

SUPPORT PÉDAGOGIQUE POUR LA FORMATION DES PERSONNELS PAR LA PCR

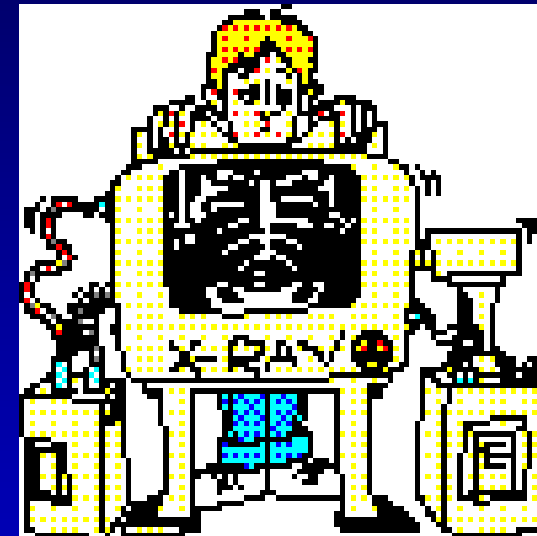
MD. Chancelier, P. Dupouy, E. Aptecar, M. Auguste, JP. Convard
P. Gignier, C. Hovasse, D. Hovasse, JM. Pernes, B. Perret.
Hopital privé d'Antony - France



RADIOPROTECTION DU PERSONNEL

MD CHANCELIER

Service d'imagerie HPA



Conseils aux PCR : comment faire cet enseignement?

- Faire des groupes de 10 environ.
- Sortir du service pour trouver une petite heure sans être dérangé.
- Ne pas oublier de faire émarger chacun et garder la preuve de cet enseignement pour l'ASN et l'Inspection du Travail.
- Renouveler l'enseignement tous les trois ans et pour chaque nouvel embauché.
- Convier le Médecin du Travail, préparer l'exposé avec lui si possible, lui donner la parole..

- Attention au Power-point qui est une forme d'exposé facilement magistral avec passivité et ennui pour l'auditoire.
- Pour éviter cet écueil : préparer des questions, s'arrêter, regarder l'auditoire.
- Reposer la même question plusieurs fois au cours de l'exposé.
- Laisser la place pour les questions de l'auditoire.
- Demander aux uns de répondre aux questions des autres.
- Donner des exemples concrets tirés des relevés de doses mensuels ou trimestriels du personnel.
- Apporter un dosimètre passif et un opérationnel faire la démonstration du port des dosimètres.
- Faire un petit quiz avec un gagnant, bien le préparer, connaître les bonnes réponses !

Exemples de questions à poser au cours de l'exposé

- Qu'est ce que veut dire PCR? qui c'est?
- Les radiations ionisantes c'est quoi?
- Qui est Roentgen?
- irradiation moyenne naturelle en France
- Avec quoi varie le rayonnement cosmique?
- mSv?
- Exposition médicale annuelle
- Limite de dose des travailleurs A, B
- Dose efficace? Équivalente?
- Molécule sensible dans une cellule?
- Organes sensibles?

Exemples de questions à poser

- Personnes sensibles?
- Grossesse période du tout ou rien
- Travailleurs à risque?
- Effets déterministes, exemples
- Doses pour laquelle on a observé un effet chez l'adulte?
- Les zones c'est quoi? couleur des trèfles
- Dosimètres actif et passif
- Dans quelle zone met on le tableau des dosimètres?
- Un aide manip a un dosimètre positif sur trois mois à 0.1msv que lui dire? que lui demander?

