



Désaffectation et Impact sur l'environnement



S. Estier, OFSP - JT ARRAD, le 10.11.2017



Objet de la présentation

Impact environnemental de la désaffectation
d'une installation nucléaire ?



Impact environnemental de la désaffectation ?



Art.45 OENu Dossier du projet

Quiconque est chargé de désaffecter une installation nucléaire doit fournir les documents ci-après concernant le projet de désaffectation:

d. les mesures destinées à assurer la radioprotection du personnel et à éviter le rejet de substances radioactives dans l'environnement

i. le rapport de l'impact sur l'environnement (EIE)

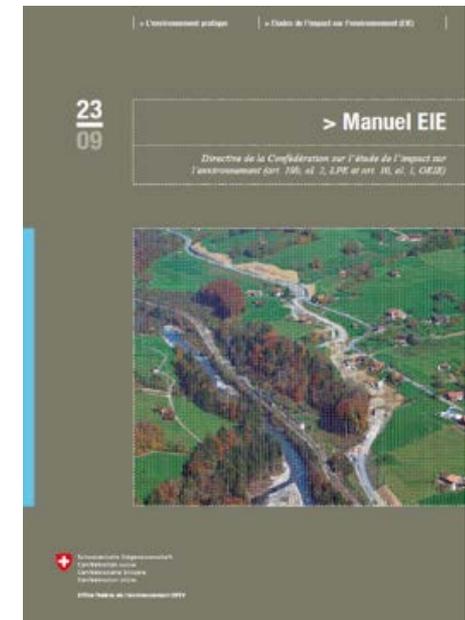


Etude de de l'impact sur l'environnement (EIE)

- **Objet de l'EIE (Art.3 OEIE)**

L'EIE permet de déterminer si un projet répond aux prescriptions légales en matière de protection de l'environnement, dont font partie la LPE et les dispositions concernant la protection de la nature, la protection du paysage, la protection des eaux, la sauvegarde des forêts, la chasse, la pêche et le génie génétique.

- L'EIE est un examen de la conformité d'une installation avec le droit de l'environnement
- La **radioactivité** et les **RI sont exclus** du champ d'application de la LPE (Art.3 al.2)





Impact environnemental des activités non-nucléaires en cas de désaffectation

Exemples de travaux pouvant avoir un impact sur l'environnement au sens conventionnel :

- **Travaux de déconstruction**

Sites pollués, Bruit, Protection de l'air, Evacuation des eaux, Eaux souterraines

- **Elimination des matériaux:**

Déchets (en tous les cas déjà libérés)

- **Transport** : Bruit, air

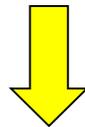
- **Places d'installation** : Sols, protection de la nature et du paysage





Objet de la présentation

Impact environnemental de la désaffectation
d'une installation nucléaire ?



Impact radiologique

- Loi sur l'énergie nucléaire (LENu)
- Ordonnance sur l'énergie nucléaire (OENu)
- Loi sur la radioprotection (LRaP)
- Ordonnance sur la radioprotection (ORaP)



Impact environnemental des travaux « complémentaires »

- Législation sur la protection de l'environnement

Pas traité dans la présentation



Sommaire de l'exposé

Rejet de substances radioactives et surveillance radiologique de l'environnement lors de la désaffectation

- Bases légales
- Limite de rejet et surveillance des émissions
- Surveillance de la radioactivité dans l'environnement
 - Objectifs de la surveillance
 - Surveillance de routine exploitation / désaffectation
 - Mesures complémentaires et radionucléides spéciaux
- Conclusions



Emissions et surveillance de l'environnement : bases légales

Art.46 OENu Décision de désaffectation

La décision de désaffectation fixe en particulier:

- c. Les **limites du rejet de substances radioactives** dans l'environnement
- d. la surveillance des immissions de substances radioactives et du rayonnement direct;

Art.80 ORaP Rejets sous forme de gaz, d'aérosols ou de liquide

² L'autorité qui délivre les autorisations fixe pour chaque entreprise les taux maximums admissibles des rejets et le cas échéant leurs concentrations

Elle fixe les taux et les concentrations des rejets de façon que la valeur directrice de dose liée à la source et les valeurs limites d'immissions ne soient pas dépassées.





