Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'intérieur DFI
Office fédéral de la santé publique OFSP
Unité de direction Protection des consommateurs
Diivision Radioprotection

Démantèlements
Défis pour les autorités

Office fédéral de la santé publique

Dr. phil. nat **Nicolas Stritt**

Division Radioprotection

ARRAD, 10.11.2017

Contenu de la présentation

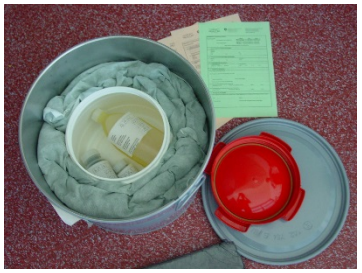
- **Déchets radioactifs** en Suisse (médecine, industrie, recherche)
- **Défis No. 1**: Révision des ordonnances et nouvelles LL
- **Défis No. 2**: Démantèlement d'installations de petite envergure
- **Défis No. 3**: Démantèlement d'installations de grande envergure
    - Exemples de démantèlements
- **Défis No 4**: Démantèlements dans le futur
- **Enjeux** en terme de radioprotection
- **Conclusions**

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'intérieur DFI
Office fédéral de la santé publique OFSP
Unité de direction Protection des consommateurs
Diivision Radioprotection

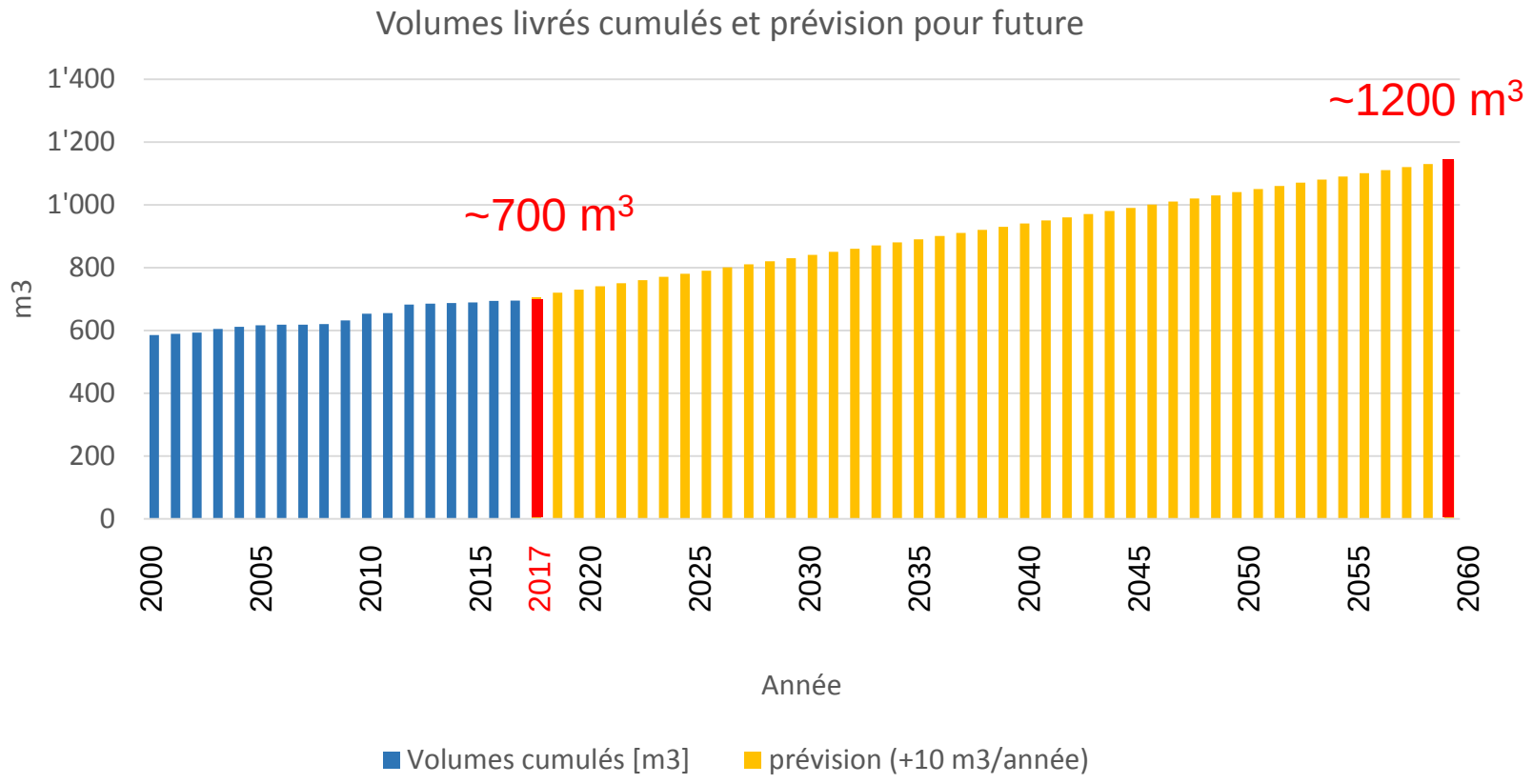
Déchets radioactifs en routine en Suisse

