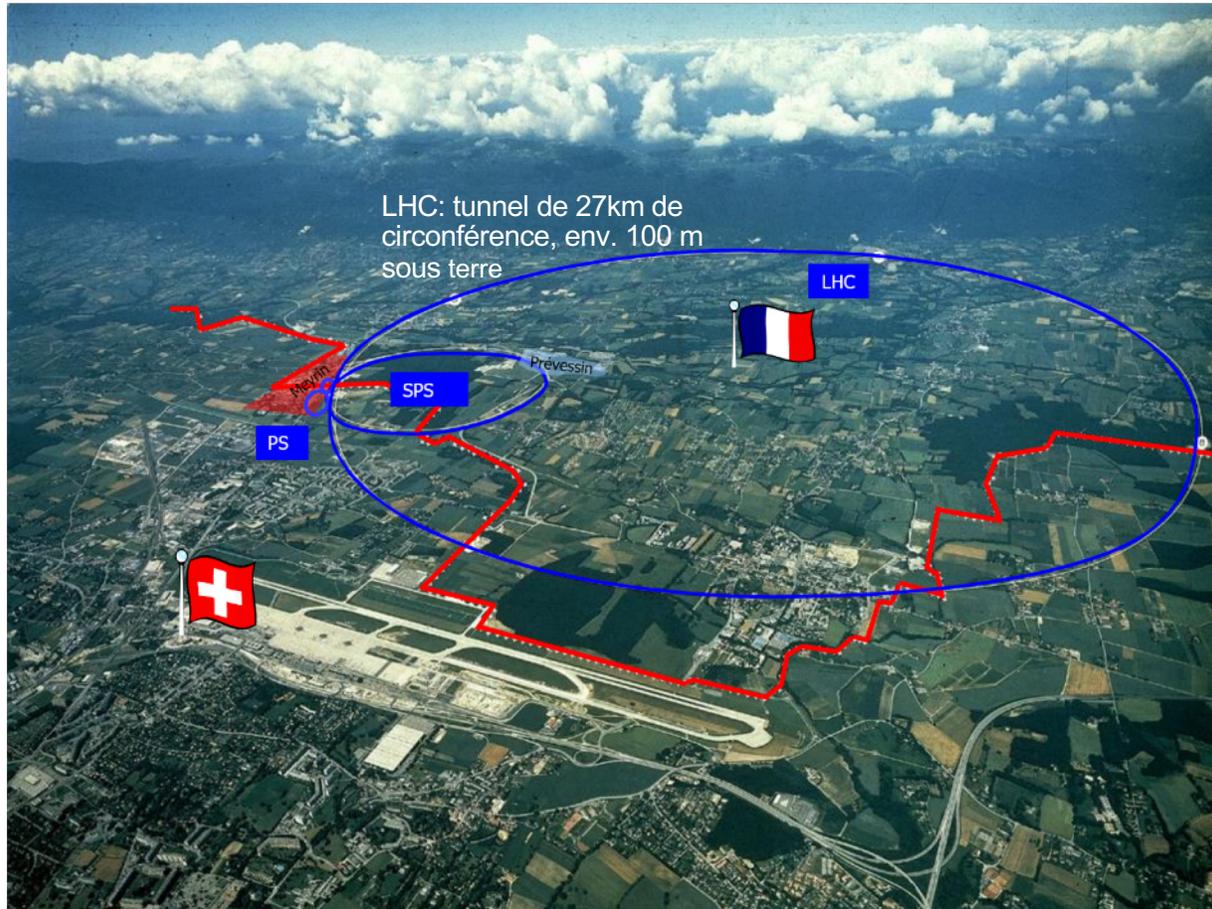
Ateliers de l'A.T.S.R Radioprotection et Démantèlement  
Session 3 : Retour d'expérience radioprotection et démantèlement – 27/09/2018

# Le CERN – historique

- **Création** : 1954 par 12 Etats européens
- **But** : éviter la fuite des cerveaux et promouvoir la collaboration scientifique européenne
- **Missions** :
  - **collaboration** entre Etats européens pour la recherche fondamentale en physique des particules
  - **Mise à disposition** de la communauté scientifique d'un laboratoire avec des accélérateurs de particules



