



Postes de travail exposés au radon

ARRAD, Fribourg, 30.11.2018
Roland Krischek

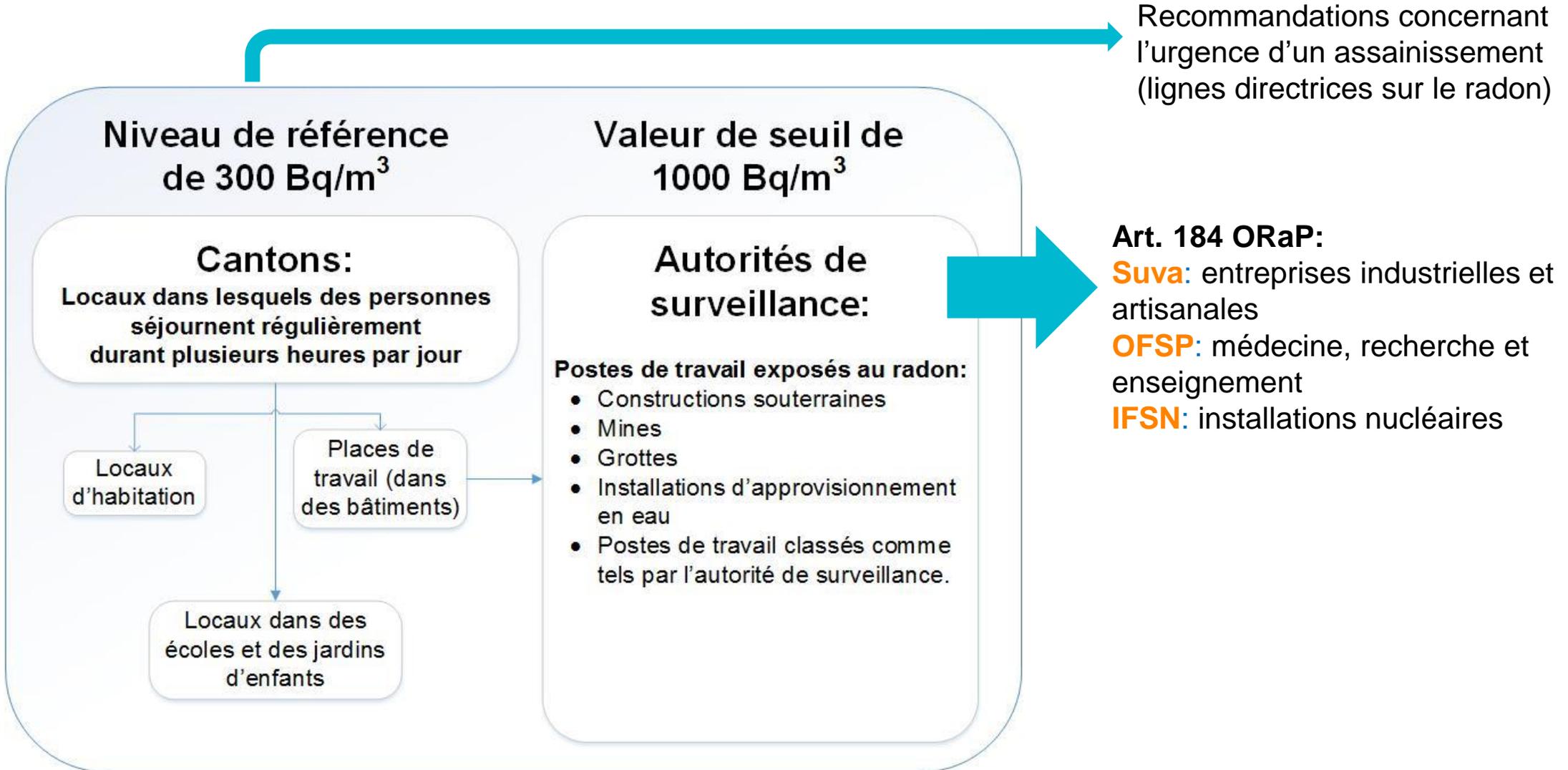
suva

Sommaire

- 1. Bases légales**
- 2. Tunnels**
- 3. Installations souterraines**
- 4. Installations d'alimentation en eau**
- 5. Résumé**

1. Bases légales

Vue d'ensemble pour le radon en Suisse



Postes de travail exposés au radon (définition)

Art. 156 ORaP: Sont considérés comme exposés au radon les postes de travail pour lesquels la valeur de seuil est **dépassée** ou est **présumée** dépassée.



Postes de travail
avec $> 1000 \text{ Bq/m}^3$



Postes de travail exposés au radon



Définition

Sont considérés comme exposés au radon les postes de travail pour lesquels la valeur de seuil est dépassée ou est présumée dépassée. Il s'agit en particulier des postes de travail dans les **installations souterraines**, dans les **mines**, dans les **cavernes** et dans les **installations d'alimentation en eau** ainsi que ceux que l'autorité de surveillance classe comme tels (ORaP, art. 156).

