



Déchets radioactifs issus de l'exploitation d'une centrale nucléaire

Séminaire CPR 2025

Beat Bitterli

28 mars 2025

EDMS: 894357

Sommaire



01

Provenance

02

Éléments combustibles

03

Épuration de l'eau / eaux usées

04

Déchets incinérables et fusibles

05

Métaux activés

06

Synthèse et conclusion

Objectifs



Les quantités de déchets issus de l'exploitation sont faibles.

La dose collective issue du traitement des déchets est faible.

Des procédures sont bien établies pour tous les déchets.

Provenance des substances radioactives

Produits de fission

Fission de l'uranium

- 1 noyau d'uranium 235 190 MeV d'énergie thermique utilisable
- Centrale de Gösgen : 3002 MW d'énergie thermique
env. 1e20 fissions par seconde
-> 0,038 g/s d'uranium 235 -> 1 t/a
-> 5 % dans le combustible -> 20 t/a

Déchets par an

- 1 t/a de produits de fission répartis sur 36 éléments combustibles (EC)
p. ex. Cs-137, I-131, Xe-133...
-> 1,1 conteneur de stockage par an
auparavant : retraitement -> déchets vitrifiés
-> *moins de déchets, recyclage de l'U-238 et du Pu-239*
-> *aujourd'hui : interdit*



Provenance des substances radioactives

Produits d'activation

En raison du rayonnement neutronique

- de l'eau : H-3, C-14
- du B-10/Li-6 : H-3
- de l'acier : Co-60, Co-58, Cr-51...
- de l'uranium : Pu-239, Am-241, Cm-244...

Important
pour la dose
dans la CN

Déchets radioactifs

- > 99,9 % de la radioactivité dans les EC
- Reste : dans le réacteur, les équipements et les environs
 - > contamination de l'eau
 - > répartition dans d'autres systèmes



