



Exploitation et démantèlement des centrales nucléaires en Suisse: gestion des déchets radioactifs

Etat factuel de la question

Walter Wildi

Catégories de déchets radioactifs en Suisse

Catégories de déchets radioactifs selon OENu, art. 5 I

En vue de leur évacuation, les déchets radioactifs doivent être classés dans les catégories suivantes:

a. Déchets de haute activité (DHA):

1. éléments combustibles usés qui ne sont pas réutilisés,
2. solutions vitrifiées de produits de fission, issues du retraitement d'éléments combustibles usés;

b. Déchets alphatoxiques (ATA): déchets dont la teneur en émetteurs alpha dépasse la valeur de 20 000 becquerel/g de déchet conditionné;

c. Déchets de faible ou de moyenne activité (DFMA): tous les autres déchets radioactifs*.

Exceptions selon OENu, art. 5 I a

L'obligation d'évacuation prévue à l'art. 3 I LENu ne s'applique pas:

- a. aux déchets radioactifs de faible activité qui sont rejetés dans l'environnement conformément aux art. 111 à 116 ORaP50;
- b. aux déchets radioactifs destinés au stockage pour décroissance conformément à l'art. 117 ORaP.

Les volumes de déchets radioactifs

Quantités maximales prévisionnelles de déchets conditionnés et (entre parenthèses) quantités de déchets conditionnés et emballés dans des conteneurs aptes au stockage géologique. Les volumes sont exprimés en mètres cubes.

		Provenance						Total	
		AC (KKW)	WA (KKW)	BA (KKW)	RA (KKW)	DD (KKW)	MIR		BEVA
Catégorie selon OENu	DHA	1 357 (8 995)	114 (398)				8 (8)	1 479 (9 402)	
	ATA		99 (414)			24 (24)	168 (634)	291 (1 072)	
	DFMA			8 326 (31 271)	478 (1 811)	18 839 (27 366)	14 222 (19 010)	651 (2 302)	42 517 (81 760)
	Total	1 357 (8 995)	213 (812)	8 326 (31 271)	478 (1 811)	18 863 (27 390)	14 398 (19 652)	651 (2 302)	44 286 (92 234)

Abréviations

AC	=	Assemblages combustibles usés
ATA	=	Déchets alphatoxiques
BA	=	Déchets d'exploitation provenant des centrales et du ZWILAG
BEVA	=	Déchets provenant de l'exploitation et du démantèlement de l'unité de conditionnement pour AC
DD	=	Déchets de démantèlement
DFMA	=	Déchets de faible et de moyenne activité
DHA	=	Déchets de haute activité
KKW	=	Centrale nucléaire
MIR	=	Déchets de la médecine, de l'industrie et de la recherche scientifique
OENu	=	Ordonnance sur l'énergie nucléaire
RA	=	Déchets de réacteurs
WA	=	Déchets issus du retraitement du combustible usé
ZWILAG	=	Dépôt intermédiaire centralisé ZWILAG

Volumes de déchets radioactifs en Suisse pour une durée d'exploitation des centrales de 60 ans (47 p.KKM)

(<https://www.nagra.ch/fr/volumesfr.htm>)

Le conditionnement des déchets radioactifs

Le conditionnement peut être défini comme l'ensemble des opérations visant à rendre les déchets radioactifs aptes au stockage intermédiaire ou au stockage en couches géologiques profondes. Ces opérations comprennent le concassage mécanique, la décontamination, le compactage, l'incinération, l'inclusion dans des matrices vitreuses ou cimentaires et enfin l'emballage des déchets dans des conteneurs appropriés.

Quantité actuelle de déchets (état fin 2020)

(Volume de déchets conditionnés en mètres cubes)

Dans les centrales nucléaires	3 365
Dans les entrepôts de la Zwilag AG (ZWILAG)	2 685
Dans l'entrepôt fédéral (déchets de la médecine, de l'industrie et de la recherche)	1 606

Déchets existants fin 2020 (en m³)

(<https://www.nagra.ch/fr/volumesfr.htm>)

Déchets issus du démantèlement des Centrales nucléaires

() = déchets conditionnés

Catégorie	Total CH (m ³)	Démantèlement (m ³)	Démantèlement (% du total)
DHA Haute activité	1'479 (9'402)		0
ATA Alphatoxiques	291 (1'072)	24 (24)	8.24 (2.25)
DFMA Faible et moyenne activité	42'517 (81'760)	18'839 (27'388)	44,3 (33.49)
Total	44'286 (92'234)	18'863 (27'390)	42,59 (29.69)

Le démantèlement rapide des centrales après arrêt

La désaffectation des centrales nucléaires est réglée dans l'OENu, Section 5. L'ordonnance ne prescrit pas de délais.

