

Andreas PITZSCHKE, PhD
Institute of radiation physics

Individual dosimetry : External and internal exposure

Exercises & solutions

EPFL, RPRA – 2018 / 2019



1. Radiation type

Your personal dosimeter registered the following doses. What does it tell you about the radiation type you were exposed to ?

$$H_p(10) = 0.2 \text{ mSv}$$

$$H_P(0.07) = 1.6 \text{ mSv}$$

1. Radiation type

Your personal dosimeter registered the following doses. What does it tell you about the radiation type you were exposed to ?

$$H_p(10) = 0.1 \text{ mSv}$$

$$H_p(0.07) = 1.6 \text{ mSv}$$

Solution:

The dosimeter was exposed to weakly penetrating radiation, since $H_p(0.07) \gg H_p(10)$:

- A few centimeters of air easily stop α – particles, so it's likely that the exposure was due to $\beta(-)$ – radiation
- $H_p(10) \neq 0$ mSv may result from:
 - Mixed radiation field (contribution of photons)
 - High energy betas (contribution of Bremsstrahlung)
 - Measurement error

2. Double-dosimetry

Calculate the equivalent dose resulting from the two dosimeters, over and under the apron:

$$H_{\text{under}} = 0.4 \text{ mSv} \quad (H_p(10) \text{ and } H_p(0.07))$$

$$H_{\text{over}} = 2.0 \text{ mSv} \quad (H_p(10) \text{ and } H_p(0.07))$$

2. Double-dosimetry

Calculate the equivalent dose resulting from the two dosimeters, over and under the apron:

$$H_{\text{under}} = 0.4 \text{ mSv} \quad (\text{Hp}(10) \text{ and } \text{Hp}(0.07))$$

$$H_{\text{over}} = 2.0 \text{ mSv} \quad (\text{Hp}(10) \text{ and } \text{Hp}(0.07))$$

Solution:

We need to combine the dose values of the two dosimeters. No indication is given, if an additional thyroid protection was used. To be conservative, we assume the absence of the thyroid protection, i.e. $a = 0.1$:

$$\begin{aligned} H_p(10) &= H_p^{\text{under}}(10) + a \cdot H_p^{\text{over}}(10) \\ &= 0.4 \text{ mSv} + 0.1 \cdot 2 \text{ mSv} \\ &= 0.6 \text{ mSv} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_p(0.07) &= H_p^{\text{under}}(0.07) + a \cdot H_p^{\text{over}}(0.07) \\ &= 0.4 \text{ mSv} + 2 \text{ mSv} \\ &= 2.4 \text{ mSv} \end{aligned}$$

3. Dose report

On your dose reported you have the following annual cumulated doses:

$$H_p(10) = 17.4 \text{ mSv}$$

$$H_p(0.07) = 17.6 \text{ mSv}$$

$$H_{\text{ext}} = 232.8 \text{ mSv} \quad (\text{ring dosemeter})$$

$$E_{50} = 4.7 \text{ mSv}$$

Compute the effective dose and judge if you exceed any dose limit.

3. Exercise: dose report

On your dose reported you have the following annual cumulated doses:

$$H_p(10) = 17.4 \text{ mSv}$$

$$H_p(0.07) = 17.6 \text{ mSv}$$

$$H_{\text{ext}} = 232.8 \text{ mSv} \quad (\text{ring dosemeter})$$

$$E_{50} = 4.3 \text{ mSv}$$

Compute the effective dose and judge if you exceed any dose limit.

Solution:

The effective dose takes into account the external, $H_p(10)$, and internal, E_{50} , exposure of the vital organs, i.e.

$$\begin{aligned} E &= H_{\text{ext}} + E_{\text{int}} = H_p(10) + E_{50} = (17.4 + 4.3) \text{ mSv} \\ &= 21.7 \text{ mSv} > 20 \text{ mSv/yr} \end{aligned}$$

The annual limit on the effective dose is exceeded !