Emissions et surveillance de l'environnement : bases légales



Art. 104 (ORaP) Surveillance de la radioactivité dans l'environnement

- ¹ L'Office fédéral de la santé publique (OFSP) surveille les rayonnements ionisants et la radioactivité dans l'environnement
- ² L'IFSN surveille en plus les rayonnements ionisants et la radioactivité au voisinage des installations nucléaires.



Limites de rejet lors de la désaffectation

- Décroissance radioactive des radionucléides directeurs au cours du temps
- Constante **diminution de l'inventaire total d'activité**, mais, inversement, **augmentation de la probabilité d'émission** en raison de la nature des travaux effectués, en particulier pour les rejets d'effluents liquides et les rejets d'aérosols

➡ Réévaluation et fixation de nouvelles valeurs nécessaires pour les différentes phases de la désaffectation

P.ex. Les isotopes du iode et les gaz rares vont rapidement disparaître; plus de nécessité de surveiller et dresser le bilan de leur rejet

➡ Art.9 L RaP (état de la science et de la technique) est à prendre en considération pour la fixation de ces limites



Exemple CN Mühleberg : limites de rejet en régime d'exploitation

Bis zur EABN gelten die aktuell gültigen, betrieblichen Abgabelimiten gemäss Tabelle 3.

Nuklidgruppe	Kurzzeitabgabelimite (KAL)	Jahresabgabelimite (JAL)
Abluft über den Hochkamin		
Edelgas, Abg.-Aeq.	$2 \cdot 10^{14}$ [Bq/d]	$2 \cdot 10^{15}$ [Bq/a]
Iod (^{131}I)	$4 \cdot 10^9$ [Bq/w]	$2 \cdot 10^{10}$ [Bq/a]
Aerosole ($T_{1/2} > 8\text{d}$)	$2 \cdot 10^9$ [Bq/w]	$2 \cdot 10^{10}$ [Bq/a]
Abwasser		
Ohne Tritium, Abg.-Aeq.	200·LE	$4 \cdot 10^{11}$ [Bq/a]
Tritium	---	$2 \cdot 10^{13}$ [Bq/a]
Aktivitätskonzentration in öffentlich zugänglichem Bereich der Aare	Immissionsgrenzwert nach StSV	



Exemple CN Mühleberg : limite de rejet durant la première phase de désaffectation

Für die Abgabelimitierung in der Stilllegungsphase 1 gilt:

Nuklidgruppe	Kurzzeitabgabelimite (KAL)	Jahresabgabelimite (JAL)
<i>Abluft über den Hochkamin</i>		
Edelgase (⁸⁵ Kr), Abg.-Aeq.	$4 \cdot 10^{11}$ [Bq/d]	$4 \cdot 10^{12}$ [Bq/a]
Aerosole	$2 \cdot 10^9$ [Bq/w]	$2 \cdot 10^{10}$ [Bq/a]
<i>Abwasser</i>		
Ohne Tritium, Abg.-Aeq.	---	$4 \cdot 10^{10}$ [Bq/a]
Tritium	---	$2 \cdot 10^{12}$ [Bq/a]
Aktivitätskonzentration in öffentlich zugänglichem Bereich der Aare	Immissionsgrenzwert nach StSV	

PROJET



Surveillance des émissions

- Comme en phase d'exploitation, l'exploitant est responsable de la surveillance de ces émissions.

- L'IFSN règle tous les aspects (mesure, calculs des équivalents, annonce) de la surveillance des émissions dans les règlements sur les rejets de substances radioactives et sur la surveillance de la radioactivité et du rayonnement direct au voisinage des centrales nucléaires. Une réduction de la surveillance implique une modification préalable dudit règlement par l'IFSN.

Das ENSI legt, gestützt auf die in Ziff. 1.1 dieses Reglements
erwähnten Grundlagen, fest:

REGLEMENT

für die Abgabe radioaktiver Stoffe
und die Überwachung von Radioaktivität und Direktstrahlung
in der Umgebung des
KERNKRAFTWERKS MÜHLEBERG (KKM)

Januar 2018



Surveillance de la radioactivité dans l'environnement



- Le programme annuel de prélèvements et de mesures d'échantillons pour l'ensemble de la Suisse et en particulier au voisinage de chaque installation/industrie est élaboré par l'OFSP en collaboration avec l'IFSN, la SUVA, la CENAL et les cantons conformément à l'Art.105 ORaP
- Le programme définit notamment les milieux et les radionucléides à analyser, ainsi que la fréquence de la mesure et du prélèvement, et les laboratoires qui effectuent le prélèvement/mesure
- L'OFSP est chargé de la publication de l'ensemble des résultats (www.radenviro.ch et rapport annuel)