Exemples de questions à poser

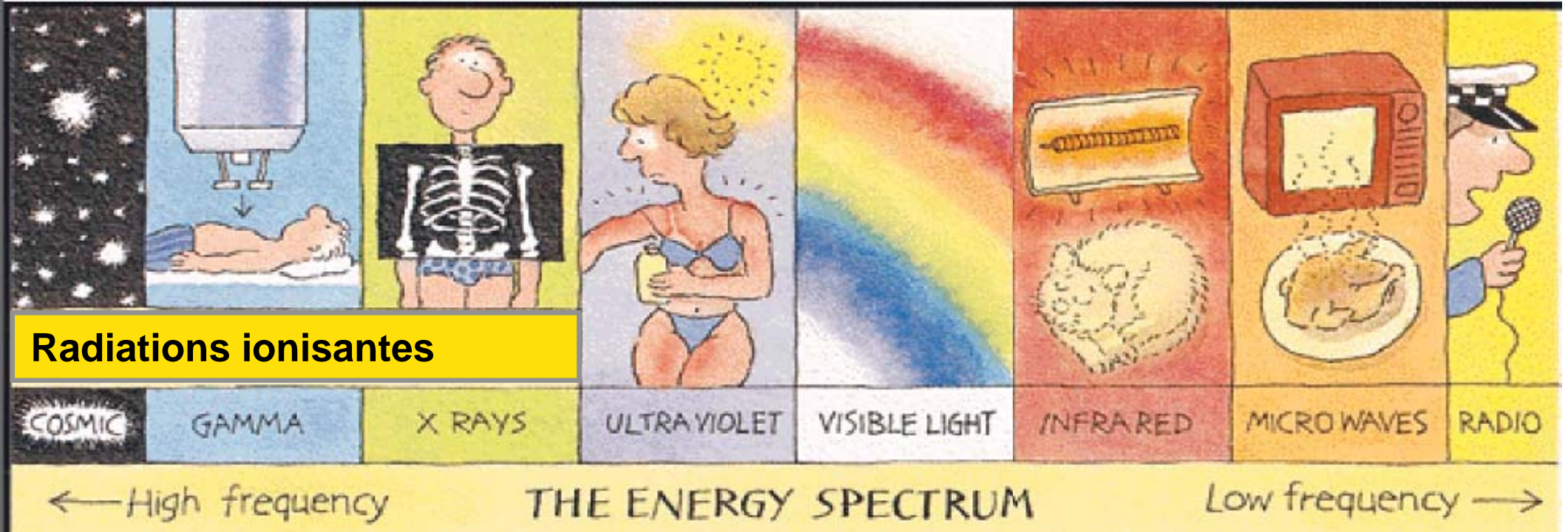
- TED?
- Tube dessus ou dessous
- Grands champs ou petits champs
- Pourquoi un gros patient est il plus irradiant
- Quels conseils pour les radios au lit?
- Comment porte-t-on le dosimètre?
- Distance multipliée par trois > dose divisée par ?.....
- Ce Power point sera mis en ligne sur le site de l'HPA, (http://www.hp-antony.com/francais/hopital/pages/serv_imagerie.php) il est à adapter à votre style propre, à votre auditoire, à votre type d'activité, à corriger..(merci !). N'oubliez pas de regarder les commentaires sous chaque diapo (ou icône commentaire sur le poster).
- Il est à mettre à jour régulièrement en fonction des modifications de la réglementation.

FORMATION DU PERSONNEL

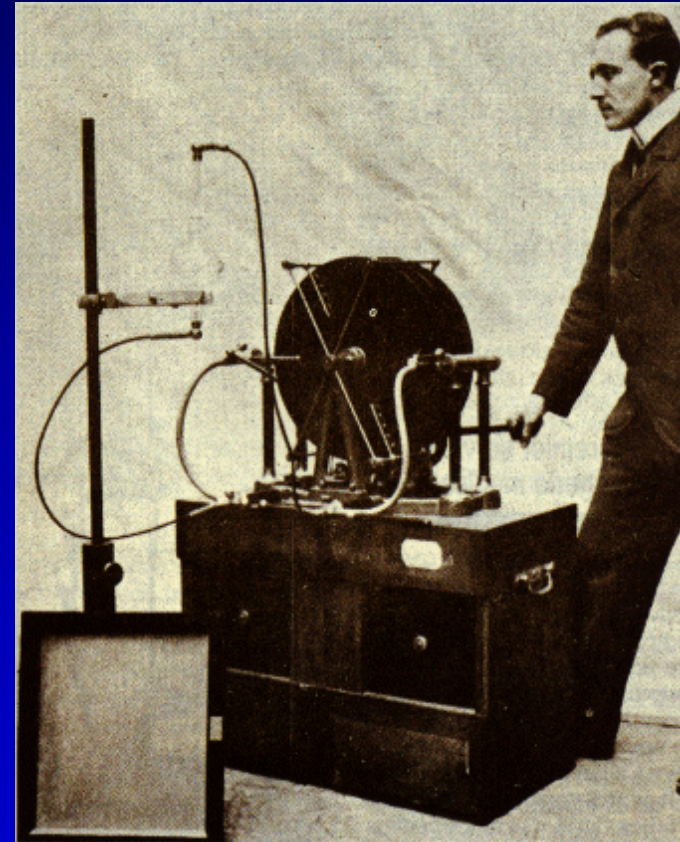
- Obligatoire tous les trois ans
- Par la PCR
- Pour tous les travailleurs intervenant en zones
- Fiche de présence : émargez SVP
(Autorité de Sûreté Nucléaire,
Insp. du Travail)

CONTENU DE LA FORMATION

- Risques liés aux rayonnements ionisants
- Procédures de protection et de surveillance réglementaires
- Règles de protection
- Effets néfastes de l'exposition au foetus