- Catégorie de déchets radioactifs provenant de l'industrie, de la recherche et de la médecine, sans démantèlement majeur



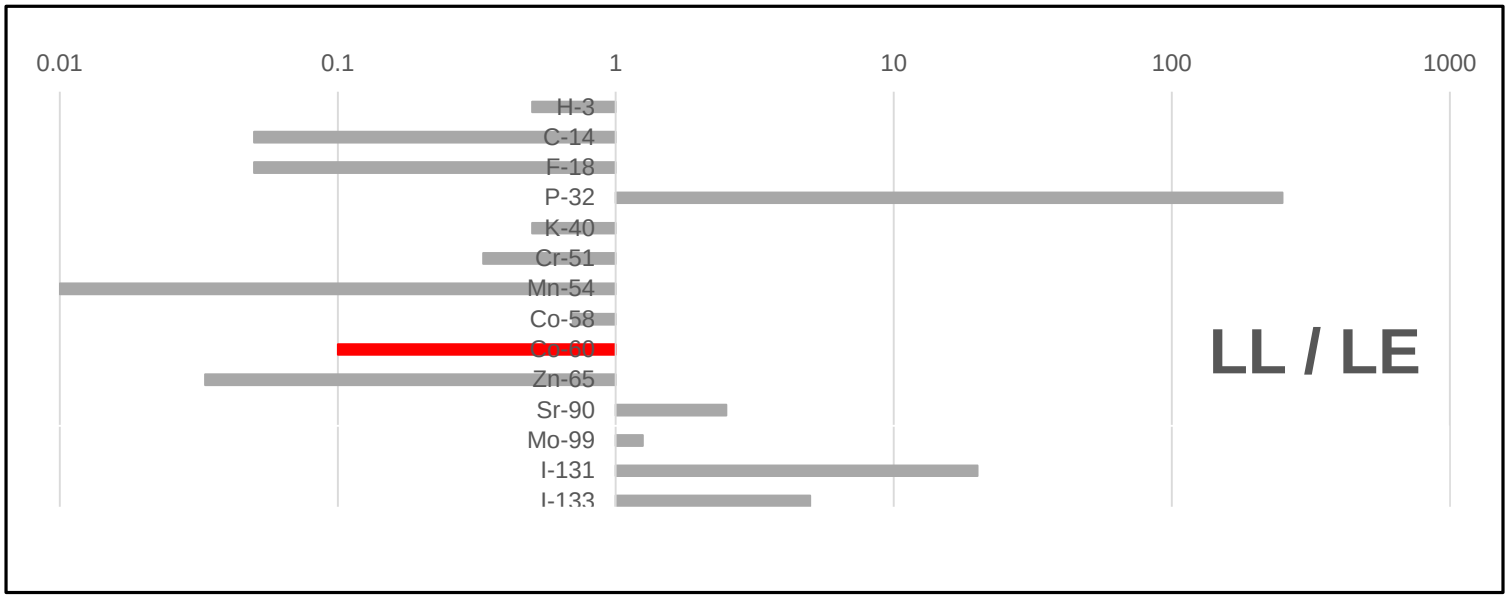
- Environ 10 à 15 m^3 de déchets radioactifs livré par année
- Démantèlement de petites installations ou de petit matériel

Statistique et gestion des déchets MIF



1er défis: Révision des ordonnances, nouvelles LL

- Harmonisation au niveau européen des valeurs limite de libération. Passage d'une limite d'exemption (LE) pour sortir du domaine d'application, à une limite de libération (LL) plus soumis à la surveillance des autorités (activité spécifique)



- Une étude démontre une augmentation des volumes de déchets pour certains nuclides, notamment pour les centrales nucléaires
- Difficulté de mesurer certaines limites (LL), l'activité spécifique étant de l'ordre du 0.1 Bq/g

2ème défis: Démantèlement installations de petite envergure

- Cyclotrons pour la production de radiopharmaceutiques (5 en Suisse)

- Laboratoires de typ A, B ,C (environ 250)

- Accélérateurs linéaires d'électrons utilisés en radiooncologie (environ 30)

Démantèlements de petites installations

- Volume de matériel à éliminer reste petit (collimateurs, pièces activés, sources radioactives, etc.)