Quelques arguments pour un démantèlement rapide

- Une centrale nucléaire à l'arrêt est un immense site pollué avec:
 - Risques de pollution de l'environnement (eau, sol, air);
 - Risques de catastrophe majeure (tremblements de Terre, crues, tempêtes, actions militaires, chute d'avion ...);
 - Risque de sûreté concernant des actes malveillant
- Nécessité de gardiennage, de surveillance environnementale
- Maintenance des installations de sécurité nucléaire et de sûreté
- Blocage du terrain et de matériel pour le recyclage
- Coût élevé, sans revenu
- Disponibilité de personnel qualifié

Un argument contre un démantèlement rapide

- Diminution de la radioactivité avant démantèlement

Démantèlement d'une centrale nucléaire en 3 phases

Les trois phases du démantèlement d'une centrale nucléaire:

Phase 1: mise à l'arrêt définitif comprenant le déchargement du combustible du cœur du réacteur et son entreposage pendant deux ans en piscine de "désactivation" du bâtiment combustible, ce qui comprend :

- la décharge du combustible nucléaire ;
- la vidange des circuits.

Phase 2: démantèlement partiel incluant la destruction de tous les bâtiments en dehors du bâtiment abritant le réacteur, ce qui comprend :

- la décontamination et destruction de tous les bâtiments en dehors du bâtiment abritant le réacteur nucléaire
- le confinement du bâtiment du réacteur nucléaire.

Phase 3: démantèlement total du bâtiment réacteur, ce qui comprend :

- le démantèlement des échangeurs thermiques ;
- le démantèlement du bloc réacteur ;
- la destruction du bâtiment du réacteur nucléaire.

Démantèlement du réacteur, étape I

In der SP1 werden im RG folgende Massnahmen durchgeführt (Abbildung 7):

- A. Abtransport abgebrannter BE
- B. Demontage Torus inkl. Systeme
- C. Demontage Noteinspeisesysteme/Systeme zur Abfuhr der Nachzerfallswärme aus dem RDB
- D. Demontage Kerneinbauten

Im MH sind folgende Massnahmen geplant:

- E. Aufbau Materialbehandlung
- F. Restdemontage Systeme und Beginn Gebäudedekontamination
- G. Demontage Blocktransformator

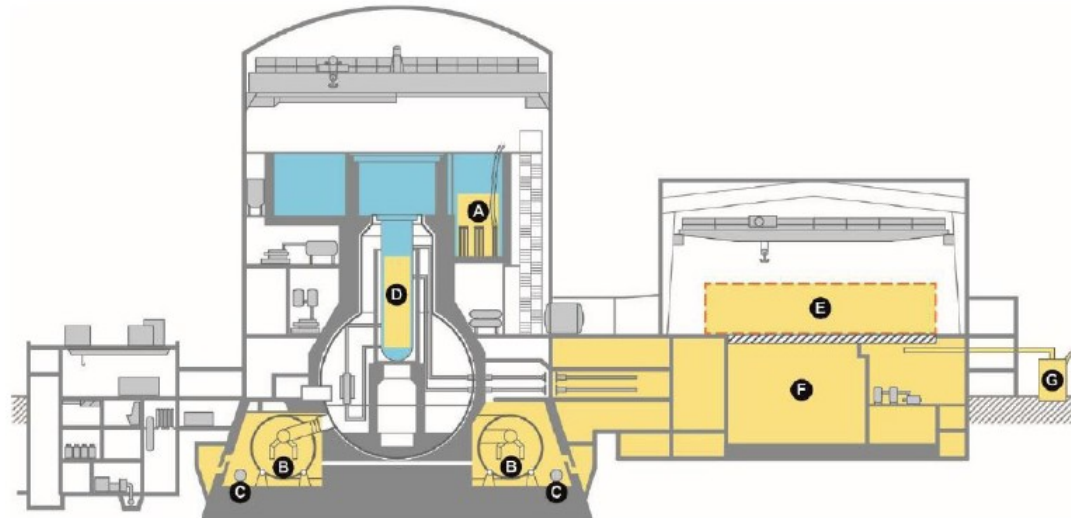


Abbildung 7: Massnahmen der Stilllegungsphase 1 im Reaktor- und Maschinenhaus

Démantèlement du réacteur, étape 2

Die Stilllegungsarbeiten in der SP2 werden in Abbildung 8 und Abbildung 9 dargestellt.