Différence entre: poste de travail normal / poste de travail exposé au radon

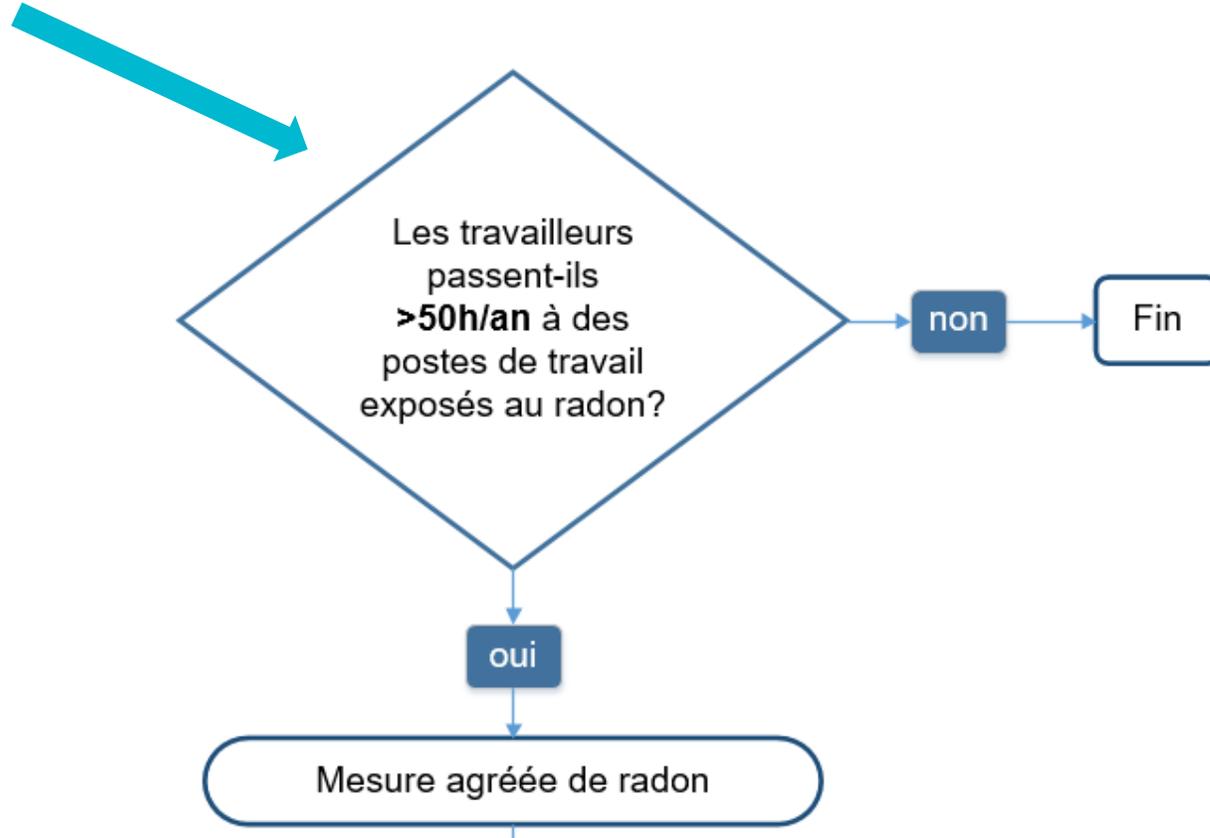
Un poste de travail exposé au radon est en général au sous-sol, avec pas ou peu de lumière du jour et principalement non chauffé.

Protocole de mesure: Evaluation préliminaire



Il faudrait une concentration de près de **27'000 Bq/m³** pour que la dose efficace de 10 mSv/an soit dépassée.

(En tenant compte d'un facteur d'équilibre de 0.4 et d'un temps de séjour de 50 heures/an)



Protocole de mesure : instrument de mesure



Mesurer le radon aux postes de travail exposés au radon a pour but de **déterminer l'exposition du personnel** pendant les heures de travail. Le personnel peut être exposé dans différents espaces, bâtiments et constructions selon le type d'activité.

Il faut mesurer avec un instrument de mesure agréé en Suisse, par exemple, dosimètre Gammadata ou Alpha Guard:



Protocole de mesure: postes de travail exposés au radon



- Si la valeur seuil de 1000 Bq/m^3 est dépassé, la dose du personnel doit être estimée
- Pour **les doses estimées** supérieure à 10 mSv , des mesures doivent être prises et la Suva doit être informé
- Si on ne peut pas éviter des doses inférieures à 10 mSv , le personnel doit suivre une **dosimétrie individuel** (limite de dose: 20 mSv par an)

- Isolation
- Ventilation
- Réduire le temps de séjour



Ordonnance sur la dosimétrie, annexe 12



Lorsque la valeur de seuil de 1000 Bq/m³, la dose efficace (E) reçue par les personnes concernées doit être déterminée comme suit:

$$E = F \times C_B \times CAIR$$

E : dose efficace par année en mSv

F : facteur d'équilibre (**selon nos résultat: pour l'instant 0.4**)

C_B : coefficient de conversion de dose (1.87×10^{-5} mSv/Bqhm⁻³)

$CAIR$: concentration annuelle intégrée de radon, l'intégration étant effectuée sur le temps de séjour effectif d'une personne à son poste de travail exposé au radon (en Bqh/m³)

