



idewe

OPTIMISING WORK ENVIRONMENTS

Rôle du médecin du travail agréé pour la surveillance des personnes professionnellement exposées et exemples issus de la pratique

Médecine nucléaire

Els Adams NL - Anja Vandeputte FR

16/11/2024

Médecin du travail agréé pour la surveillance des personnes professionnellement exposées

Critères d'agrément au sein d'établissements de classe II et III

- être légalement habilité à exercer la médecine du travail
- avoir suivi la formation de niveau universitaire (« formation radioprotection »)
- avoir suivi un stage d'au moins 160 h et avoir rédigé un rapport de stage
- introduire une nouvelle demande d'agrément tous les 6 ans (le premier agrément est délivré pour une durée de 3 ans) auprès de l'AFCN.

Médecin du travail agréé pour la surveillance des personnes professionnellement exposées

Rôle

1) Surveillance de la santé

- Périodique
- En cas d'incident
- En cas de dépassement d'une limite de dose
- En cas de grossesse/d'allaitement

2) Participation à l'analyse de risques générale rayonnements ionisants (en collaboration avec le service de contrôle physique)

3) Surveillance de la dosimétrie individuelle

- Évaluation des doses
- Suivi des doses
- Enregistrement dans le dossier médical individuel

Médecin du travail agréé pour la surveillance des personnes professionnellement exposées

Rôle

4) Conseils par rapport aux moyens de protection

5) Informations des travailleurs

- lors de l'examen médical
- apporte son assistance dans le cadre de l'information des travailleurs visée à l'art.25 RGPRI

6) Gestion des incidents

Médecin du travail agréé pour la surveillance des personnes professionnellement exposées

Rôle

1) Surveillance de la santé

- Périodique
- En cas d'incident
- En cas de dépassement d'une limite de dose
- En cas de grossesse/d'allaitement

2) Participation à l'analyse de risques relative à la radioprotection (en collaboration avec le service de contrôle physique)

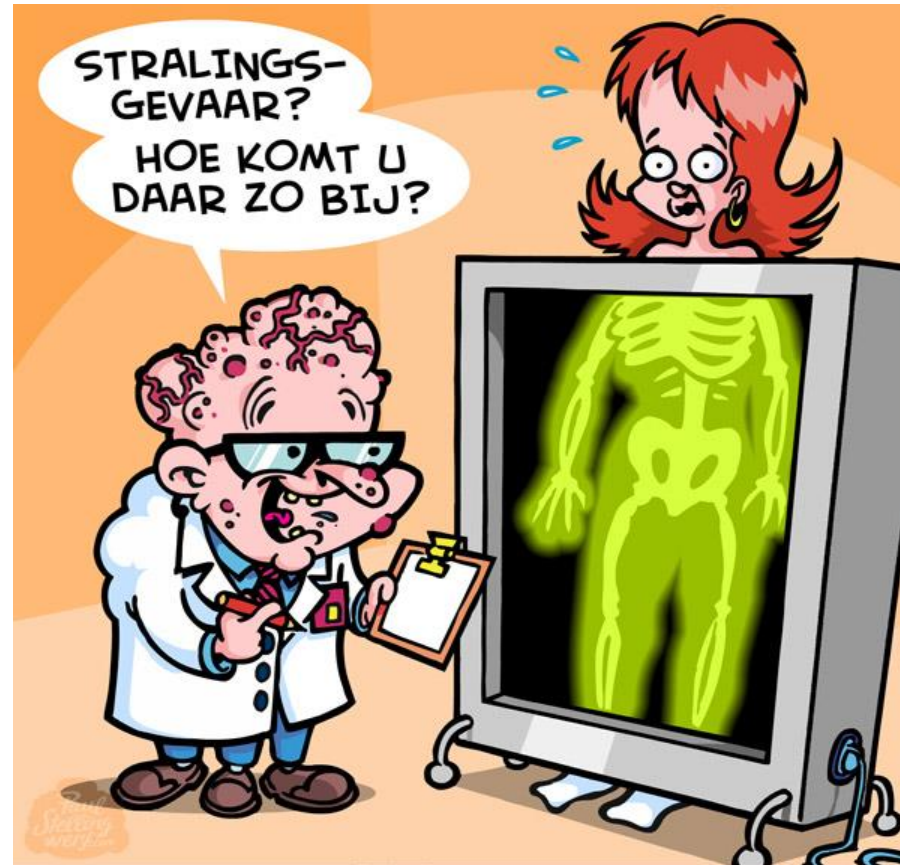
3) Surveillance de la dosimétrie individuelle

- Évaluation des doses
- Suivi des doses
- Enregistrement dans le dossier médical individuel

1) Surveillance de la santé

Pourquoi ?