Programme de surveillance de la radioactivité au voisinage d'une installation nucléaire en exploitation/désaffectation

- La partie du plan de prélèvements et de mesures relative à la surveillance d'une installation nucléaire est reprise dans le règlement sur les rejets et la surveillance promulgué par l'IFSN
- Règlement mis à jour régulièrement au cours de la désaffectation selon résultats de la caractérisation radiologique

VERFÜGUNG ENSI 11/2288
(Ersetzt HSK 11/400)

Das ENSI legt, gestützt auf die in Ziff. 1.1 dieses Reglements
erwähnten Grundlagen, fest:

REGLEMENT

für die Abgabe radioaktiver Stoffe
und die Überwachung von Radioaktivität und Direktstrahlung
in der Umgebung des
KERNKRAFTWERKS MÜHLEBERG (KKM)

Januar 2018



Objectifs de la surveillance de la radioactivité au voisinage d'une installation nucléaire

- Détecter rapidement toute augmentation importante de la radioactivité pouvant avoir des conséquences graves sur la santé
 - Respect des limites réglementaires
 - Vérification du fonctionnement normal de l'installation et évaluation de l'impact des rejets sur l'environnement à court et long terme (marquage de l'environnement par des substances radioactives produites lors de l'exploitation de l'installation)
- ➡ Restent valables pour la désaffectation, mais importance relative change au cours du temps



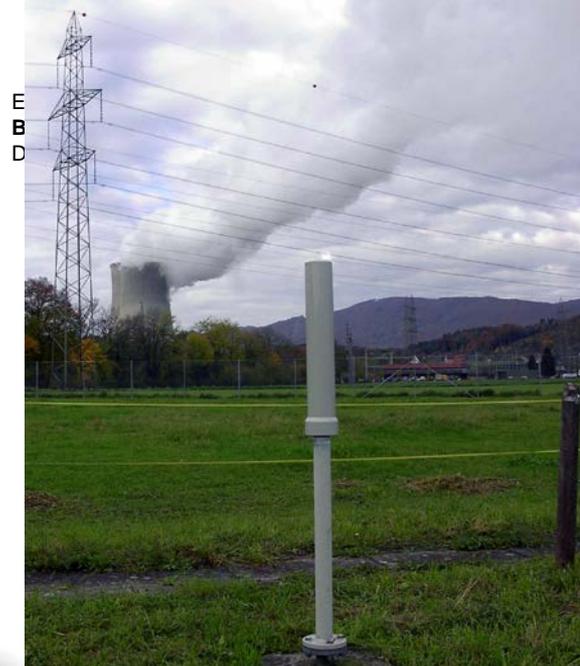
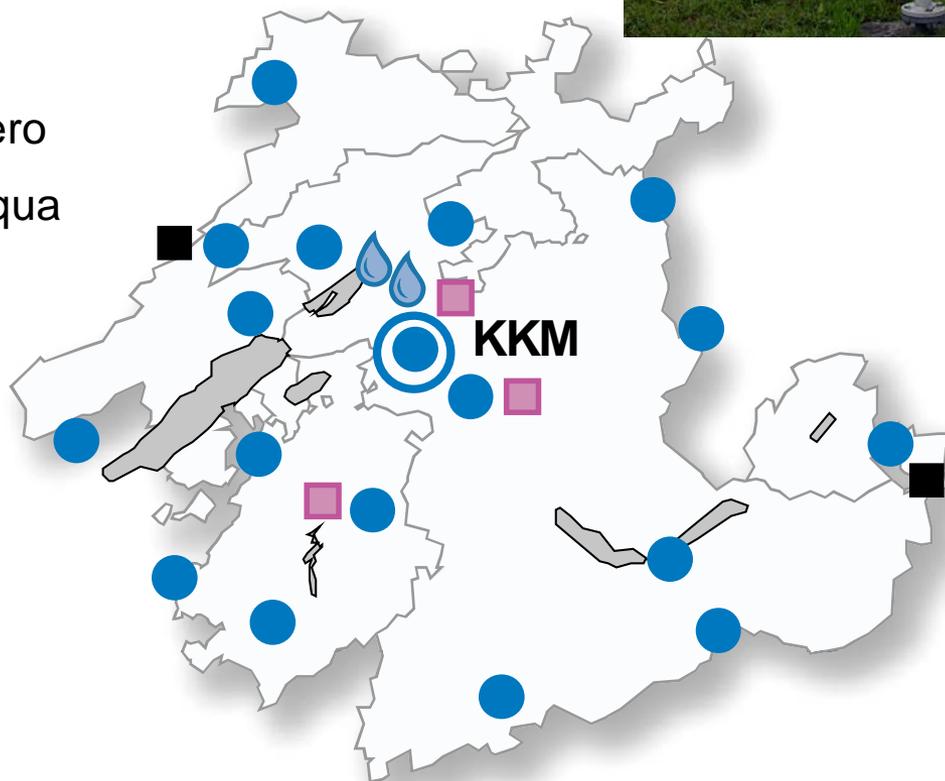


Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Réseaux automatiques de mesure (débit de dose et radioactivité)



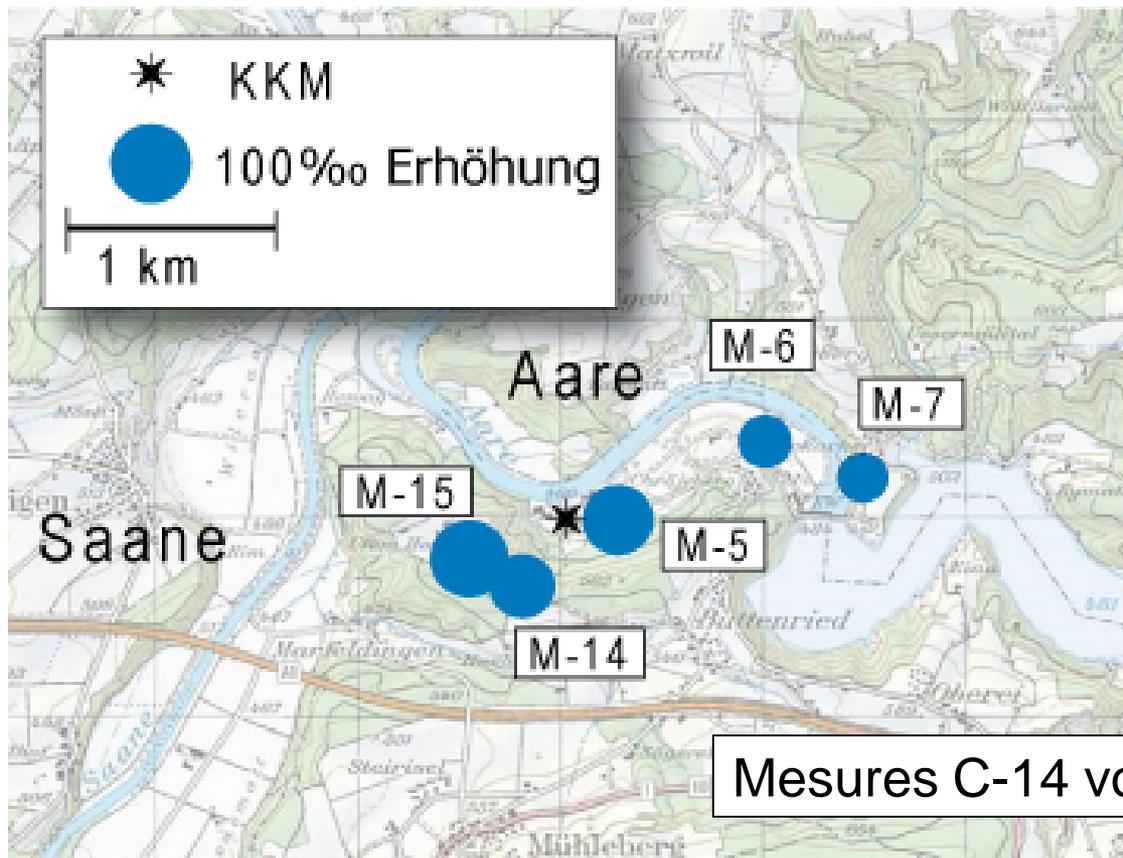
-  MADUK
-  Zone de mesure autour des CN
-  NADAM
-  RADAIR
-  URAnet aero
-  URAnet aqua





Surveillance du milieu atmosphérique

- Aérosols (URAnet), Précipitations (γ/m , H-3/m, α/a)
- C-14 dans les feuillages