The annual limit on the eye lens dose is respected, since $H_p(0.07) = H_{\text{eye}} < 20 \text{ mSv/yr}$

The annual limit on the skin dose is respected, since $H_p(0.07) < 500 \text{ mSv/yr}$ and $H_{\text{ext}} = H_{\text{skin}} < 500 \text{ mSv/yr}$

4. Active dosemeter

Your passive dosemeter has measured the following monthly doses:

$$H_p(10) = 0.6 \text{ mSv}$$

$$H_p(0.07) = 0.6 \text{ mSv}$$

Your active dosemeter measured $H_p(10) = 0.2 \text{ mSv}$.

How do you interpret the measurement?

4. Active dosimeter

Your passive dosimeter has measured the following monthly doses:

$$H_p(10) = 0.6 \text{ mSv}$$

$$H_p(0.07) = 0.7 \text{ mSv}$$

Your active dosimeter measured $H_p(10) = 0.2 \text{ mSv}$.

How do you interpret the measurement?

Solution:

1. We assume that the passive dosimeter was working correctly, since $H_p(10) \approx H_p(0.07)$.
2. As a consequence, the active dosimeter seems to under-estimate the equivalent dose. This can be due to:
 - High dose rates
 - Pulsed radiation fields
 - Bad energy response
 - Bad calibration
 - Technical problem (electronics, battery, ...)

5. Committed effective dose

- 1) Calculate the committed effective dose received by a person who inhales 0.7 MBq of Iodine-125.
- 2) Indicate the effective dose received in case of ingestion of 60 kBq of Strontium-90.

Radionuclide	Half-life	Type of decay/ radiation	Assessment quantities					Clearance limit	Licensing limit	Guidance values		Unstable daughter nuclide
			e_{inh} Sv/Bq	e_{ing} Sv/Bq	h_{10} (mSv/h)/ GBq at 1 m distance	$h_{0,07}$ (mSv/h)/ mGBq at 10 cm distance	$h_{c,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/ cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I-125	59.400 d	ec / ph	7.30E-09	1.50E-08	0.033	4	<0.1	1.E+02	7.00E+05	1.00E+03	10	
Sr-90	28.79 a	β^-	7.70E-08	2.80E-08	<0.001	1000	1.4	1.E+00	[2] 6.00E+04	1.00E+02	3	→ Y-90 [6]

5. Committed effective dose

- 1) Calculate the committed effective dose received by a person who inhales 0.7 MBq of Iodine-125.
- 2) Indicate the effective dose received in case of ingestion of 60 kBq of Strontium-90.

Protection of the Ecological Balance

814.501

Radionuclide	Half-life	Type of decay/ radiation	Assessment quantities					Clearance limit	Licensing limit	Guidance values		Unstable daughter nuclide
			e_{inh} Sv/Bq	e_{ing} Sv/Bq	h_{10} (mSv/h)/ GBq at 1 m distance	$h_{0,07}$ (mSv/h)/ GBq at 10 cm distance	$h_{c,0,07}$ (mSv/h)/ (kBq/cm ²)	LL Bq/g	LA Bq	CA Bq/m ³	CS Bq/ cm ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I-125	59.400 d	ec / ph	7.30E-09	1.50E-08	0.033	4	<0.1	1.E+02	7.00E+05	1.00E+03	10	
Sr-90	28.79 a	β^-	7.70E-08	2.80E-08	<0.001	1000	1.4	1.E+00	[2] 6.00E+04	1.00E+02	3	→ Y-90 [6]

Solution:

1. The effective dose due to the inhalation of the I-125 is:

$$E_{50} = e_{inh} \cdot I = 7.3 \times 10^{-9} \frac{\text{Sv}}{\text{Bq}} \cdot 0.7 \text{ MBq} = 5.1 \text{ mSv}$$

2. The effective dose due to the ingestion of the Sr-90 is:

$$E_{50} = e_{ing} \cdot I = 2.8 \times 10^{-8} \frac{\text{Sv}}{\text{Bq}} \cdot 60 \text{ kBq} = 1.7 \text{ mSv}$$

6. Who does the screening measurement?

True or false?

The screening measurement of the internal contamination of the thyroid gland:

- Is done by the operator himself, at his work place
- Is carried out exclusively by an approved dosimetry service
- Can be done with a contamination monitor
- Allows for calculation of the committed effective dose

6. Who does the screening measurement?

True or false?