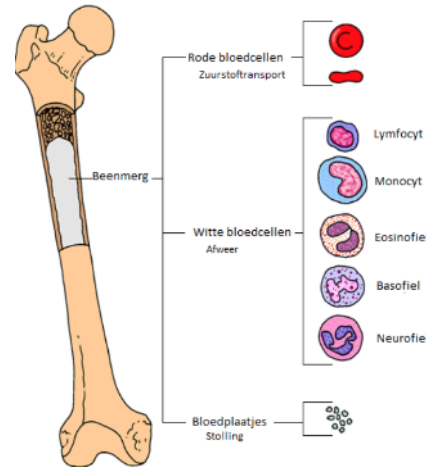
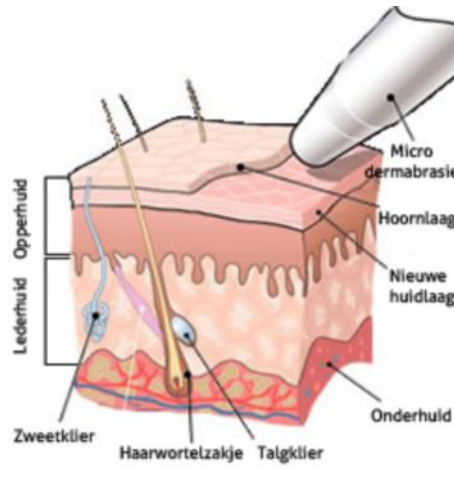
Effets sur la santé de l'exposition aux rayonnements ionisants



Effets sur la santé à court terme :

Effets immédiats (ou déterministes)

Effets généraux



Effet local



Court terme

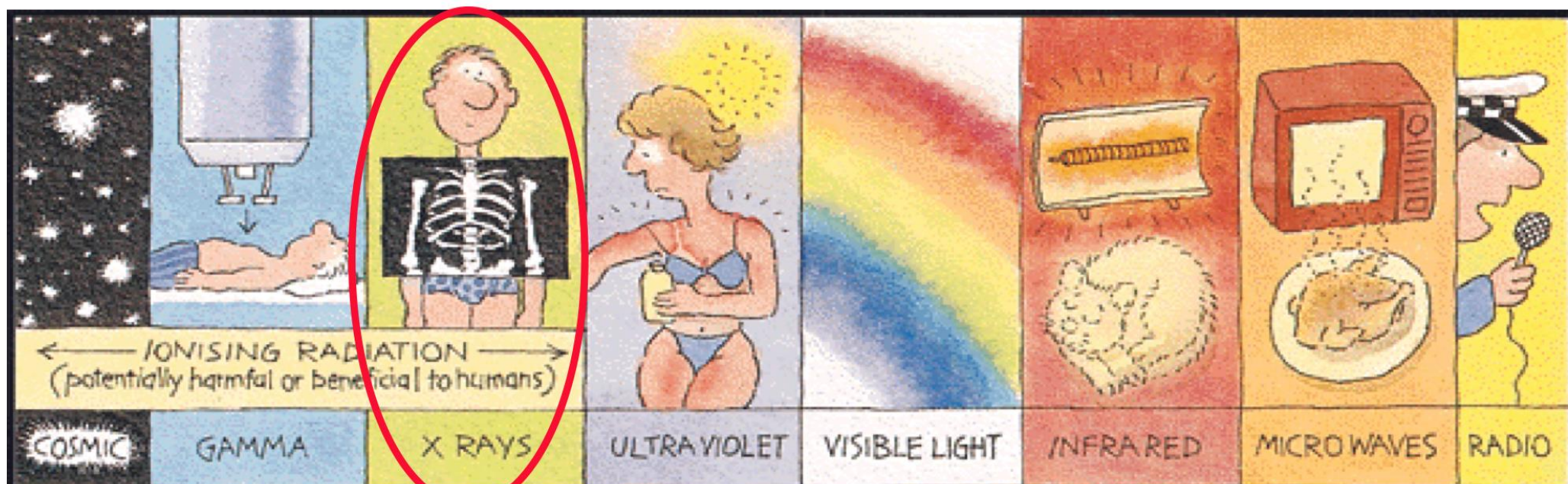
En cas d'irradiation générale, les doses provoquent les symptômes

