

RADIOPROTECTION HOSPITALIERE



Formation par :
Bertille SEGUIN
Cellule de Radioprotection du CHU de Montpellier

Quelques Bases de RADIOPROTECTION



Formation par :
Bertille SEGUIN
Cellule de Radioprotection du CHU de Montpellier

Plan

- 1 - Les Rayonnements Ionisants
- 2 - Les unités de mesures
- 3 - Les effets des Rayonnements Ionisants
- 4 - Réglementation en radioprotection
- 5 - Les moyens de protections

1

Les différents types de Rayonnements Ionisants rencontrés en milieu hospitalier

Les différents types de R.I. rencontrés en milieu hospitalier

- Rayons X
- Gamma
- Bêta

Les différents types de R.I. rencontrés en milieu hospitalier

A/ Gamme d'énergie :

☞ X : Photon

Quelques dizaines de keV ⇒ Radiologie



Quelques dizaines de MeV ⇒ Radiothérapie

Les différents types de R.I. rencontrés en milieu hospitalier

B/ Où rencontre-t-on ces R.I. :

☞ **X** : Photon de haute énergie

Radiothérapie



Accélérateur



Les différents types de R.I. rencontrés en milieu hospitalier

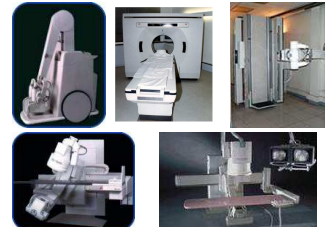
B/ Où rencontre-t-on ces R.I. :

☞ **X** : Photon de faible à moyenne énergie

Radiologie



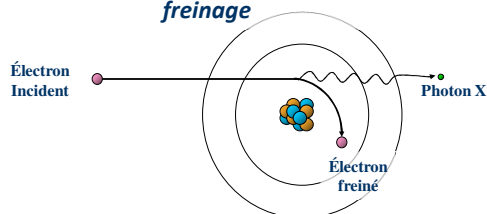
Tubes à R.X.



Les différents types de R.I. rencontrés en milieu hospitalier

B/ Nature : X de faible et moyenne énergie

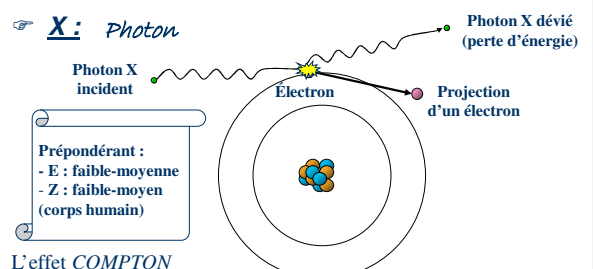
☞ **X** : Photon : Onde créée par rayonnement de freinage



Les différents types de R.I. rencontrés en milieu hospitalier

C/ Les interactions rayonnement / matière :

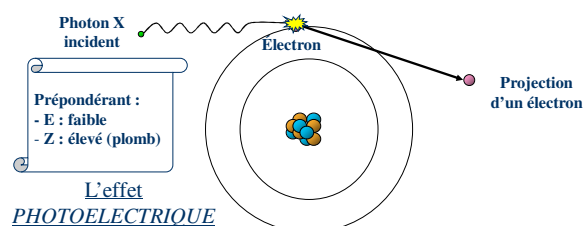
☞ **X** : Photon



Les différents types de R.I. rencontrés en milieu hospitalier

C/ Les interactions rayonnement / matière :

☞ **X** : Photon



Les différents types de R.I. rencontrés en milieu hospitalier

A/ Où rencontre-t-on ces R.I. :

☞ **Gamma γ** : Photon

Médecine Nucléaire
(diagnostic)



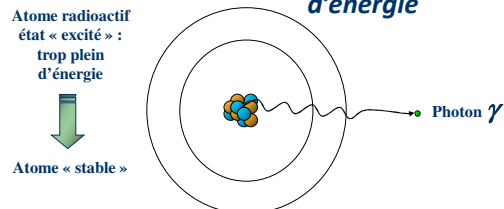
Radioéléments



Les différents types de R.I. rencontrés en milieu hospitalier

B/ Nature :

☞ **Gamma γ :** Photon : **Onde créée par perte d'énergie**



Les différents types de R.I. rencontrés en milieu hospitalier

C/ Les interactions rayonnement / matière :

☞ **Gamma γ :** Photon

Photon γ incident

Photon γ dévié (perte d'énergie)

Projection d'un électron

L'effet COMPTON

Les différents types de R.I. rencontrés en milieu hospitalier

C/ Les interactions rayonnement / matière :

☞ **Gamma γ :** Photon

Photon γ incident

Électron

Projection d'un électron

L'effet PHOTOELECTRIQUE

Les différents types de R.I. rencontrés en milieu hospitalier

A/ Où rencontre-t-on ces R.I. :

☞ **Bêta β :** Particule

Curiethérapie

↓

Radio-éléments



Les différents types de R.I. rencontrés en milieu hospitalier

A/ Où rencontre-t-on ces R.I. :

☞ **Bêta β :** Particule

Médecine Nucléaire
(thérapeutique)

↓

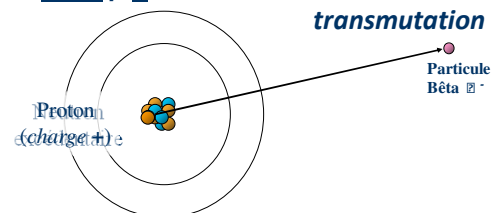
Radioéléments



Les différents types de R.I. rencontrés en milieu hospitalier

B/ Nature :

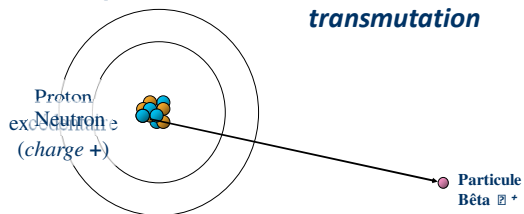
☞ **Bêta β :** Particule : **créée par transmutation**



Les différents types de R.I. rencontrés en milieu hospitalier

B/ Nature :

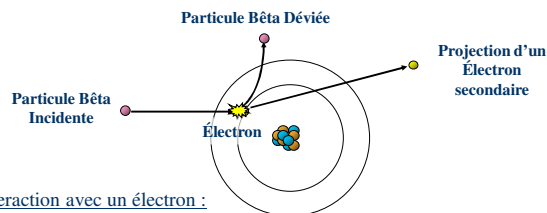
☞ **Bêta β :** Particule: **créée par transmutation**



Les différents types de R.I. rencontrés en milieu hospitalier

C/ Les interactions rayonnement / matière :

☞ **Bêta β :** Particule



Interaction avec un électron :
Projection d'un *électron secondaire*

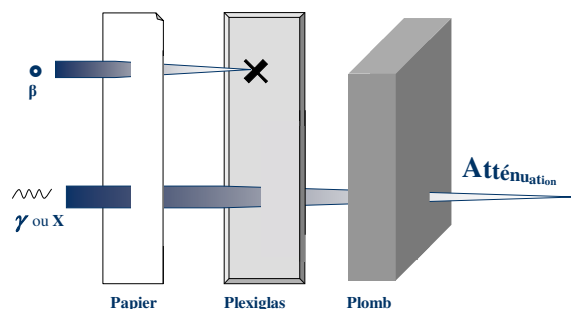
Les différents types de R.I. rencontrés en milieu hospitalier

D/ Comment arrêter ou atténuer ces rayonnements :

☞ Les rayonnements bêta peuvent être totalement **stoppés**.

☞ Les rayonnements gamma et X sont **atténués**.