The screening measurement of the internal contamination of the thyroid gland:

- *Is done by the operator himself, at his work place*
- *Is carried out exclusively by an approved dosimetry service*
- *Can be done with a contamination monitor*
- *Allows for calculation of the committed effective dose*

Solution:

The screening measurement is a pragmatic approach for measuring internal contamination. It is carried out by the operator himself at his work place with a contamination monitor calibrated for this purpose. The measurement allows only for an approximation of the effective dose (qualitative).

If for any reason the screening measurement can not be carried out at the working place, the person has to undergo an incorporation measurement at an approved dosimetry service (serves as well as a screening measurement). With help of the measurement result, the dosimetry service calculates the committed effective dose (quantitative).

7. Positive screening measurement

True or false?

When a screening measurement gives a result higher than the measurement threshold, the radiation protection officer (RPO) :

- must calculate the committed effective dose according to the “Ordinance on dosimetry”,
- must immediately inform the supervising authority,
- must order an incorporation measurement to be performed by an approved dosimetry service,
- must conduct the measurement again using another measuring technique.

7. Positive screening measurement

True or false?

When a screening measurement gives a result higher than the measurement threshold, the radiation protection officer (RPO) :

- must calculate the committed effective dose according to the “Ordinance on dosimetry”,*
- must immediately inform the supervising authority,*
- must order an incorporation measurement to be performed by an approved dosimetry service,*
- must conduct the measurement again using another measuring technique.*

Solution

1. It is useful to repeat the measurement and, if possible, to use another appropriate instrument to avoid a false positive or measurement error.
2. (The RPO should verify if there are no other sources falsifying the measurement result.)
3. If the screening measurement is truly positive, the RPO has to send the worker to an incorporation measurement by a certified dosimetry service.

8. Positive screening for Cr-51

We measure an activity of 70 kBq of Cr-51 during a screening measurement. What should we do?

10. Cr-51

10.1 Métabolisme

Le métabolisme du chrome dépend de sa forme chimique (Cr III ou Cr VI). Comme on admet dans le modèle dosimétrique que les petites quantités de chrome-III inhalé sont oxydées en chrome-VI dans le poumon et que, d'autre part, le chrome-VI en circulation est réduit en chrome-III, les différences disparaissent presque complètement. 90 % du chrome inhalé (classe d'absorption type M) est rapidement éliminé via le nez et le tube digestif (taux de résorption $f_1 = 0,1$). Le chrome qui atteint la circulation sanguine est accumulé à 25 % à plus long terme dans le corps entier. Dans le cas du chrome-51, cette contribution est négligeable à cause de la période physique de 28 jours.

10.2 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: 120 000 Bq

Mesure d'incorporation

Mesure à l'aide d'un anthropogammamètre de l'activité Cr-51 M en Bq.

10.3 Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T_{tri} :	30 jours	T_{mesure} :	30 jours	$t_{événement}$:	immédiatement
-------------	----------	----------------	----------	-------------------	---------------

10.4 Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	1	$0,071 \times 10^{-9}$
M: Valeur de mesure en Bq	2	$0,13 \times 10^{-9}$
e_{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	3	$0,23 \times 10^{-9}$
m(t): Fraction de rétention	4	$0,31 \times 10^{-9}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	5	$0,37 \times 10^{-9}$
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	6	$0,41 \times 10^{-9}$
	7	$0,45 \times 10^{-9}$
Intervalle de surveillance T = 30 jours	15	$0,67 \times 10^{-9}$
	30	$1,2 \times 10^{-9}$
	45	$2,0 \times 10^{-9}$

10.5 Correction pour une incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 30 jours: $E_{50} = M \cdot 0,67 \cdot 10^{-9} - E_{50}^a \cdot 0,34$

8. Positive screening for Cr-51

We measure an activity of 70 kBq of Cr-51 during a screening measurement. What should we do?

Solution:

The screening threshold is 120 kBq. According to the Swiss legislation, the resulting dose, $E_{50} < 1$ mSv, is tolerated and no further measurement needs to be done.

(Despite being legally conform, we would apply ALARA (as low as reasonably achievable) and optimize radiation protection means and working procedures, if possible.)