Dose équivalente	Symptômes	Cause
1 Sv	Nausées	Altération de la qualité du sang (diminution des globules blancs)
4 Sv	Vomissements	Altération du tube digestif
6 Sv	Diarrhée	Altération du tube digestif
10 Sv	Assoupissement et apathie	Altération du système nerveux central
100 Sv	Décès	Destruction du système nerveux central

central 100 Sv décès destruction du
système nerveux central

Effets sur la santé

Qu'en est-il des faibles doses, des effets à long terme, des effets stochastiques



ioniserende straling:

Stralingsenergie = hoog → ionisatie van biomoleculen (DNA)

Effets sur la santé à long terme : risque de cancer ?

Difficultés :

- *Incidence des cancers = élevé au sein de la population générale
 - *Exposition journalière à des rayonnements ionisants
 - *Pas de cancer spécifique induit par les radiations
 - *Effet sur le travailleur en bonne santé
- ⇒ Difficile d'évaluer le risque de cancer lié à de faibles doses.

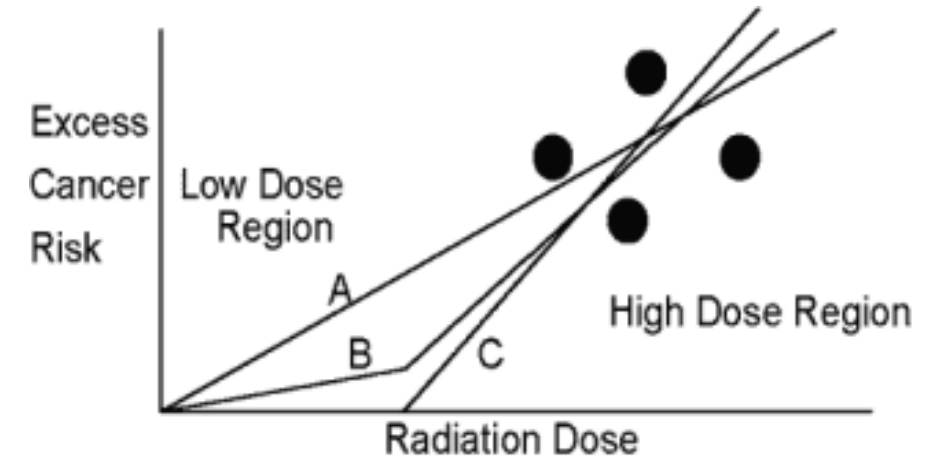
Connu = cancérigène à forte dose ->

Question : qu'en est-il des faibles doses ? (milliSv ?)

Peut-on prolonger linéairement vers une faible dose ?

Existe-t-il un seuil de faible dose à long terme ?

Études menées auprès des travailleurs



Effets à long terme, faibles doses

Risque de cancer: 0,005% per 1 mSv

Cancer risk coefficients (10^{-2} Sv^{-1}) According to ICRP 60 (1990) and ICRP 103 (2007)		
Exposed population	Cancer	
	ICRP 103 (2007)	ICRP 60 (1990)
General population	5,5	6,0
Workers	4,1	4,8

1) Surveillance de la santé

Grossesse/Allaitement

Signaler la grossesse le plus rapidement possible !