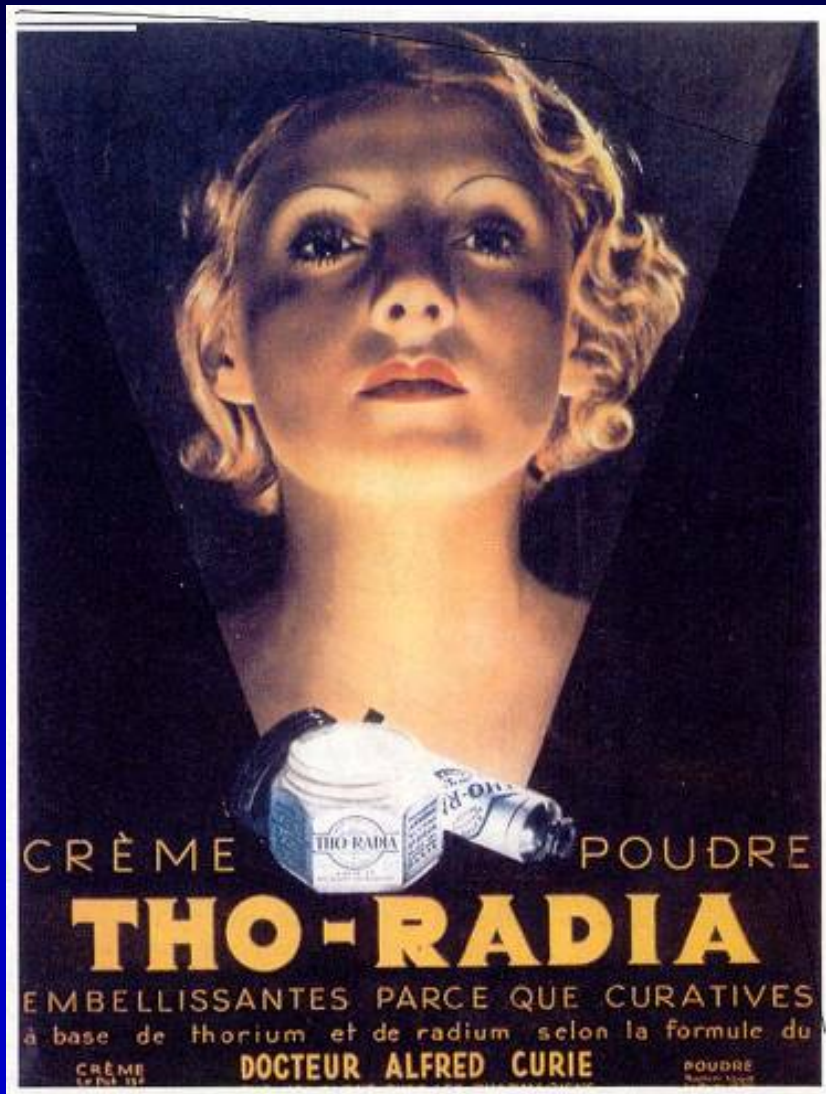



LES RAYONS X



1895 : Découverte des rayons X par Röntgen

(Publicité)



CRÈME  POUDRE

THO-RADIA

EMBELLISSANTES PARCE QUE CURATIVES
à base de thorium et de radium selon la formule du

DOCTEUR ALFRED CURIE

CRÈME Le Pot 15g POUDRE Boîte 10g

Produit cosmétique
à base de radium
1920



THO-RADIA

guérit
les brûlures du soleil

CRÈME, POUDRE, SAVON — CHEZ LES PHARMACIENS



LES RAYONS X

1902 : Premier cancer radio-induit

1928 : création de la Commission Internationale de protection contre les rayons X et le radium

1927 : détermination de la 1^{ère} dose maximale admissible

Une enquête met en évidence un nombre important de cancers de la peau et de leucémies chez des radiologues ayant exercé entre 1920 et 1940 (X 10 autres médecins)