10. Cr-51

10.1 Métabolisme

Le métabolisme du chrome dépend de sa forme chimique (Cr III ou Cr VI). Comme on admet dans le modèle dosimétrique que les petites quantités de chrome-III inhalé sont oxydées en chrome-VI dans le poumon et que, d'autre part, le chrome-VI en circulation est réduit en chrome-III, les différences disparaissent presque complètement. 90 % du chrome inhalé (classe d'absorption type M) est rapidement éliminé via le nez et le tube digestif (taux de résorption $f_1 = 0,1$). Le chrome qui atteint la circulation sanguine est accumulé à 25 % à plus long terme dans le corps entier. Dans le cas du chrome-51, cette contribution est négligeable à cause de la période physique de 28 jours.

10.2 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: 120 000 Bq

Mesure d'incorporation

Mesure à l'aide d'un anthropogammamètre de l'activité Cr-51 M en Bq.

10.3 Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T_{tri} :	30 jours	T_{mesure} :	30 jours	$t_{évènement}$:	immédiatement
-------------	----------	----------------	----------	-------------------	---------------

10.4 Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	1	$0,071 \times 10^{-9}$
M: Valeur de mesure en Bq	2	$0,13 \times 10^{-9}$
e_{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	3	$0,23 \times 10^{-9}$
m(t): Fraction de rétention	4	$0,31 \times 10^{-9}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	5	$0,37 \times 10^{-9}$
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	6	$0,41 \times 10^{-9}$
	7	$0,45 \times 10^{-9}$
Intervalle de surveillance T = 30 jours	15	$0,67 \times 10^{-9}$
	30	$1,2 \times 10^{-9}$
	45	$2,0 \times 10^{-9}$

10.5 Correction pour une incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 30 jours: $E_{50} = M \cdot 0,67 \cdot 10^{-9} - E_{50}^a \cdot 0,34$

9. Frequency of a screening measurement

The screening measurement for a person working with I-125 must be taken at what frequency:

- every day
- every week
- every month
- every year
- screening measurements are not necessary when working with I-125

26. I-125

26.1 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 et la période physique est de 60 jours.

26.2 Méthodes de mesure

Mesure de tri

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

Seuil de mesure: 1300 Bq

Mesure d'incorporation

Mesure à l'aide d'un moniteur thyroïdien de l'activité de I-125 M en Bq.

26.3 Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	30 jours	T _{mesure} :	90 jours	t _{événement} :	6–12 h
--------------------	----------	-----------------------	----------	--------------------------	--------

26.4 Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	1	$0,56 \times 10^{-7}$
M: Valeur de mesure en Bq	2	$0,52 \times 10^{-7}$
e_{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	3	$0,52 \times 10^{-7}$
m(t): Fraction de rétention	4	$0,56 \times 10^{-7}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	5	$0,56 \times 10^{-7}$
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	6	$0,56 \times 10^{-7}$
	7	$0,56 \times 10^{-7}$
	15	$0,66 \times 10^{-7}$
	30	$0,90 \times 10^{-7}$
Intervalle de surveillance T = 90 jours	45	$1,2 \times 10^{-7}$
	60	$1,6 \times 10^{-7}$
	90	$2,6 \times 10^{-7}$
	135	$6,1 \times 10^{-7}$

26.5 Interprétation en cas d'incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 90 jours: $E_{50} = M \cdot 1,2 \cdot 10^{-7} - E_{50}^a \cdot 0,2018$

9. Frequency of a screening measurement

The screening measurement for a person working with I-125 must be taken at what frequency:

- every day
- every week
- every month
- every year
- screening measurements are not necessary when working with I-125

Solution

The screening measurement is taken every month.

If the screening measurement is positive, an incorporation measurement needs to be done max. 3 month after incorporation.

After an accidental intake, a screening measurement has to be done 6 – 12 hours after incorporation.

26. I-125

26.1 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 et la période physique est de 60 jours.

26.2 Méthodes de mesure

Mesure de tri

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

Seuil de mesure: 1300 Bq

Mesure d'incorporation

Mesure à l'aide d'un moniteur thyroïdien de l'activité de I-125 M en Bq.