Piscine de stockage des EC

Importance des éléments combustibles pour la radioprotection

Manipulation des assemblages combustibles usés

Protection : eau ou conteneurs de transport

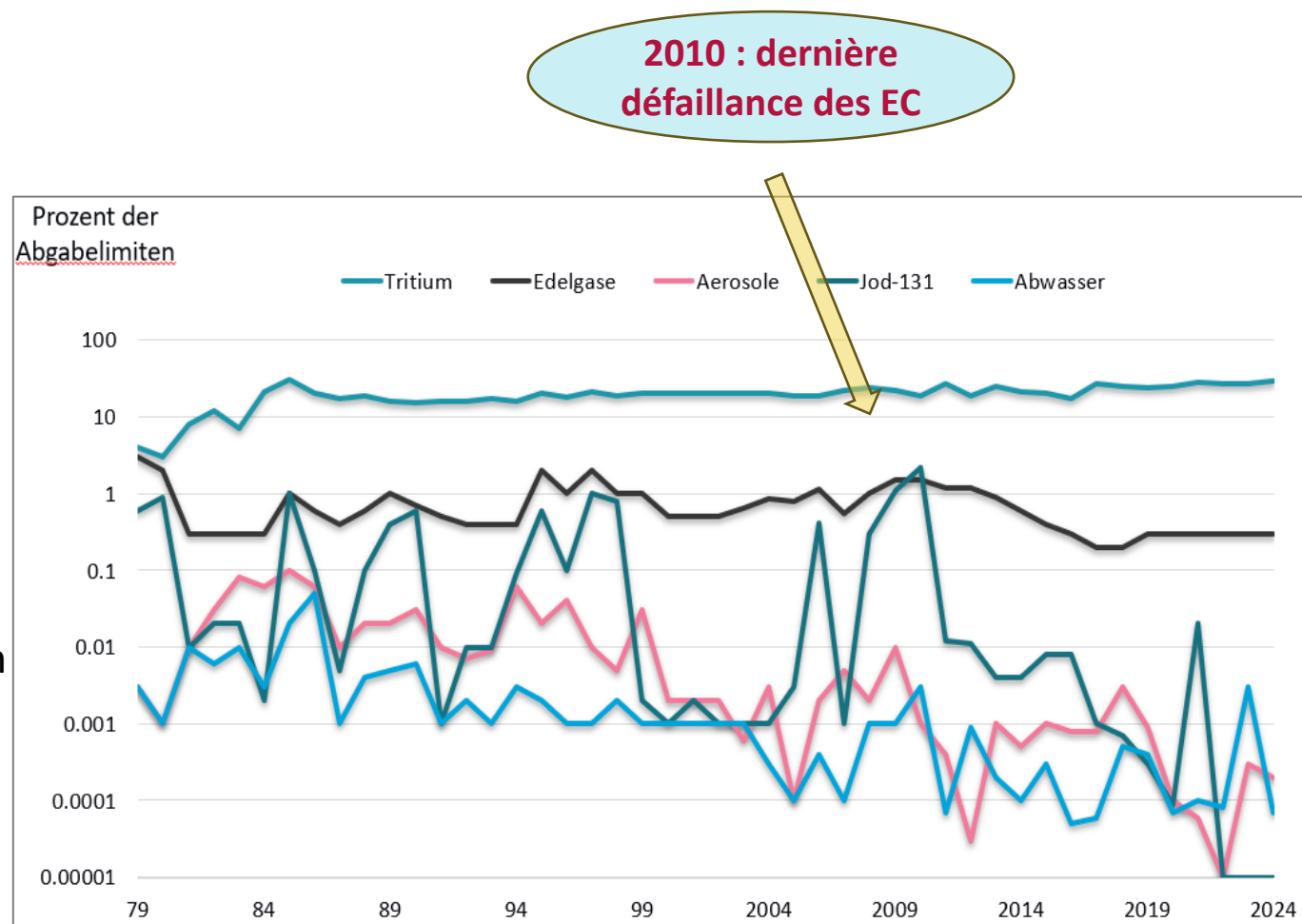
Risques

- Exploitation défectueuse
- Manipulation défectueuse

Conséquences : augmentation

- > des substances rejetées (gaz rares, iode)
- > du risque de contamination ou d'incorporation
- > de la probabilité d'une problématique alpha
- > de l'activité dans les fûts de déchets

**Non pertinent pour
la dose pendant
l'exploitation**



Qu'advient-il des éléments combustibles ?

Caractéristiques

DDA des EC	1-10 kSv/h
Puissance thermique	1-10 kW

0,1-2 mSv/h

Prochaines étapes

- > 2 ans dans la piscine de stockage
- Transport vers l'installation externe d'entreposage en piscine

- X années de stockage
- Transport jusqu'au centre Zwiilag (Würenlingen)
- Stockage intermédiaire
- À partir de 2060 : transport dans un dépôt en couches géologiques profondes

1,7 pers.-
mSv/transport
-> 5,5 mSv/a



Épuration de l'eau

Résine échangeuse d'ions et filtres à particules en suspension

Résine échangeuse d'ions

Fonction comparable à un lave-vaisselle :
ions positifs Fe, Co, Cs... -> Li+
ions négatifs I, ... -> borate

Application bitumage, cimentation

Quantité par an 11 fûts

Filtres à bougie (filtres à particules en suspension)