Abbildung 8 beinhaltet die geplanten Massnahmen im RG:

- A. Demontage Arbek;
- B. Demontage Lagergestelle, Beckeneinbauten;
- C. Demontage RDB;
- D. Entfernen der Personen- und Materialschleusen;
- E. Demontage Drywelleinbauten;
- F. Demontage Frischdampfleitungen und Speisewas
- G. Demontage oberer Teil Biologischer Schild;
- H. Demontage Stahl liner Drywell;
- I. Demontage Liner Einbautenbecken und RDB-Grü
- J. Demontage sämtliche Systeme, z.B. Reaktorreinig

ENSI-Gutachten zum Stilllegungsprojekt KKM

151

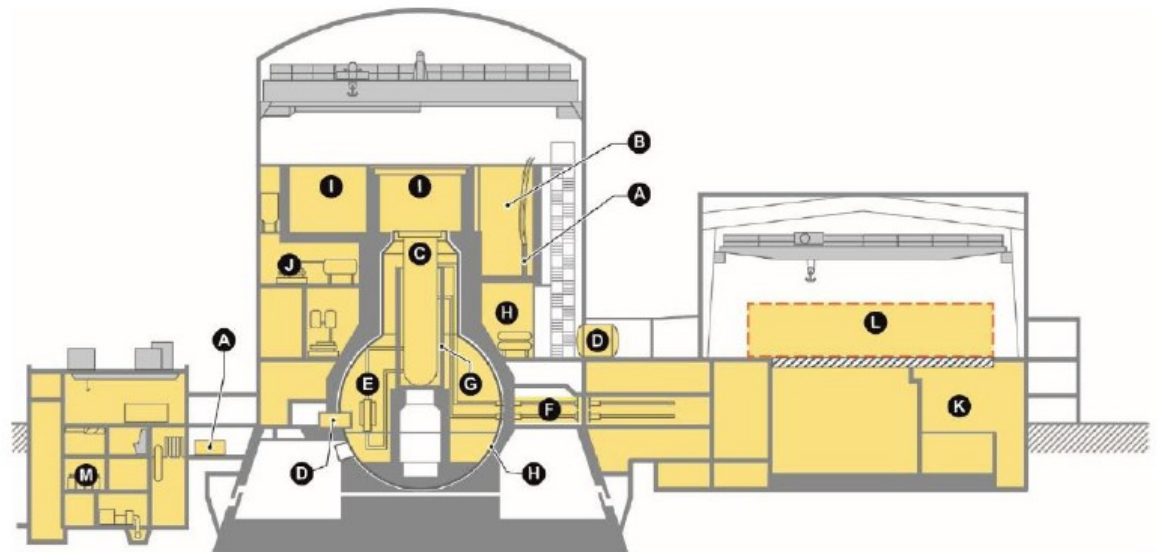


Abbildung 8: Massnahmen der Stilllegungsphase 2 im Reaktorgebäude und Maschinenhaus (Teil 1)

Gestion des déchets I: Mühleberg à titre d'exemple

Quantités

La masse totale de la CNM est d'environ **200 000 tonnes**. Environ 8% sont radioactifs, mais la plus grande partie ne l'est que faiblement. Après décontamination, ces matériaux peuvent être éliminés comme des déchets de construction normaux ou recyclés. **Il restera à peine 2% de déchets radioactifs à éliminer de manière spécifique.**

Décontamination et mesurage de libération

Notre priorité est de réduire au minimum les déchets radioactifs et de décontaminer au maximum. Parfois, un essuyage suffit. Parfois, il faut un nettoyage haute pression (eau ou billes d'acier). S'ensuit un mesurage de libération pour s'assurer que les matériaux ne sont plus radioactifs et peuvent être éliminés ou recyclés normalement. Ce qui ne peut être décontaminé est conditionné pour un stockage ultérieur en profondeur.

