



# Formation d'expert en radioprotection pour les secteurs B et C

# Examen : 9 février 2018

## Partie pratique

➤ Vendredi matin – 17 min/participants

en secteur contrôlé (secteur de travail de type C)

## Partie théorique

➤ Vendredi après-midi – QCM – 1h30, salle de cours

➤ 15 questions de type A et 15 questions de type K'



**La capitale de la Suisse est:**

Bâle

Berne

Genève

Lausanne

Zurich



## La ville de Lausanne

est la capitale de l'olympisme

se situe à 450m d'altitude

compte 1 250 000 habitants

se situe au bord du lac Léman

Vrai

Faux



---

# Examen pratique RP B/C – 9 fev. 2018

8h30 - 8h50	Roxanne	Chene	Laura	Mettraux	Kerstin	Bauer
8h50 - 9h10	Diana	Ribeiro	Valentin	Dayer	Jérémie	Comte
9h10 - 9h30	Matthieu	Deschamps	Patrick	Jorge	Gwenael	Moutoussamy
9h30 - 9h50	Katarzyna	Pierzchala	Mélanie	Patonnier	Marie	Nowak

## **Pause**

10h20 - 10h50	Simon	Merolle	Marie	Fargier	Valéry	Moine
10h50 - 11h20	Qasem	Sadeqi	Emilie	Demarsy	Barhim	Sabry
11h20 - 11h40	Alain	Schwab	Renaud	Virlouvet	Christophe	Zaugg

---



# Formation d'expert en radioprotection pour les secteurs B et C

Surveillance  
dosimétrique

# Surveillance de l'exposition interne

## ► Contrôles individuels de l'incorporation – l'exposition interne



### RAPPEL

814.501.43

Protection de l'équilibre écologique

#### Section 2

#### Exécution de mesures de tri et conditions régissant l'agrément des services de mesure d'incorporation

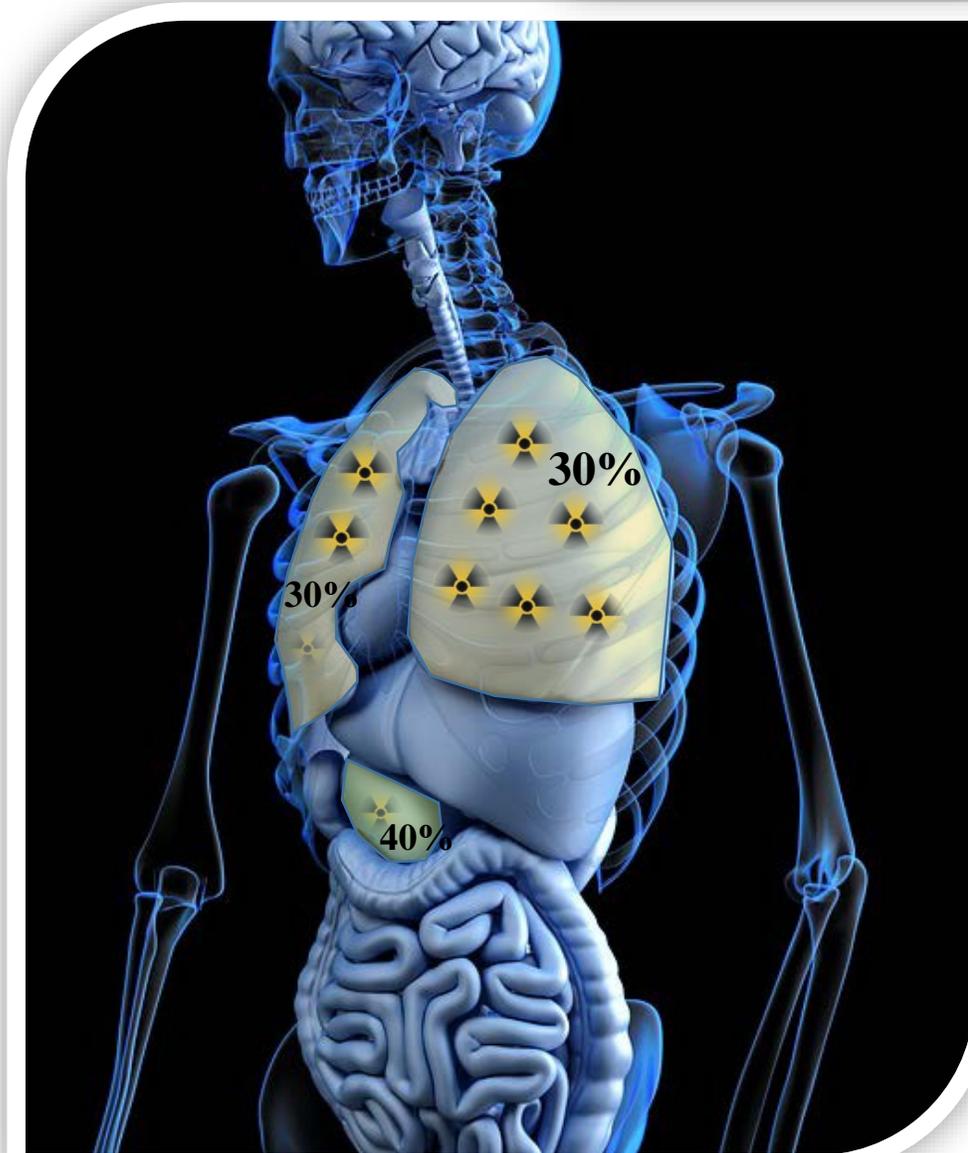
##### Art. 40 Mesures de tri

<sup>1</sup> Pour les appareils, les seuils de mesure spécifiques aux radionucléides visés à l'annexe 15 doivent être fixés à l'aide d'un étalonnage ou d'une mesure d'intercomparaison. Ils doivent être contrôlés tous les trois ans.

<sup>2</sup> Il y a lieu de documenter dans des directives internes:

- a. les procédures utilisées lors des mesures de tri, notamment la mesure du débit de dose, l'analyse d'urine par scintillation liquide, la mesure de l'activité dans la thyroïde;
- b. l'étalonnage;
- c. les démarches d'assurance de la qualité.

<sup>3</sup> Les résultats des mesures de tri doivent être consignés individuellement.



# Surveillance de l'exposition interne

- Mesure in vivo
  - ✓ *pour les rayonnements pénétrants*
  - ✓ *activité dans un organe*
- Mesure in vitro
  - ✓ *pour les rayonnements peu pénétrants*
  - ✓ *concentration radioactive dans l'urine*



**Grandeurs mesurées**

$E_{50}$  = Dose effective engagée durant 50 ans suite à une incorporation, calculée à l'aide de modèles standards du métabolisme

$$\text{Inhalation : } E_{50} = A_{\text{inh}} \cdot e_{\text{inh}}$$

$$\text{Ingestion : } E_{50} = A_{\text{ing}} \cdot e_{\text{ing}}$$

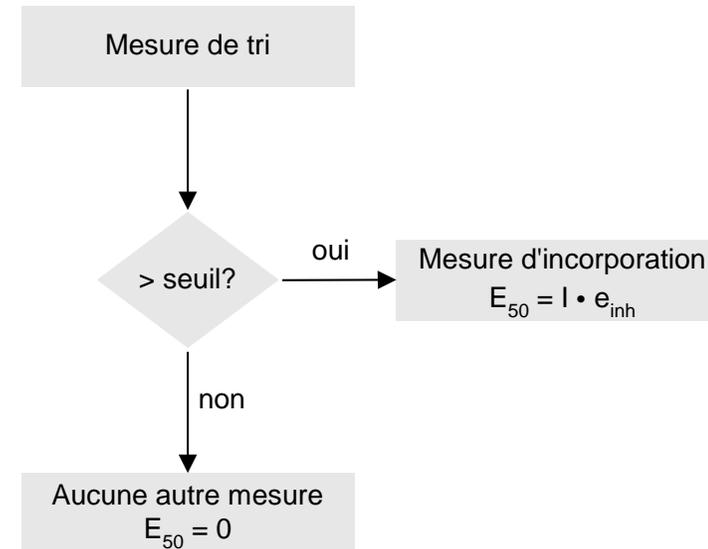
$$E_{\text{inh}} = I \cdot \sum_T w_T \sum_s U_{s,\text{inh}} S(s \rightarrow t) = I \cdot e_{\text{inh}}$$

$$E_{\text{ing}} = I \cdot \sum_T w_T \sum_s U_{s,\text{ing}} S(s \rightarrow t) = I \cdot e_{\text{ing}}$$

- En cas d'incorporation, la dose reçue dépend de nombreux facteurs : quantité du radionucléide incorporé
- Type et énergie des rayonnements émis
- Période du radionucléide
- Mode d'incorporation (inhalation, ingestion, contamination par une blessure)
- Métabolisme de la substance incorporée
- Morphologie de la personne

## Surveillance de l'incorporation

- Mesure de tri
  - *Simple, rapide, bon marché, fréquente*
  - *Directement par la personne concernée*
  - *Peu précise → pas de calcul d'activité*
- Mesure d'incorporation
  - *Seulement en cas de mesure de tri positive*
  - *Par un service de dosimétrie agréé*
  - *Conduit au calcul de  $E_{50}$*



# Surveillance de l'exposition interne

Mesure d'incorporation :  
Anthropogammamétrie



# Surveillance de l'incorporation

(extrait de l'ordonnance sur la dosimétrie individuelle)

## 1. H-3 sous forme de HTO

Emetteur  $\beta$

### 1. Métabolisme

Le tritium sous forme d'eau tritiée peut être incorporé par inhalation, ingestion ou absorption à travers la peau. 97 % du tritium se mélange rapidement avec l'eau corporelle et est éliminé, principalement par l'urine, avec une période de 10 jours. Le 3 % restant est lié organiquement et éliminé avec une période de 40 jours. Ainsi l'irradiation est pratiquement proportionnelle à la concentration du tritium dans l'urine. Les travailleurs, qui manipulent de la peinture luminescente ou des aiguilles et des cadrans lumineux, sont soumis à une incorporation chronique de tritium. Dans ce cas, un équilibre s'établit entre l'activité corporelle et celle de l'urine et la dose doit être calculée à l'aide d'un modèle d'incorporation chronique.