# Le CERN – présentation générale

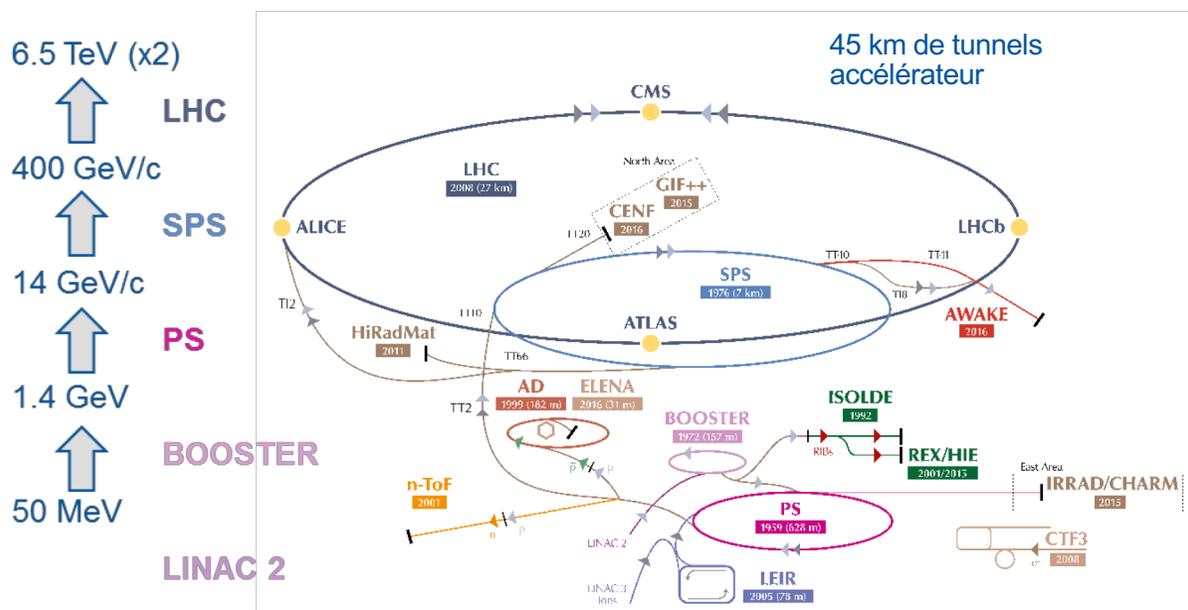


- Organisation internationale
- 22 Etats membres + Etats associés, observateurs ou collaborateurs
- 2 pays hôtes: France et Suisse
- ~ 2300 membres du personnel employés
- ~ 1400 autres membres du personnel
- ~ 3500 contractants
- 12500 utilisateurs ~ 100 pays

# Le CERN – complexe accélérateurs

## Machines

- Chaque machine **augmente** l'énergie d'un faisceau de particules avant de l'injecter dans la machine suivante



## Cycle

- Annuel**: arrêts techniques (maintenance préventive / corrective): 400 m<sup>3</sup> de déchets par an
- Périodique** (LS = Long shutdown) : grosses opérations de maintenance, quantités plus importantes de déchets



# Le CERN – cadre règle

## Accord tripartite

- Accord entre le **CERN**, la Confédération Helvétique (**OFSP**) et la France (**ASN**)
- **Collaboration** avec les Etats hôtes en matière de sûreté radiologique et radioprotection
- **Harmonisation** franco-suisse
- Domaines concernés:
  - Impact environnemental
  - Impact sur les travailleurs
  - Dosimétrie
  - Matériels radioactifs
  - **Déchets radioactifs**
  - Transport
  - Déclaration des événements

## RATIFICATION OF THE TRIPARTITE AGREEMENT ON SAFETY AND RADIATION PROTECTION

(September 2011)

ACCORD

ENTRE

L'ORGANISATION EUROPEENNE POUR LA RECHERCHE NUCLEAIRE,

LE CONSEIL FEDERAL SUISSE,

ET

LE GOUVERNEMENT DE LA REPUBLIQUE FRANÇAISE



relatif à la Protection contre les rayonnements ionisants et à la Sûreté des Installations de l'Organisation européenne pour la Recherche nucléaire