⇒ **Rendez-vous avec un médecin du travail**

⇒ **La législation stipule que :**

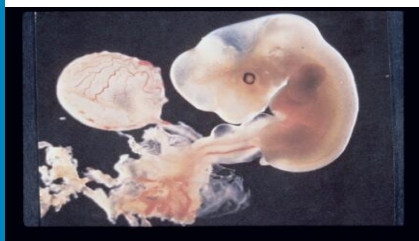
- ⇒ la protection de l'enfant à naître ne peut en aucun cas être inférieure à celle offerte aux membres du public. À partir de la déclaration de grossesse, la dose reçue par l'enfant à naître doit être **plus faible qu'il est raisonnablement possible d'obtenir**, et en tout cas inférieure à **1 millisievert pendant toute la durée de la grossesse**.
- ⇒ En outre, aucune femme ne peut effectuer un travail au cours duquel son corps risque d'être professionnellement exposé à une contamination radioactive pendant toute la durée de la grossesse (dès l'annonce de la grossesse) et la période d'allaitement.



Le risque pour le fœtus dépend du stade de la grossesse

Le risque d'irradiation est le plus important pendant l'organogenèse et le début de la période foétale, est moins important au cours du 2^e trimestre et est encore moins important au cours du 3^e trimestre.

Risque très élevé



Risque faible



Risque très faible



Aperçu : Effets après irradiation in utero

Mort cellulaire, absence ou mauvaise récupération des dommages à l'ADN

Periode van bevruchting	Effect	Spontaan voorkomen
Eerste 2 weken (pre-implantatie)	RISICO OP AFSTERVEN BLASTOMEER INNESTELING AFGEBROKEN Risico bij proefdieren: ± 1 % na 100 mGy ± 100 % na 1000 mGy (± geen deterministische of stochastische effecten)	± 15 %
3de tot 10 de week (organogenese)	KANS STOORNISSEN ORGAANONTWIKKELING (skelet, ogen,...) ■ Deterministisch: drempel ± 100 mGy ■ Risico 100 - 400 mGy: ± 1 % ■ Risico > 2 Gy: ± 100 %, waarvan ± 80 % neonatale +	± 3 %
ICRP Publication 84 (2000) & ICRP Publication 90 (2003)		

Aperçu : Effets après irradiation in utero

Periode van bevruchting	Effect	Spontaan voorkomen
8ste tot 25ste week	DALING IQ ERNSTIGE MENTALE ACHTERLIJKHEID ■ Drempel $\pm 0,1$ à $0,3$ Gy ■ Klinische manifestaties na ± 500 mGy ■ -25 à -30 IQ-punten na ± 1 Gy ■ Risico EMA 8-15de week: ± 40 % na 1 Gy ■ Risico EMA 16-25ste week: ± 10 % na 1 Gy	$\pm 0,5$ à $0,8$ %
25ste tot 40ste week (= foetale periode)	GROEISTOORNISSEN Enkel na hoge dosissen: drempel $> 0,25$ à $0,5$ Gy	± 4 %
ICRP Publication 84 (2000) & ICRP Publication 90 (2003)		

Aperçu : Effets après irradiation in utero

Cancer pédiatrique

Periode van bevruchting	Effect	Spontaan voorkomen
vanaf 3de week tot einde zwangerschap	FATALE MALIGNITEIT OP KINDERLEEFTIJD Verdubbelingsdosis ■ 1ste trim.: ± 25 mGy ■ 2de en 3de trim.: ± 200 mGy Risico kinderkanker $\pm 0,3$ à $0,4$ % (d.w.z. $RR = 1,4$) na 10 mGy Kinderkankersterfterisico 0 – 15 jaar $0,06$ % na 10 mGy (d.w.z. 1/1700 kinderen)	$\pm 0,2$ à $0,3$ % (cumul 0 – 15 j)

ICRP Publication 84 (2000) & ICRP Publication 90 (2003)

Médecin du travail agréé pour la surveillance des personnes professionnellement exposées

Rôle

1) Surveillance de la santé

- Périodique
- En cas d'incident
- En cas de dépassement d'une limite de dose
- En cas de grossesse/d'allaitement

2) Participation à l'analyse de risques générale rayonnements ionisants (en collaboration avec le service de contrôle physique)

3) Surveillance de la dosimétrie individuelle

- Évaluation des doses
- Suivi des doses
- Enregistrement dans le dossier médical individuel