Fonction rétention des matières en suspension

Application cimentation

Quantité par an 1 fût

Résine fraîche



Manipulation à distance dans le dépôt : faible dose



Filtres à bougie



Dépôt pour déchets moyennement radioactifs

Eaux usées

Eaux usées

7000 m³ par an dans la zone contrôlée

Traitement des eaux usées

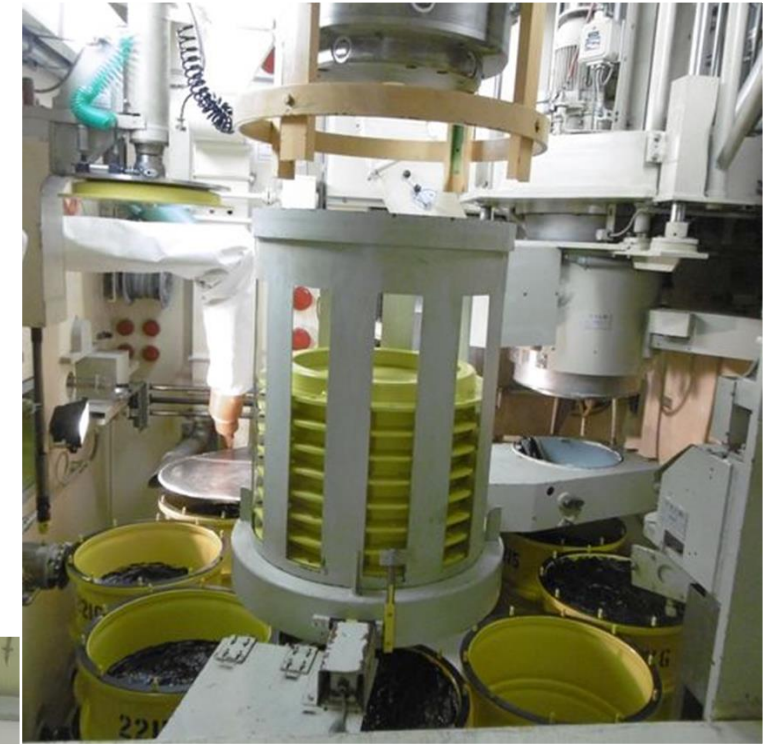
- Collecte (4 réservoirs de 60 m³)
- Évaporation (3500 m³ par an)
- Contrôle de l'activité
(typiquement < 3 Bq/L, hors H-3)
- Rejet dans l'Aar

Traitement du concentré de l'évaporateur

- Collecte (8 m³ par an)
- Bitumage, cimentation
- 25 à 30 fûts par an
- Transport au centre Zwiilag



Réservoirs d'eaux usées



Bitumage



1 mSv/h

Dépôt pour déchets faiblement radioactifs

Eaux usées

Concentré de l'évaporateur

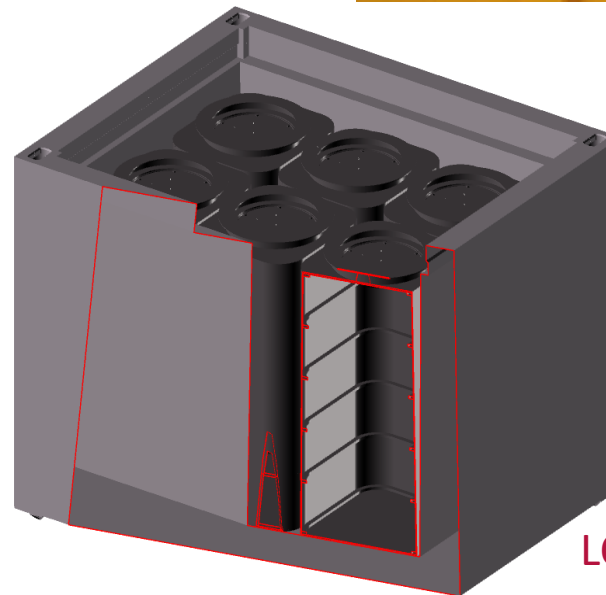
Procédure

- Maintenant : bitumage
- Nouveau : séchage **par micro-ondes** à partir de fin 2026
-> Réduction des substances organiques

Manipulation

- Séchage dans des conteneurs en acier inoxydable de 600 L
- 6 conteneurs intérieurs par conteneur en béton LC86
- 1 LC86 par an

Séchage :
5 pers.-mSv/a



LC86



Dispositif à micro-ondes (source : NUSIM)