Les différents types de R.I. rencontrés en milieu hospitalier



Les différents types de R.I. rencontrés en milieu hospitalier

*L'Homme n'a pas de
perception sensorielle
des rayonnements
ionisants*

Radio-exposition d'origine naturelle

A / Exposition Externe :

- **Cosmique** : galaxies, soleil, ... (augmente avec l'altitude)

- **Tellurique** : sols (Uranium, Thorium, ...)
[concentration différente d'une région à l'autre]

Radio-exposition d'origine naturelle

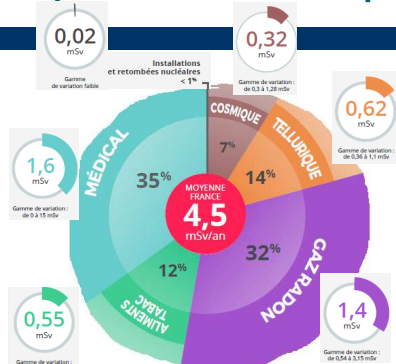
B / Exposition Interne :

- **Alimentaire** : potassium 40, uranium 238, ...
- **Par Inhalation** : Radon, ...

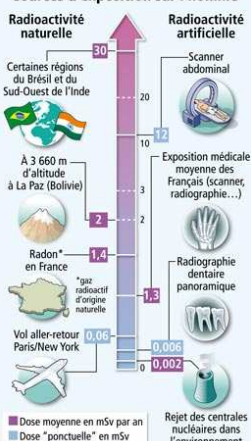
Radio-exposition d'origine artificielle

- **Industrielle** : Centrales Nucléaires, Industries agroalimentaire, ...
- **Médical** : Imagerie, Radiothérapie, ...

Quelques valeurs de comparaison :



Quelques exemples de sources d'exposition sur l'homme



Panoramique dentaire = 1 jour d'irradiation naturelle

Scintigraphie thyroïdienne = 1 mois d'irradiation naturelle

Rachis lombaire = 6 mois d'irradiation naturelle

Radiographie des poumons = 15 jours d'irradiation naturelle

Scanner hélicoïdal abdomino-pelvien = 5 ans d'irradiation naturelle

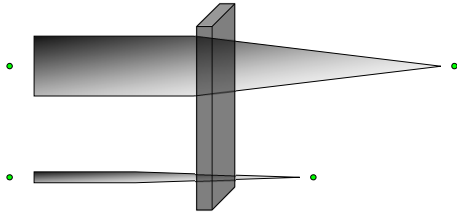
Les Rayons X

Ils se déplacent en ligne droite



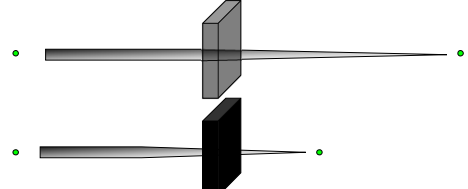
Les Rayons X

Ils traversent la matière d'autant plus facilement que leur énergie est élevée



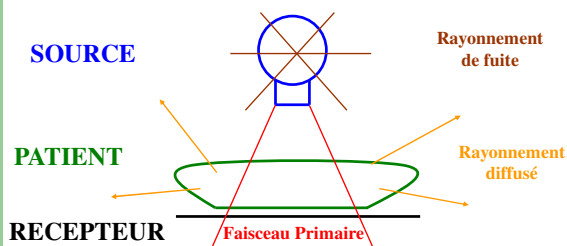
Les Rayons X

Ils traversent la matière d'autant plus facilement que la densité et le numéro atomique de l'élément traversé est faible



Les Rayons X

En traversant la matière ils émettent un rayonnement appelé diffusé ou secondaire



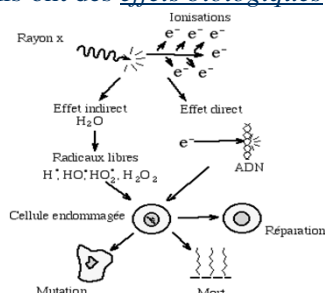
Les Rayons X

Leur énergie décroît proportionnellement à l'inverse carré de la distance



Les Rayons X

Ils ont des effets biologiques



2

Les Unités de Mesure

Les unités de mesure

- L'activité
- La dose absorbée
- La dose équivalente
- La dose efficace

Les unités de mesure

A/ L'activité :

☞ Définition : L'activité est la grandeur qui mesure l'importance de la source radioactive.
Elle donne le nombre de transformations radioactives se produisant dans la source par unité de temps.

☞ Notation : A

Les unités de mesure

A/ L'activité :

☞ Unité officielle : le Becquerel (symbole Bq)

1 Bq = 1 transformation par seconde

☞ Unité pratique : le Curie (symbole Ci)

1 mCi = 37 MBq

Les unités de mesure

B/ La dose absorbée :

☞ Définition : La dose absorbée est la grandeur qui mesure l'action des rayonnements sur le milieu traversé.

☞ Notation : D

Les unités de mesure

B/ La dose absorbée :

☞ Unité officielle : le Gray (symbole Gy)

☞ Unité désuète : le rad (symbole rad)

1 Gy = 100 rad

Les unités de mesure

C/ La dose équivalente :

☞ Définition : La dose équivalente est une grandeur qui permet d'estimer les effets des rayonnements spécifiquement sur l'être Humain.

C'est la dose absorbée pondérée du facteur W_r , traduisant l'effet des différents type de rayonnements.

☞ Notation : H

Les unités de mesure

C/ La dose équivalente :

Unité officielle : le Sievert (symbole Sv)

Unité désuète : le rem (symbole rem)

$$1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$$

Les unités de mesure

D/ La dose efficace :

Définition : C'est la dose équivalente pondérée du facteur W_t qui dépend, pour chaque organe, de la **radio-sensibilité des tissus considérés**.

Notation : E

Unité officielle : le Sievert (symbole Sv)

Les unités de mesure

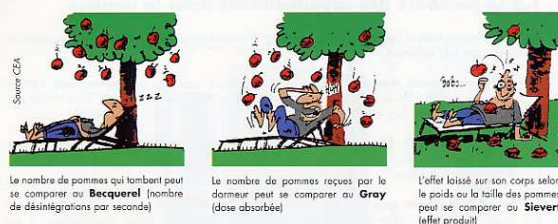
Tissu	w_T	Σw_T
Moelle osseuse (rouge), côlon, poumon, estomac, sein, tissus restants* (w_T nominal appliqué à la dose moyenne de 14 tissus)	0,12	0,72
Gonades	0,08	0,08
Vessie, œsophage, foie, thyroïde	0,04	0,16
Surface de l'os, cerveau, glandes salivaires, peau	0,01	0,04

La somme de tous les W_t de tous les organes
(= corps entier) est égale à 1 :

$$\Rightarrow E_{\text{totale}} = H$$

Les unités de mesure

Les unités de mesure de la radioactivité



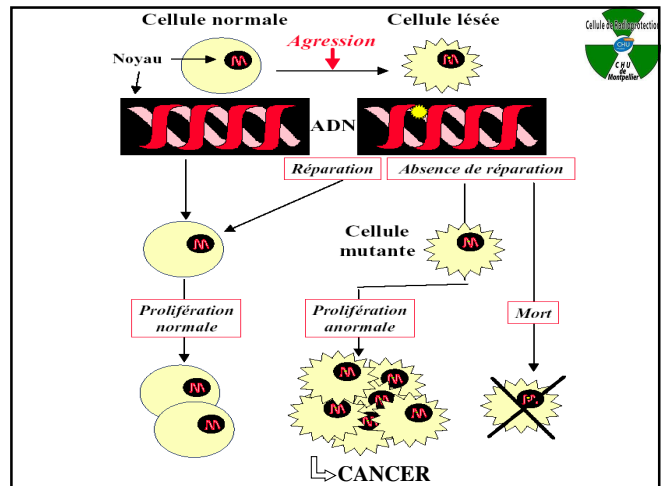
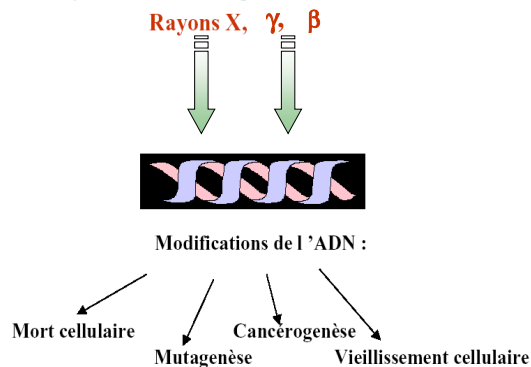
3