3) Surveillance de la dosimétrie individuelle

Limites de dose : Tableau AFCN

Dosislimieten		Publiek	Beroepshalve blootgestelde personen (*)	Leerlingen en studenten (16 -18 jaar)
Effectieve dosis (E)		1 mSv per jaar 1 mSv tijdens de zwangerschap	20 mSv per 12 operevolgende glijdende maanden	6 mSv per jaar
Equivalente doses (H)	Ooglens	15 mSv per jaar	20 mSv per 12 operevolgende glijdende maanden	15 mSv per jaar
	Huid (gemiddelde dosis over een oppervlakte van 1 cm ²)	50 mSv per jaar	500 mSv per 12 operevolgende glijdende maanden	150 mSv per jaar
	Handen, voorarmen, voeten en enkels	Niet van toepassing	500 mSv per 12 operevolgende glijdende maanden	150 mSv per jaar

3) Surveillance de la dosimétrie individuelle

Dosimétrie études ORAMED et EXDOS (foto SCK –Cen)



<https://afcn.fgov.be/fr/professionnels/professions-medicales/applications-radiologiques/information-et-recherche/projet>

⇒ ORAMED= recommandation de porter un dosimètre badge à l'**index**, près du point de dose maximal.

⇒ EXDOS : 2 exemples :

⇒ TC 99 m : For preparation of Tc99m, 71 % of the workers receive the highest exposure on the **index tip most often on the non dominant hand** (54% of the workers).

For administration of Tc99m, the largest doses were measured on **the index tip** for 62 % of the workers most often on **the non dominant hand** (56 % of the workers). The second location where the maximal doses were more frequently found is the thumb for 33 % of the workers usually on the dominant hand (22%).

⇒ F18 : For preparation of F18, 46% of the workers receive the highest dose most frequently **on the index tip and on the the middle nail usually on the dominant hand**.

However, in the case of the administration of F18, the locations where the highest doses were found were quite various. It is not clear which hand receives most often the largest exposition. Its seems actually to be more complex and to depend more on the worker and how he usually processes the different steps of the injection (distances, angles and directions of his hand relative to the syringe)

3) Surveillance de la dosimétrie individuelle

Registre d'expositions professionnelles (NDR : National Dose Register) et MyProDose

- Mis en place et géré par l'AFCN
- Les exploitants ou les chefs d'entreprise ont la responsabilité de fournir des données.
- Les travailleurs peuvent consulter leurs doses à tout moment sur MyProDose.





Together, we protect

HOME

OVERVIEW

CHARTS

DATA

LIMITS

PASSPORT

FAQ



My overview

Here you will find a **table** of your most recent dosimetry data.



My charts

Here you will find a **graphic** of your most recent dosimetry data.



My data

Here you will find all your **data** available in the exposition register. They can be downloaded in **Excel** format.



Dose limits

What are the **legal dose limits** for occupationally exposed workers employed in Belgium?



My radiological passport

You have to perform an occupational mission abroad? Get your **radiological passport**!



FAQ

Any **questions** about where data comes from, how they are used or interpreted? Check out our F.A.Q.

Download all your data in Excel format:

Download

Search for a period:

From
1/1/2007

Until
26/10/2024

Dose Type

Employer

Operator

Search

Period ↑	Dose Type	Dose value [mSv]	Extremity	Radiation Type	Employer	Operator
12/07/2009 - 19/07/2009	HP10	0	-	-	(0409103933) CBMT	(0403170701) ELECTRABEL
19/07/2009 - 26/07/2009	HP10	0	-	-	(0409103933) CBMT	(0403170701) ELECTRABEL
26/07/2009 - 02/08/2009	HP10	0	-	-	(0409103933) CBMT	(0403170701) ELECTRABEL
02/08/2009 - 09/08/2009	HP10	0	-	-	(0409103933) CBMT	(0403170701) ELECTRABEL
09/08/2009 - 16/08/2009	HP10	0	-	-	(0409103933) CBMT	(0403170701) ELECTRABEL
16/08/2009 - 23/08/2009	HP10	0	-	-	(0409103933) CBMT	(0403170701) ELECTRABEL
23/08/2009 - 30/08/2009	HP10	0	-	-	(0409103933) CBMT	(0403170701) ELECTRABEL
30/08/2009 - 06/09/2009	HP10	0	-	-	(0409103933) CBMT	(0403170701) ELECTRABEL

3) Surveillance de la dosimétrie individuelle

Exemple de la pratique

AV Controlatom avertit le service interne de prévention qu'il y a une valeur élevée de 131 mSv sur le dosimètre d'un collaborateur en médecine nucléaire.