### 2. Méthodes de mesure

#### Mesure de tri

Mesure directe d'un échantillon d'urine par scintillation liquide.

*Seuil de mesure:* 42' 000 Bq/l

#### Mesure d'incorporation

Mesure par scintillation liquide de la concentration en tritium de l'urine  $C_U$  en Bq/l.

### 3. Intervalles de surveillance T et laps de temps entre l'événement et la 1<sup>re</sup> mesure

T <sub>tri</sub> :	30 jours	T <sub>mesure</sub> :	30 jours	t <sub>événement</sub> :	1 jour
--------------------	----------	-----------------------	----------	--------------------------	--------

# Surveillance de l'incorporation

(extrait de l'ordonnance sur la dosimétrie individuelle)

## 4. Interprétation en cas d'incorporation unique

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv <sup>-1</sup> /Bq]	
$E_{50}$ : Dose engagée durant 50 ans en Sv $C_u$ : Valeur de mesure en Bq/l $e_{inh}$ : Facteur de dose en Sv/Bq $m(t)$ : Fraction excrétée dans l'urine journalière (= 1,4 l) en l <sup>-1</sup> t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	1	$0,78 \times 10^{-9}$	
	2	$0,86 \times 10^{-9}$	
	3	$0,90 \times 10^{-9}$	
	4	$0,95 \times 10^{-9}$	
	5	$1,1 \times 10^{-9}$	
	6	$1,1 \times 10^{-9}$	
	7	$1,2 \times 10^{-9}$	
	<b>Intervalle de surveillance T = 30 jours</b>	15	$2,0 \times 10^{-9}$
		30	$5,3 \times 10^{-9}$
	45	$13 \times 10^{-9}$	

## 5. Interprétation en cas d'incorporation chronique

Intervalle de surveillance T = 30 jours:	$E_{50} = C_u \cdot 1,4 \cdot 10^{-9}$ (Sv par intervalle de surveillance)
--	--

# Surveillance de l'incorporation

(extrait de l'ordonnance sur la dosimétrie individuelle)

## 10. Co-60

Emetteur  $\gamma$

### 1. Métabolisme

Le cobalt inhalé (classe d'absorption type S) est éliminé à 90 % en quelques heures à quelques jours via le nez et le tube digestif (taux de résorption  $f_1 = 0,05$ ) et l'urine. Seulement 10 % séjourne plus longtemps dans le corps, principalement dans les poumons. Dans le cas du cobalt-60, la durée de séjour de cette fraction est déterminée principalement, à cause de la longue période physique, par les mécanismes de clearance pulmonaire.

### 2. Méthodes de mesure

#### Mesure de tri

Mesure directe du rayonnement gamma à l'aide d'un instrument de mesure de l'activité thoracique.

*Seuil de mesure:* 1200 Bq

#### Mesure d'incorporation

Mesure à l'aide d'un anthropogammamètre de l'activité en Co-60 M en Bq.

### 3. Intervalles de surveillance T et laps de temps entre l'événement et la 1<sup>re</sup> mesure

$T_{tri}$ :	180 jours	$T_{mesure}$ :	180 jours	$t_{évènement}$ :	immédiatement
-------------	-----------	----------------	-----------	-------------------	---------------

# Surveillance de l'incorporation

(extrait de l'ordonnance sur la dosimétrie individuelle)

## 14. Tc-99m

### 1. Métabolisme

Emetteur  $\gamma$

Le technétium se fixe de façon active dans la thyroïde, les glandes salivaires, l'estomac et l'intestin. On admet que le reste de l'activité se répartit uniformément dans tout l'organisme. L'excrétion a lieu par les selles et l'urine (taux de résorption  $f_1 = 0,8$ ).

### 2. Méthodes de mesure

#### Mesure de tri

Mesure du rayonnement direct avec un instrument de mesure du débit de dose ou un moniteur de contamination placé devant l'estomac ou selon le cas, devant la thyroïde.

*Seuil de mesure:* 1  $\mu\text{Sv/h}$  au niveau de l'estomac

#### Mesure d'incorporation

Mesure de l'activité en technétium-99m à l'aide d'un anthropogammamètre.

### 3. Intervalles de surveillance T et laps de temps entre l'événement et la 1<sup>re</sup> mesure

$T_{\text{tri}}$ :	en fin de journée	$T_{\text{mesure}}$ :	(en cas de dépassement du seuil de mesure)	$t_{\text{événement}}$ :	immédiatement
--------------------	-------------------	-----------------------	--	--------------------------	---------------



# Surveillance de l'incorporation

(extrait de l'ordonnance sur la dosimétrie individuelle)

## 17. I-131

### 1. Métabolisme

L'iode inhalé (classe d'absorption type F) est exhalé à 50 %. L'autre moitié atteint rapidement la circulation sanguine (taux de résorption  $f_1 = 1$ ). De là environ 30 % est résorbé en 1 jour dans la glande thyroïde et 70 % est éliminé par voie urinaire. La période biologique dans la glande thyroïde est de 80 jours. La durée de séjour de l'iode-131 dans la thyroïde est ainsi déterminée par sa période physique de 8 jours.

### 2. Méthodes de mesure

#### Mesure de tri

Mesure directe de l'activité fixée dans la glande thyroïde avec un moniteur de contamination.

*Seuil de mesure:* 2000 Bq

#### Mesure d'incorporation

Mesure à l'aide d'un moniteur thyroïdien de l'activité de I-131 M en Bq.

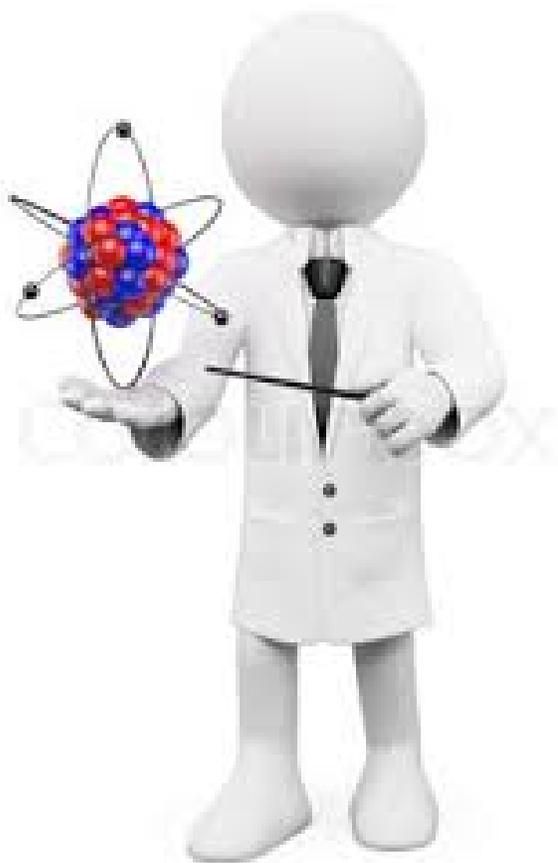
### 3. Intervalles de surveillance T et laps de temps entre l'événement et la 1<sup>re</sup> mesure

T <sub>tri</sub> :	7 jours	T <sub>mesure</sub> :	30 jours	t <sub>événement</sub> :	6 – 12 h
--------------------	---------	-----------------------	----------	--------------------------	----------

# Surveillance de l'exposition externe

► Objectifs de la dosimétrie individuelle

► Contrôles individuels de l'exposition externe



The screenshot shows the website of the Office fédéral de la santé publique (OFSP). The header includes the Swiss flag and the OFSP logo in four languages: German (Schweizerische Eidgenossenschaft), French (Confédération suisse), Italian (Confederazione Svizzera), and Romansh (Confederaziun svizra). A search bar and a dropdown menu for 'Termes de A à Z' are also present. The main navigation bar has tabs for 'Actualités', 'Thèmes', 'Services', and 'L'OFSP'. The breadcrumb trail reads: 'Office fédéral de la santé publique OFSP > Thèmes > Santé humaine > Rayonnement, radioactivité & son > Dosimétrie et exposition au rayonnement dans un cadre professionnel > Réalisation de la dosimétrie'. The left sidebar contains a list of links: 'Rayonnement, radioactivité & son', 'Dosimétrie et exposition au rayonnement dans un cadre professionnel', 'Réalisation de la dosimétrie' (highlighted), 'Services de dosimétrie', 'Dosimétrie des personnes en formation', 'Grandeurs dosimétriques en radioprotection', 'Valeurs limites de dose pour les personnes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession', and 'Documents dosimétriques'. The main content area is titled 'Réalisation de la dosimétrie' and includes a sub-section 'Mesure de l'irradiation externe' with the text: 'Une fois par mois, le service de dosimétrie individuelle agréé donne à la personne exposée un dosimètre qu'elle portera pendant un mois avant de le retourner au service de dosimétrie. Celui-ci analyse alors les données enregistrées par l'appareil et transmet par écrit les valeurs mesurées au détenteur de l'autorisation. L'expert en radioprotection de l'entreprise recueille et surveille ces déclarations mensuelles.' Below this text is an illustration of a person in a lab coat and a hand with a dosimeter badge. A 'Contact' sidebar on the right provides the address: 'Office fédéral de la santé publique (OFSP), Division radioprotection, Section rayonnement non ionisant et dosimétrie, CH - 3003 Bern', the phone number '+41 58 462 96 14', an email icon, and a print icon.