- Nombre d'installations est assez important

- Possibilité de laisser décroitre les déchets radioactifs si la durée de vie des nuclides est courte (médecine, démantèlement de cuves de décroissance pour le iode, pression de temps)

- Absence de nucléides exotiques, mais caractérisation du matériel et mesure ou estimation de l'activité encore présente pas toujours évidente

Démantèlements de petites installations

Défis lors de ces démantèlements

- Difficulté de suivi et manque d'information (changements de responsables, cessations totale des activités, faillites, ...)
- Parfois manque de compétences/connaissances spécifiques des responsables locaux
- Soutien important de la part des autorités nécessaire
- Budgets pour le démantèlement importants pour de petites entreprises (sources de haute activité)
- Travail pour les autorités pas très complexe, mais très chronophage

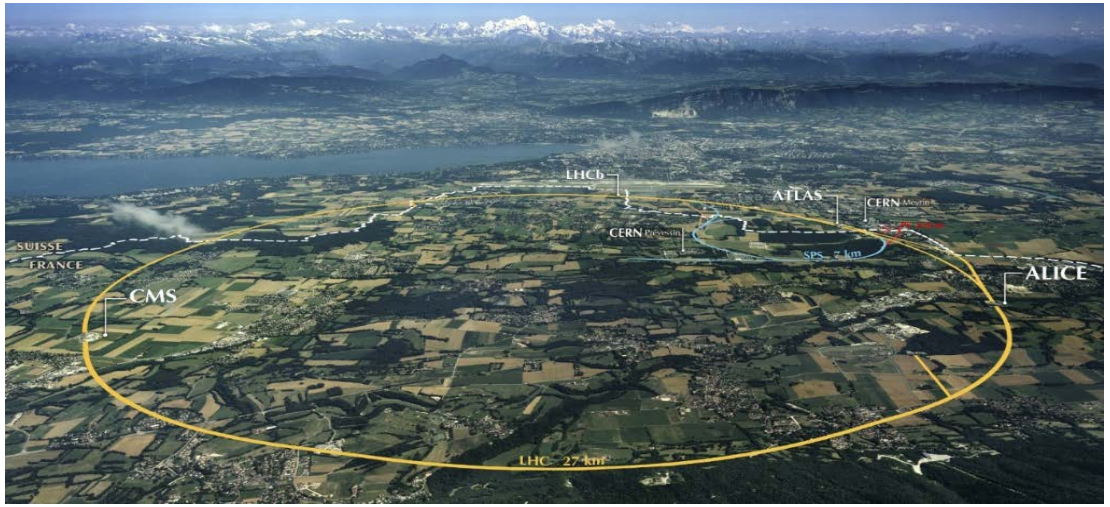
3ème défis: Démantèlement des grandes installations

Institut
Paul Scherrer

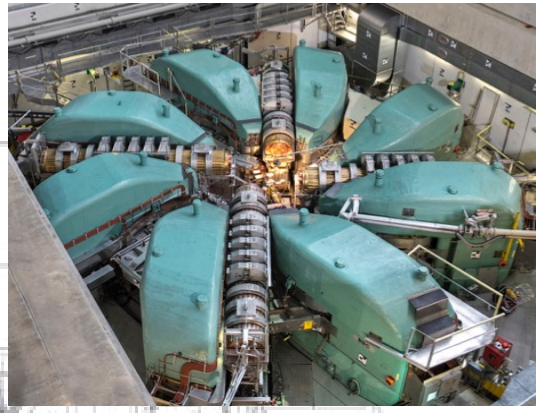
(Villigen / Wurenlingen)