Intérieur 2 mSv/h
Extérieur 2 mSv/h

Déchets incinérables

Importance pour la radioprotection

Production de déchets

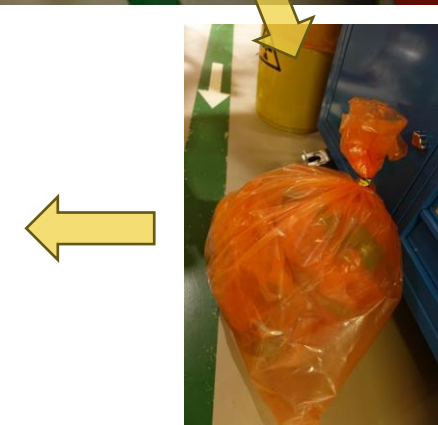
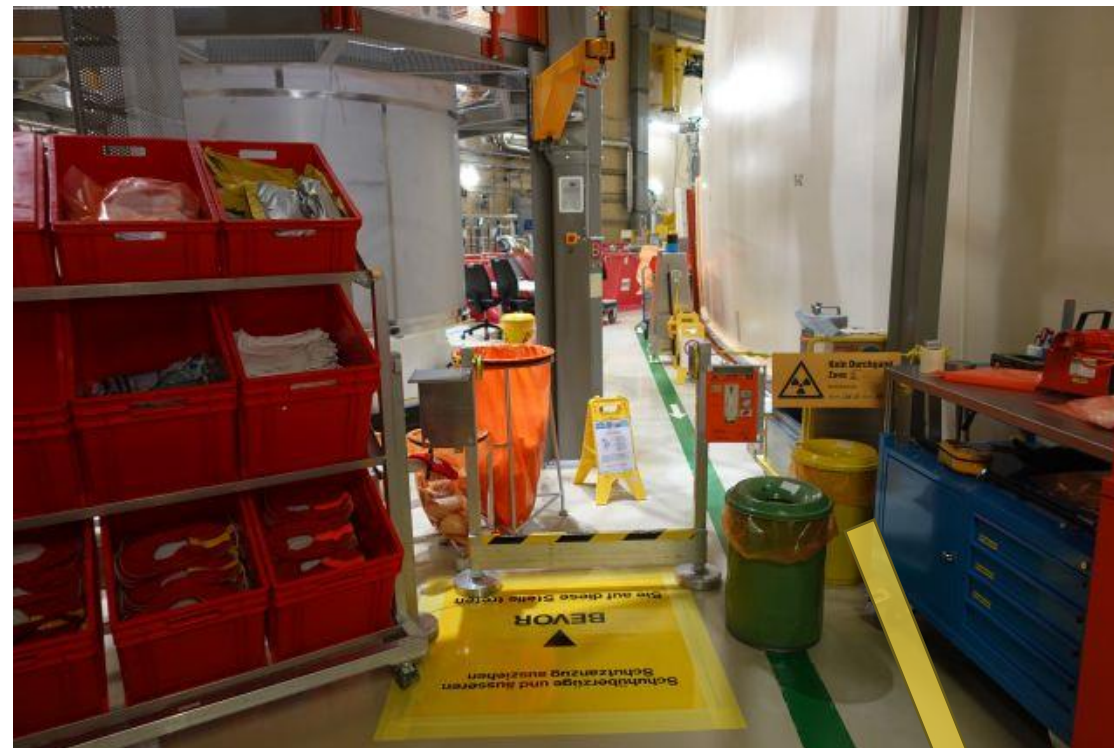
maintenance, entretien et réparations

Enjeu

Source possible de débit de dose et de contamination

Traitement

- Tri préalable : poubelles jaunes/vertes
- Fermer les sacs poubelles et les collecter régulièrement