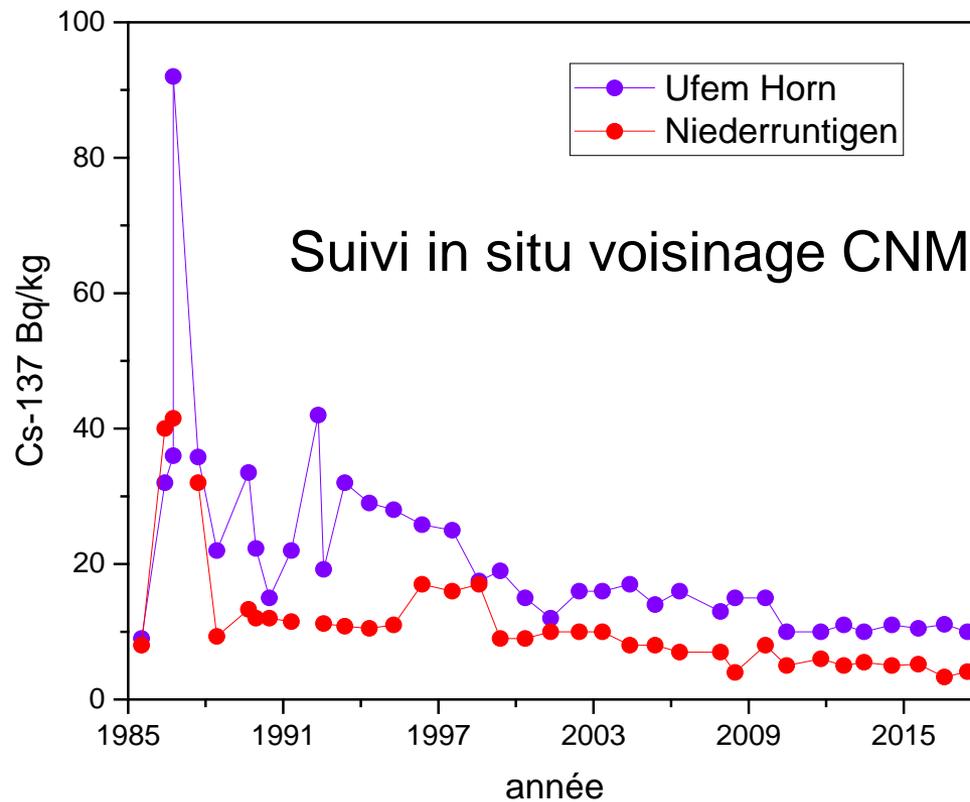


Mesures C-14 voisinage CNM (UNI BE)



Surveillance du milieu terrestre

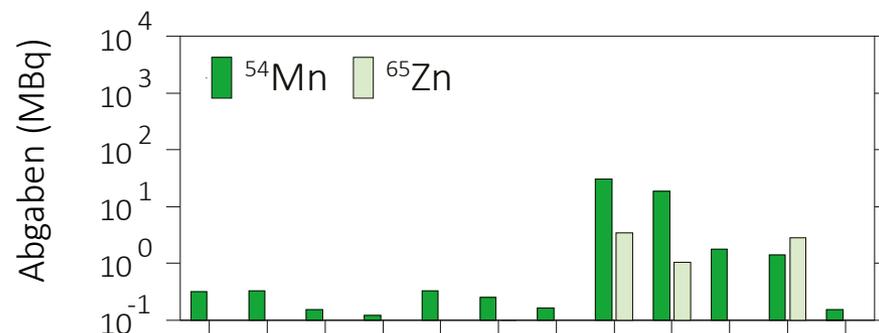
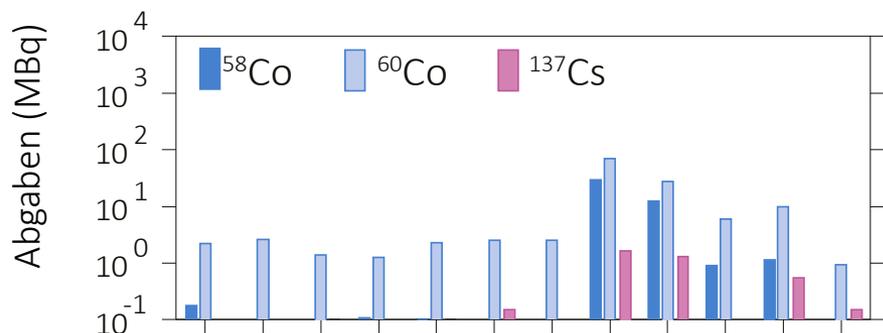
- Sol (γ/a , Sr-90/a, Pu-Am/a), Herbe ($\gamma/6m$, Sr-90/6m)
- In Situ