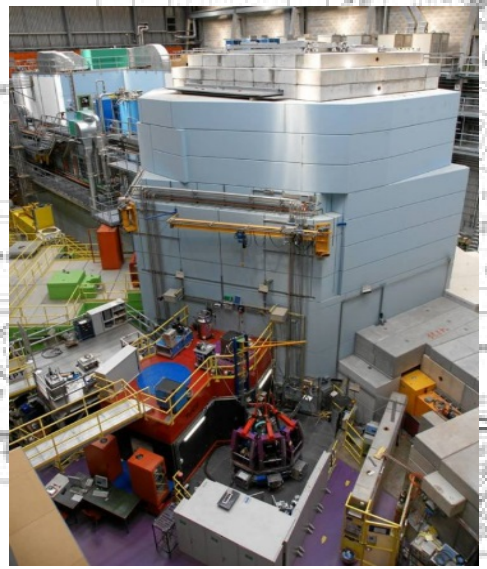
CERN

(Genève)



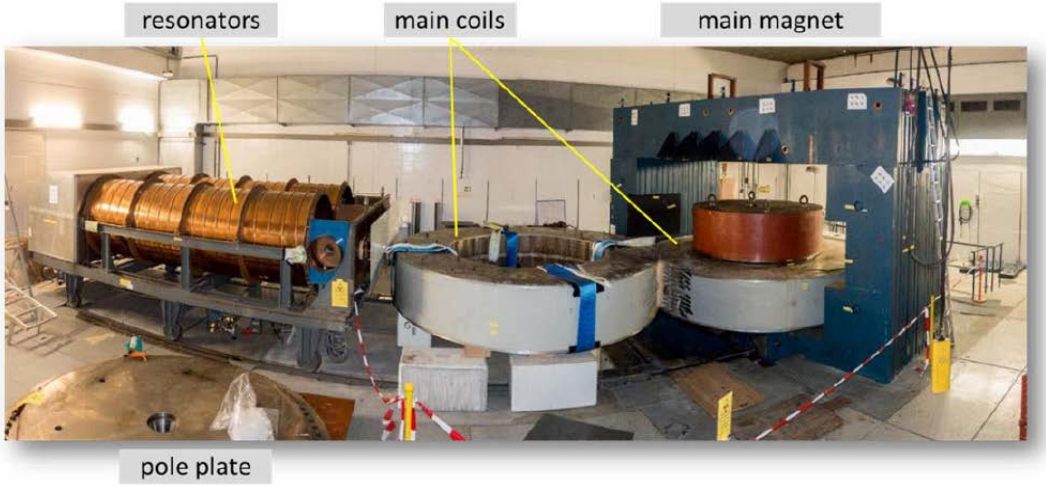
Démantèlement de grandes installations PSI





Exemple de démantèlement, Injecteur 1 du PSI

- Injecteur 1 date de 1955 et n'est plus utilisé depuis de nombreuses années
- Caractérisation de l'installation réalisée, volumes et activités déterminées par le PSI
- Qu'en est-t-il du démantèlement ?



Exemple de démantèlement au PSI, Injecteur 1

- L'injecteur I du PSI a été démonté, mais il ne va pas être mis à la ferraille ou éliminer en tant que déchets radioactifs