Pour l'Organisation



Rolf Heuer

Directeur général

Pour le Conseil fédéral suisse



Pascal Strupler

Directeur de l'Office fédéral de santé publique

Pour le Gouvernement français



André-Claude Lacoste

Président de l'Autorité de sûreté nucléaire

# Le CERN – filières existantes

## Suisse

- Libération inconditionnelle (déchets LI)
- Entreposage longue durée (déchets DFMA)
- Site de stockage final en étude



entrepôt fédéral de stockage intermédiaire,  
PSI, Würenlingen, Suisse

## France

- Pas de libération
- Stockage en sub-surface (Cires pour les déchets TFA, CSA pour les déchets FMA)



Les 2 centres de stockage ANDRA,  
Aube, France

# Déchets radioactifs – caractéristiques

## Physiques

- **Différentes** natures:
  - métalliques, incinérables, câbles électriques, inertes (béton), liquides, etc.
  - **Majorité**: déchets métalliques
- Dimensions **variées**: cm<sup>3</sup> à plusieurs m<sup>3</sup>
- Masse: du g à tonne



## Radiologiques

- **Principalement**: déchets **activés** solides ( $\beta$ -,  $\gamma$ -)
- Déchets **contaminés**: quantités **limitées** provenant d'installations bien identifiées
- RN **période courte ou moyenne**
- Inhomogénéité de l'activité (“**points chauds**”)
- **Classification** (a priori) des déchets
- Niveau activité: **basse activité**

# Déchets radioactifs – challenge

## Etat des lieux

RW Pathways			TOTAL		
#	Short description	Comments	Mass [ton]	Storage Volume	
				[m <sup>3</sup> ]	[-]
1	METALLIC	"SHEPDA" Pathway	1750	1750	47.6%
2	MASSIVE PIECES		1750	1750	22.8%
3	CABLES		900	1000	14.8%
4	AQUEOUS LIQUIDS		100	100	5.4%
5	VENTILATION FILTERS	ISOLDE excluded	50	50	2.8%
6	TOXIC	Asbestos	10	100	1.8%
7	RUBBLE		10	10	0.9%
⋮		⋮			⋮
13	NON-AQUEOUS LIQUIDS		5	5	0.02%
SUB-TOTAL ( TFA)			1750	1750	97.5%
14	TARGETS	AL... OLDE tar...	5	5	0.2%
15	OTHER FMA	+ o... 4m... h...	100	100	2.3%
TOTAL			1750	1750	100.0%

Courtesy: L. Bruno

## Approche

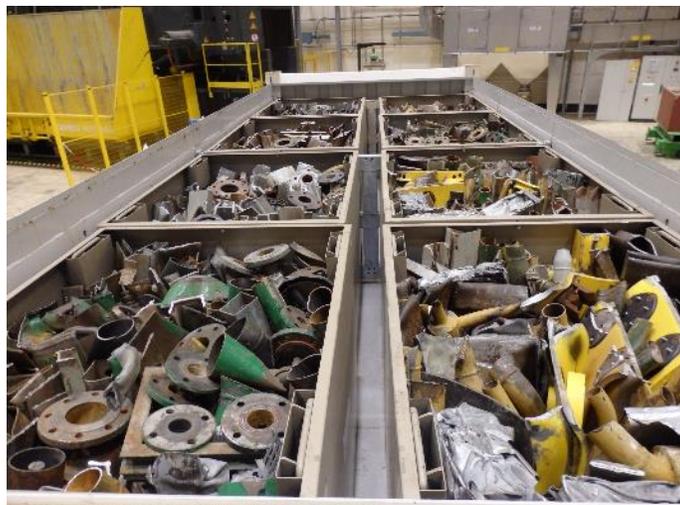
- Classifier les déchets par filières élimination
- Identifier les outils nécessaires pour traiter chaque classe
- Se procurer, installer et mettre en service les outils
- Utiliser les outils pour traiter les déchets par projet-pilote
- Priorité aux projets libérant le plus d'espace