Les effets pathologiques des Rayonnements Ionisants

Action des R.I. sur l'être Humain

- Les agressions que subit l'ADN
- Les effets déterministes
- Les effets stochastiques

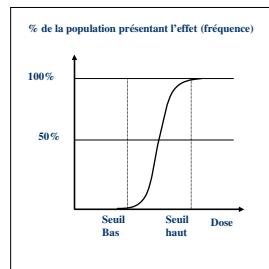
Les agressions que subit l'ADN



1/ Les effets déterministes (ou « obligatoires »):

Caractéristiques :

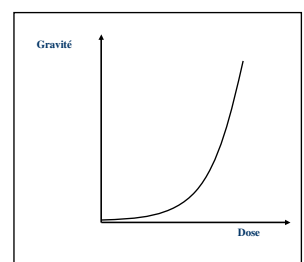
- Dose ÉLEVÉE reçue en UNE SEULE fois.
- Apparition PRECOCE (quelques heures à quelques semaines).
- SEUIL à partir duquel les effets apparaissent.



1/ Les effets déterministes (ou « obligatoires »):

Caractéristiques :

- TOUS les individus exposés sont atteints.
- La gravité AUGMENTE avec la dose.



1/ Les effets déterministes (ou « obligatoires »):

➤ Irradiation localisée : (Exposition UNIQUE et de courte durée)

- Peau ⇒ 2 Gy ⇒ Radiodermite
- Gonades ♂ ⇒ 6 Gy ⇒ Stérilité définitive
- Gonades ♀ ⇒ 11 Gy ⇒ Stérilité définitive
- Cristallin ⇒ 4 Gy ⇒ Cataracte

2/ Les effets stochastiques (ou « aléatoires »):

Caractéristiques :

- Doses FAIBLES ou moyennes reçues en PLUSIEURS fois.
- Délai d'apparition TRES LONG jusqu'à plusieurs années. (Temps de latence situé entre 5 et 30 ans après l'irradiation).
- PAS de seuil d'apparition des effets.

2/ Les effets stochastiques (ou « aléatoires »):

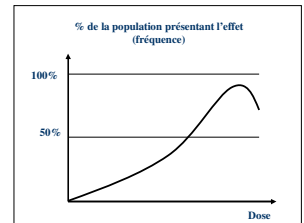
➔ Caractéristiques :

- Sur un ensemble de personnes irradiées, un certain nombre subissent l'effet, d'AUTRES PAS.
- Chez les individus atteints, les effets sont IDENTIQUES quelle que soit la dose.

2/ Les effets stochastiques (ou « aléatoires »):

➔ Caractéristiques :

- La probabilité AUGMENTE avec la dose.



4

La Réglementation en radioprotection

Organisation de la Radioprotection au niveau National et International

La C.I.P.R. :

(Commission Internationale de Protection Radiologique)

Organisation non gouvernementale composée d'experts internationaux de diverses disciplines, qui publie des recommandations sur la protection des travailleurs, de la population et des patients contre les rayonnements ionisants, en s'appuyant sur l'analyse des connaissances scientifiques et techniques disponibles.

Organisation de la Radioprotection au niveau National et International

Traité EURATOM : (Niveau Européen)

Définit les modalités d'élaboration des dispositions communautaires relatives à la protection contre les rayonnements ionisants. Les directives Euratom correspondantes servent à harmoniser la réglementation en Europe et doivent être transcrites dans le droit de chaque pays

Organisation de la Radioprotection au niveau National

L'I.R.S.N. :

(Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire)

A des missions de recherche et d'expertise dans le domaine de la sécurité nucléaire comprenant donc la sûreté nucléaire, la radioprotection, la prévention et la lutte contre les actes de malveillance ainsi que des actions de sécurité civile en cas d'accident. Il est chargé de contrôler : les sources de RI, ainsi que le suivi dosimétrique du personnel

Organisation de la Radioprotection au niveau National

L'A.S.N. : (Autorité de Sûreté Nucléaire)

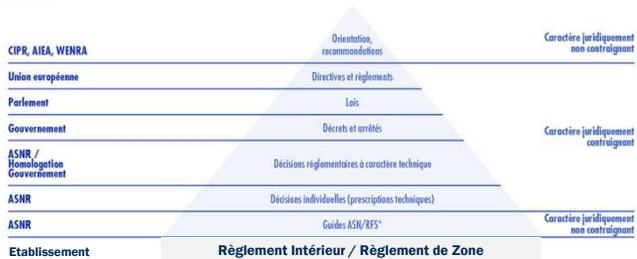
Elle assure le contrôle de la sûreté nucléaire et de la radioprotection pour protéger travailleurs, patients, public et environnement des risques liés à l'utilisation du nucléaire.

Organisation de la Radioprotection au niveau National

L'A.S.N.R. : (Autorité de Sûreté Nucléaire et de Radioprotection)

Elle assure, au nom de l'État, le contrôle des activités nucléaires civiles en France. Elle exerce également les missions de recherche, d'expertise, de formation et d'information des publics dans les domaines de la sûreté nucléaire et de la radioprotection.

Organisation de la Radioprotection au niveau National et International



Organisation de la Radioprotection dans l'établissement

Les Acteurs :

- Personne Compétente en Radioprotection
 - Médecin du Travail
 - Détenteur des sources (Chef d'entreprise, Chef d'installation)
 - Les Agents
 - ~~Le CHSCT~~
 - CSE**
(Comité Social et Economique)

Organisation de la Radioprotection dans l'établissement

Responsabilités :

Le détenteur des sources a **TOUTES** les responsabilités.

*Il est responsable devant la loi
(Responsabilité pénale, civile, ...)*

Organisation de la Radioprotection dans l'établissement

Responsabilités :

Il doit se donner les moyens de respecter ces responsabilités :

- Moyens en personnel
- Moyens financiers

Organisation de la Radioprotection dans l'établissement

Responsabilités :

Il désigne :

- PCR
- Médecin du Travail
- Ingénieur Sécurité

⇒ *Il délègue ses activités, mais pas ses responsabilités*

Organisation de la Radioprotection dans l'établissement

Chacun est responsable de sa propre sécurité

Classification du personnel

Art. R. 4451-57

« (...) l'employeur classe :

En **Catégorie A**, tout travailleur susceptible de recevoir, au cours de douze mois consécutifs, une **dose efficace** supérieure à **6 millisieverts** ou une **dose équivalente** supérieure à **150 millisieverts** pour la **peau** et les **extrémités**. »

Classification du personnel

Art. R. 4451-57

« En **Catégorie B**, **tout autre travailleur** susceptible de recevoir :

- a) Une **dose efficace** supérieure à **1 millisievert** ;
- b) Une **dose équivalente** supérieure à **15 millisieverts** pour le **cristallin** ou à **50 millisieverts** pour la **peau** et les **extrémités**. »

Classification du personnel

Dispositions particulières pour la femme enceinte :

Art. R. 4451-7

« En cas de grossesse, l'**exposition de l'enfant à naître**, (...) est maintenue **aussi faible que raisonnablement possible** et, en tout état de cause, la dose équivalente reçue par l'enfant demeure **inférieure à 1 millisievert**. »

Classification du personnel

⚠ Entre la **dose femme enceinte** (dosimètre) et la **dose au fœtus** il existe :

- ⇒ un rapport **10** en radiologie conventionnelle
- ⇒ et un rapport **4** en Médecine Nucléaire.