Stockage de désactivation

Stockés pendant quelques années (30 ans selon la loi), les matériaux légèrement actifs voient leur radioactivité s'abaisser au point de ne plus être une source de rayonnement. Les déchets désactivés peuvent être recyclés ou éliminés normalement. Le stockage de désactivation permet de réduire largement le volume de déchets radioactifs.

Gestion des déchets 2: Mühleberg à titre d'exemple

Déchets de faible et moyenne activité

Il s'agit, par exemple, de la résine des installations de nettoyage utilisées pour le retraitement des eaux usées, des vêtements de travail et des parties d'installations et conduites démantelées. Si ces derniers ne peuvent pas être nettoyés, ils sont traités puis conditionnés pour le stockage en profondeur et ensuite entreposés dans le Zwilag de Würenlingen en attendant un stockage géologique en profondeur.

Éléments combustibles – déchets de haute activité

Les éléments combustibles usés s'affaiblissent pendant plusieurs années dans la piscine de stockage de la CNM avant d'être transférés au Zwilag. Plus tard, ils sont placés dans un dépôt en couches géologiques profondes. Tous les éléments combustibles auront quitté la CNM en 2024.

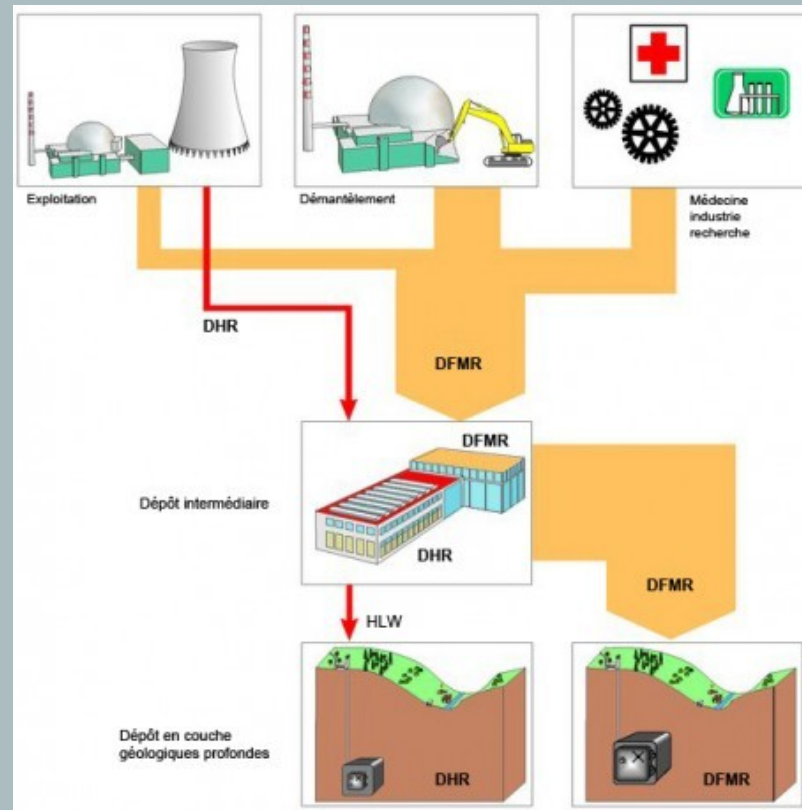
Zwilag de Würenlingen

Le Zwilag accueille les déchets radioactifs jusqu'à ce qu'un centre de stockage géologique en profondeur ait été construit et soit opérationnel. Le Zwilag est suffisamment grand pour contenir tous les déchets provenant de l'exploitation et du démantèlement des cinq centrales nucléaires suisses (en comptant une durée de vie de 60 ans).