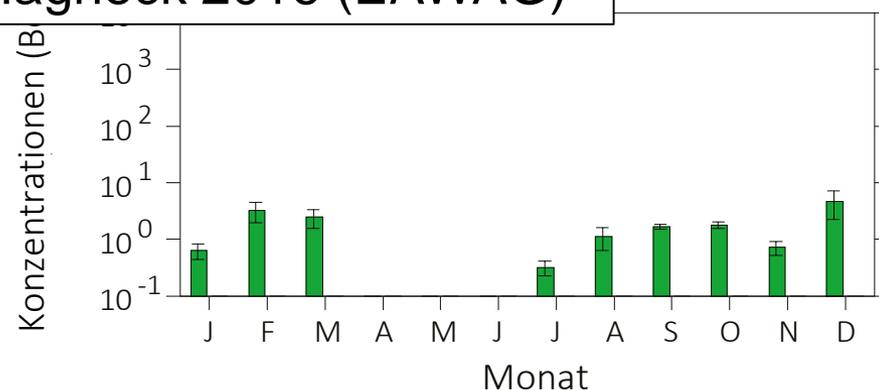
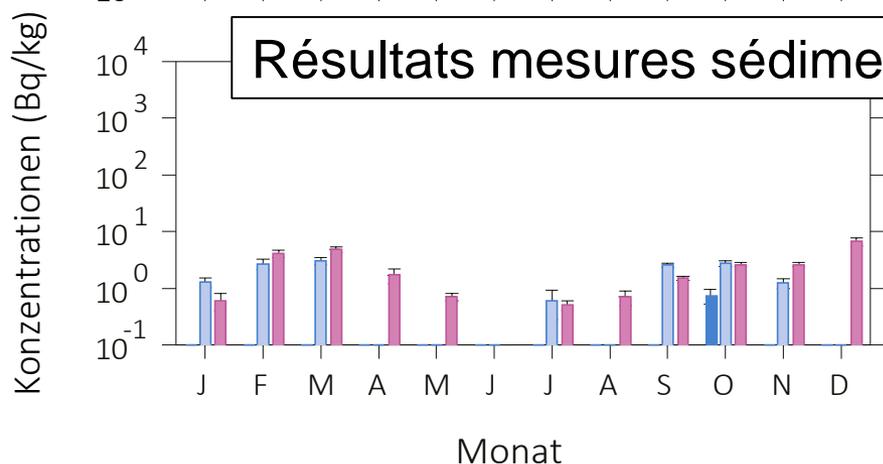


Surveillance du milieu aquatique

- Eaux (γ/m), Sédiments (γ/m , Sr-90/a, Pu-Am/a), Eaux souterraines (γ/a)
- Plantes aquatiques (γ/a , Sr-90/a, Pu-Am/a)



Résultats mesures sédiments Hagneck 2016 (EAWAG)





Surveillance des denrées alimentaires

- Lait ($\gamma/6m$, Sr-90/6m)
- Céréales (γ/a , Sr-90/a)
- Poissons (γ/a , Pu-Am/a)





Impact radiologique sur l'environnement pendant la désaffectation : programme complémentaire ?

- Situation radiologique de l'environnement au voisinage des installations généralement très bien connue grâce aux mesures de surveillance effectuées pendant toute la durée d'exploitation
- Au cours des travaux de désaffectation, d'autres radionucléides spéciaux, qui n'ont jamais ou sporadiquement été analysés dans les échantillons environnementaux en régime d'exploitation sont toutefois susceptibles d'être émis
- OFSP et IFSN demande la réalisation d'un programme « Point zéro désaffectation » (analogue à celui demandé par l'Art.81 ORaP avant la mise en exploitation) pour certains radionucléides spéciaux pour permettre l'évaluation à posteriori de l'impact radiologique effectif des travaux de désaffectation sur l'environnement