☞ Doses **non atteintes** dans les conditions normales de travail

Classification du personnel

1 mSv reste donc très **raisonnable**.

Cependant il existe un **facteur psychologique** important et non négligeable **dont on doit tenir compte**.

Le désir de la femme enceinte est primordial.

Nous avons aujourd'hui la possibilité de suivre et de **surveiller les doses** reçues **très précisément** grâce à la **Dosimétrie Opérationnelle**.

Classification du personnel

Évolution de la réglementation sur les limites annuelles pour la Catégorie A :



Les limites réglementaires

Décret no 2018-437 du 4 juin 2018 relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux rayonnements ionisants
les limites d'expositions aux rayonnement ionisants sont les suivantes :

Limites d'exposition annuelle (mSv)	Catégorie A	Catégorie B	Public
Corps entier	20	6	1
Extrémités	500	150	50
Cristallin	150 20	15	15

Le Suivi médical

Médecin du travail :

- Dossier Médical Individuel
 - *Fiche de poste* des conditions de travail et *Fiche d'exposition* fusionnées maintenant en "**évaluation individuelle préalable**"
 - Résultats des dosimétries
 - ~~Carte individuelle de suivi médicale~~
- Conservé 50 ans après la dernière exposition

Le Suivi médical

Le Suivi *Individuel Renforcé*

Art. R. 4624-28

Tout travailleur affecté à un poste présentant des **risques particuliers** pour sa santé (...) bénéficie, (...) de cette visite, effectuée par le **médecin du travail** selon une périodicité qu'il détermine et qui **ne peut être supérieure à quatre ans**.

Le Suivi médical

Le Suivi *Individuel Renforcé*

Art. R. 4624-28

Une **visite intermédiaire** est effectuée par un **professionnel de santé** mentionné au premier alinéa de l'article L. 4624-1 **au plus tard deux ans** après la visite avec le médecin du travail.

Le Suivi médical

Le Suivi Individuel Renforcé

Art. R. 4451-82

Pour un travailleur classé en **Catégorie A**, la **visite médicale** mentionnée à l'article R. 4624-28 est **renouvelée chaque année**.

Le Suivi médical

Le Suivi Individuel Renforcé

Article R4624-23

I.- Les postes présentant des **risques particuliers** (...) sont ceux exposant les travailleurs :

(...)
5° **Aux rayonnements ionisants ;**
(...)

Le Suivi médical

Le Suivi Individuel Renforcé

INSTRUCTION N° DGT/ASN/2018/229 du 2 octobre 2018 relative à la prévention des risques d'exposition aux rayonnements ionisants (p.32)

Un Suivi Individuel Renforcé de l'état de santé est mis en œuvre **pour les travailleurs classés** en **catégorie A ou B**.

Le Suivi médical

Médecin du travail :

Autres (Public) :

➤ Suivi individuel de l'état de santé

Tout-e salarié-e nouvellement recruté-e doit bénéficier d'une **Visite d'Information et de Prévention (VIP)**, qui doit être renouvelée selon une périodicité qui ne peut pas excéder **5 ans**.

Le Suivi médical

Médecin du travail :

Autres (Public) :

➤ Suivi individuel de l'état de santé

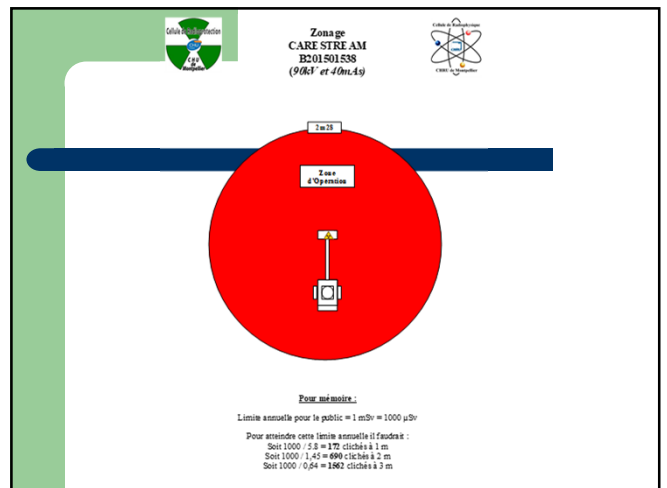
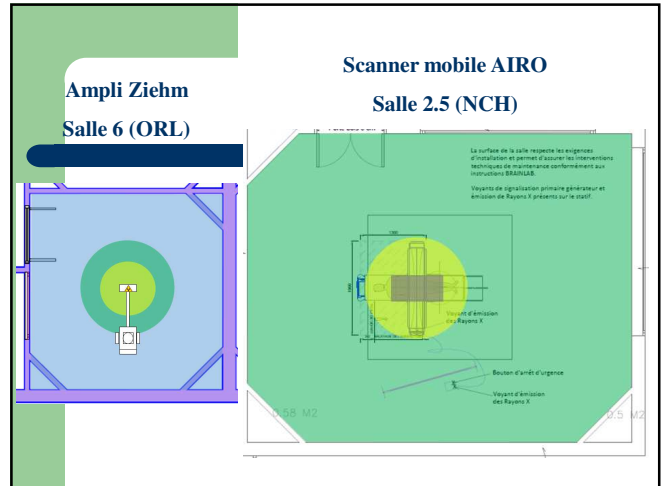
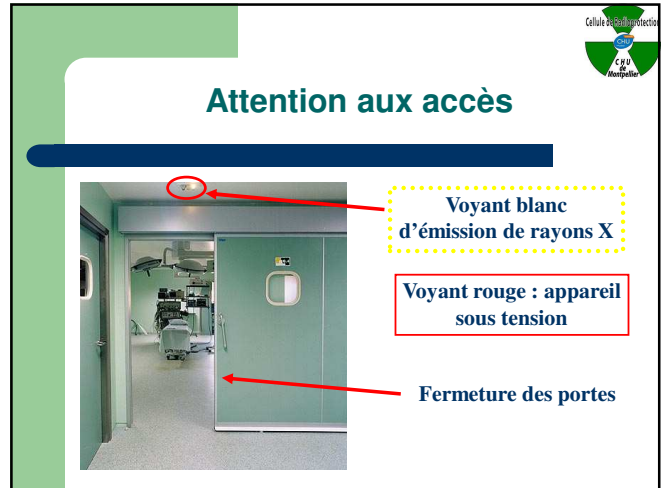
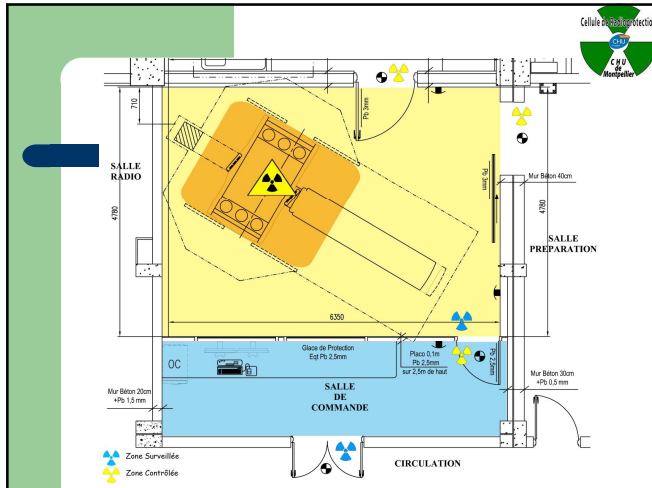
Cette **VIP** n'est pas obligatoirement effectuée par le **Médecin du Travail**. Elle peut l'être aussi, sous l'autorité de celui-ci, par un **collaborateur médecin**, un **interne en médecine du travail** ou un **infirmier en santé de travail**.