# Surveillance de l'exposition externe

- ▶ Quels sont les objectifs de la dosimétrie individuelle?
- ▶ Que mesure-t-on?
- ▶ Comment assure-t-on un suivi dosimétrique?



# Grandeurs opérationnelles

$H_p(10)$  = équivalent de dose en profondeur

*équivalent de dose dans un tissu mou à une profondeur de 10 mm au niveau du thorax*

$H_p(0.07)$  = équivalent de dose en surface

*équivalent de dose dans un tissu mou à une profondeur de 0,07 mm au niveau du thorax*

$H_{extr}$  = équivalent de dose aux extrémités

*équivalent de dose dans un tissu mou à une profondeur de 0,07mm au niveau des mains*

$E_{50}$  = Dose efficace engagée durant 50 ans suite à une incorporation, calculée à l'aide de modèles standards du métabolisme

L'équivalent de dose individuel en profondeur  $H_p(10)$  sert d'estimation de la dose efficace.

L'équivalent de dose individuel en surface  $H_p(0.07)$  sert d'estimation de la dose à la peau et au cristallin.

L'équivalent de dose individuel au cristallin,  $H_p(3)$  peut aussi servir à estimer la dose au cristallin.

# Objectifs de la dosimétrie individuelle

- Mesurer la dose accumulée par un individu
  - risques encourus par l'individu
- S'assurer que les limites fixées sont respectées
- Vérifier que les doses soient aussi faibles que cela est raisonnablement possible
- Connaître la situation d'irradiation dans les différents secteurs d'activité



- Risque encouru par l'individu prof. exposé
- Risque lié au poste de travail
- Identifier des erreurs professionnelles
- Risques encourus par la population

Le contrôle médical a pour objectifs de vérifier l'aptitude de la personne aux travaux impliquant des radiations ionisantes et d'assurer le suivi de son état de santé.

# Dosimétrie personnelle

## Section 3 Détermination de la dose de rayonnements (dosimétrie)

**Art. 61** Dosimétrie des personnes professionnellement exposées aux radiations

<sup>1</sup> La dose reçue par les personnes professionnellement exposées aux radiations doit être déterminée pour chacune individuellement et conformément à l'annexe 4 (dosimétrie individuelle).

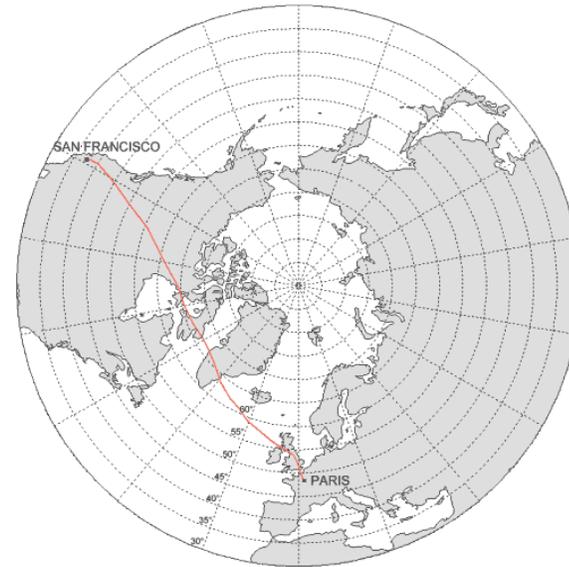
<sup>2</sup> La dose due à une irradiation externe doit être déterminée mensuellement.

<sup>3</sup> L'autorité de surveillance peut permettre des exceptions aux al. 1 et 2:

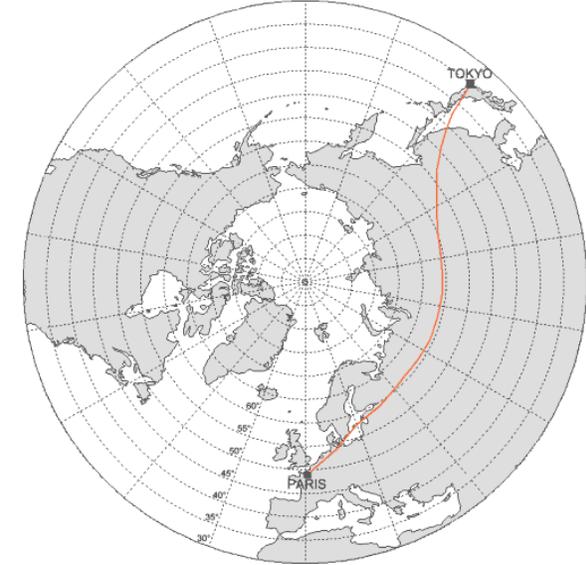
- a. lorsque l'on dispose d'un système dosimétrique supplémentaire ou d'un autre système approprié de surveillance de la dose;
- b. lorsque l'on ne dispose d'aucun système approprié de surveillance de la dose, mais qu'en échange les mesures de protection sont renforcées.

# Dosimétrie personnelle

## Dosimétrie du personnel navigant



**74  $\mu$ Sv**  
**11h24**



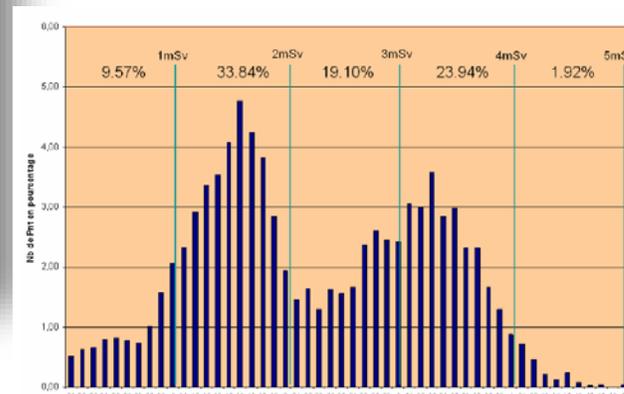
**58  $\mu$ Sv**  
**11h38**

### Art. 62 Détermination de la dose de rayonnements par calcul

<sup>1</sup> Dans les cas où une dosimétrie individuelle n'est pas appropriée, l'accord de l'autorité de surveillance est nécessaire pour la détermination, par le titulaire de l'autorisation, de la dose de rayonnements par calcul.

<sup>2</sup> Le DFI, en accord avec l'IFSN, édicte des dispositions pour la détermination par calcul des doses de rayonnements.

<sup>3</sup> Dans le cas du personnel navigant, une détermination de la dose de rayonnements par calcul peut être effectuée par l'exploitant de la compagnie aérienne lui-même. Le logiciel utilisé à cet effet doit correspondre à l'état de la technique.



4204 flight deck crew (2007)

# Exigences légales – Service de dosimétrie

## Section 4 Services de dosimétrie individuelle

### Art. 66 Conditions d'agrément

<sup>1</sup> Un service de dosimétrie individuelle doit être agréé par une autorité habilitée à cet effet (art. 68).

<sup>2</sup> L'agrément est accordé si les conditions suivantes sont remplies:

- a. le service de dosimétrie individuelle a son siège en Suisse;
- b. il dispose d'une organisation appropriée et de personnel en nombre suffisant, notamment d'un nombre suffisant de personnes ayant des connaissances pratiques dans le domaine de la technique de mesure utilisée et en radioprotection;
- c. il justifie vis-à-vis de l'autorité qui accorde l'agrément d'un programme d'assurance de qualité et l'applique;
- d. le système de mesure est conforme à l'état de la technique et rattaché à des étalons adéquats grâce à la réalisation de mesures d'intercomparaison en continu.

<sup>3</sup> Lorsqu'un service de dosimétrie individuelle est accrédité pour la dosimétrie individuelle, les conditions fixées à l'al. 2, let. c et d, sont réputées remplies.

# Exigences légales – Service de dosimétrie

## **Art. 63**      Seuil de notification par période de surveillance

<sup>1</sup> Les seuils suivants de notification par période de surveillance sont applicables aux personnes professionnellement exposées aux radiations dans les entreprises possédant une autorisation délivrée par l'OFSP:

- a. 2 mSv pour la dose efficace;
- b. 2 mSv pour la dose équivalente au cristallin;
- c. 50 mSv pour la dose équivalente à la peau, aux mains ou aux pieds.

<sup>2</sup> Les obligations de déclaration fixées aux art. 65, al. 1, let. b, et 69, let. b, sont applicables dès l'atteinte du seuil de notification.

## **Art. 69**      Obligations de notification du service de dosimétrie individuelle

Les obligations de notification du service de dosimétrie individuelle sont les suivantes:

- b. si la dose correspondant à la période de surveillance excède le seuil de notification indiqué à l'art. 63, le service de dosimétrie individuelle est tenu de notifier le dépassement au titulaire de l'autorisation et à l'autorité de surveillance au plus tard **dix jours ouvrables après réception du dosimètre**;
- c. lorsqu'un dépassement d'une limite de dose est suspecté, le service de dosimétrie individuelle notifie le résultat au titulaire de l'autorisation ou, dans le cas du personnel navigant, à l'exploitant de la compagnie aérienne et à l'autorité de surveillance **dans un délai d'un jour ouvrable** s'il s'agit d'un employé, il informe également la CNA;

# Exigences légales – Service de dosimétrie

## **Art. 70** Autres obligations du service de dosimétrie individuelle

<sup>1</sup> Le service de dosimétrie individuelle est tenu de conserver durant deux ans, après les avoir transmises au registre dosimétrique central, les valeurs des doses et l'identité des personnes qui les ont reçues, ainsi que toutes les données brutes nécessaires au calcul ultérieur des doses à notifier.