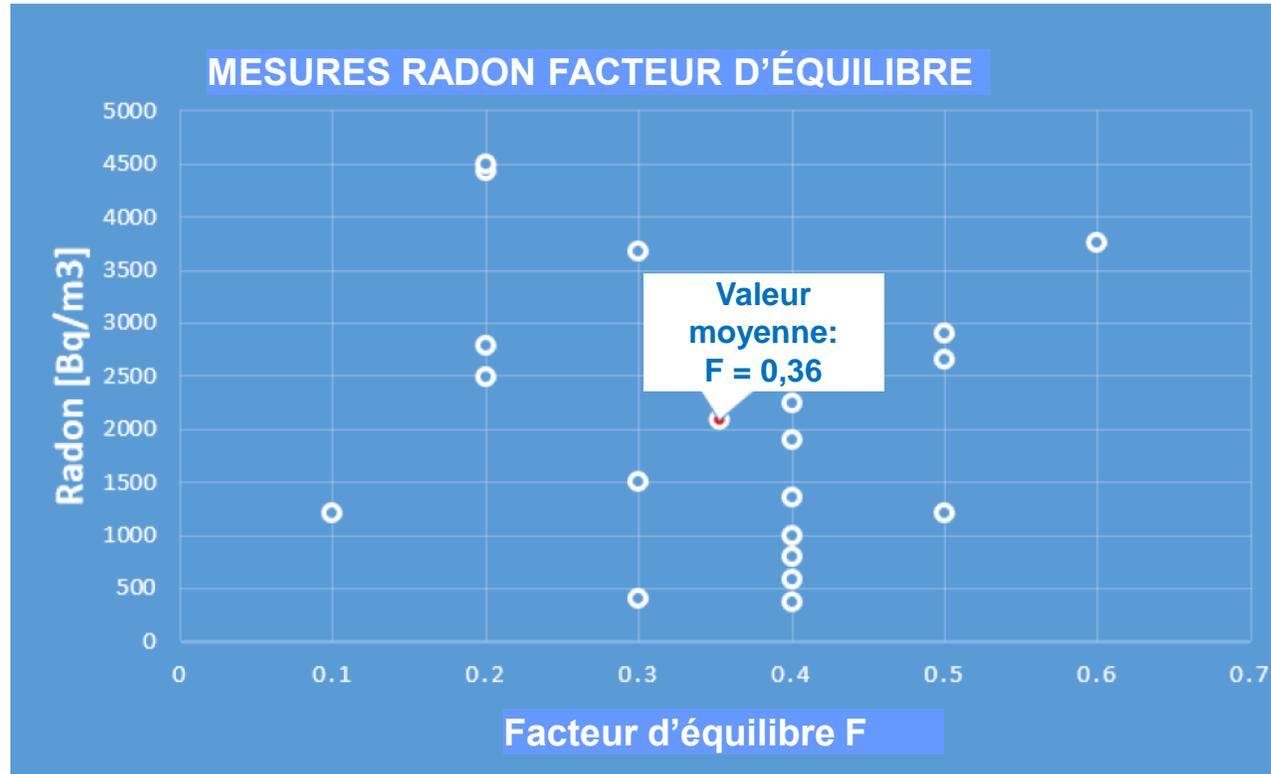
Pour plusieurs postes de travail:

$$CAIR = \sum R_n \times t_n$$

R_n : concentration radon R en Bq/m³ au poste de travail n

t_n : temps de séjour annuel t en heures au poste de travail n

Facteur d'équilibre



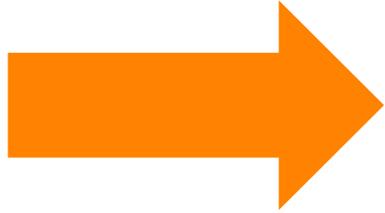
- Au total 20 mesures ont été effectuées
- Les mesures ont toutes été réalisées dans divers types d'installations d'alimentation en eau
- Les installations étaient pour certaines équipées d'une ventilation. Toutes disposaient néanmoins d'un système de déshumidification (aucune corrélation établie)
- La durée de la mesure par point de mesure était comprise entre 6 h et 30 j, les résultats correspondant à chaque fois à la valeur moyenne arrondie de la mesure globale

$$F = 0,36 \pm 0,02$$

Facteur d'équilibre



Facteur d'équilibre = 0,4



Une bonne approximation pour les postes de travail exposés au radon

En cas de doute: mesure supplémentaire dans l'entreprise!

Table 12.7. Effective doses from inhalation of radon and thoron in workplaces by a reference worker with an average breathing rate of $1.2 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$.

Exposure/place*	Unattached fraction, f_p	F	Effective dose per exposure†		
			mSv per WLM	mSv per mJ h m^{-3}	mSv per Bq h m^{-3}
Radon (^{222}Rn) gas + progeny					
Indoor workplace	0.08	0.4	20	5.7	1.3×10^{-5}
Mine	0.01	0.2	12	3.3	–
Tourist cave	0.15	0.4	24	6.7	1.5×10^{-5}
Thoron (^{220}Rn) progeny					
Indoor workplace	0.02	–	5.6	1.6	$1.2 \times 10^{-4}\ddagger$
Mine	0.005	–	4.8	1.4	$1.0 \times 10^{-4}\ddagger$

f_p , unattached fraction in terms of the potential alpha energy concentration; F , equilibrium factor.

*The assumed aerosol distributions for the different workplaces are given in Tables A.3 and A.4 of Annex A.

†For radon, $1 \text{ WLM} = (6.37 \times 10^5 / F) \text{ Bq h m}^{-3}$; for thoron, $1 \text{ WLM} = 4.68 \times 10^4 \text{ Bq h m}^{-3}$ of equilibrium equivalent concentration of ^{220}Rn ; $1 \text{ WLM} = 3.54 \text{ mJ h m}^{-3}$.

‡In terms of mSv per Bq h m^{-3} of equilibrium equivalent concentration of ^{220}Rn .

- Cette valeur coïncide par ailleurs très bien avec la recommandation de la publication 137 de la CIPR, où $F = 0,4$



Différence: Estimation de dose et dosimétrie

- **Estimation de dose (calculé par le service de mesure)**
 - Est une estimation de risque ($>$ ou ≤ 10 mSv), pour déterminer des mesures.
 - La dose ne sera pas officiellement enregistré.
- **Dosimétrie (déterminé par le service de dosimétrie)**
 - La dose est déterminé par un dosimètre personnelle
 - La dose est enregistré au registre de l'OFSP (limite: 20 mSv par année)
 - Si une estimation de dose exige trop de temps, la dosimétrie personnelle représente une véritable alternative
 - Jusqu'à maintenant il n'existe pas encore un service agréé de dosimétrie personnelle en radon. Mais la Suva est en train de faire une évaluation.