Les différentes zones

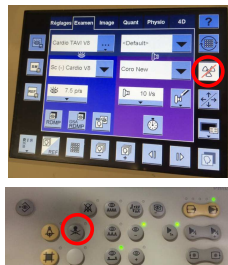
La délimitation et la signalisation de ces zones (**ZONAGE**) visent à :

- **identifier le danger** dû aux rayonnements ionisants ;
- **graduer** le niveau de danger ;
- **informer** le travailleur des risques associés ;
- signaler les **mesures particulières** d'accès ;
- indiquer, le cas échéant, le type **d'équipement de protection individuelle** nécessaire.





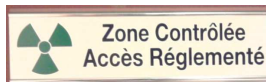
RAY. X désactivé manuellement.



Cette signalisation doit être enlevée en fin d'opération, lorsque l'appareil est verrouillé sur une position interdisant toute émission de rayonnements ionisants et lorsque toute irradiation parasite est exclue.

F) Cas de sources non scellées

Mammo



Le responsable de l'appareil délimite la zone réglementée de manière visible et continue tant que l'appareil est en place.

Il la signale par des panneaux installés de manière visible aux accès.

La Dosimétrie

1. A lecture différée ex « Passive »

- Corps entier
- Extrémités
- Cristallin



2. Opérationnelle ex « Active »

1) La Dosimétrie à lecture différée (ex-Passive)

• Qu'est-ce que c'est exactement ?

C'est un dosimètre RPL (RadioPhotoLuminescent) ou OSL (Luminescence Stimulée Optiquement) dit InLight pour détecter les rayons X, γ , β

• A quoi sert-il ?

Il permet de surveiller le niveau et le type d'exposition externe de la personne qui le porte.

• Quand est-il développé ?

Tous les mois ou tous les 3 mois ou en cas d'accident. Le seuil de détection est de 50 ou 100 μ Sv.

2) La Dosimétrie Opérationnelle (ex-Active)

• Qu'est-ce que c'est exactement ?

C'est un appareil qui doit être sensible à la nature du R.I. auquel la personne est confrontée et qui intègre les doses d'exposition externe.

• A quoi sert-il ?

Il permet de s'assurer que l'exposition demeure inférieure aux limites réglementaires grâce à une information en temps réel, en dose intégrée et, le cas échéant en débit de dose, perceptible directement par l'opérateur (affichage et/ou alarme).

a. Quand ?

Article R4451-64

Modifié par Décret n°2018-437 du 4 juin 2018 - art. 1

I.- L'employeur met en œuvre une surveillance dosimétrique individuelle appropriée, lorsque le travailleur est classé au sens de l'article R.4451-57 ou que la dose efficace évaluée en application du 5° de l'article R.4451-53 est susceptible de dépasser 6 mSv.

a. Quand ?

Article R4451-65

Modifié par [Décret n°2018-437 du 4 juin 2018 - art. 1](#)

I.- La **surveillance dosimétrique individuelle** liée à l'exposition externe ou l'exposition au radon **est réalisée** au moyen de **dosimètres à lecture différée** adaptés.

a. Quand ?

Article R4451-64

Modifié par [Décret n°2018-437 du 4 juin 2018 - art. 1](#)

II. Pour tous les autres travailleurs accédant à des zones délimitées au titre de l'article [R. 4451-24](#), l'employeur **s'assure par des moyens appropriés** que leur **exposition demeure inférieure aux niveaux de dose** retenus pour le classement des travailleurs prévu au 2° de l'article [R.4451-57](#).

b. Qui ?

Radiologie conventionnelle

(Poumon, U.I.V, Os, Digestif...)

*Si à proximité des patients
(patients tenus lors de l'examen)*



b. Qui ?

Radiologie « au lit »



b. Qui ?

Radiologie Bloc Opératoire (Ampli Luminance)



b. Qui ?

Radiologie interventionnelle



b. Qui ?

Scanner

*Si à proximité des patients
(patients tenus lors de l'examen)*



b. Qui ?

Médecine Nucléaire

Ceux qui préparent



b. Qui ?

Médecine Nucléaire

Ceux qui administrent



b. Qui ?

Radioprotection



b. Qui ?

Biomédical

*Ceux qui interviennent
sur les appareils lors
d'émission de R.X.*



b/ Pourquoi ?

C'est OBLIGATOIRE :
C'est la Réglementation !

~~Arrêté du 23 Mars 1999
(en complément du Dosimètre passif)~~
Arrêté du 26 juin 2019

c. Pourquoi ?

Mise en pratique d' ALARA.

Méthode de travail
Réduction des doses

⇒ Amélioration continue

c. Pourquoi ?

Mesure et suivi de la dosimétrie

⇒ en temps réel

c. Pourquoi ?

Plus grande sensibilité

⇒ Mesure de dose plus juste que
le Dosimètre à lecture différée
pour les faibles doses
($1\mu\text{Sv} \ll 100\mu\text{Sv}$)

c. Pourquoi ?

Centraliser les données
par les PCR

⇒ Gestion des données
facilitée

c. Pourquoi ?

~~Transfert des données via
réseau informatique
à SISERI~~

⇒ Communication améliorée

c. Pourquoi ?

INSTRUCTION N° DGT/ASN/2018/229 du 2 octobre
2018 relative à la prévention des risques d'exposition
aux rayonnements ionisants (p.23)

8.3.2 Dosimètre opérationnel

Les résultats ne sont plus transmis à SISERI,
à l'exception de ceux correspondant aux dosimètres
opérationnels utilisés dans les INB, pour lesquels
l'obligation de transmission est maintenue.

c. Pourquoi ?

Accessibilité des données
aux Médecins du Travail
⇒ **Suivi favorisé**

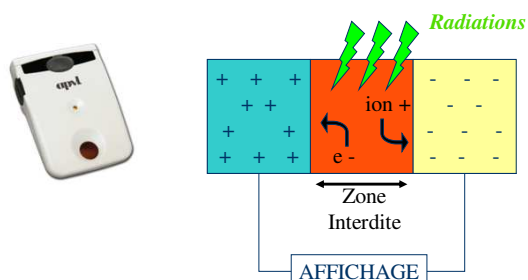
d. Comment ?



Dosimètre Opérationnel

d. Comment ?

Principe de fonctionnement du Dosimètre électronique :



d. Comment ?

Affichage :

Dose : Hp 10 = dose profonde : μSv
(+ Hp 0,07 = dose superficielle pour les dosimètres β)

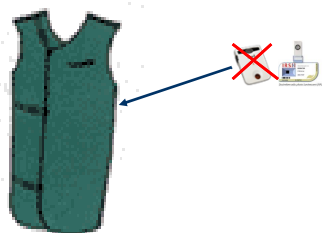
Débit de dose : $\mu\text{Sv} / \text{h}$

Alarme : en dose et en débit (**voyant** et/ou **sonore**)
⇒ Adaptable suivant les secteurs

Bip d'incrément de dose : **paramétrable**

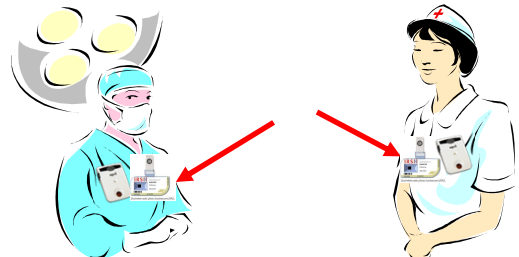
d. Comment ?