<sup>2</sup> Il est tenu de participer, à ses propres frais, à des mesures d'intercomparaison selon les directives données par l'autorité habilitée à agréer.

<sup>3</sup> Si un service de dosimétrie individuelle veut cesser son activité, il est tenu d'en aviser au moins six mois à l'avance l'autorité qui délivre l'agrément, ses mandants et leurs autorités de surveillance.

<sup>4</sup> Le service de dosimétrie individuelle qui cesse son activité remet les données d'archives qui sont en sa possession aux nouveaux services de dosimétrie individuelle désignés par les mandants.

<sup>5</sup> Dans les situations extraordinaires, l'autorité qui délivre l'agrément fixe la procédure.

# Exigences légales – Service de dosimétrie

- Personnes dont la dose annuelle peut dépasser 1mSv
- Utilisateurs d'installations à rayons X
- Utilisateurs de radionucléides :
  - émetteurs  $\gamma$ : dès 1 LA
  - émetteurs  $\beta$  :
    - E < 1 MeV pas de dosimètre
    - E > 1 MeV dès 100 LA
- Désigné par l'expert de radioprotection
- + R-06-03 Surveillance dosimétrique dans les hôpitaux

} Directive L-06-01



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

Page 1 / 6

Division radioprotection  
[www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)

Référence du document : L-06-01.doc  
Établi le : 09.01.2018  
Révision n° : 7

Directive L-06-01

## Dosimétrie lors de l'utilisation de sources radioactives non scellées

### 1. But – contexte

Selon l'ordonnance sur la radioprotection (ORaP) [1] et l'ordonnance sur la dosimétrie [2], la dose reçue par les personnes professionnellement exposées aux radiations doit être déterminée individuellement. Lors de l'utilisation de sources radioactives non scellées, l'exposition doit être surveillée à l'aide de la dosimétrie du corps entier, de la dosimétrie des extrémités ou par des mesures de tri ou de la dosimétrie d'incorporation. La méthode de surveillance dépend du radionucléide, de son activité et de la quantité annuelle manipulée.

### 2. Dosimétrie lors de l'utilisation de sources radioactives non scellées

L'expert en radioprotection d'une entreprise désigne les personnes de l'entreprise qui sont exposées au rayonnement et qui doivent être soumises à une surveillance dosimétrique. Sont considérées comme professionnellement exposées aux radiations les personnes qui :

- peuvent dépasser, dans le cadre de leur activité professionnelle ou de leur formation, la limite de dose efficace de 1 mSv/an, ou la limite de dose équivalente de 15 mSv/an pour le cristallin ou de 50 mSv/an pour la peau ;
- séjourment au moins une fois par semaine dans des secteurs contrôlés, pour leur travail ou leur formation.

Les personnes manipulant des sources radioactives non scellées et travaillant dans des secteurs contrôlés font partie de la catégorie A des personnes exposées professionnellement aux radiations.

Les personnes effectuant des travaux de courte durée (p. ex. stagiaires) dans les secteurs contrôlés peuvent être équipées d'un dosimètre numéroté (attribué nominativement). Leur identité sera communiquée au service de dosimétrie lors du renvoi du dosimètre, et consignée par ledit service. La surveillance des personnes ayant des activités de quelques jours dans les secteurs contrôlés s'effectue en règle générale au moyen d'un dosimètre électronique et les doses sont enregistrées par l'expert en radioprotection.

#### 2.1 Irradiation externe par des sources radioactives non scellées

##### Dosimétrie du corps entier

Les personnes exposées professionnellement aux radiations doivent être surveillées à l'aide d'un dosimètre du corps entier, la nature de la surveillance dépendant des nucléides utilisés et des activités effectuées (annexe 1).



## Annexe 1 : Dosimétrie applicable à l'utilisation de sources radioactives non scellées

Nucléide	Dosimétrie du corps entier requise dès :		Dosimétrie des extrémités requise dès :		Mesure d'incorporation / mesure de tri requise dès :		
	Activité en travail <sup>1</sup>	Activité an- nuelle mani- pulée <sup>1</sup>	Activité en travail <sup>1</sup>	Activité an- nuelle mani- pulée <sup>1</sup>	Activité an- nuelle mani- pulée	Méthode de tri	Seuil de mesure (intervalle de mesure)
H-3/C-14/ S-35/P-33	-	-	-	-	>200 LA ou 20 LA sous forme volatile	Mesure directe d'un échantillon d'urine par scintillation liquide	H-3 42 000 Bq/l (30 jours) C-14 200Bq/l (1 semaine) P-33 200 Bq/l (30 jours) S-35 150 Bq/l (60 jours)
P-32, Sr-89, Sr-90	>100 LA (secteur de travail B)	> 200 LA	> 100 LA (secteur de travail B)	>200 LA		Mesure directe d'un échantillon d'urine par scintillation liquide	P-32 200 Bq/l (30 jours) Sr-89 0.5 Bq/l (30 jours) Sr-90 0.05 Bq/l (30 jours)
Y-90, Sm-153, Er-169, Lu- 177, Re-186,	>1 LA	> 200 LA	> 100 LA (secteur de travail B)	>200 LA		Mesure de la contamination des mains après avoir retiré les gants à l'aide d'un moniteur de la contami- nation	Y-90, Sm-153, Lu-177, Re-186 300 Bq/cm <sup>2</sup> Er-169 1000 Bq/cm <sup>2</sup> (après chaque utilisation)
Ra-223	> LA			>200 LA		Mesure de la contamination des mains après avoir retiré les gants à l'aide d'un moniteur de la contami- nation	Ra-223 50 Bq/cm <sup>2</sup> (après chaque utilisation)
Tc-99m	> LA			>200 LA		Mesure directe du rayonnement au niveau de l'estomac ou de la thy- roïde	1 µSv/h (en fin de journée)



## Annexe 1 (suite)

Nucléide	Dosimétrie du corps entier requis dès:		Dosimétrie des extrémités requis dès:		Mesure d'incorporation / mesure de tri requis dès:		
	Activité en travail <sup>1</sup>	Activité an- nuelle mani- pulée <sup>1</sup>	Activité en travail <sup>1</sup>	Activité an- nuelle mani- pulée <sup>1</sup>	Activité an- nuelle mani- pulée	Méthode de tri	Seuil de mesure (intervalle de mesure)
F-18, O-15, C-11, Ga-68, N-13	> LA			>200 LA	>200 LA ou 20 LA sous forme volatile	Mesure du rayonnement direct au niveau de l'estomac/abdomen ou surveillance de l'air ambiant	1 µSv/h au niveau de l'estomac Au minimum toutes les 4 heures 4000 Bq/m <sup>3</sup> <sup>2</sup>
I-123/I-124/ I-131	> LA			>200 LA		Mesure directe de l'activité fixée dans la glande thyroïde avec un moniteur de contamination	1400 Bq (I-123, 12h) 3000 Bq (I-124, 7 jours) 2000 Bq (I-131, 7 jours)
I-125	>100 LA (secteur de travail B)	>200 LA	>100 LA (secteur de travail B)	>200 LA		Mesure directe de l'activité fixée dans la glande thyroïde avec un moniteur de contamination	1300 Bq (30 jours)

<sup>1</sup> La dosimétrie correspondante doit être effectuée si l'une des conditions est remplie.

<sup>2</sup> Lors du dépassement du seuil de mesure, une enquête permettant de déterminer la dose effective engagée, réalisée avec l'accord de l'autorité de surveillance, s'avère nécessaire.

**Annexe 2 : Services de dosimétrie de l'irradiation interne et nucléides reconnus**

Institut de radiophysique (IRA) CHUV Rue du Grand-Pré 1 1007 Lausanne	Tél. 021 314 82 97 Fax 021 314 82 99 Courriel : <a href="mailto:ira.dosimetrie@chuv.ch">ira.dosimetrie@chuv.ch</a> Internet : <a href="http://www.chuv.ch/ira">www.chuv.ch/ira</a>
Paul Scherrer Institut PSI Abteilung für Strahlenschutz und Sicherheit Sektion Messwesen Dosimetrie 5232 Villigen PSI	Tél. 056 310 21 11 Fax 056 310 44 12 Courriel : <a href="mailto:dosimetry@psi.ch">dosimetry@psi.ch</a> Internet : <a href="http://www.psi.ch">www.psi.ch</a>
SUVA Bereich Physik Dosimetrie Postfach 4358 6002 Luzern	Tél. 041 419 58 57 Fax 041 419 62 13 Courriel : <a href="mailto:dosimetrie@suva.ch">dosimetrie@suva.ch</a> Internet : <a href="http://www.suva.ch">www.suva.ch</a>
KKM - BKW Energie AG Kernkraftwerk Mühleberg Strahlenschutz/Personendosimetrie 3203 Mühleberg	Tél. 058 477 71 11 Fax 031 980 20 21 Internet : <a href="http://www.bkw.ch">http://www.bkw.ch</a>
HUG Service de Médecine Nucléaire Dosimétrie individuelle 4 rue Gabrielle-Perret-Gentil 1211 Genève 14	Tél. 022 372 71 44 Courriel : <a href="mailto:sophie.namy@hcuge.ch">sophie.namy@hcuge.ch</a> Internet : <a href="http://www.smn.hcuge.ch">www.smn.hcuge.ch</a>



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

Division radioprotection  
[www.str-rad.ch](http://www.str-rad.ch)