Déchets incinérables

Traitement

Traitement

- Tri et mesure : actif/inactif

**Collecte/tri :
< 5 pers.-mSv/a**

- Pressage dans des fûts

- Stockage

- Transport au centre Zwilag

**0,5 pers.-
mSv/transport
(51 fûts)**

- Traitement dans une installation à plasma

Quantité annuelle

75 fûts avant incinération

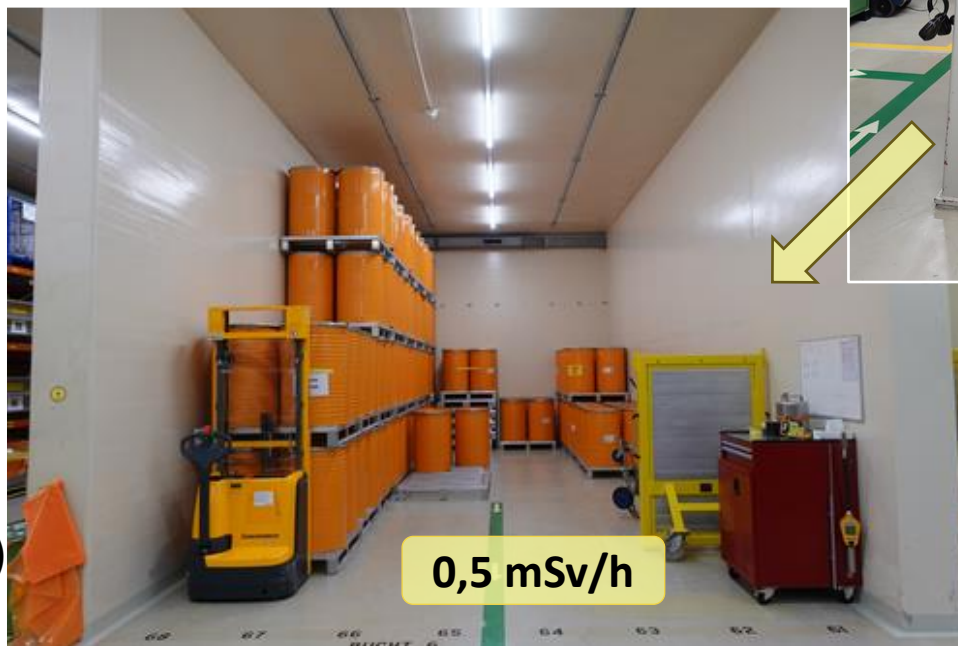
-> 20 fûts après (mâchefers vitrifiés dans du verre)