2. Tunnels

Tunnels



Tunnel dans le canton de Berne, longueur: 3,4 km

	Portail	300 m	530 m	900 m
Concentration en radon [Bq/m ³], <u>sans ventilation</u>	154	974	3483	1729

Tunnels



En règle générale, tous les tunnels sont équipés d'une ventilation. Aussi, les concentrations en radon sont faibles:

- Tunnel, canton UR: en moyenne **200 Bq/m³**
- Tunnel, canton BE: en moyenne **60 Bq/m³**
- Tunnel, canton TI, 1: en moyenne **218 Bq/m³**
- Tunnel, canton TI, 2: en moyenne **131 Bq/m³**
- Tunnel, canton TI, 3: en moyenne **148 Bq/m³**



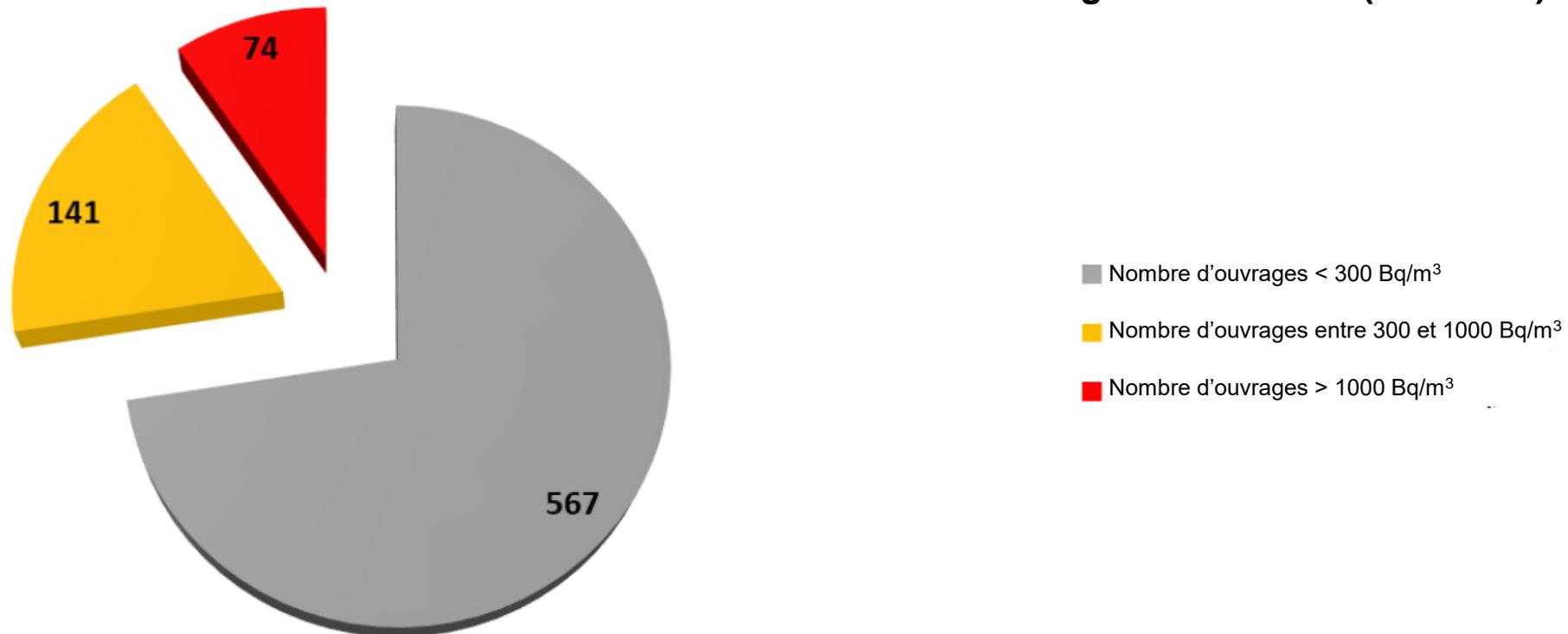
3. Installations souterraines

Installations souterraines, DDPS



Vue d'ensemble des résultats des mesures du DDPS 2014 - 2017

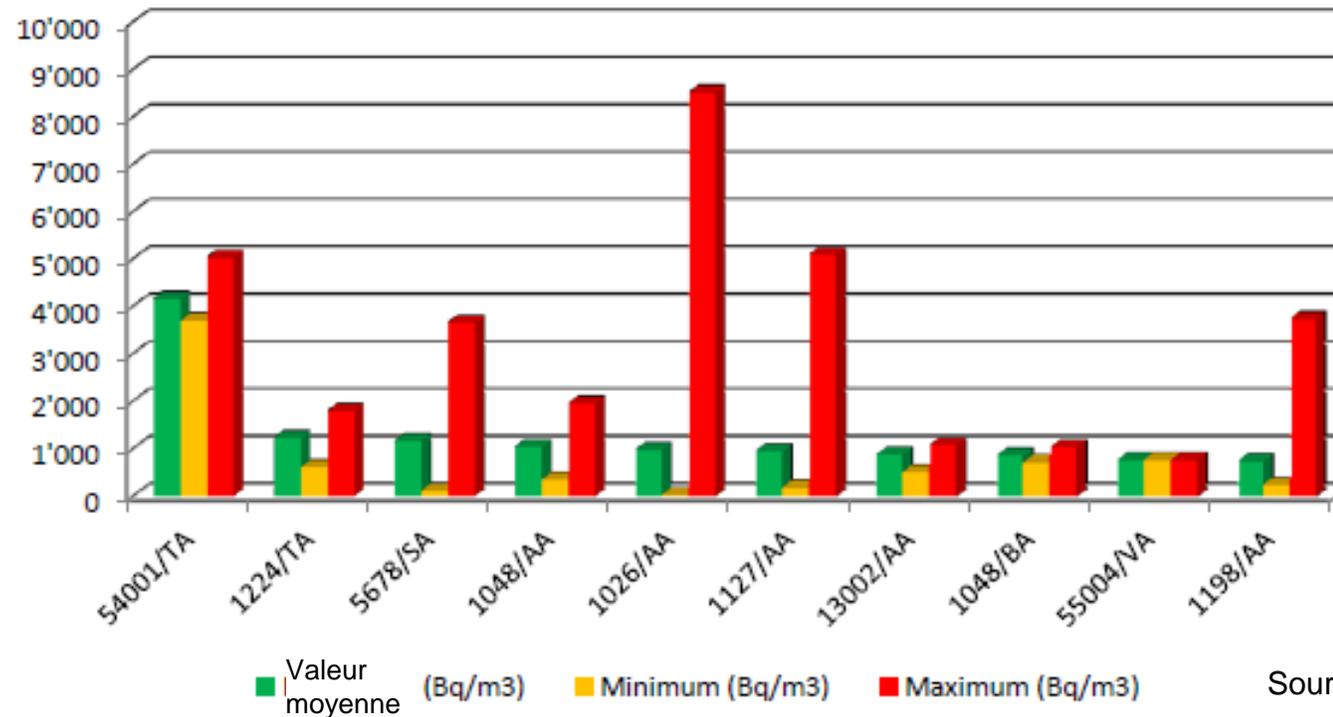
Nombre d'ouvrages 2014 - 2017 (total: 782)