Il a absorbé cette dose en un mois.
Il n'a travaillé que 8 jours durant ce mois.
Il a traité 55 patients.
Il a 9 ans d'expérience à ce poste.

Comment une dose aussi élevée peut-elle être atteinte en si peu de temps ?



Comment cela se fait-il ?

Y a-t-il des fuites dans l'unité ?

Le dosimètre fonctionne-t-il correctement ?

Comment cela se fait-il ? Défauts au niveau de :



- protection en verre plombé
- blindage des générateurs de $Mo-99/Tc-99m$
- conteneur à déchets
- protection du flacon d'éluat

Mesures du débit des doses PAS d'anomalies

Comment cela se fait-il ?



- Administration de capsules I-131 : uniquement par les médecins
- La dose ne peut être administrée qu'en cas d'exposition à un débit de dose élevé

Où le débit de dose est-il élevé ?

1. À proximité d'un flacon d'éluat non protégé
2. Dans le bac de déchets
3. Près d'une seringue non protégée

Comment cela se fait-il ?

Mesure du débit de dose

Flacon d'éluat non protégé (45 mCi)

Distance (cm)	Débit de dose
4	5,5 mSv/ h
À côté du verre plombé	300 μ Sv/ h
Devant le verre plombé	<0,5 μ Sv/ h

Seringue 20 mCi Tc-99m non protégée

Distance (cm)	Débit de dose
2	6 mSv/ h
10	1 mSv/ h
30	170 μ Sv/ h
40	<100 μ Sv/ h

Contact avec des déchets dans le bac de déchets : 2,4 mSv/h

Comment cela se fait-il ?

Flacon d'éluat non protégé (45 mCi)

Distance (cm)	Débit de dose
4	1,5 mSv/ h
À côté du verre plombé	1,5 mSv/ h
Devant le verre plombé	<0,5 µSv/ h

23 heures sur 4 cm

Seringue 20 mCi Tc-99m non protégée

Distance (cm)	Débit de dose
2	1,5 mSv/ h
10	0,3 mSv/ h
30	70 µSv/ h
40	<100 µSv/ h

21 heures sur 2 cm

Contact avec des déchets dans le bac de déchets : 2,4 mSv/h

Comment cela se fait-il ?

Reste du flacon d'éluat jusqu'à 500 mCi Tc-99m



Conteneur pour seringues



Débit de dose 61 mSv/h



Contact nécessaire de 2 h 8 min



Le générateur semble tout à fait en règle



Dommages pour la santé

Comment contrôler ?

-> après concertation

- Fréquence de contrôle formule complète à 3 mois



Peut-on continuer à travailler ? Que dit la loi ?

- Principe de justification : une exposition aux rayonnements ionisants doit pouvoir être justifiée par les avantages qu'elle procure, après avoir pris en compte l'ensemble des avantages et des inconvénients.
- ALARA (pour As Low As Reasonably Achievable) : l'exposition doit être maintenue à un niveau aussi bas qu'il est raisonnablement possible = principe de l'optimisation
- Limites de dose : **20 millisievert par 12 mois consécutifs glissants pour les personnes professionnellement exposées**

Le collaborateur peut-il continuer à travailler ?