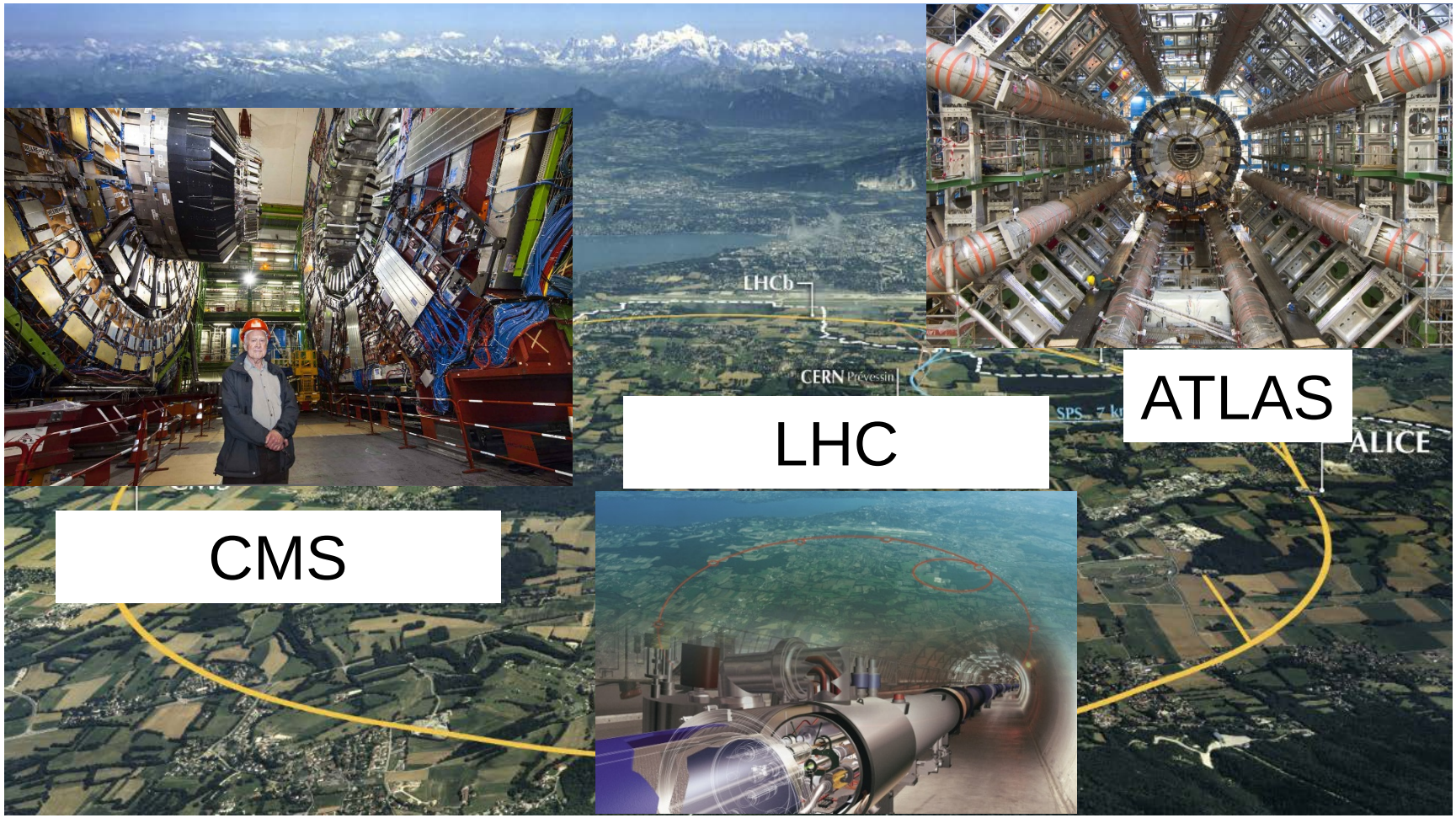
  L'installation a été vendue à un **centre de recherche en Chine** pour réutilisation (0 déchets)

- Quelques défis rencontrés lors de ce démantèlement
  - **Caractérisation** de l'activation du matériel (historique)
  - **Attestation** par la Chine de la reprise pour utilisation
  - **Exigences de transport** de matières radioactives par route / bateau
  - **Organisation du transport (logistique)** et empaquetage

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

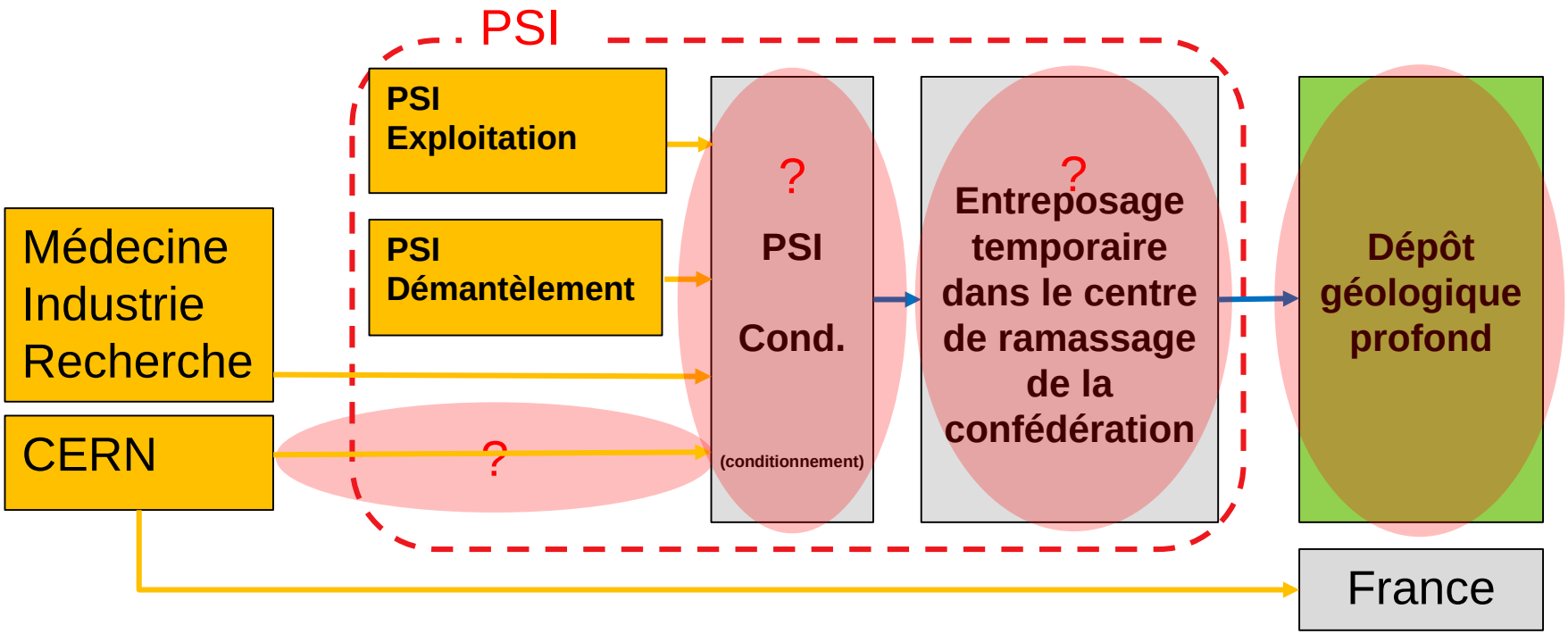
Département fédéral de l'intérieur DFI
Office fédéral de la santé publique OFSP
Unité de direction Protection des consommateurs
Diivision Radioprotection