Installations souterraines, DDPS



Extrait des 10 valeurs les plus élevées (2014-2016):



Extrait présentant les 10 ouvrages (souterrains et en surface) du DDPS où les valeurs les plus élevées ont été mesurées.

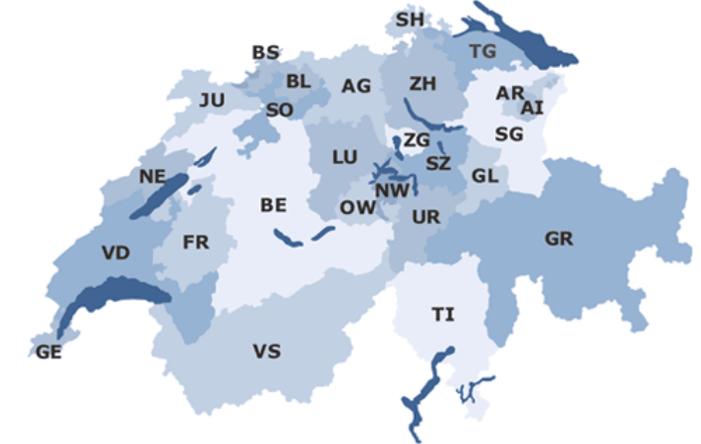
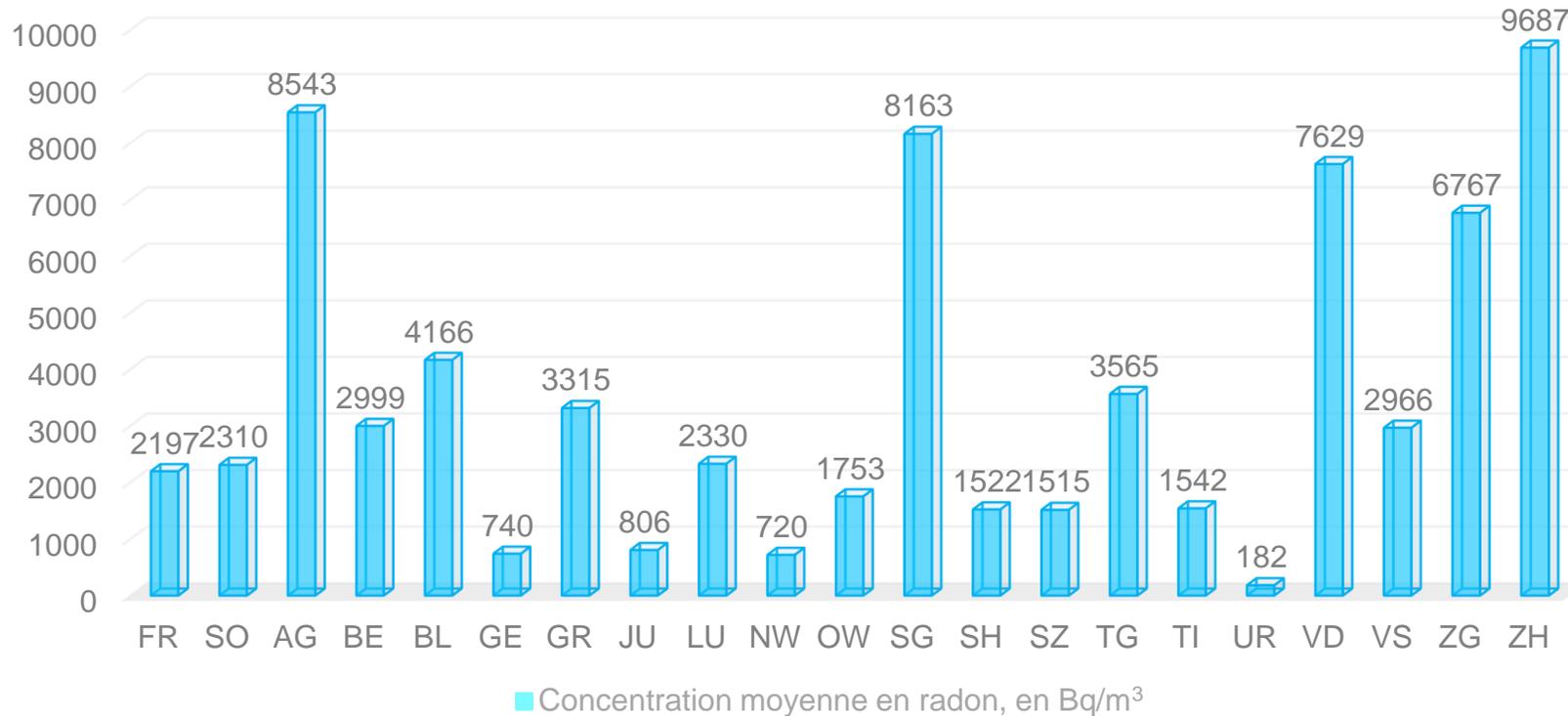
Source: Rapport annuel sur le radon 2017, DDPS