Référence du document : L-06-01.doc  
Établi le : 09.01.2018  
Révision n° 7

Nucléide <sup>3</sup>	Méthode	IRA	PSI	Suva	HUG	KKM
H-3	Urine	X	X	X		
C-14	Urine	X	X	X		
P-32	Urine	X	X	X		
P-33	Urine	X	X	X		
S-35	Urine	X	X	X		
Ca-45	Urine	X	X	X		
Cr-51	Corps entier		X		X	X
Fe-59	Corps entier		X		X	X
Co-57	Corps entier		X		X	
Co-58	Corps entier		X		X	X
Co-60	Corps entier		X		X	X
Ni-63	Urine		X			
Zn-65	Corps entier		X		X	
Ga-67	Corps entier		X		X	
Sr-85	Corps entier		X		X	X
Sr-89	Urine		X			
Sr-90	Urine	X	X			
Y-90	Urine		X			
Tc-99m	Corps entier		X		X	X
In-111	Corps entier		X		X	
I-123	Thyroïde	X	X			
I-124	Thyroïde		X			
I-125	Thyroïde	X	X			

Nucléide	Méthode	IRA	PSI	Suva	HUG	KKM
Cs-137	Corps entier		X		X	X
Sm-153	Corps entier		X		X	
Er-169	Urine		X			
Lu-177	Corps entier		X		X	
Re-186	Corps entier		X		X	
Re-188	Corps entier		X		X	
Tl-201	Corps entier		X		X	
Po-210	Urine, selles	X	X			
Ra-226	Urine, selles	X	X			
Th-228	Urine, selles		X			
Th-232	Urine, selles		X			
U-234	Urine, selles	X	X			
U-235	Urine, selles	X	X			
U-238	Urine, selles	X	X			
Np-237	Urine, selles		X			
Pu-238	Urine, selles		X			
Pu-239	Urine, selles	X	X			
Pu-240	Urine, selles		X			
Am-241	Urine, selles	X	X			
Cm-242	Urine, selles		X			
Cm-244	Urine, selles		X			

<sup>3</sup> Pour déterminer la dose effective engagée des nucléides ne figurant pas dans ce tableau, il convient de contacter l'autorité de surveillance.

# Dosimétrie individuelle

- Dosimètres intégrateurs
  - Niveau du thorax (badges)
  - Niveau des mains (bagues)
- Dosimètre électronique

The radiotracer, injected into a vein, emits gamma radiation as it decays. A gamma camera scans the radiation area and creates an image.



Gamma camera

ADAM.



NEUTRON

BÊTA



# Dosimétrie individuelle

## Chapitre 2 Irradiation externe des personnes

### Section 1 Exécution de la dosimétrie

#### Art. 8 Port du dosimètre

<sup>1</sup> Le dosimètre du corps entier doit être porté au niveau de la poitrine; les femmes enceintes le portent au niveau de l'abdomen.

#### Art. 32 Arrondissement des valeurs de dose

<sup>1</sup> Les services de dosimétrie individuelle arrondissent les valeurs de mesure en mSv à un chiffre après la virgule, après soustraction du bruit de fond.

<sup>2</sup> Par dérogation, dans le domaine des faibles doses (< 1 mSv), les valeurs de mesure des dosimètres individuels pour le rayonnement photonique inférieures à 0,075 mSv sont arrondies à 0 et celles supérieures ou égales à 0,075 mSv, à 0,1 mSv.

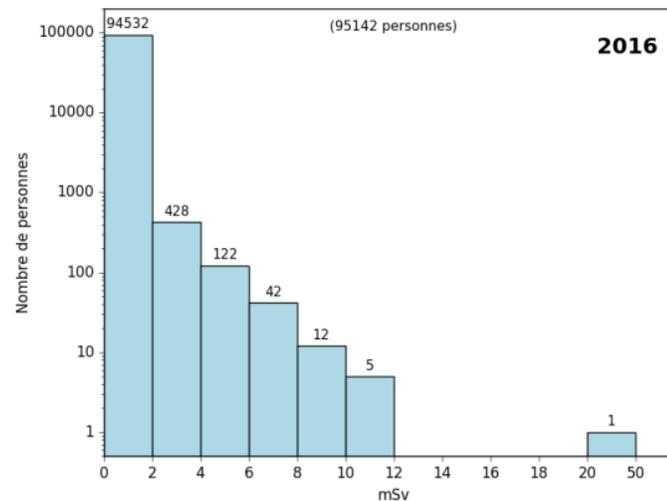
Septembre 2017

## Rapport annuel 2016

Dosimétrie des personnes exposées aux radiations dans l'exercice de leur profession en Suisse



Figure 1: Doses individuelles en profondeur par irradiation externe dans tous les secteurs d'activité



# Dosimétrie individuelle

Pour les doses supérieures aux valeurs limites, une enquête sera effectuée.

Irradiation accidentelle d'une manipulatrice en radiothérapie au centre de lutte contre le cancer de Dijon.

Imprimer

16/07/2007 - Note d'information

## Contexte

Une manipulatrice du département de radiothérapie du Centre de lutte contre le cancer G-F Lederer de Dijon a été exposée accidentellement en salle de traitement le 15 juin 2007. Alors qu'elle redessinaient les repères de traitement sur une patiente soignée pour un cancer du sein gauche, et se trouvait alors dans le champ du faisceau de rayonnement prévu, une seconde manipulatrice a lancé l'irradiation de la patiente, avant de se rendre compte de la situation, et d'interrompre l'opération. Une reconstitution dosimétrique réalisée par la radiophysicienne de l'hôpital a permis d'estimer la dose efficace\* délivrée à la manipulatrice. Tenant compte de nouveaux éléments d'information, la radiophysicienne a ultérieurement réalisé une seconde reconstitution de dose, conduisant à revoir fortement à la baisse la première valeur estimée.

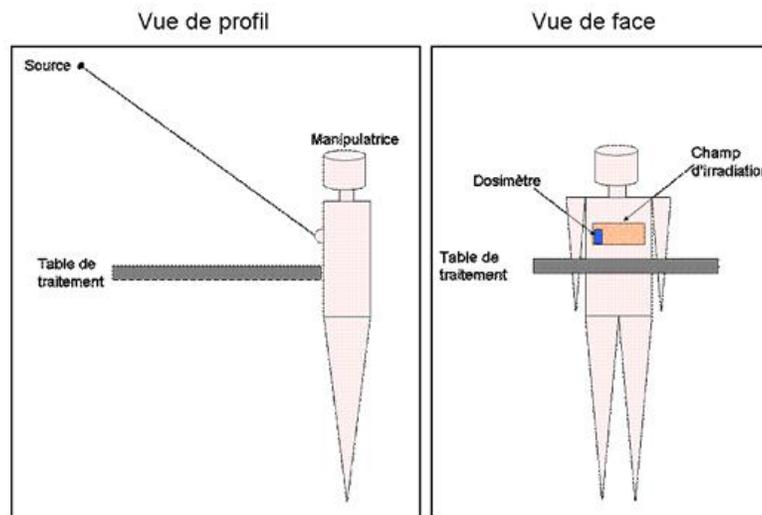
Compte tenu des incertitudes posées par la disparité des résultats de ces reconstitutions de dose successives, l'Autorité de Sécurité Nucléaire (ASN) a demandé à l'IRSN de mener une expertise dosimétrique.

## Méthodologie de l'expertise

La difficulté de reconstituer la dose dans ce type d'incident où l'organisme est exposé de façon hétérogène dans un champ de rayonnement réside dans l'obligation de déterminer la dose absorbée au niveau de chaque organe. Ceci nécessite de connaître aussi précisément que possible :

- les caractéristiques du champ de rayonnement (taille du champ, énergie et intensité du rayonnement direct, intensité du rayonnement diffusé...) ;
- la position de la manipulatrice au moment de l'irradiation ;
- la présence éventuelle de matériaux faisant écran entre la source et la personne exposée.

Dans le cas présent, il demeure une incertitude importante sur la position de la manipulatrice par rapport au faisceau. Aussi, certaines hypothèses ont dû être faites pour réaliser les calculs de dose. Sur la base des informations fournies par la radiophysicienne de l'hôpital, deux scénarios représentant des configurations raisonnablement majorantes en termes de dose ont été élaborés par les experts en dosimétrie de l'IRSN (figure ci dessous).



Vues schématiques de profil et de face de la manipulatrice

Pour chacun de ces scénarios, des hypothèses ont été faites sur la fraction des organes exposés dans le faisceau direct. La dose "référence" utilisée pour calculer la dose délivrée aux différents organes est celle mesurée au niveau du sein droit par le dosimètre individuel porté au moment de l'incident.

Les doses équivalentes aux organes et la dose efficace ont finalement été calculées en appliquant les valeurs des facteurs de pondération tissulaires fixées par la réglementation en vigueur.

Au final, cette approche a permis à l'IRSN d'évaluer la dose efficace à environ 30 mSv avec une certaine confiance. Cette valeur est supérieure à la limite annuelle fixée par la réglementation pour les travailleurs et une surveillance médicale à long terme est donc préconisée.

Page disponible sur le site de l'IRSN  
<http://www.irsn.org>

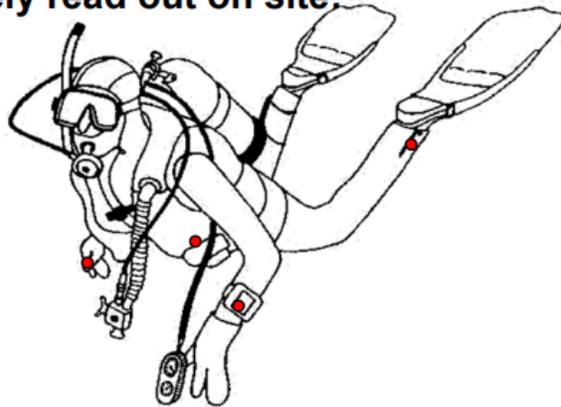




# Dosimétrie individuelle

## August 31st 2010, during RFO26

- When a diver left the spent fuel pool, his electronic dosimeter was alarming. The display showed 40,1 mSv.
- The divers TLDs were immediately read out on site:
  - ⊗ Whole body: 19 mSv
  - ⊗ Right finger: 1123 mSv
  - ⊗ Left hand: 306 mSv
  - ⊗ Left foot: 11 mSv
- The dose limit for hands (500 mSv/a) was exceeded
- The situation concerning the whole body (dose limit: 20 mSv/a) was questionable (2 different readings, TLD and EPD)



J Radiol Prot. 2017 Dec;37(4):812-825. doi: 10.1088/1361-6498/aa8273.