Table de tri : actif/inactif



Presse à fûts



0,5 mSv/h

Déchets fusibles

Métaux

Production de déchets

maintenance, entretien et réparations

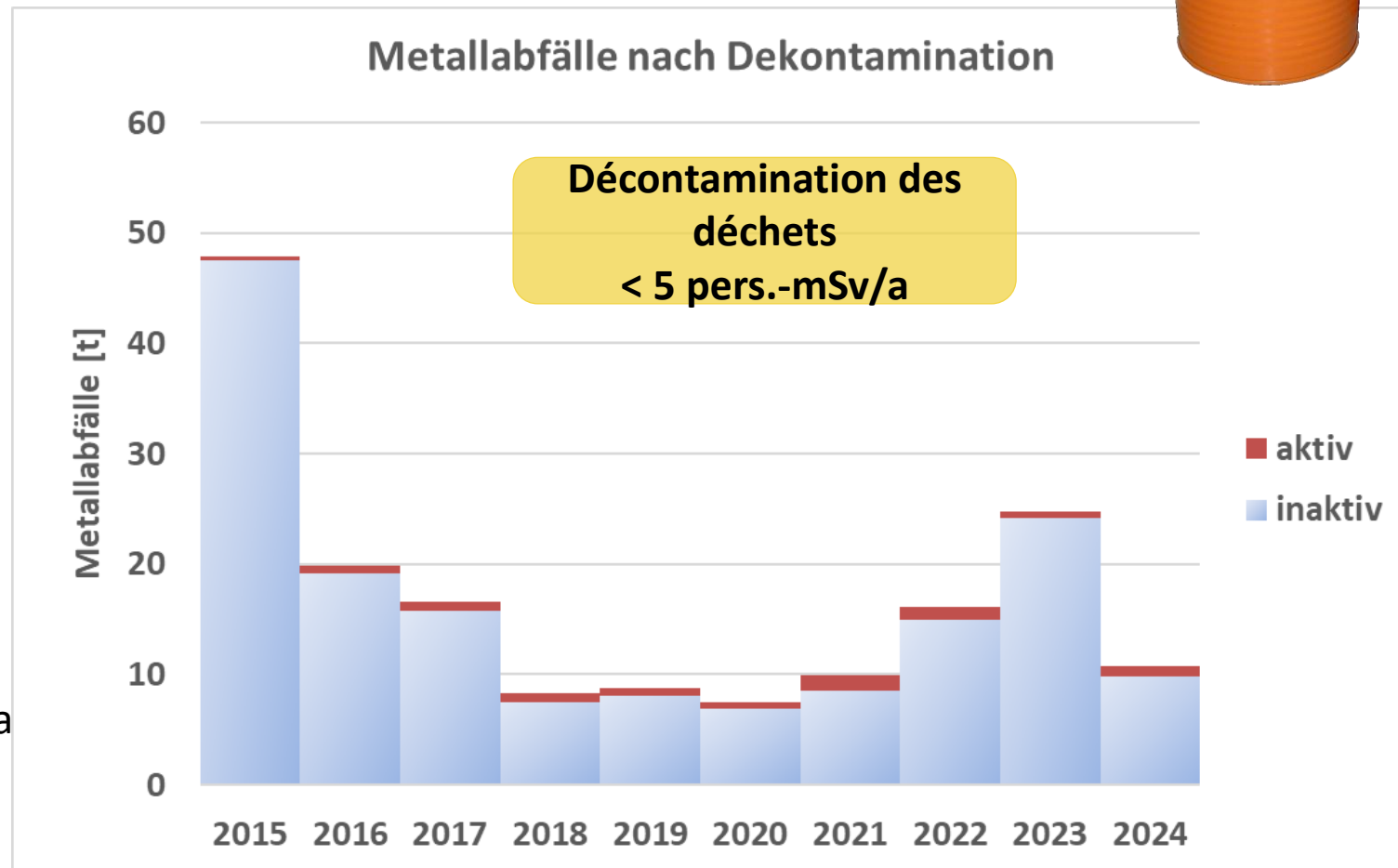
Traitement

- Collecte
- Tri et mesure : actif/inactif
- Décontamination
- Remplissage des fûts
- Transport au centre Zwiilag
- Traitement dans une installation à plasma

Quantité annuelle

1 fût

2-10 mSv/h



Métaux activés

Équipements nucléaires

Production de déchets

pièces de rechange (p. ex. éléments de commande)