Porté SOUS le tablier plombé :



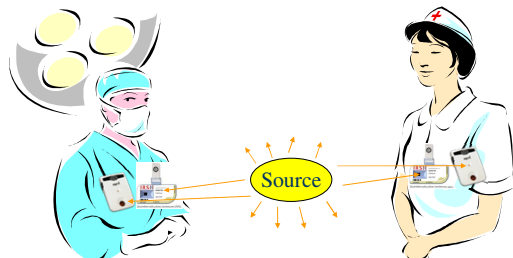
d. Comment ?

Porté à hauteur de POITRINE :



d. Comment ?

Porté détecteurs vers l'AVANT :



d. Comment ?



ATTENTION

à la fenêtre des basses énergies

d. Comment ?



d. Comment ?



d. Comment ?



**Borne
d'enregistrement**

d. Comment ?



S'identifier
en tapant son
c o d e
d'identification

(sans le 01 devant)

**Valable aux CHU de
Montpellier et de Nîmes (?)**

d. Comment ?

Sur les autres sites

1°) En début de stage :

demander son *code d'identification*

d. Comment ?

Dans tous les cas

2°) En fin de stage :

réclamer ses *résultats dosimétriques*

d. Comment ?



Possibilité
d'utiliser un
*code
TEST*
par service

Port du Dosimètre Opérationnel obligatoire en Zone Contrôlée

(Décret 2003-296 du 31 mars 2003)

• Allumer le dosimètre :

- Insérer le Dosimètre dans le réceptacle du Lecteur (Affichage digital vers le fond du réceptacle)
- A la demande du Lecteur : Taper son matricule **SANS** le premier zéro
- Choisir un **poste de travail**
- Attendre le message « vous pouvez retirer votre dosimètre »
- Prendre le Dosimètre et le **porter** à hauteur de poitrine (sous le tablier)

• Eteindre le dosimètre :

- Mettre le Dosimètre dans le réceptacle du Lecteur (Affichage digital vers le fond du réceptacle)
- L'écran affiche les nom, poste de travail et doses
- Reprendre le Dosimètre et le **ranger** dans son rack

• Code test : XX

En cas de problème, contacter **M^{me} REYNES-SEGUIN Bertille**
à la Cellule de Radioprotection au **3.95.19** (Tel et Bip)



Port du Dosimètre Opérationnel obligatoire en Zone Contrôlée

(Décret 2003-296 du 31 mars 2003)

• Allumer le dosimètre :

- Insérer le Dosimètre dans le réceptacle du Lecteur (Affichage digital vers le fond du réceptacle)
- A la demande du Lecteur : Taper son matricule **SANS** le premier zéro
- Choisir un **poste de travail**
- Attendre le message « vous pouvez retirer votre dosimètre »
- Prendre le Dosimètre et le **porter** à hauteur de poitrine (sous le tablier)

• Eteindre le dosimètre :

- Mettre le Dosimètre dans le réceptacle du Lecteur (Affichage digital vers le fond du réceptacle)
- L'écran affiche les nom, poste de travail et doses
- Reprendre le Dosimètre et le **ranger** dans son rack

• Code test : XX

En cas de problème, contacter **M^{me} REYNES-SEGUIN Bertille**
à la Cellule de Radioprotection au **3.95.19** (Tel et Bip)



Autres dosimètres passifs :

- **Témoin**

(notamment Stage nécessitant de prendre l'avion)

- **Ambiances**

(connaître les doses au poste de travail)

Etude de Poire			
Données :			
Activité en Césaire	0 mSv/an		
Activité en Scap	210 mSv/an		
Proportionnement de Manipulation	1 m	Proportionnement d'exposition activité totale	Proportionnement de protection hors ZC
Proportionnement de FIDE	1 m	60 %	60 %
Proportionnement de Modèles	1 m	20 %	20 %
Proportionnement de FADIE	1 m	40 %	40 %
Proportionnement de FRODE	1 m	40 %	40 %
Proportionnement de FAS	1 m	40 %	40 %
Dose annuelle à 1 m	5250 µSv	Dose annuelle à 1 m	4000 µSv
Dose annuelle au patient	20 µSv	Dose annuelle au patient	200 µSv
Exposition annuelle interventionnel hors EPI :			
Manipulation/révision en radiologie	Dose		
FIE	25400 µSv		
Modèle	13600 µSv		
Modèle Césaire à 25cm	37800 µSv		
Modèle Césaire	40400 µSv		
FADIE	27800 µSv		
FRODE	25200 µSv		
IAS	6300 µSv		
Exposition annuelle interventionnel avec EPI en 6.5m P9			
Manipulation/révision en radiologie	Dose		
FIE	3120 µSv		
Modèle	554.4 µSv		
Modèle Césaire à 25cm	1563.2 µSv		
Modèle Césaire	1663.2 µSv		
FADIE	1108.8 µSv		
FRODE	1108.8 µSv		
IAS	277.2 µSv		
Exposition annuelle hors ZC			
Manipulation/révision en radiologie	Dose		
FIE	144 µSv		
Modèle	192 µSv		
Modèle Césaire à 25cm	96 µSv		
Modèle Césaire	96 µSv		
FADIE	144 µSv		
FRODE	144 µSv		
IAS	216 µSv		
Exposition annuelle estimée avec EPI			
Manipulation/révision en radiologie	Dose Totale	Classement des travailleurs	
FIE	1263.36 µSv	Classe Catégorie : B	
Modèle	744.48 µSv	Classe Catégorie : B	
Modèle Césaire à 25cm	1759.2 µSv	Classe Catégorie : A	
Modèle Césaire	32096 µSv	Classe Catégorie : A	
FADIE	1663.2 µSv	Classe Catégorie : B	
FRODE	1252.8 µSv	Classe Catégorie : B	
IAS	493.2 µSv	Classe Catégorie : Public	

5

Les moyens de protection

Fondements de la Radioprotection

Article L.1333-2
du Code de la Santé Publique

1. Justification
2. Optimisation
3. Limitation

Fondements de la Radioprotection

1°) Justification

Le principe de justification, selon lequel une activité nucléaire ne peut être entreprise ou exercée que si elle est **justifiée** par les **avantages** qu'elle procure sur le plan individuel ou collectif, notamment en matière sanitaire, sociale, économique ou scientifique, **rapportés aux risques inhérents** à l'exposition aux rayonnements ionisants auxquels elle est susceptible de soumettre les personnes ;

Fondements de la Radioprotection

2°) Optimisation

Le principe d'optimisation, selon lequel le niveau de **l'exposition des personnes** aux rayonnements ionisants résultant d'une de ces activités, la probabilité de la survenue de cette exposition et le nombre de personnes exposées doivent être **maintenus au niveau le plus faible** qu'il est **raisonnablement possible d'atteindre**, compte tenu de l'état des connaissances techniques, des facteurs économiques et sociétaux et, le cas échéant, de l'objectif médical recherché ;

Fondements de la Radioprotection

3°) Limitation

Le principe de limitation, selon lequel **l'exposition d'une personne** aux rayonnements ionisants résultant d'une de ces activités **ne peut porter la somme des doses reçues au-delà des limites** fixées par voie réglementaire, sauf lorsque cette personne est l'objet d'une exposition à des fins médicales ou dans le cadre d'une recherche mentionnée au 1° de l'article L. 1121-1.

Les 3 moyens de radioprotection

- Distance
- Temps
- Écran

Les 3 moyens de radioprotection

Distance :

Se tenir le plus **loin** possible de la source de rayonnement.



Les 3 moyens de radioprotection

Temps :

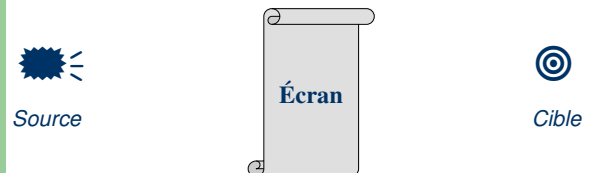
Rester le **moins** longtemps possible à proximité de la source.