### Dose assessment following an overexposure of a worker at a Swiss nuclear power plant.

Bailat C.J., Laedermann J.P., Baechler S., Desorgher L., Aroua A., Bochud F.O.

#### Abstract

**AIM:** The aim of this work was to assess the doses received by a diver exposed to a radiation source during maintenance work in the fuel transfer pool at a Swiss nuclear power plant, and to define whether the statutory limit was breached or not.

**METHOD:** Onsite measurements were carried out and different scenarios were simulated using the MicroShield Software and the MCNPX Monte Carlo radiation transport code to estimate the activity of the irradiating object as well as the doses to the limbs and the effective dose delivered to the operator.

**RESULTS:** The activity of the object was estimated to 1.8 TBq. From the various dose estimations, a conservative value of 7.5 Sv was proposed for the equivalent dose to the skin on the hands and an effective dose of 28 mSv.

**CONCLUSION:** The use of different experimental and calculation methods allowed us to accurately estimate the activity of the object and the dose delivered to the diver, useful information for making a decision on the most appropriate scheme of follow up for the patient.



# Dosimétrie individuelle

**Tableau 9: Dépassements des limites de dose depuis 1995**

Année	Secteur	Source	Dose	Remarque
1995	Hôpital	X	E = 36.6 mSv	Orthopédie, radioscopie
	Industrie	H-3	E = 24.6 mSv	Incorporation
1996	Industrie	H-3	E = 5.2 mSv	Incorporation (grossesse)
	Industrie	H-3	E = 29 mSv	Incorporation
1997	Industrie	Ir-192	E = 83 mSv	Gammagraphie
	Industrie	H-3	E = 4.6 mSv	Incorporation (grossesse)
	Hôpital	X	H <sub>extr</sub> = 517 mSv	Radiologie interventionnelle
1998	Hôpital	X	E = 22.8 mSv	Incident de cause inconnue
2002	Hôpital	Co-60	E = 22.8 mSv	Radiothérapie
	Hôpital	I-131	H <sub>extr</sub> = 1256 mSv	Médecine nucléaire, contamination
2004	Dentiste	X	E = 22.2 mSv	Incident de cause inconnue
2005	Hôpital	X	E = 20.2 mSv	Cardiologie, radioscopie
2007	Hôpital	Y-90	H <sub>extr</sub> = 1300 mSv	Médecine nucléaire, bout du doigt
2009	Centrale nucléaire	γ	E = 37.8 mSv E = 25.4 mSv	Deux personnes, révision
2010	Centrale nucléaire	γ	E = 28 mSv H <sub>extr</sub> = 7500 mSv	Homme-grenouille, révision
	Hôpital	X	E = 30.2 mSv	Angiographie, radioscopie
	Hôpital	Y-90	H <sub>extr</sub> = 1000 mSv	Recherche médicale
2011	Hôpital	X	E = 27 mSv	Cardiologie, radioscopie
	Hôpital	Y-90	H <sub>extr</sub> = 2000 mSv	Médecine nucléaire, contamination
	Industrie	e <sup>-</sup> , γ	E = 278 mSv	appareil à faisceau d'électrons
2012	Hôpital	Y-90	H <sub>extr</sub> = 1000 mSv	Médecine nucléaire
2014	Hôpital / Industrie	X	H <sub>extr</sub> = 700 mSv	Réparation d'une installation à rayons X
2016	Hôpital	inconnu	E = 24.1 mSv	Médecine nucléaire

Septembre 2017

## Rapport annuel 2016

Dosimétrie des personnes exposées aux radiations  
dans l'exercice de leur profession en Suisse

# Dosimétrie individuelle – double dosimétrie

- Le dosimètre personnel est porté sous le tablier de protection
- Un second dosimètre peut être exigé
  - ✓ placé sur le tablier
  - ✓ signe distinctif
  - ✓ porté seulement avec le tablier

Ex: Cardiologie, radiologie interventionnelle, ...



$$H_{\text{total}}(10) = H_{\text{sous}}(10) + \mathbf{a} H_{\text{sur}}(10)$$

$\mathbf{a} = 0,10$  sans protection de la thyroïde

$\mathbf{a} = 0,05$  avec protection de la thyroïde

$$H_{\text{total}}(0,07) = H_{\text{sous}}(0,07) + H_{\text{sur}}(0,07)$$

## Art. 10 Port d'un tablier de protection

<sup>1</sup> Le dosimètre doit être porté sous le tablier de protection, au niveau de la poitrine. Lors de l'utilisation d'un deuxième dosimètre, celui-ci doit être porté sur le tablier de protection, au niveau de la poitrine. Il doit porter un signe distinctif apposé par le service de dosimétrie individuelle.

<sup>2</sup> L'équivalent de dose individuel total – avec deux dosimètres – est calculé comme suit:

$$H_{\text{total}}(10) = H_{\text{sous}}(10) + a \cdot H_{\text{sur}}(10)$$

$$H_{\text{total}}(0,07) = H_{\text{sous}}(0,07) + H_{\text{sur}}(0,07)$$

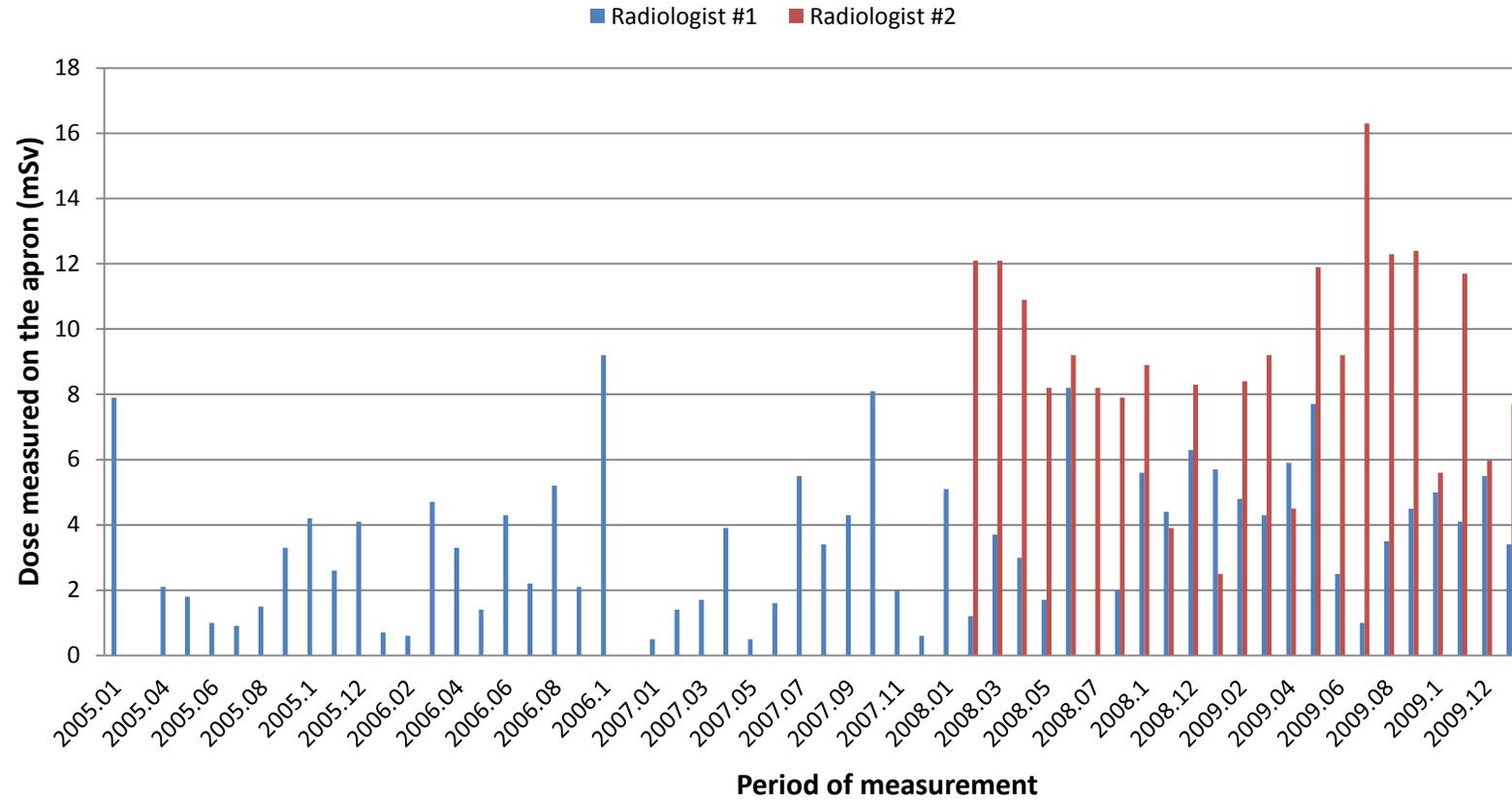
où  $H_{\text{sous}}$  représente la dose indiquée par le dosimètre placé sous le tablier et  $H_{\text{sur}}$  celle du dosimètre placé sur le tablier, et  $a = 0,1$ , lorsque le tablier de protection ne protège pas la glande thyroïde, ou  $a = 0,05$ , si le tablier la protège.