Non ! → La limite de dose est dépassée pour les personnes professionnellement exposées

**Transfert nécessaire vers une unité
sans rayonnements ionisant pour une période de 6 ans**



Médecin du travail agréé pour la surveillance des personnes professionnellement exposées

Rôle

4) Avis concernant les moyens de protection

5) Informations des travailleurs

- lors de l'examen médical
- apporte son assistance dans le cadre de l'information des travailleurs visée à l'art.25 RGPRI

6) Gestion des incidents

4) Avis concernant les moyens de protection

Principes de radioprotection de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA)

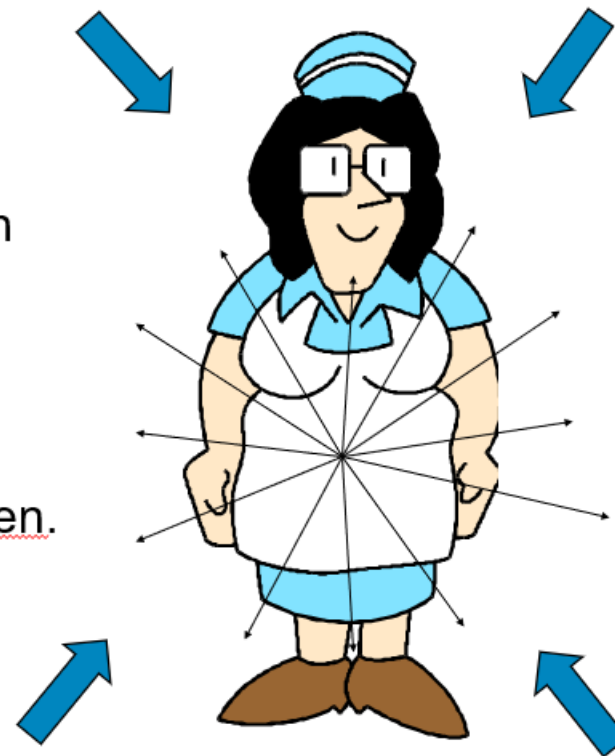
Voies d'exposition

Inwendig

Ingestie / inhalatie van
radionucliden

Uitwendig

Vials, spuit, patienten.



4) Avis concernant les moyens de protection

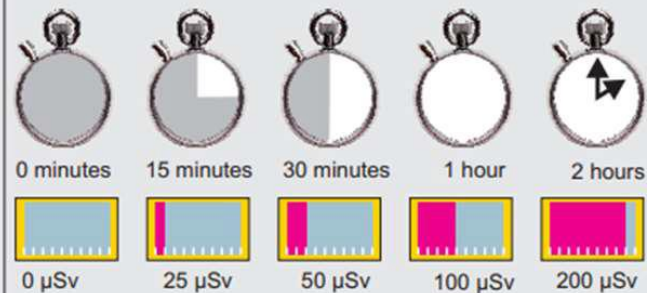
EXTERNAL EXPOSURE

External exposures to staff can occur:

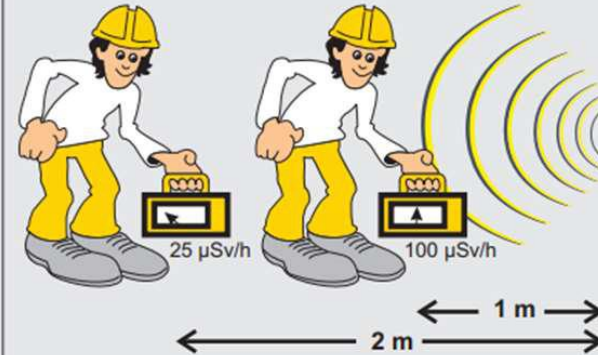
- ✓ From any exposure to a significant quantity of unshielded radioactive material.
- ✓ When working with vials, syringes or transport boxes containing radioactive material.
- ✓ During contact with a patient after radio-pharmaceutical administration, e.g. after radioiodine therapy.

External exposures can be controlled by consideration of time, distance and shielding.

Time To reduce radiation doses, the time spent in radiation areas must be kept as short as possible. The longer the time spent in an area, the higher the dose received. In an area where the dose rate is 100 $\mu\text{Sv/h}$, the dose received will be:



Distance If the dose rate at 1 m from a source is 100 $\mu\text{Sv/h}$, the dose rate at 2 m will be 25 $\mu\text{Sv/h}$.