Démantèlement des grandes installations CERN



Particularités pour le démantèlement au CERN

- Accord tripartite, répartition équitable des déchets vers la Suisse et France
- Défis sur les filières d'élimination et conditionnement des déchets du CERN
- Filières d'éliminations des déchets pour les installations en Suisse



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'intérieur DFI
Office fédéral de la santé publique OFSP
Unité de direction Protection des consommateurs
Diivision Radioprotection

Exemple de démantèlement du CERN, modules LEP

- Eléments cryogéniques résultant du démantèlement du LEP
- 70 modules, environ 450 tonnes

Solution retenue pour le démantèlement

- Mise en place de mesure de libération pour l'élimination de déchets très faiblement radioactifs en tant que déchets conventionnels
- Les mesures, le tri du matériel et l'élimination de ces matériaux ont durés plusieurs mois.

Exemple de démantèlement du CERN, modules LEP

- Méthodologie repose sur l'utilisation de « scaling factors » permettant de déduire l'activité spécifique des nuclides « difficiles à mesurer » à partir de mesures de nuclides «faciles à mesurer» (Co-60) par gammaspectrométrie
- Mesure sur divers échantillons permet une confirmation expérimentale de l'adéquation du modèle
- Mesure simple et directe du Co-60 dans armoire de mesure permet la déduction de l'activité totale pour tous les nuclides
- 95% des 450 tonnes, a pu être trié et éliminé de manière conventionnelle et va être réutilisé (revalorisation)
- 5% éliminé comme déchets radioactifs

Photos courtoisie du CERN

Exemple de démantèlement du CERN, modules LEP

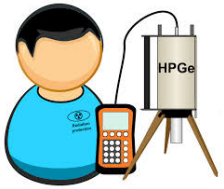
Quelques défis rencontrés:

- Nature et taille des installations, m^3 et tonnage important
- Conditions uniques d'activation (historique de l'irradiation importante)
- Caractérisation des déchets est importante pour faire un tri optimale et juste entre les déchets conventionnels et les déchets radioactifs
- **Pour le CERN**, caractérisation des déchets, développement d'une méthodologie alliant calculs Monte Carlo prenant en compte la nature et les conditions d'irradiation spécifiques des déchets (Actiwiz) et mesures d'échantillons, utilisation d'une traçabilité précise (TREC)
- **Pour l'OFSP**, validation des modèles devant s'appuyer sur des hypothèses conservatrices et représentatives, validation de la caractérisation des déchets et vérification par mesure d'échantillons