Dépôt en couches géologiques profondes, Nagra <https://>

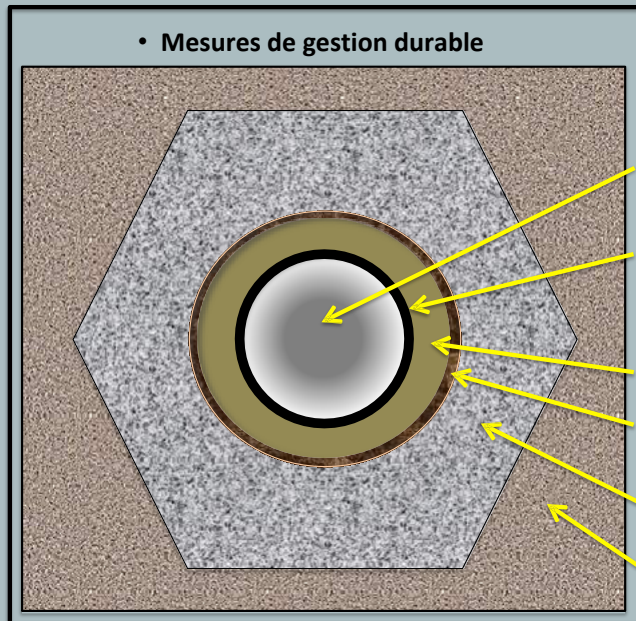
www.bkw.ch/fileadmin/user_upload/03_Energie/03_05_Energieproduktion/Stilllegung_Kernkraftwerk_Muehleberg/Brochure_competence_desaffectation_CNMF.pdf

Traitement et stockage des déchets nucléaires en couches géologiques profondes en Suisse: le concept



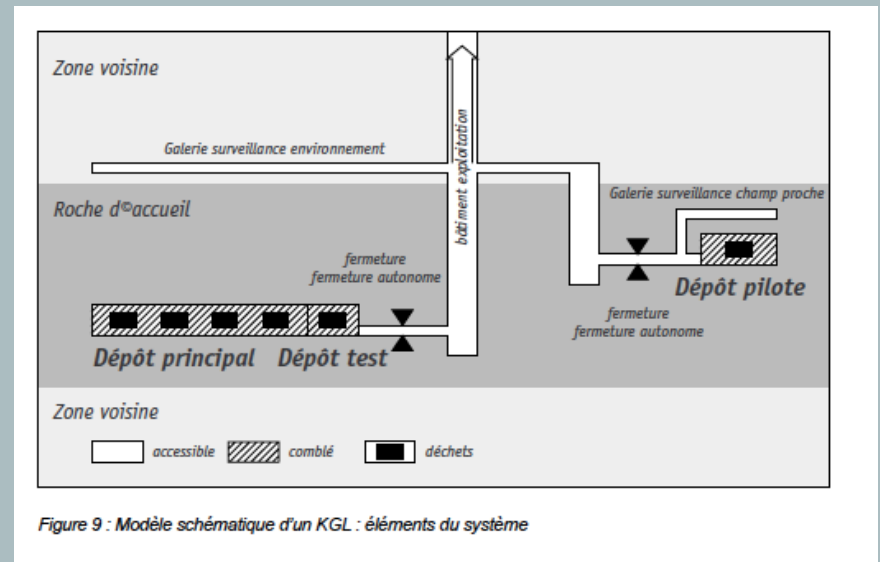
Principes techniques du stockage à long terme

a) Principe des multibarrières (le modèle suédois SKB)



- Forme du déchet (verre, oxydes)
- Fût (acier ?, cuivre ?, céramique ?)
- Argile (bentonite)
- Revêtement
- Roche d'accueil
- Cadre géologique

b) Modèle EKRA de stockage surveillé (dépôt pilote) et option de récupération des déchets (réversibilité)



Points forts de la gestion des déchets radioactifs en Suisse (un point de vue très personnel)

- Un inventaire de déchets claire et limité
- Un concept technique cohérent pour essayer de résoudre un problème complexe
- Une législation à peu de choses près aboutie

Points faibles de la gestion des déchets radioactifs en Suisse (un point de vue très personnel)

- Une répartition des responsabilités et des tâches inappropriée: le producteur des déchets en tant qu'organisme en charge de planifier et réaliser l'élimination des déchets.
- Un manque de surveillance publique du programme et des travaux menés par le producteur de déchets.
- Un manque de programme de recherche indépendante et de formation.
- Un programme d'élimination rigide qui peine à intégrer de nouvelles connaissances scientifiques et techniques.
- Un calendrier irréaliste et plus qu'incertain.
- Une géologie plus difficile que prévue.
- Un manque flagrant de codécision de la population concernée.
- Une coopération internationale à la petite semaine.