26.3 Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T _{tri} :	30 jours	T _{mesure} :	90 jours	t _{événement} :	6–12 h
--------------------	----------	-----------------------	----------	--------------------------	--------

26.4 Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = M \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/Bq]
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	1	$0,56 \times 10^{-7}$
M: valeur de mesure en Bq	2	$0,52 \times 10^{-7}$
e_{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	3	$0,52 \times 10^{-7}$
m(t): Fraction de rétention	4	$0,56 \times 10^{-7}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	5	$0,56 \times 10^{-7}$
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	6	$0,56 \times 10^{-7}$
	7	$0,56 \times 10^{-7}$
	15	$0,66 \times 10^{-7}$
	30	$0,90 \times 10^{-7}$
Intervalle de surveillance T = 90 jours	45	$1,2 \times 10^{-7}$
	60	$1,6 \times 10^{-7}$
	90	$2,6 \times 10^{-7}$
	135	$6,1 \times 10^{-7}$

26.5 Interprétation en cas d'incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 90 jours: $E_{50} = M \cdot 1,2 \cdot 10^{-7} - E_{50}^a \cdot 0,2019$

10. Monitoring program for H-3

814.501.43

Protection de l'équilibre écologique

B Fiches spécifiques

1. H-3 sous forme de HTO

1.1 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. Les 3 % restant sont liés organiquement et éliminés 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.

1.2 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.

1.3 Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T_{tri} :	30 jours	T_{mesure} :	30 jours	$t_{événement}$:	1 jour
-------------	----------	----------------	----------	-------------------	--------

1.4 Interprétation en cas d'incorporation unique

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

1.5 Interprétation en cas d'incorporation chronique

Intervalle de surveillance T = 30 jours: $E_{50} = C_u \cdot 1,4 \cdot 10^{-9}$ (Sv par 20 intervalle de surveillance)

Establish a monitoring program for a person working with an open source of Tritium (H-3).

10. Monitoring program for H-3

Establish a monitoring program for a person working with an open source of Tritium (H-3).

Solution:

We realize the indications given by the ordinance on dosimetry:

1. Monthly measurement of an urine sample by liquid scintillation
2. If $A > 42 \text{ kBq/l}$, we send the worker to an approved dosimetry service
3. In case of an accidental incorporation, we wait one day before carrying out the screening measurement

814.501.43

Protection de l'équilibre écologique

B Fiches spécifiques

1. H-3 sous forme de HTO

1.1 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. Les 3 % restant sont liés organiquement et éliminés 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.

1.2 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.

1.3 Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T_{tri} :	30 jours	T_{mesure} :	30 jours	$t_{\text{événement}}$:	1 jour
--------------------	----------	-----------------------	----------	--------------------------	--------

1.4 Interprétation en cas d'incorporation unique

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

1.5 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)

11. Incorporation measurement and effective dose

During a routine incorporation measurement we measure 0.7 kBq/l of P-32 in the urine of a worker.

Estimate the effective committed dose.

6. P-32

6.1 Métabolisme

Environ 70 % du phosphate inhalé (classe d'absorption type M) est rapidement éliminé via le nez, le tube digestif (part de résorption $f_1 = 0,8$) et l'urine. Le phosphate qui atteint la circulation sanguine est résorbé à environ 70 % dans les tissus mous et les os. La durée de séjour de cette fraction est déterminée par la période physique, de même que par l'élimination relativement rapide depuis les tissus mous par la voie urinaire (période: 19 jours).

6.2 Méthodes de mesure

Mesure de tri

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

Seuil de mesure: 200 Bq/l

Mesure d'incorporation

Mesure par scintillation liquide de la concentration en phosphore-32 de l'urine C_u en Bq/l.

6.3 Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T_{tri} :	30 jours	T_{mesure} :	30 jours	t'événement:	2 jours
-------------	----------	----------------	----------	--------------	---------

6.4 Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv·l/Bq]
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	1	$0,011 \times 10^{-5}$
C _u : Valeur de mesure en Bq/l	2	$0,018 \times 10^{-5}$
e _{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	3	$0,029 \times 10^{-5}$
m(t): Fraction excrétée dans l'urine journalière (= 1,4 l) en l ⁻¹	4	$0,043 \times 10^{-5}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	5	$0,056 \times 10^{-5}$
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose t = T/2	6	$0,073 \times 10^{-5}$
	7	$0,090 \times 10^{-5}$
Intervalle de surveillance T = 30 jours	15	$0,27 \times 10^{-5}$
	30	$0,92 \times 10^{-5}$
	45	$3,1 \times 10^{-5}$

6.5 Correction pour une incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 30 jours: $E_{50} = C_u \cdot 2,7 \cdot 10^{-6} - E_{50}^a \cdot 0,09 \cdot 22$

11. Incorporation measurement and effective dose

During a routine incorporation measurement we measure 0.7 kBq/l of P-32 in the urine of a worker.