<sup>3</sup> Le titulaire de l'autorisation annonce au service de dosimétrie individuelle:

- les personnes pour lesquelles un deuxième dosimètre est nécessaire;
- si ces personnes portent une protection de la glande thyroïde.

<sup>4</sup> Le service de dosimétrie individuelle calcule l'équivalent de dose individuel total et annonce les valeurs de  $H_{\text{sous}}$ ,  $H_{\text{sur}}$  et  $H_{\text{total}}$  à l'entreprise mandante et au registre dosimétrique central.

# Double dosimétrie



➤ Suivi des doses mesurées SUR tablier par deux radiologie en radiologie interventionnelle

# Dosimétrie individuelle

## Art. 12 Dosimètre des extrémités

<sup>1</sup> Lors d'activités impliquant des sources de radiations qui peuvent conduire à des hauts débits de dose au niveau des mains, le port d'un dosimètre des extrémités est en outre obligatoire. Cela vaut en particulier pour les activités suivantes:

- a. manipulation de sources  $\gamma$  d'un volume annuel d'utilisation de plus de 200 LA;
- b. manipulation de sources  $\beta$  d'une énergie maximale supérieure à 1 MeV dans des secteurs de travail de type B ou d'un volume annuel d'utilisation de plus de 200 LA;
- c. examens de radiologie interventionnelle dans le domaine des doses élevées;
- d. travaux de réglage sur des installations de rayons X analytiques.

<sup>2</sup> L'autorité de surveillance peut exiger au cas par cas le port d'un dosimètre des extrémités lors d'autres activités pouvant conduire à une dose aux extrémités supérieure à 25 mSv par an.

<sup>3</sup> Le dosimètre des extrémités est porté, dans la mesure du possible, à l'endroit où la dose la plus élevée est attendue.



## Art. 13 Détermination de la dose équivalente aux extrémités lors de la manipulation de sources non scellées

<sup>1</sup> Lors de la manipulation de sources non scellées, la dose équivalente aux extrémités est calculée comme suit, à partir de l'équivalent de dose indiqué par le dosimètre-bague et d'un facteur de correction:

$$H_{\text{extr.}} = f_E * H_p(0,07)$$

où  $H_p(0,07)$  est l'équivalent de dose indiqué par le dosimètre-bague et  $f_E$  le facteur de correction. Celui-ci vaut 5.

<sup>2</sup> Le titulaire de l'autorisation peut, avec l'accord de l'autorité de surveillance, déterminer à l'aide de mesures appropriées des facteurs individuels de correction et les appliquer.

<sup>3</sup> Le titulaire de l'autorisation annonce au service de dosimétrie individuelle les personnes qui travaillent avec des sources non scellées et leurs facteurs individuels de correction.

<sup>4</sup> Le service de dosimétrie individuelle calcule la dose équivalente individuelle aux extrémités et annonce les valeurs de  $H_p(0,07)$ ,  $f_E$  et  $H_{\text{extr.}}$  à l'entreprise mandante et au registre dosimétrique central.

# Dosimétrie individuelle

## Art. 11 Dose équivalente au cristallin

<sup>1</sup> La dose équivalente au cristallin est supposée égale à l'équivalent de dose individuel en surface  $H_p(0,07)$  mesuré par le dosimètre du corps entier. Elle peut aussi être déterminée avec un dosimètre porté au niveau de l'œil et annoncée comme telle.

<sup>2</sup> Dans le cas de champs de radiation inhomogènes pour lesquels la dose au corps entier n'est pas représentative de la dose au cristallin, l'autorité de surveillance peut exiger au cas par cas le port d'un deuxième dosimètre au niveau des yeux.

<sup>3</sup> Lors du port de deux dosimètres du corps entier et d'un tablier de protection, la dose équivalente au cristallin correspond à l'équivalent de dose individuel total en surface  $H_{total}(0,07)$  visé à l'art. 10, al. 2.

<sup>4</sup> En cas de port de lunettes de protection, l'expert en radioprotection détermine, avec l'accord de l'autorité de surveillance, un facteur de correction individuel correspondant à  $f_C < 1$  et le communique au service de dosimétrie individuelle. Celui-ci calcule la dose équivalente individuelle au cristallin comme suit et la communique à l'entreprise et au registre dosimétrique central:

Un dosimètre du corps entier:  $H_{cristallin} = f_C * H_p(0,07)$

Deux dosimètres du corps entier avec tablier de protection:

$H_{cristallin} = H_{sous}(0,07) + f_C * H_{sur}(0,07)$

où les valeurs  $H_{sous}(0,07)$  et  $H_{sur}(0,07)$  sont déterminées conformément à l'art. 10, al. 2.

<sup>5</sup> En cas de port d'un dosimètre du cristallin sur les lunettes de protection, le service de dosimétrie individuelle calcule et annonce les grandeurs suivantes à l'entreprise mandante et au registre dosimétrique central:

$H_{cristallin} = f_C * H_p(0,07)$  ou

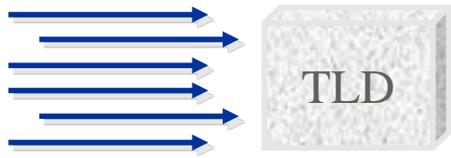
$H_{cristallin} = f_C * H_p(3)$



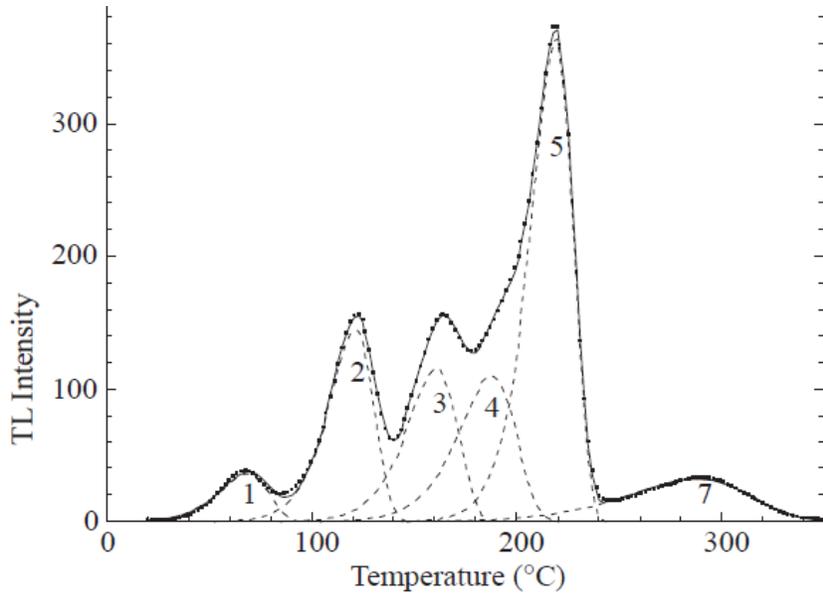
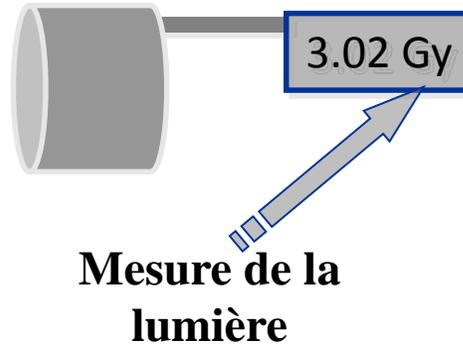
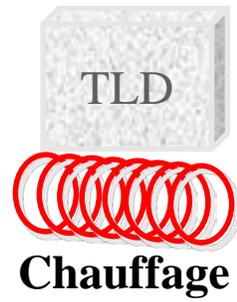
# Dosimétrie individuelle

- Thermoluminescence

**Irradiation**



**Lecture**



# Dosimétrie individuelle

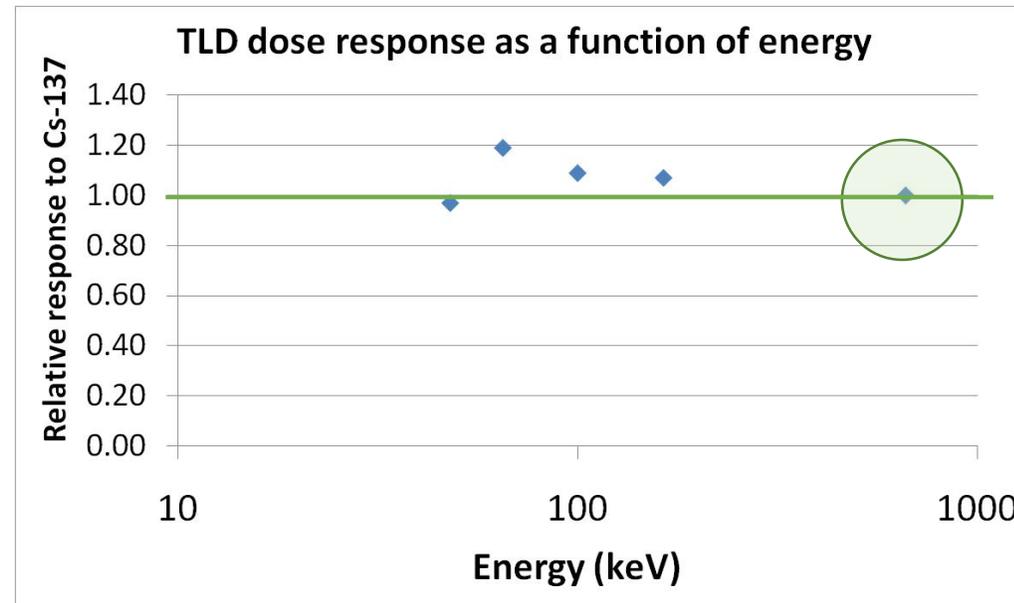
Exemples de dosimètre TLD en Suisse:



Figure 1 : Photographies des dosimètres reçus pour l'intercomparaison.