4. Installations d'alimentation en eau

Installations d'alimentation en eau



- La Suva a procédé à des mesures du radon dans 192 entreprises en Suisse
- Moyenne de l'ensemble des mesures: 5590 Bq/m³



Stations de pompage d'eau souterraine & réservoirs

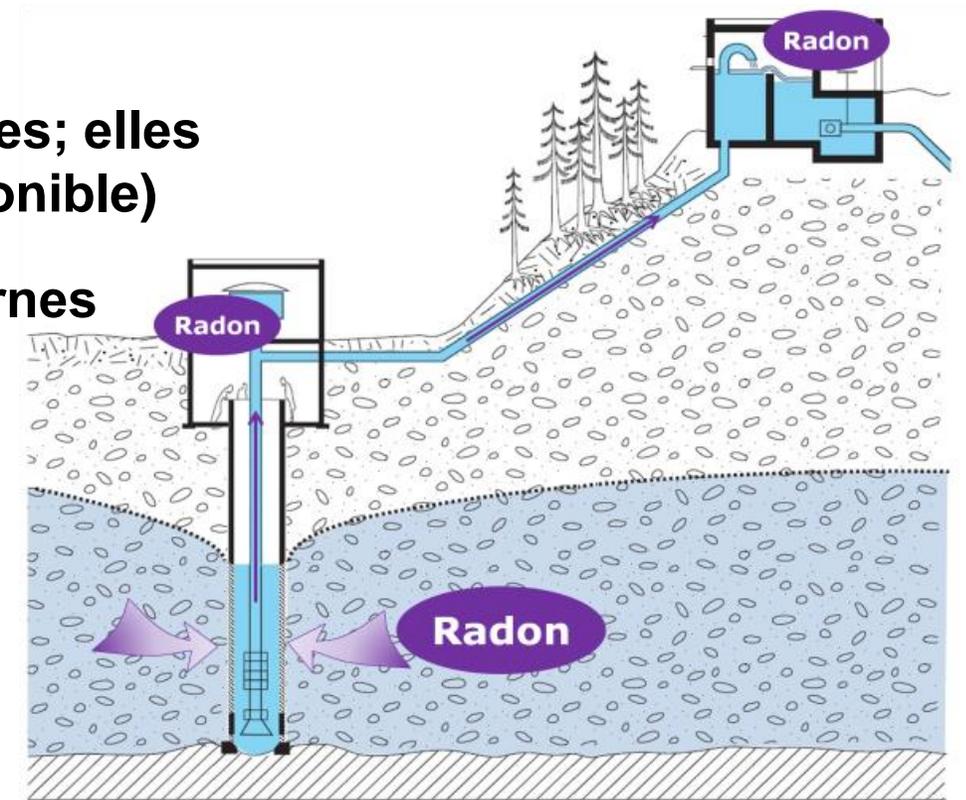
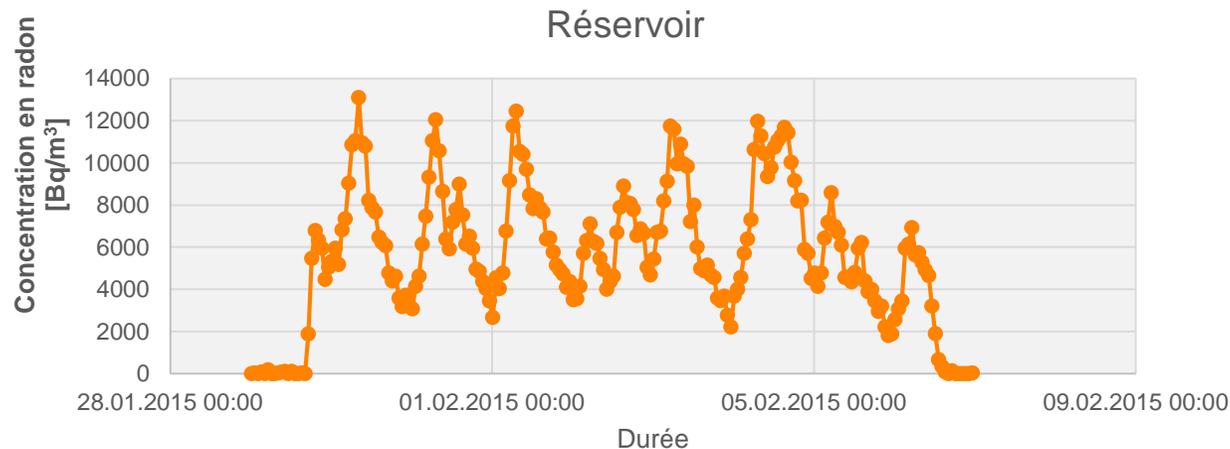


- Les concentrations en radon y sont élevées

Moyenne: **2153 Bq/m³** (stations de pompage)

Moyenne: **2597 Bq/m³** (réservoirs)

- Les concentrations en radon n'y sont pas constantes; elles dépendent du pompage et de la ventilation (si disponible)
- Lors de l'entretien: participation d'entreprises externes