# Elimination – filières ouvertes

3 filières TFA

## SHERPA

(SHEaR Process Assessment)



## Déchets métalliques VRAC

## ELICA

(Elimination of TFA Cables)



## Câbles électriques

## ELMA

(Elimination of TFA MAgnets)



## Electro-aimants

# Elimination – projet-pilote

## Buts

- 1 projet d'élimination = 1 projet-pilote (PP)
- **Ouvrir** une filière pour l'élimination des déchets TFA vers le centre de stockage TFA de l'ANDRA
- **Mise en place** d'un traitement efficace au sein du RWTC (centre de traitement des déchets radioactifs)

## Objectifs

1. **Fournir les méthodes** de:
  - Caractérisation radiologique
  - Traitement
  - Assurance qualité
  - Validation
2. **Fournir un dossier** TFA ouvert, approuvé par l'ANDRA, et renouvelable
3. **Tester et valider** chacun des livrables ci-dessus (1. et 2.) en traitant une quantité limitée de colis de déchets TFA conformes aux spécifications de l'ANDRA

# Projet-pilote – autres

- Autres considérations pour assurer la réussite du projet et le passage en phase industrielle:
  - Budget
  - Ressources humaines et matérielles
  - Contraintes
  - Identification des risques
  - Organisation du projet
  - Parties prenantes : interne / externe CERN

# Projet-pilote – ELICA (câbles)

## Justification

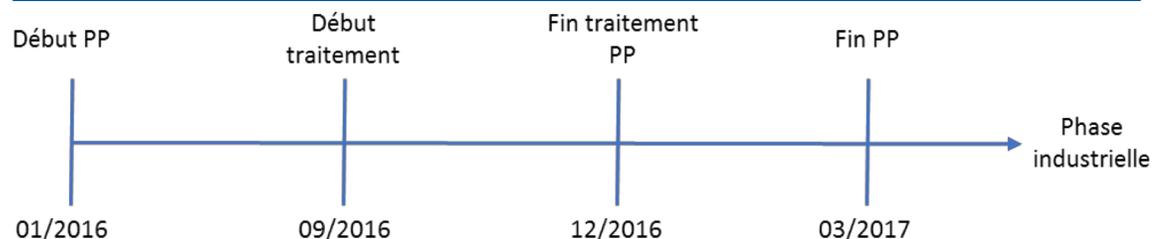
- Libération d'espace en vue du prochain long shutdown (LS2)
- Entreposage CERN : potentielle saturation
- Câbles électriques: ~15% volume déchets entreposés
- Diminution de la charge calorifique (risque feu)

## Entreposage



# ELICA (câbles) – livrables

## Calendrier & livrables

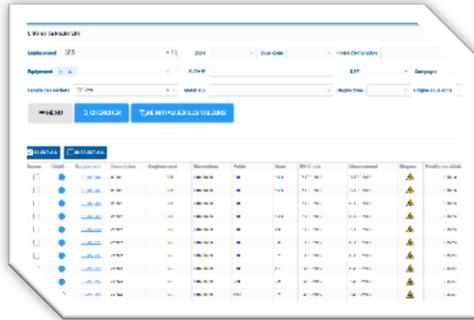


- **Dossier ANDRA:** élimination 1000 m3 de câbles TFA sur 3 ans
- Production de **200 m3 de colis** de câbles TFA (PP)
- Etablissement pour la **phase industrielle** (PI) des **plans** de: caractérisation, assurance qualité, traitement et validation

## Livrables

Livrables principaux	Description
Plan de caractérisation	Description de la caractérisation radiologique des câbles TFA, testée sur 200 m3 Révisé par RP et approuvé par l'ANDRA
Plan de traitement	Instructions de travail, fiches de contrôles et les modèles de document relatives aux différentes étapes de traitement
Plan AQ	Description des exigences en matière d'assurance qualité pour l'élimination des câbles TFA
Plan de validation	Description des exigences en matière de contrôle de la qualité et validation des procédures
Dossier ANDRA	Dossier d'acceptation ouvert rédigé et approuvé par l'ANDRA pour l'élimination de 1000 m3, renouvelable
Colis de déchets	Production d'un lot de 200m3 de colis de câbles TFA, conformes aux spécifications de l'ANDRA