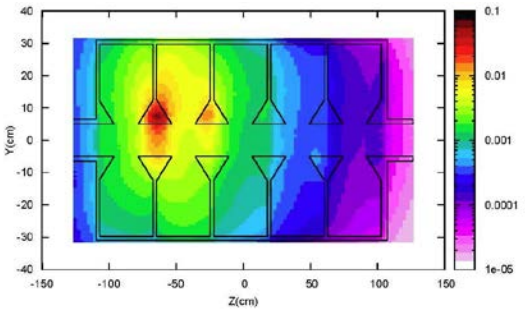
Etroite collaboration entre les deux instances pour mettre en place ces procédures et ces mesures pour une élimination du matériel

Défis des démantèlement des grandes installations

Utilisation et développement de méthodes de mesures complexes:



- Spectrométrie gamma, mesure in situ, géométrie, calibration, vérification
- Simulations monte Carlo /software
- Comparaison avec des mesures (Benchmark)
- Détermination des méthodes d'échantillonnages et des marges d'erreur acceptables
- Armoires de mesures, géométrie, calibration

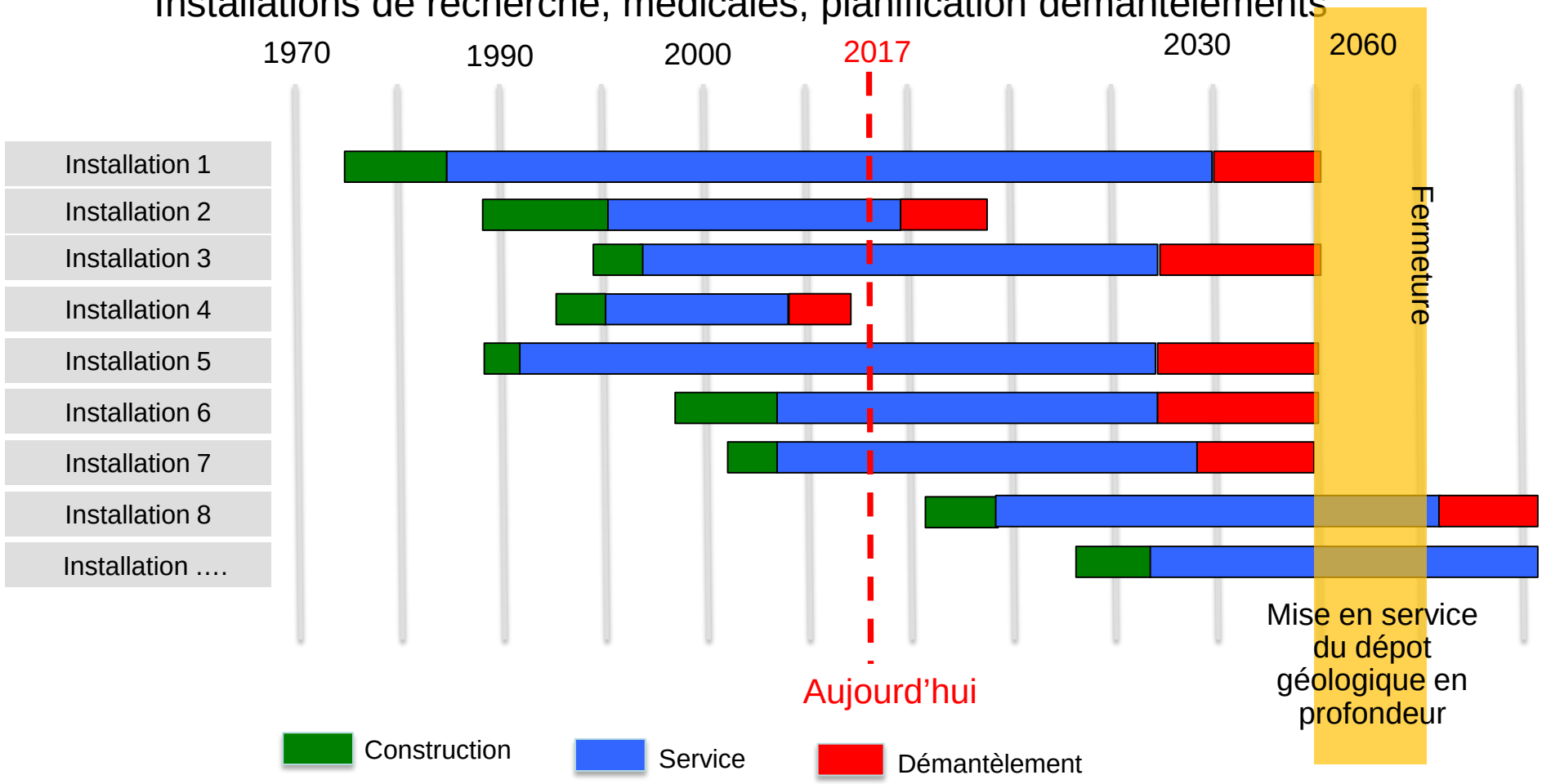


⇒ Contrôle par les autorités

- Demande de ressources
- Connaissances nécessaires des appareils de mesures, des programmes de calcul, des simulation, composition du matériel, etc.