Radionucléides importants pour la surveillance des centrales nucléaires

Radionucléide		Demi-vie	DF(inh) [Sv/Bq]	DF(ing) [Sv/Bq]	LL (LE) [Bq/g]	Remarque
Produits de fission:						
• Kr-85	β	10.74 a	-	-	-	Pas relevant pour désaf. (DF)
• Sr-90	β	28.79 a	7.7E-8	2.8E-8	1 (0.4)	
• I-131	β/γ	8.02 d	1.1E-8	2.2E-8	10 (0.5)	Pas relevant pour désaf. ($T_{1/2}$)
• Cs-134	β/γ	2.06 a	9.6E-9	1.9E-8	0.1 (0.5)	
• Cs-137	β/γ	30.17 a	6.7E-9	1.3E-8	0.1 (0.8)	
• Autres EG	β/γ		qq jours			Pas relevant pour désaf. ($T_{1/2}$)

Produits d'activation dans les matériaux structurels:

• Fe-55	ec	2.74 a	9.2E-10	3.3E-10	1000 (30)	Très faible comparé au Co-60
• Co-58	β/γ	70.86 d	1.7E-9	7.4E-10	1 (10)	Pas relevant pour désaf.
• Co-60	β/γ	5.27 a	1.7E-8	3.4E-9	0.1 (1)	
• Ni-63	β	100.1 a	5.2E-10	1.5E-10	100 (70)	Peu relevant en exploitation
• Ba-133	ec/ γ	10.52 a	1.8E-9	1.0E-9	0.1 (10)	Peu relevant en exploitation
• Eu-152	β/γ	13.54 a	2.7E-8	1.4E-9	0.1 (7)	Peu relevant en exploitation



Radionucléides importants pour la surveillance des centrales nucléaires

- Radionucléide Demi-Vie DF(inh) DF(ing) LL (LE) Remarque
 [Sv/Bq] [Sv/Bq] [Bq/g]

Produits d'activation et de le combustible (essentiellement émetteurs α):

- U-235 α 7.04E8 a 6.1E-6 4.6E-8 1 (0.2)
- U-238 α 4.47E9 a 5.7E-6 4.4E-8 1 (0.2)
- **Pu-238** α **87.7 a** **3.0E-5** **2.3E-7** **0.1 (0.04)**
- **Pu-239** α **2.41E4 a** **3.2E-5** **2.5E-7** **0.1 (0.04)**
- **Pu-240** α **6.56E3 a** **3.2E-5** **2.5E-7** **0.1 (0.04)**
- Pu-241 $\beta/(\alpha)$ 14.35 a 5.8E-7 4.7E-9 10 (2)
- Np-239 β 2.36 d 1.1E-9 8.0E-10 100 (10) Pas relevant pour désaf.
- **Am-241** α/γ **432.2 a** **2.7E-5** **2.0E-7** **0.1 (0.05)**
- Cm-242 α 162.8 d 3.7E-6 1.2E-8 10 (0.8)
- Cm-243 α 29.1 a 2.0E-5 1.5E-7 1 (0.07)
- Cm-244 α 18.1 a 1.7E-5 1.2E-7 1 (0.08)