Estimate the effective committed dose.

Solution:

The incorporation measurement interval, T_{mesure} , is one month. Not knowing the precise date, we assume that the incorporation took place at the middle of the interval, i.e. 15 days.

Thus, the effective committed dose is:

$$\begin{aligned}
 E_{50} &= C_u \cdot \frac{e_{\text{inh}}}{m(t=15 \text{ d})} \\
 &= 0.27 \times 10^{-5} \text{ Sv.l/Bq} \cdot 15 \text{ kBq/l} \\
 &= 1.9 \text{ mSv}
 \end{aligned}$$

O sur la dosimétrie

814.501.43

6. P-32

6.1 Métabolisme

Environ 70 % du phosphate inhalé (classe d'absorption type M) est rapidement éliminé via le nez, le tube digestif (part de résorption $f_1 = 0,8$) et l'urine. Le phosphate qui atteint la circulation sanguine est résorbé à environ 70 % dans les tissus mous et les os. La durée de séjour de cette fraction est déterminée par la période physique, de même que par l'élimination relativement rapide depuis les tissus mous par la voie urinaire (période: 19 jours).

6.2 Méthodes de mesure

Mesure de tri

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

Seuil de mesure: 200 Bq/l

Mesure d'incorporation

Mesure par scintillation liquide de la concentration en phosphore-32 de l'urine C_u en Bq/l.

6.3 Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T_{tri} :	30 jours	T_{mesure} :	30 jours	t'événement:	2 jours
--------------------	----------	-----------------------	----------	--------------	---------

6.4 Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{\text{inh}}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{\text{inh}}/m(t)$ [Sv.l/Bq]
E_{50} : Dose engagée durant 50 ans en Sv	1	$0,011 \times 10^{-5}$
C_u : Valeur de mesure en Bq/l	2	$0,018 \times 10^{-5}$
e_{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	3	$0,029 \times 10^{-5}$
$m(t)$: Fraction excrétée dans l'urine journalière (= 1,4 l) en l ⁻¹	4	$0,043 \times 10^{-5}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	5	$0,056 \times 10^{-5}$
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	6	$0,073 \times 10^{-5}$
	7	$0,090 \times 10^{-5}$
Intervalle de surveillance T = 30 jours	15	$0,27 \times 10^{-5}$
	30	$0,92 \times 10^{-5}$
	45	$3,1 \times 10^{-5}$

6.5 Correction pour une incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 30 jours: $E_{50} = C_u \cdot 2,7 \cdot 10^{-6} - E_{50}^a \cdot 0,09$

12. Incorporation measurement and effective dose

The latest incorporation measurement gives 0.7 kBq/l of P-32 in the urine of a worker.

By checking the results of the measurement one month ago, we realise that there was an issue with the measurement and the data is corrupted.

Estimate the effective committed dose.

6. P-32

6.1 Métabolisme

Environ 70 % du phosphate inhalé (classe d'absorption type M) est rapidement éliminé via le nez, le tube digestif (part de résorption $f_1 = 0,8$) et l'urine. Le phosphate qui atteint la circulation sanguine est résorbé à environ 70 % dans les tissus mous et les os. La durée de séjour de cette fraction est déterminée par la période physique, de même que par l'élimination relativement rapide depuis les tissus mous par la voie urinaire (période: 19 jours).

6.2 Méthodes de mesure

Mesure de tri

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

Seuil de mesure: 200 Bq/l

Mesure d'incorporation

Mesure par scintillation liquide de la concentration en phosphore-32 de l'urine C_u en Bq/l.