# ELICA (câbles) – processus



Id. CERN (TRFC)	Id. ANDRA	Material type	Masse brute (sans pieds)	ETM										IRAS
				Na-22 (Bq/g)	Al-26 (Bq/g)	Ti-44 (Bq/g)	H-3 (Bq/g)	Na-24 (Bq/g)	Na-23 (Bq/g)	Ag-108m (Bq/g)	Sn-113m (Bq/g)			
Limite d'activité massique				10	10	10	1000	1000	1000	10	1000	10	1000	
Seuil de déclenchement				0.1	0.1	0.1	1	0.01	10	2.00E-04	10			
KPW/CMS130-GK000530	4170133	PUISSANCE_CUVRE	999.6	0.01	0.01	0.01	0.07	0	2.93	1.31E-03	0.00	0.02		
KPW/CMS130-GK000515	4170337	PUISSANCE_CUVRE	1990	0.01	0.01	0.01	0.52	0	2.93	5.22E-03	0.01	0.03		
KPW/CMS130-GK000518	4170077	PUISSANCE_CUVRE	2255	0.01	0.01	0.02	1.61	0	2.93	2.73E-02	0.08	0.06		
KPW/CMS130-GK000531	4170079	PUISSANCE_CUVRE	1545	0.01	0.01	0.02	1.53	0	2.93	2.37E-02	0.07	0.05		
KPW/CMS130-GK000524	4170082	PUISSANCE_CUVRE	1300	0.02	0.01	0.01	0.65	0	2.93	5.23E-03	0.01	0.03		
KPW/CMS130-GK000526	4170084	PUISSANCE_CUVRE	1945	0.08	0.01	0.03	9.66	0	2.93	1.85E-01	0.51	0.24		
KPW/CMS130-GK000521	4170116	PUISSANCE_CUVRE	2460	0.02	0.01	0.02	2.31	0	2.93	4.14E-02	0.11	0.07		
KPW/CMS130-GK000522	4170125	PUISSANCE_CUVRE	2240	0.01	0.01	0.02	2.61	0	2.93	4.69E-02	0.13	0.08		
KPW/CMS130-GK000510	4170155	PUISSANCE_CUVRE	2235	0.17	0.01	0.04	27.00	0	2.93	5.27E-01	1.46	0.59		
KPW/CMS130-GK000513	4170156	PUISSANCE_CUVRE	1635	0.16	0.01	0.06	44.59	0	2.93	8.72E-01	2.41	0.94		
KPW/CMS130-GK000519	4170158	PUISSANCE_CUVRE	1720	0.07	0.01	0.045	24.09	0	2.93	4.69E-01	1.30	0.53		
KPW/CMS130-GK000503	4170212	PUISSANCE_CUVRE	1570	0.09	0.01	0.024	12.16	0	2.93	2.49E-01	0.66	0.29		
KPW/CMS130-GK000537	4170249	PUISSANCE_CUVRE	1375	0.01	0.01	0.013	0.65	0	2.93	5.51E-03	0.01	0.03		
KPW/CMS130-GK000681	4170297	PUISSANCE_CUVRE	1260	0.05	0.01	0.040	15.62	0	2.93	3.08E-01	0.85	0.35		

Sélection

Caractérisation

Traitement

Validation

IRAS

Expédition



# Projet-pilote vers phase industrielle – REX (1)

## Risque anticipable

### ELICA (câbles): validation des colis



- Disponibilité des détecteurs



- Achat détecteur germanium supplémentaire
- Mesure sur 2 faces opposées

## Risque peu anticipable

### ELICA (câbles): quantification du plomb



- Caractérisation chimique: détection de plomb dans les gaines plastiques
- Spécification ANDRA: si  $x_{m, Pb} > 3 \%$ , dangereux + test de potentiel polluant
- Matrice plastique non standard pour les laboratoires