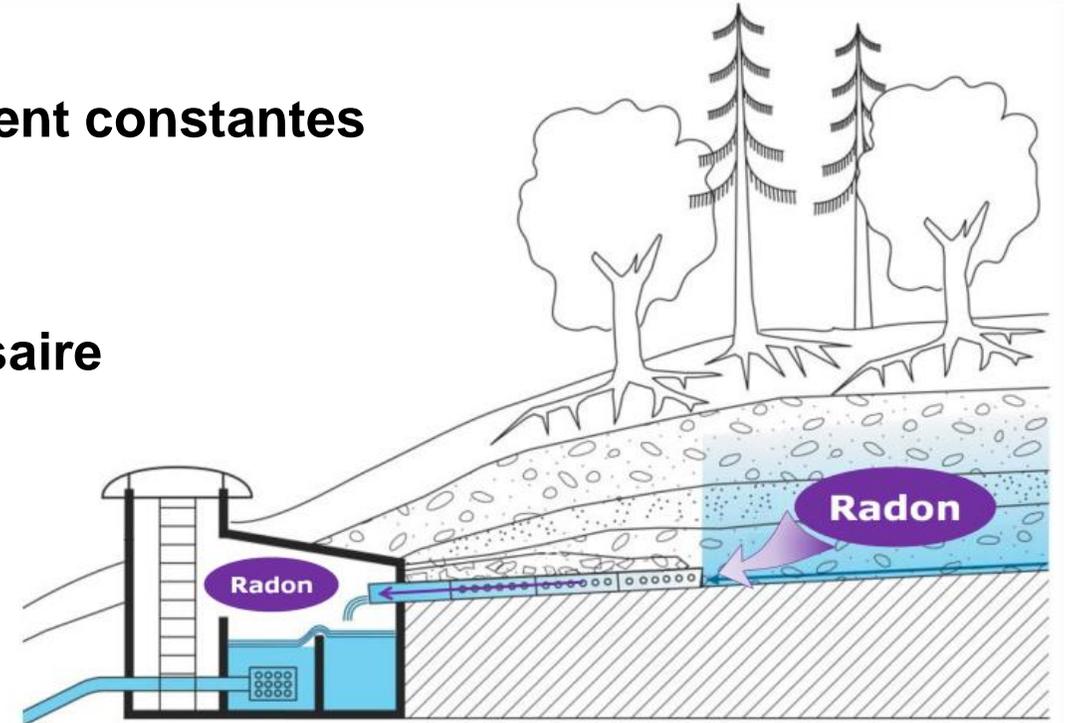
Captages d'eau de source, buses de puits



- Les concentrations en radon y sont les plus élevées

Moyenne: **12 919 Bq/m³**

- Les concentrations en radon y sont généralement constantes
 - Elles dépendent de la ventilation (si disponible)
- Le plus souvent, pas ou peu d'entretien nécessaire
 - Courte durée de séjour



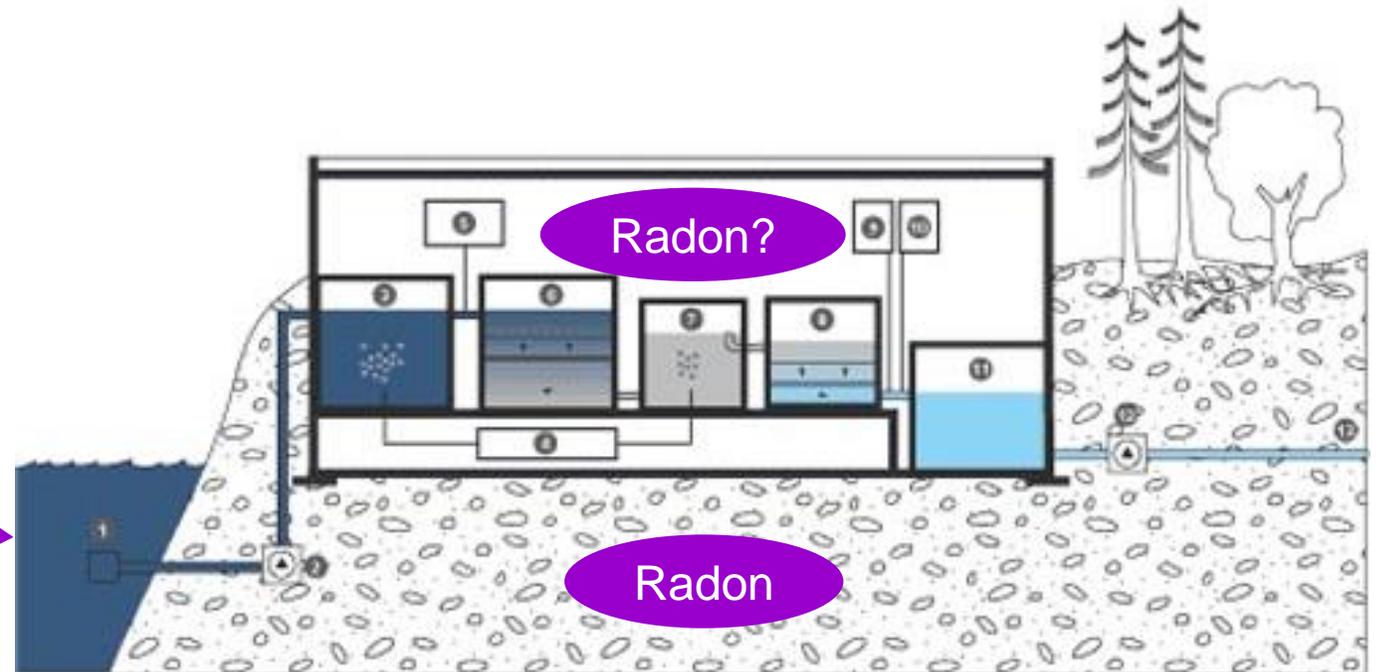
Captages d'eau dans des lacs ou des rivières



- **En règle générale, pas de concentrations élevées en radon**
Pas de radon dans l'eau des lacs et des rivières
- **Mesures sporadiques: lacs Léman et de Constance**
 - Valeur moyenne: **157 Bq/m³**

Exception: le radon provient du sol

Pas de radon
dans l'eau des
lacs



Eventuellement déjà présent dans le sol!