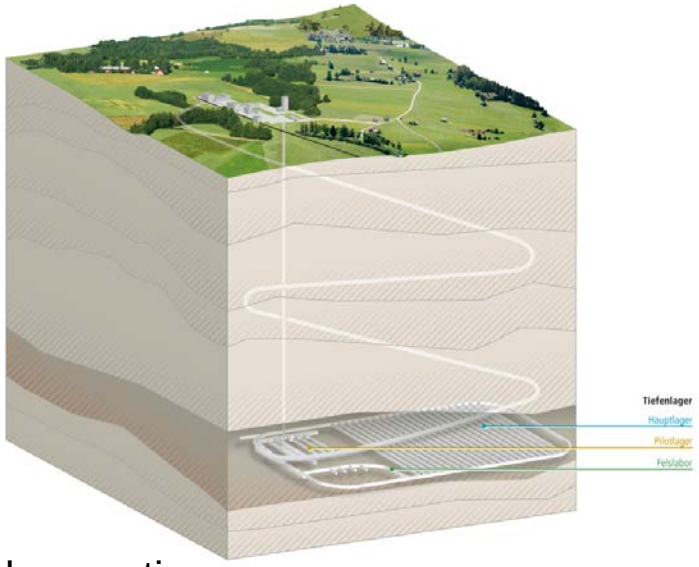
4ème défis: Démantèlement dans le futur

Installations de recherche, médicales, planification démantèlements



Démantèlement après la fermeture du dépôt géologique

- Certaines installations seront encore en service (médecine nucléaire, recherche, etc.)
- Que faisons les déchets radioactifs produits par des démantèlements futurs réalisés après la fermeture du dépôt géologique final
- Solution retenue mais aussi les coûts pour l'élimination et l'entreposage dans un nouveau dépôt dépendra du volume et de la toxicité des déchets à éliminer



- Groupe de travail mis sur pied pour s'occuper de la question
- Planification à faire pour les 50 prochaines années
  Quels seront les avancés technologiques dans la recherche qui vont être réalisées (exemple LHC), planification très difficile à faire
- Estimation assez précise des volumes et des matériaux nécessaire
- Challenges et défis pour les autorités et pour les membres du groupe de travail

Enjeux de radioprotection lors des démantèlements

- Activités dépassent les activités de routine et demandent parfois des autres compétences. Aussi pour les autorités.
- Flux de matières et volumes beaucoup plus élevées.
- Elargissement du cercle des personnes concernées (ouvriers, spécialistes…), passation de responsabilités, planification exigeante.
- Coûts de démantèlement élevés
- Elimination de déchets radioactifs, rejets possible dans l'environnement selon les législations en vigueur (filières d'élimination possibles, respects des critères…)

=> Risques accrus d'erreurs (caractérisations, incertitudes)

=> Doses potentielles plus élevées pour les travailleurs et le public

⇒ Risques accrus de rejets non contrôlés (plus de la routine) dans l'environnement

Conclusion

Défi No 1:
Révision des ordonnances, Nouveaux LL (augmentation des volumes et mesures)

Défi No 2:
Démantèlement des petites installations

- Beaucoup d'installations
- compétence plus présente
- soutien important des autorités nécessaire

Défi No 3:
Démantèlement de grandes installations

- Caractérisation du matériel
- Méthode de calcul, simulation, mesure
- Volume important
- Filières d'élimination des déchets radioactifs et revalorisation, respect des limites

Défi No 4:
Gestion à long terme des démantèlements et des déchets radioactifs après la fermeture du dépôt géologique

- Estimations des volumes et activité complexes
- Planification sur 50 - 60 ans difficile
- Groupe de travail se penche sur le sujet

Enjeux:
Enjeux en terme de radioprotection

- Flux de matières et volumes
- Nombre de personnes concernées
- Risques accrus pour les travailleurs
- Risques pour les rejets (plus à faire a de la routine)

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Federal Departement of Home Affairs FDHA
Federal Office of Public Health FOPH
Consumer Protection Directorate
Radiation Protection Division

Fin

Merci de votre attention