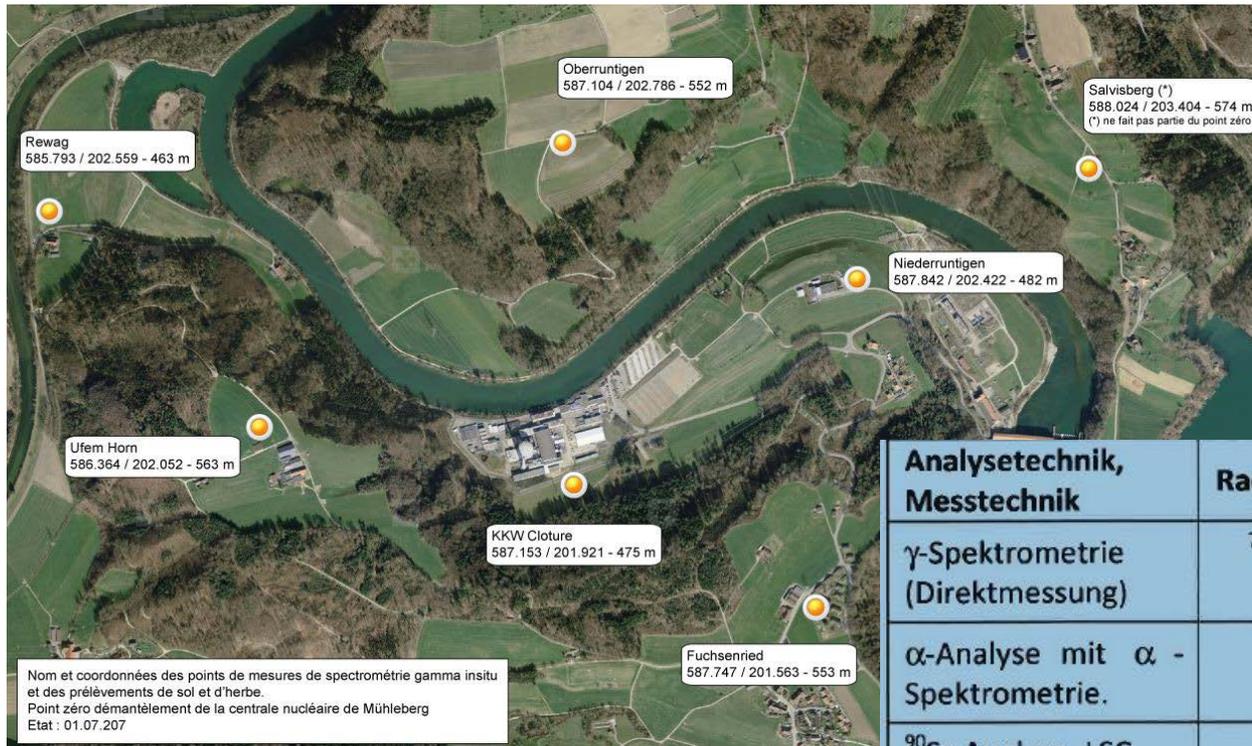
Mesures complémentaires «Point zéro» Désaffectation CN Mühleberg

- Durée : 3 ans (2017-2019)
- Sols (6 points, 2x/an), eaux et sédiments (Hagneck, 1x/an)
- Radionucléides spéciaux : ^{55}Fe , ^{63}Ni , ^{90}Sr , Actinides
- Mesures complémentaires dans les denrées alimentaires (H-3 et Sr-90 dans le lait, fruits et légumes) par le canton de Berne en collab. avec l'OFSP
- Mesures complémentaires du H-3 dans les eaux de l'Aar et les eaux souterraines par l'Université de Berne





Mesures complémentaires «Point zéro» Désaffectation CN Mühleberg



Analysetechnik, Messtechnik	Radionuklide
γ -Spektrometrie (Direktmessung)	^7Be , ^{22}Na , ^{40}K , ^{60}Co , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{152}Eu , ^{154}Eu , ^{226}Ra , ^{228}Ra
α -Analyse mit α -Spektrometrie.	^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am , ^{244}Cm
^{90}Sr -Analyse, LSC	^{90}Sr
^{63}Ni -Analyse, LSC	^{55}Fe , ^{63}Ni



Conclusions

- Peu d'expérience en Suisse en ce qui concerne l'impact radiologique de la désaffectation des installations nucléaires sur l'environnement
- Objectifs de la surveillance diffèrent peu de ceux fixés en régime d'exploitation, programme similaire à mettre en place avec réévaluation périodique en fonction des résultats de la caractérisation radiologique
- Réévaluation périodique et abaissement des limites de rejet sur la base du principe d'optimisation et des meilleures techniques disponibles
- Situation radiologique généralement bien connue avant le début des travaux, mais programme complémentaire nécessaire pour certains radionucléides spéciaux (^{55}Fe , ^{63}Ni , ^{90}Sr , Actinides) pour permettre l'évaluation à posteriori de l'impact environnemental



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG
Direktionsbereich Verbraucherschutz

Merci pour votre attention

Sybille.estier@bag.admin.ch



Autorisations

Application de l'approche graduée dans la procédure d'autorisation

- Procédure ordinaire
- Procédure simplifiée pour les faibles risques
- Autorisation de type pour les sources de rayonnement

Autorisation nouvellement requise pour

- Industries NORM (si contamination des eaux possible)
- Postes de travail exposés au radon: si concentration intégrée mensuelle $> 170 \text{ kBq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$
- Réutilisation de déchets radioactifs, de sources orphelines,...



Nouvelles Prescriptions ORaP dès 1.1. 2018



- **Seuils d'investigation (nouveau)**
 - Radionucléides artificiels: 10 $\mu\text{Sv}/\text{an}$ par voie d'exposition