6.3 Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T_{tri} :	30 jours	T_{mesure} :	30 jours	$t_{évènement}$:	2 jours
-------------	----------	----------------	----------	-------------------	---------

6.4 Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{inh}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{inh}/m(t)$ [Sv/lBq]
E ₅₀ : Dose engagée durant 50 ans en Sv	1	$0,011 \times 10^{-5}$
C _u : Valeur de mesure en Bq/l	2	$0,018 \times 10^{-5}$
e _{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	3	$0,029 \times 10^{-5}$
m(t): Fraction excrétée dans l'urine journalière (= 1,4 l) en l ⁻¹	4	$0,043 \times 10^{-5}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	5	$0,056 \times 10^{-5}$
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	6	$0,073 \times 10^{-5}$
	7	$0,090 \times 10^{-5}$
Intervalle de surveillance T = 30 jours	15	$0,27 \times 10^{-5}$
	30	$0,92 \times 10^{-5}$
	45	$3,1 \times 10^{-5}$

6.5 Correction pour une incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 30 jours: $E_{50} = C_u \cdot 2,7 \cdot 10^{-6} - E_{50}^a \cdot 0,09$

11. Incorporation measurement and effective dose

The latest incorporation measurement gives 0.7 kBq/l of P-32 in the urine of a worker.

By checking the results of the measurement one month ago, we realise that there was an issue with the measurement and the data is corrupted.

Estimate the effective committed dose.

Solution:

We assume that the incorporation took place at the middle of the measurement interval, i.e. 30 days.

Thus, the effective committed dose is:

$$E_{50} = 0.92 \times 10^{-5} \text{ Sv.l/Bq} \cdot 0.7 \text{ kBq/l} = 6.4 \text{ mSv}$$

A more detailed / worst case scenario calculation, e.g. for an incorporation 60 days ago, may be requested by the authorities.

6. P-32

6.1 Métabolisme

Environ 70 % du phosphate inhalé (classe d'absorption type M) est rapidement éliminé via le nez, le tube digestif (part de résorption $f_1 = 0,8$) et l'urine. Le phosphate qui atteint la circulation sanguine est résorbé à environ 70 % dans les tissus mous et les os. La durée de séjour de cette fraction est déterminée par la période physique, de même que par l'élimination relativement rapide depuis les tissus mous par la voie urinaire (période: 19 jours).

6.2 Méthodes de mesure

Mesure de tri

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

Seuil de mesure: 200 Bq/l

Mesure d'incorporation

Mesure par scintillation liquide de la concentration en phosphore-32 de l'urine C_u en Bq/l.

6.3 Intervalles de surveillance T et laps de temps t entre l'événement et la 1^{re} mesure

T_{tri} :	30 jours	T_{mesure} :	30 jours	$t_{\text{événement}}$:	2 jours
--------------------	----------	-----------------------	----------	--------------------------	---------

6.4 Interprétation sans tenir compte d'une incorporation antérieure

$E_{50} = C_u \cdot \{e_{\text{inh}}/m(t)\}$	t [jour]	$e_{\text{inh}}/m(t)$ [Sv.l/Bq]
E_{50} : Dose engagée durant 50 ans en Sv	1	$0,011 \times 10^{-5}$
C_u : Valeur de mesure en Bq/l	2	$0,018 \times 10^{-5}$
e_{inh} : Facteur de dose en Sv/Bq	3	$0,029 \times 10^{-5}$
$m(t)$: Fraction excrétée dans l'urine journalière (= 1,4 l) en l ⁻¹	4	$0,043 \times 10^{-5}$
t: Laps de temps entre la mesure et l'incorporation en jours.	5	$0,056 \times 10^{-5}$
Lorsque le moment de l'incorporation est inconnu, on pose $t = T/2$	6	$0,073 \times 10^{-5}$
	7	$0,090 \times 10^{-5}$
Intervalle de surveillance T = 30 jours	15	$0,27 \times 10^{-5}$
	30	$0,92 \times 10^{-5}$
	45	$3,1 \times 10^{-5}$

6.5 Correction pour une incorporation antérieure

Intervalle de surveillance T = 30 jours: $E_{50} = C_u \cdot 2,7 \cdot 10^{-6} - E_{50}^a \cdot 0,09$