# Dosimétrie individuelle

- Des paramètres extérieurs permettent l'interprétation de la dose mesurée
  - Géométrie de la mesure par rapport à celle de l'étalonnage
  - La réponse en énergie de la mesure par rapport à celle de l'étalonnage
  - etc.....

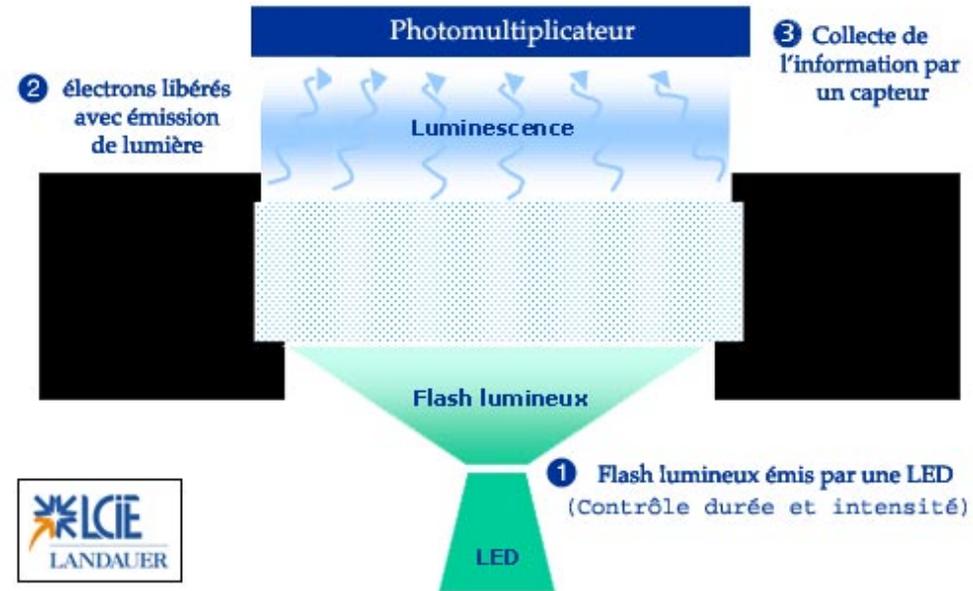


# Dosimétrie individuelle

## OSL Optically Stimulated Luminescence

On illumine brièvement le cristal par une diode électroluminescente (LED). Ce flash lumineux (dont on contrôle l'intensité et la durée) libère une fraction des électrons piégés par les impuretés de carbone. Ces électrons restituent leur supplément d'énergie sous forme de lumière. Cette émission de lumière qui est proportionnelle au nombre d'électrons piégés, donc à la dose, est mesurée par un photomultiplicateur.

## Libération d'électrons sous l'effet d'un flash lumineux



© Photo LCE Landauer



# Dosimétrie individuelle

- Dosimétrie des extrémités
  - nécessaire si  $H_{\text{ext}} > 25 \text{ mSv/an}$
  - port à l'endroit le plus exposé
  - mesure de  $H_p(0,07)$
- Périodicité des mesures
  - mesure mensuelle
  - exceptions
    - dosimètre à lecture directe en plus
    - dosimétrie d'ambiance (débit ou alarme)



# Dosimétrie individuelle

- Une bonne précision, car on a moins de variables associées à la lecture
- Une bonne exactitude, à cause de la meilleure précision et la stabilité à long terme
- Une bonne limite de détection, donc une plus grande fiabilité dans le cas des faibles doses
- Des alarmes sonores et visibles, fonction de la dose et du débit de dose
- Une lecture plus facile, donc un allègement des services dosimétriques
- Un transfert facile de l'information dosimétrique vers une base de données, donc facilité et rapidité du traitement de l'information
- Une bonne acceptabilité chez les utilisateurs qui ont plus de confiance dans une valeur de dose qu'ils obtiennent immédiatement.



# Dosimétrie individuelle

- l'absence de normes (standards) industrielles nationales ou internationales
- la réticence des autorités de contrôle envers des dosimètres de type nouveau
- le prix encore relativement élevé
- la sous-estimation de la dose aux hauts débits (qq Gy/h), à cause des effets de temps mort, ce qui pose problème en cas d'accident
- l'interférence électromagnétique
- la difficulté de mesurer la dose en surface
- l'absence de dosimètres pour les extrémités

# Exigences – Dosimétrie individuelle

Annexe 3  
(art. 18 et 21, al. 3)

## Exigences concernant un dosimètre individuel pour le rayonnement photonique

- a. Grandeurs de mesure  
 $H_p(10)$  et  $H_p(0,07)$
- b. Dose la plus faible qui doit être mesurable  
 $H_0 = 0,1$  mSv pour  $H_p(10)$   
 $H_0 = 1$  mSv pour  $H_p(0,07)$
- c. Domaine de mesure  
 $H_0$  jusqu'à 5 Sv
- d. Linéarité  
Ecart < 15 % entre 1 mSv et 5 Sv
- e. Dépendance énergétique  
Pour les photons d'énergie située entre 20 keV et 5 MeV

$$0,7 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 1,3 \quad \text{pour } H_p(10)$$

Pour les photons d'énergie située entre 10 keV et 300 keV; jusqu'à 5 MeV  
en condition d'équilibre électronique secondaire

$$0,7 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 1,3 \quad \text{pour } H_p(0,07)$$

- f. Dépendance directionnelle  
< 20 % jusqu'à 60° pour des énergies > 60 keV
- g. Reproductibilité  
Ecart standard  $s \leq 10$  % pour  $H_p(10)$  et  $H_p(0,07)$
- h. Fading  
Effet < 10 %/mois

Exigences concernant un dosimètre individuel pour les photons

Annexe 3 Ordonnance sur la dosimétrie individuelle

# Exigences – Dosimétrie individuelle

*Annexe 4*  
(art. 18 et 21, al. 3)

## Exigences concernant un dosimètre individuel pour le rayonnement bêta

- a. Grandeur de mesure  
 $H_p(0,07)$
- b. Dose la plus faible qui doit être mesurable  
 $H_0 = 1 \text{ mSv}$
- c. Domaine de mesure  
 $H_0$  jusqu'à 5 Sv
- d. Linéarité  
Ecart < 15 % entre 1 mSv et 5 Sv
- e. Dépendance énergétique  
Pour le rayonnement bêta du thallium-204 ou du krypton-85:

$$0,1 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 2,0$$

Au cas où le système a été étalonné avec un rayonnement photonique, l'exigence supplémentaire suivante s'applique pour le rayonnement bêta du strontium-90/yttrium-90:

$$0,5 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 2,0$$

- f. Reproductibilité  
Ecart standard  $s \leq 10 \%$
- g. Fading  
Effet < 10 %/mois

Exigences concernant un dosimètre individuel pour les  $\beta$

Annexe 3 Ordonnance sur la dosimétrie individuelle

# Exigences – Dosimétrie individuelle

Exigences concernant un dosimètre des extrémités

*Annexe 6*  
(art. 18 et 21, al. 3)

## Exigences concernant un dosimètre des extrémités pour le rayonnement photonique

- Grandeur de mesure  
 $H_p(0,07)$
- Dose la plus faible qui doit être mesurable  
 $H_0 = 1 \text{ mSv}$
- Domaine de mesure  
 $H_0$  jusqu'à 5 Sv
- Linéarité  
Ecart < 15 % entre 1 mSv et 5 Sv
- Dépendance énergétique  
Pour les photons d'énergie située entre 10 keV et 300 keV; jusqu'à 1,5 MeV en condition d'équilibre électronique secondaire

$$0,5 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 2,0$$

- Dépendance directionnelle  
< 20 % jusqu'à 60° pour des énergies > 60 keV
- Reproductibilité  
Ecart standard  $s \leq 15 \%$
- Fading  
Effet < 10 %/mois

Annexes 6 et 7 Ordonnance sur la dosimétrie individuelle

*Annexe 7*  
(art. 18 et 21, al. 3)

## Exigences concernant un dosimètre des extrémités pour le rayonnement bêta

- Grandeur de mesure  
 $H_p(0,07)$
- Dose la plus faible qui doit être mesurable  
 $H_0 = 1 \text{ mSv}$
- Domaine de mesure  
 $H_0$  jusqu'à 5 Sv
- Linéarité  
Ecart < 15 % entre 1 mSv et 5 Sv
- Dépendance énergétique  
Pour le rayonnement bêta du thallium-204 ou du krypton-85:

$$0,1 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 2,0$$

Au cas où le système a été étalonné avec un rayonnement photonique, l'exigence supplémentaire suivante s'applique pour le rayonnement bêta du strontium-90/yttrium-90:

$$0,5 \leq \frac{H_m}{H_t} \leq 2,0$$

- Reproductibilité  
Ecart standard  $s \leq 15 \%$
- Fading  
Effet < 10 %/mois

# Dosimétrie individuelle

Pour les doses inférieures aux valeurs limites, on applique le modèle de base suivant:

$$H_{\text{Tissus}} = H_p(10) \text{ pour tous les organes sauf la peau}$$

$$H_{\text{peau}} = H_p(0.07)$$

$$E = H_p(10)$$

Pour les doses supérieures aux valeurs limites, une enquête sera effectuée.



# Formation d'expert en radioprotection pour les secteurs B et C

Surveillance  
dosimétrique