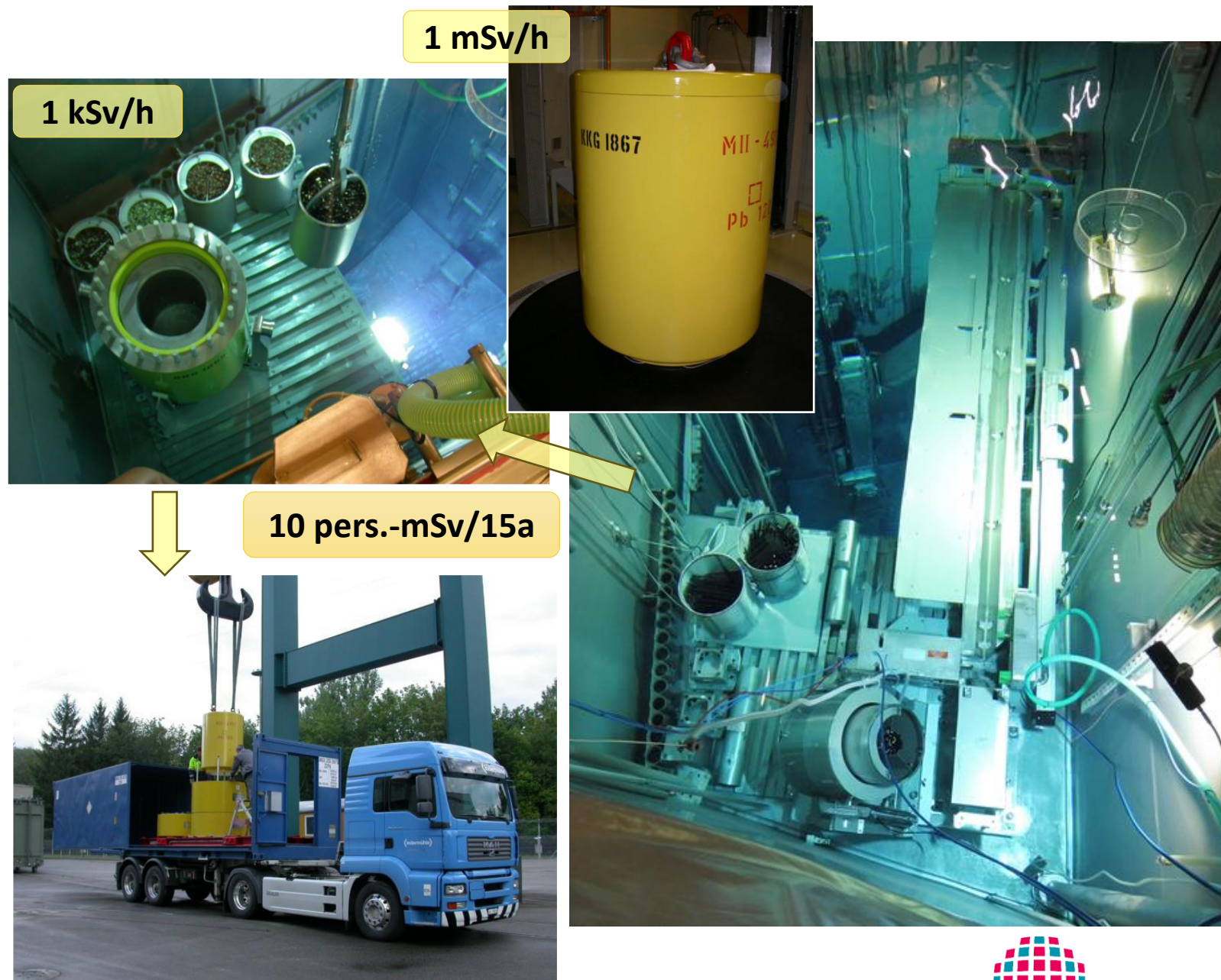
Traitement

- Collecte dans la piscine de stockage
- Découpage sous l'eau
- Tri dans les fûts / conteneurs blindés
- Fûts -> cimentation
- Conteneurs blindés -> séchage
- Transport au centre Zwiilag

Quantité annuelle

0,5 fût (jusqu'à 500 mSv/h)

0,1 conteneur blindé



Quantité de déchets par an

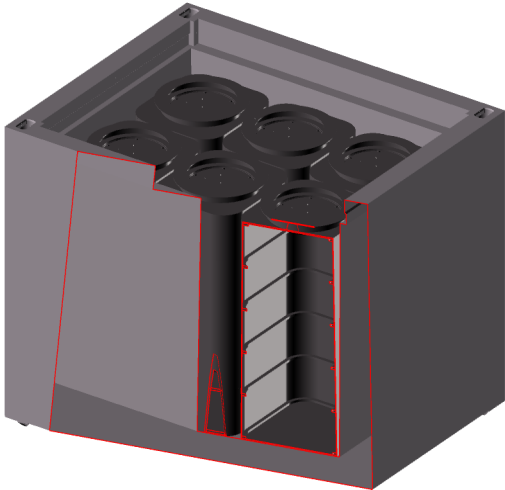
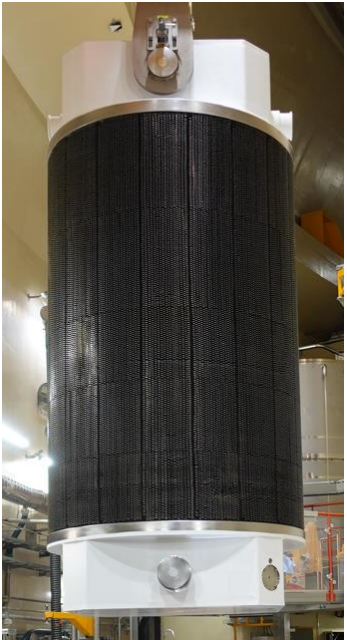
Synthèse

Dose collective pour le traitement des déchets :
15 pers.-mSv/a
-> 4 % de la dose annuelle

Type de déchets	Type de conteneur	Nombre	Volume, m ³
Éléments combustibles	Réservoir de stockage	1,1	29,7
Concentrés de l'évaporateur	200 L – fût	30	6,3
Résines	200 L – fût	11	2,3
Filtres	200 L – fût	1	0,2
Métaux activés	200 L – fût	1,1	0,2
Métaux activés (moyenne activité)	Conteneur MOSAIK	0,1	0,1
Mâchefers de l'installation à plasma	200 L – fût	18	3,8
Autre	Conteneur en béton	0,1	0,9
TOTAL			43,7



Par ménage et par an :
3 cuil. à soupe



Conclusion

01

Les quantités de déchets issus de l'exploitation sont faibles.

02

La dose collective issue du traitement des déchets est faible.

03

Les procédures sont bien établies.



Vos questions et vos remarques