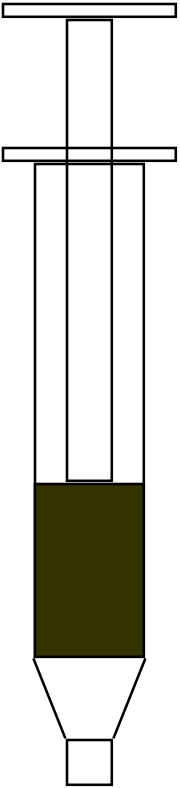
SHIELDING

Use syringe shields for the preparation and administration of radiopharmaceuticals.

Leaded shields can help to reduce dose rates.



Syringe Shield

No shield		Shielded (2 mm W)
0,4 mSv/h		0 004 mSv/h
0,8 mSv/h		0,01 mSv/h
4,2 mSv/h		0,04 mSv/h
22 mSv/h		0,16 mSv/h
8 mSv/h		6 mSv/h

400 MBq Tc-99m dans 1 ml

Vial Shield



4) Avis concernant les moyens de protection

INTERNAL EXPOSURE

Radioactive material can enter the body by inhalation, ingestion and by absorption through intact or damaged areas of the skin. The presence of radioactive contamination presents an internal exposure risk to staff for each of these exposure routes.

CONTAMINATION

There may be contamination:

- ☒ Where splashes or spills have occurred.
- ☒ On laboratory surfaces.
- ☒ Through the sweat, saliva and excreta of patients.

Where there is contamination, you should:

- ☒ Wear protective clothing.
- ☒ Wear latex gloves.
- ☒ Wear overshoes.
- ☒ Cover cuts and wounds.
- ☒ Do not eat, drink, smoke or apply cosmetics.
- ☒ Clean up spills, even minor splashes, as soon as practicable.
- ☒ Not touch things unnecessarily.
- ☒ Wash your hands immediately.

4) Avis concernant les moyens de protection

Bonnes pratiques générales

Remember

- ☒ Always wear the assigned dosimeters according to the instructions.
- ☒ A female worker should, on becoming aware that she is pregnant, notify the employer in order that her working conditions may be modified if necessary.
- ☒ Avoid contamination.
- ☒ Use a contamination survey meter.
- ☒ Clean up spills as soon as practicable, following instructions or local rules.
- ☒ Take extra precautions when looking after patients treated with high activity radiopharmaceuticals.

Keep checking for contamination!

Always monitor:

- ☒ The nuclear medicine laboratory, especially at the end of any period of work.
- ☒ The hands and shoes of staff whenever leaving the laboratory.
- ☒ Equipment that has been used and cleaned.
- ☒ The radioactive material store.

Contaminated areas must be cleaned up carefully and surveyed again.

If contamination is present

- ☒ Do not touch anything.
- ☒ A contaminated person should contact the Radiation Protection Officer.

Others must:

- ☒ Keep away from other contaminated areas, unless an injured person needs help.

Médecin du travail agréé pour la surveillance des personnes professionnellement exposées

Rôle

4) Avis concernant les moyens de protection

5) Informations des travailleurs

- lors des examens médicaux
- apporte son assistance dans le cadre de l'information des travailleurs visée à l'art.25 RGPRI

6) Gestion des incidents

Incidents

Exemple issu de la pratique

Lors d'une injection au Tc99m pour un patient, il y a eu une surpression dans la seringue, par conséquent, l'aiguille a sauté => le travailleur est contaminé au Tc99m

- 1) Placer la blouse de laboratoire et le pull contaminés dans un sac en plastique
- 2) Se laver les mains => contamination résiduelle 50 cps
- 3) Les cheveux : 2000 cps (visage, oreilles et nuque 0 cps : le travailleur portait une protection)
- 4) Prendre une douche d'urgence pour la décontamination : se laver 2x les cheveux => 120 cps, les mains 20 cps
- 5) Contamination résiduelle dans les cheveux ne pouvant pas être enlevée : Tc99m absorbé ?
- 6) Peau : évaluation de la dose cutanée cumulée après décroissance totale : 0,02 mSv (limite de dose 500 mSv/an sur 12 mois glissants) (déclaration externe nécessaire à partir de $\frac{1}{4}$ de cette limite).
- 7) Valeur de la dose ajoutée au tableau d'exposition
- 8) Vêtements contaminés dans le local de déchet pour le stockage de décroissance

Merci de votre attention !