- Demande spécifique à un laboratoire avec le soutien de l'ANDRA

# Projet-pilote vers phase industrielle – REX (2)

- **Compétences** chef de projet:
  - Gestion de projet selon standard **PMI**
  - Formation **PMP**



- **Acteurs externes** : **ANDRA**
  - Impliquer dès le **début**
  - **Appui** dans le projet-pilote

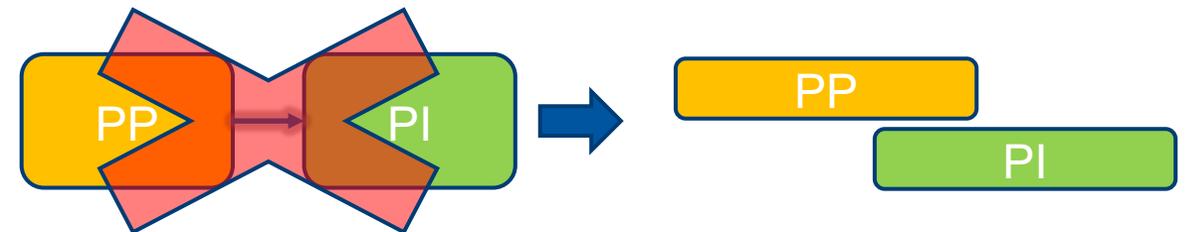


- **Acteurs internes**: **opération**
  - Associer l'opérateur = **acteur**
  - **Continuité** passage témoin

- **Représentativité** du lot de déchets du PP



- Absorber les **aléas** futurs

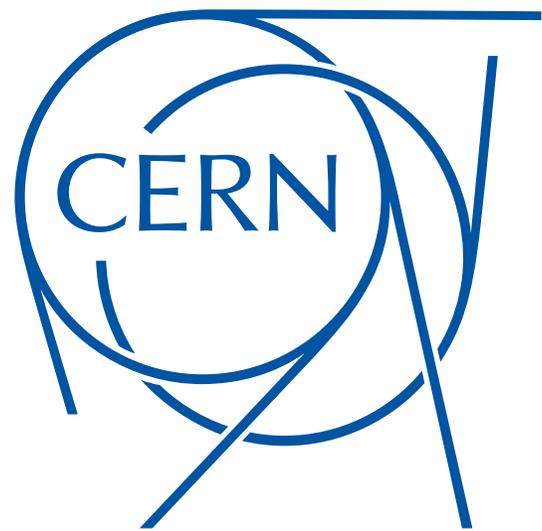




Chargement d'un colis 1.35 m3 de déchets métalliques,  
pour expédition vers le Cires de l'ANDRA,  
CERN

# MERCI

Luisa Ulrici, Matteo Magistris, Francesco La Torre, Thomas Frosio, Renaud Charousset, Bertrand Cellierier, Luca Bruno, Yvon Algoet



# Acronymes

- **ANDRA**: Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs
- **ASN**: Autorité de Sûreté Nucléaire
- **AQ**: Assurance Qualité
- **CERN**: Organisation européenne pour la Recherche nucléaire
- **Cires**: Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage
- **CSA**: Centre de Stockage de l'Aube
- **DFMA**: Déchet de Faible et Moyenne Activité
- **ELICA**: ELimination of TFA Cables
- **ELMA**: ELimination of TFA MAgnets
- **FMA**: Faible et Moyenne Activité
- **IRAS**: Indice Radiologique d'Acceptabilité en Stockage
- **LI**: Libération Inconditionnelle
- **OFSP**: Office Fédéral de la Santé Publique
- **PI**: Phase Industrielle
- **PMI**: Project Management Institute
- **PMP**: Project Management Professional
- **PP**: Projet-Pilote
- **PSI**: Institut Paul Scherrer
- **REX**: Retour d'EXpérience
- **RN**: RadioNucléide
- **RWTC**: Radioactive Waste Treatment Center
- **SHERPA**: SHEaR Process Assessment
- **TFA**: Très Faible Activité

# Déchets radioactifs – outils traitement



Presse-cisaille



Contrôleur RX  
(incinérables)



Cellule ventilée  
(déchets contaminés)



Presse à paquets



Broyeur  
(câbles LI)



Evaporateur  
(eau)