Les 3 moyens de radioprotection

Écran :

Interposer, si possible, un **écran adapté** au rayonnement émis entre soi et la source.



La Radioprotection en Imagerie Diagnostique et Interventionnelle :

- Les paramètres qui interviennent sur l'exposition
- Comment réduire l'exposition
- Quels sont les risques en radiologie interventionnelle ?
- La Radioprotection des Patients

1. Les paramètres qui interviennent sur l'exposition

Le patient : **élément diffuseur majeur.**

Le volume exposé
(épaisseur x dimension du champ)

L'exposition AUGMENTE rapidement avec le volume exposé.



1. Les paramètres qui interviennent sur l'exposition

☞ L'émetteur : le tube R.X.

⚡ Les kV (énergie des photons)

L'exposition AUGMENTE rapidement avec les kV.

⚡ Les mA (débit de photons)

L'exposition est linéaire PROPORTIONNELLEMENT au mA (pour une durée d'irradiation fixée).



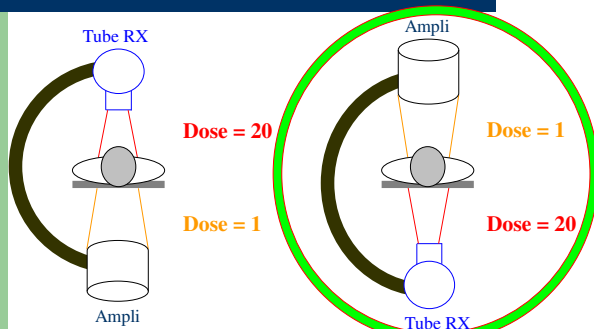
1. Les paramètres qui interviennent sur l'exposition

☞ Le récepteur : l'ampli de luminance.

L'exposition peut-être MULTIPLIÉ par 20 en fonction de la position de l'ampli.



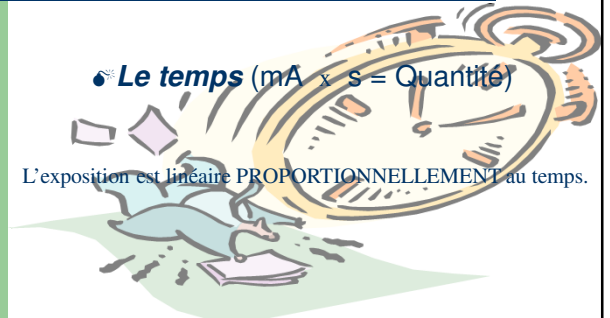
1. Les paramètres qui interviennent sur l'exposition



1. Les paramètres qui interviennent sur l'exposition

⚡ Le temps (mA x s = Quantité)

L'exposition est linéaire PROPORTIONNELLEMENT au temps.



2. Comment réduire l'exposition

⇒ *Rester le moins longtemps possible auprès de la source et du rayonnement.*

2. Comment réduire l'exposition

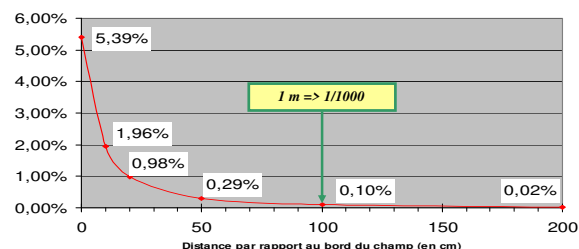
- Si je n'ai rien à faire dans la salle :
JE NE RENTRE PAS
- Le type de scopie utilisé
Utiliser au maximum la **scopie pulsée** en travaillant à un nombre de pulse / seconde le plus bas possible sans détériorer trop l'image.

2. Comment réduire l'exposition

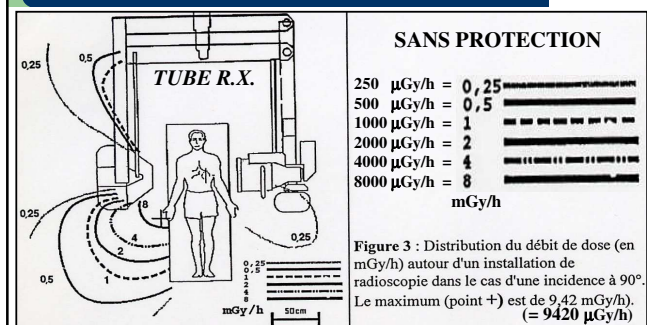
⇒ *Rester le plus loin possible du centre du champ.*

2. Comment réduire l'exposition

Variation en % du débit de dose en fonction de l'éloignement du centre du champ



2. Comment réduire l'exposition



2. Comment réduire l'exposition

⇒ *Utiliser les Écrans et les Protections à disposition.*

2. Comment réduire l'exposition

Exemple de doses reçues lors d'une intervention :

1. Doses reçues SANS tablier plombé :

- ⊗ Opérateur principal : 93 µSv (50 à 70 cm)
- ⊗ Autre opérateur : 13 µSv (1,5 à 2 m)

2. Doses reçues AVEC tablier plombé :

- ⊗ Opérateur principal : 14 µSv (50 à 70 cm)
- ⊗ Autre opérateur : 5 µSv (1,5 à 2 m)

⊗ Un cache thyroïde divise la dose par 10 !!!

SANS cache : 1470 µSv

AVEC cache : 100 µSv

Pour information

Équivalent de dose en micro-sieverts [µSv] (Données OPRI, nouvellement IRSN)

Localisation dosimètre	Radiologue Cardio-vasculaire	Cardiologue	Neuro-Radiologue
Poitrine (sur tablier)	5750 µSv	700 µSv	300 µSv
Poitrine (sous tablier)	0 µSv	0 µSv	0 µSv
Main gauche	9750 µSv	2000 µSv	300 µSv
Main droite	3900 µSv	1100 µSv	100 µSv
Genou gauche	10500 µSv	2450 µSv	150 µSv
Thyroïde	100 µSv	400 µSv	-
Temps d'exposition	6 H 30	2 H 00	1 H 00

3. Quels sont les risques ?

- ☒ Les effets **déterministes**, qui n'étaient plus observés depuis 30 ans, réapparaissent :
 - Les *radiodermites des mains*.
 - Les *cataractes radiques*.
 - Les *dysfonctionnements thyroïdiens*.

3. Quels sont les risques ?

- ☒ Les effets **stochastiques** :
 - Sans protection :
Dose > 200 mSv / an (10 fois plus que la limite annuelle catégorie A)
 - ☐ **leucémie** et **cancers**.

3. Quels sont les risques ?

- ☒ Ces risques sont d'autant **plus grands** que :
 - Les **temps** de scopie sont **l o n g s** et les **clichés** **n o m b r e u x**.

3. Quels sont les risques ?

- ☒ Ces risques sont d'autant **plus grands** que :
 - Le **nombre** de procédures effectuées est **i m p o r t a n t**.

3. Quels sont les risques ?

- ☒ Ces risques sont d'autant **plus grands** que :
 - Des **matériels** [ou des **techniques**] **i n a d a p t é s** (tube au dessus, ...) sont utilisés.

3. Quels sont les risques ?

- ☒ Ces risques sont d'autant **plus grands** que :
 - L'**amplificateur** de luminance a **p e r d u** une grande partie de sa **sensibilité**.

3. Quels sont les risques ?

⇒ Même aujourd'hui, pour obtenir une image, les matériels modernes nécessitent une **dose** de R.X. **suffisante** ...

3. Quels sont les risques ?

Donc,



Il faut se **protéger** !