Filtres de déshumidificateurs, systèmes de ventilation ou de réfrigération,...



- **Les produits de désintégration du radon s'accumulent dans les filtres**

Débit de dose accru jusqu'à env. 20 $\mu\text{Sv/h}$ à une distance de 10 cm

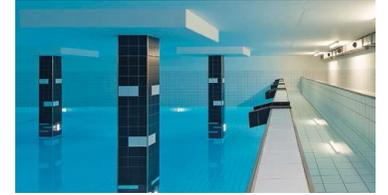
Demi-vie courte \rightarrow n'est plus mesurable après max. 1 semaine

- **Important pour la manipulation:**

Porter des gants et un masque de protection (FFP3) en cas de formation de poussières



Estimations de la dose pour le personnel présentant des doses > 10 mSv



- Sur un total de 238 entreprises pour lesquelles des résultats des mesures de radon sont disponibles, il faut tabler pour 13 d'entre elles sur des doses supérieures à 10 mSv compte tenu des durées de séjour indiquées
- La dose estimée moyenne par collaborateur dans ces entreprises est de 26 mSv
- Il s'agit ici toutefois uniquement d'une estimation qui reste à confirmer!



Dosimétrie individuelle

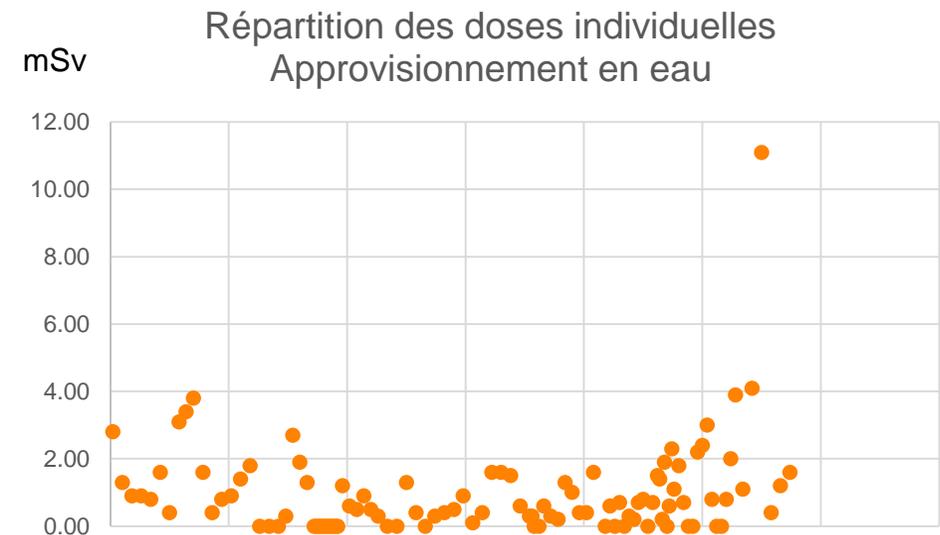
Dosimétrie individuelle

- Actuellement, une dosimétrie individuelle est effectuée auprès de **105 personnes** travaillant pour **13 entreprises** chargées de l'approvisionnement en eau et **15 entreprises** chargées de l'entretien
- Les mesures ne sont pas encore tout à fait terminées

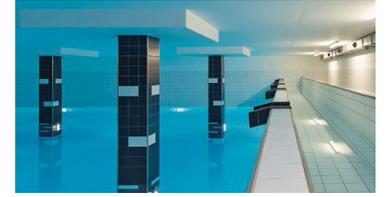
Résultats:

dose annuelle moyenne par personne

env. **1.6 mSv**



Dosimétrie individuelle



Différence d'un facteur 16 entre:

- Estimation de la dose (concentration en radon mesurée dans le local et durée de séjour estimée) et
- Dose mesurée (avec dosimètres à radon)

Raisons possibles:

- Les personnes séjournent **moins longtemps** dans les installations d'alimentation en eau qu'indiqué (les estimations indiquées de la durée étaient prudentes)
- Les dosimètres **ne sont pas portés en permanence**
- **Les séjours de courte durée (< 5 min) ne sont pas correctement enregistrés** par les dosimètres (temps de réponse)

5. Résumé

- Dans un **tunnel** avec une ventilation les concentrations en radon sont faibles
- Dans les **installations souterraines** du DDPS les concentrations en radon peuvent être élevées. Les doses doivent être estimées/déterminées cas par cas.
- La concentration moyenne en radon dans **les installations d'alimentation en eau** est très élevée (5590 Bq/m³). Les durées de séjour sont toutefois courtes. Aussi, les doses individuelles ne dépassent qu'exceptionnellement 10 mSv, mais un système dosimétrique mieux adapté doit encore être trouvé!
- Même si la loi n'exige pas de mesures dans la plupart des cas, il est judicieux de réduire la dose de radon du personnel en ayant recours à des moyens raisonnables
- En matière de radioprotection, le principe suivant s'applique: **ALARA!**
- **Est-ce que vous connaissez d'autres endroits exposés au radon?**

**Merci de
votre attention!**

Roland Krischek

Suva

Team radioprotection

Rösslimattstrasse 39

6005 Lucerne

Tél. +41 41 419 65 75

roland.krischek@suva.ch