4. Radioprotection des patients

⇒ Réglementation
Transposition de la Directive 96/29/Euratom
Code de la santé publique
Article L.1333-2

⇒ Organisation pratique

⇒ Réglementation

1) JUSTIFICATION

« ... toute exposition d'une personne à des rayonnements ionisants, dans un but diagnostique, thérapeutique, de médecine du travail ou de dépistage, doit faire l'objet d'une analyse préalable permettant de s'assurer que cette exposition présente un **avantage médical direct** suffisant au regard du risque qu'elle peut présenter et qu'aucune autre technique d'efficacité comparable comportant de moindres risques ou dépourvue d'un tel risque n'est disponible. »

⇒ Réglementation

2) OPTIMISATION

« ... sont mises en œuvre lors du choix de l'équipement, de la réalisation de l'acte, de l'évaluation des doses de rayonnements ou de l'activité des substances radioactives administrées, des procédures et opérations tendant à *maintenir la dose de rayonnement au **niveau le plus faible** raisonnablement possible.* »

⇒ Réglementation

3) LIMITATION DES DOSES

«... Lorsqu'une exposition aux rayonnements ionisants à des fins médicales **ne présente pas de bénéfice médical direct** pour la personne exposée, en particulier lors des expositions effectuées dans le cadre de la recherche ou de procédures médico-légales, le médecin réalisant l'acte doit accorder une attention particulière à la justification et à l'optimisation de celui-ci, *en déterminant notamment une **dose maximale de rayonnement.*** »

4. Radioprotection des patients

- ♥ Bien expliquer l'acte (l'intérêt, les risques, ...)
- ♥ Limiter l'exposition (nombre, activité, champ, ...)

4. Radioprotection des patients

Proposer des protections au patient



4. Radioprotection des patients



Eloigner au maximum le patient du tube

4. Radioprotection des patients



Choisir un régime de dose adapté à la situation

4. Radioprotection des patients



Limiter les agrandissements

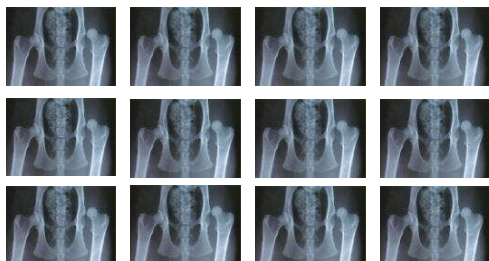
4. Radioprotection des patients

Adapter le champ à l'acte



4. Radioprotection des patients

Éviter la multiplication inutile des Radiographies



4. Radioprotection des patients

Éviter les temps de scopie inutiles



Problèmes avec les tabliers de RADIOPROTECTION



Bertille REYNES-SEGUIN
Cellule de Radioprotection du CHRU de Montpellier

Problèmes dû à quoi ?

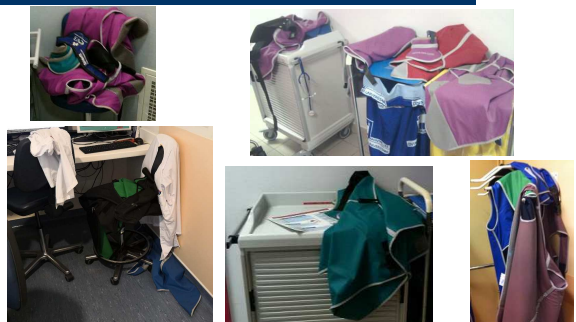
1. ENTREPOSAGE

- **Suspendu** sur un support approprié (cintre ou porte tablier)
- Ne pas mettre en contact avec des objets à arêtes vives ou pointus
 - Ne **pas plier**

2. ENTRETIEN

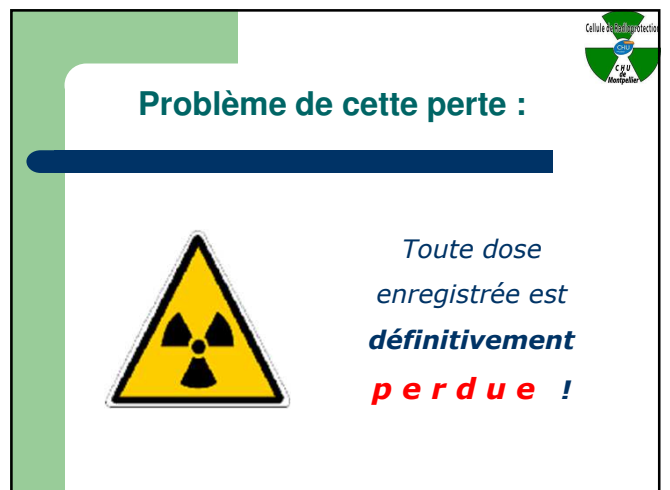
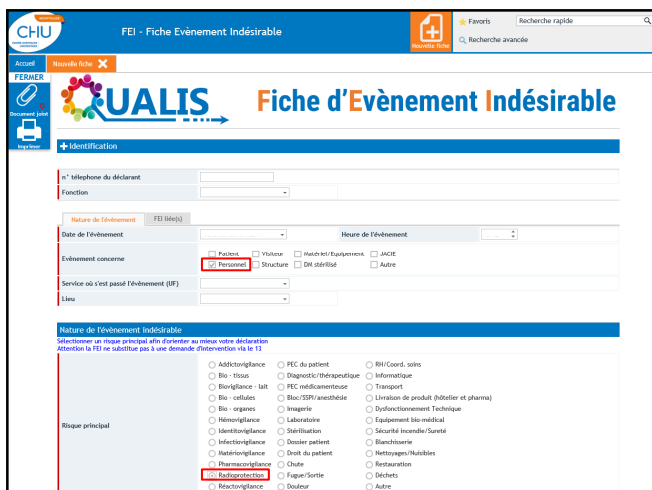
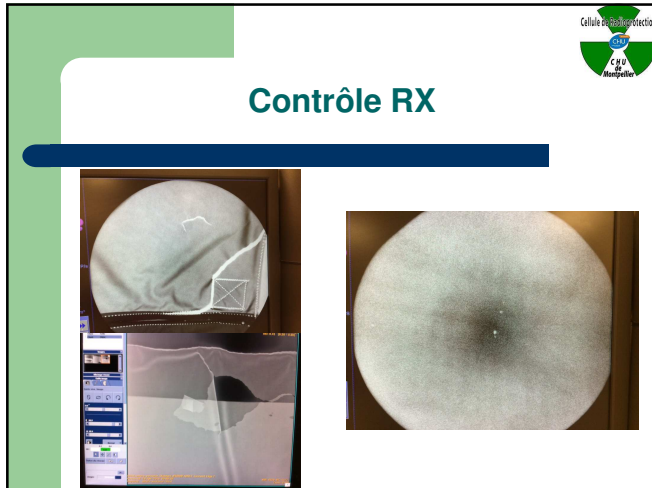
- **Pas de solvant agressif** (acétone, nitro-diluant)
- Nettoyer/désinfecter les faces externe et interne du tablier de plomb en **humectant** une lavette jetable à l'aide d'une pissette de détergent/désinfectant
(Entretien des tabliers de plomb et autres protections plombées : PROT 10.3/012/0)

Entreposage



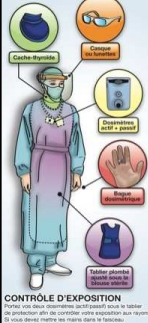
Entretien





CONCLUSION

PROTECTIONS INDIVIDUELLES



S'équiper des
Dosimètres à lecture différée
et Dosimètre Opérationnel
AVANT d'entrer en salle quand on sait
qu'il y aura utilisation de
Rayonnements lors de l'intervention :

- *Scopies*
- *Clichés*

Merci de votre attention

Bertille REYNES-SEGUIN (CRP Radiologie),
Franck ROUTELOUS (CRP Médecine Nucléaire),
Vincent ZANAGUIRAMANE (CRP Suppléante),

Cellule de Radioprotection
Hôpital LAPEYRONIE
191 avenue de Doyen G. GIRAUD
34295 MONTPELLIER CEDEX 5

radioprotection@chu-montpellier.fr

04.67.33.95.19