EVOLUTION DES LIMITES RÉGLEMENTAIRES

CIPR 1990

20

CIPR 1965

50

Limite 1949

150

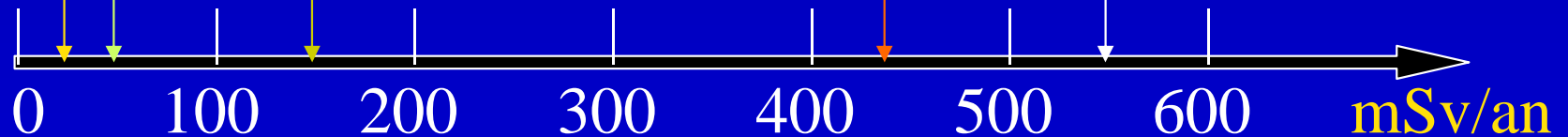
Limite 1934

440

Limite 1927

*(1/10 de la Dose
d'apparition
d'un Érythème)*

550



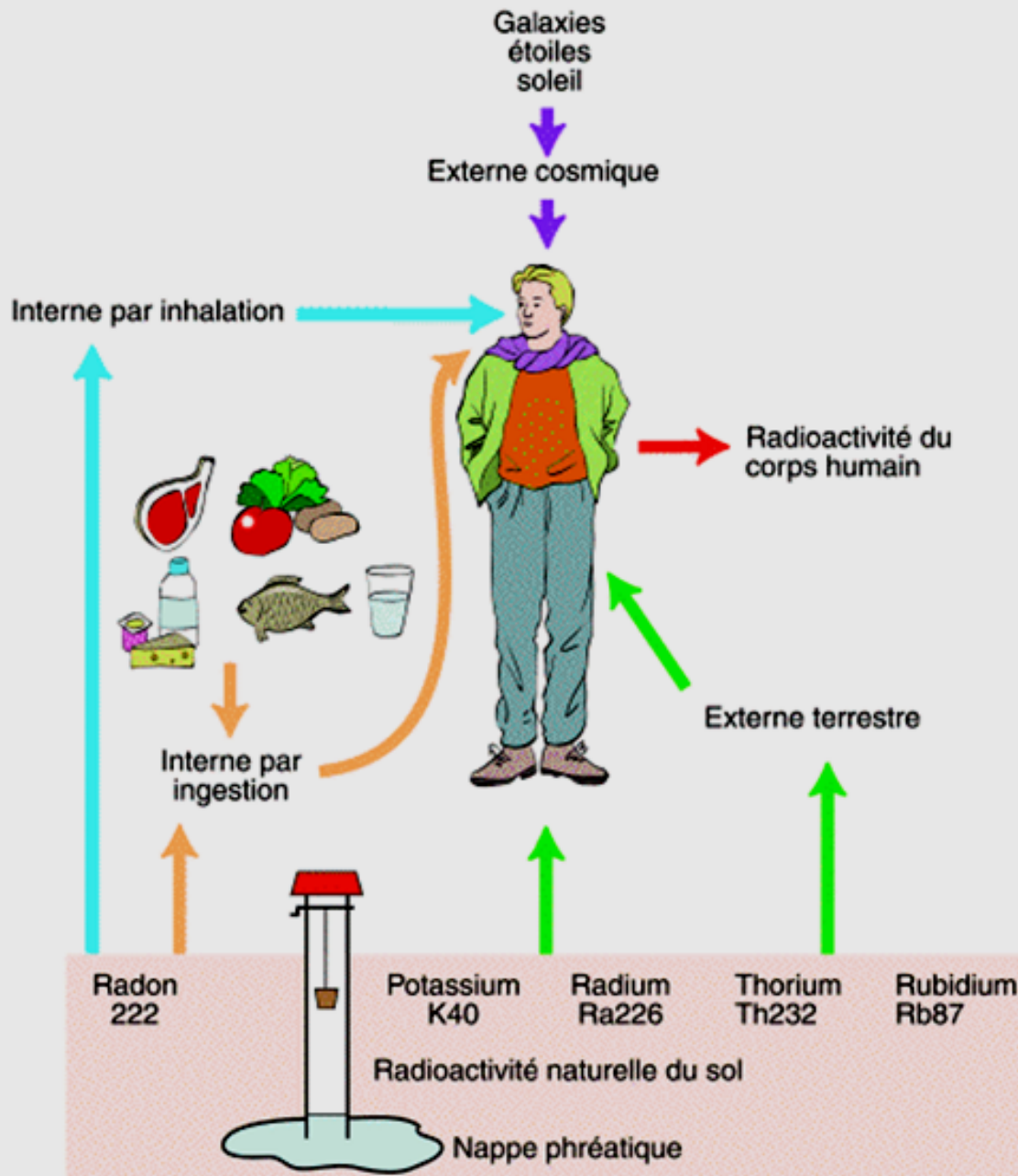
UNITÉS : ORDRE DE GRANDEUR

- 10 000 mSv irradiation aiguë mort rapide
- 1000 mSv irradiation aiguë signes cliniques
- 5 mSv irradiation naturelle Clermont-Ferrand
- 2.5 mSv irradiation naturelle à Paris
- 20 mSv?

UNITÉS : ORDRE DE GRANDEUR

- 10 000 mSv irradiation aiguë mort rapide
- 1000 mSv irradiation aiguë signes cliniques
- 5 mSv irradiation naturelle Clermont-Ferrand
- 2.5 mSv irradiation naturelle à Paris
- 20 mSv limite annuelle légale pour les travailleurs

IRRADIATION NATURELLE 2.4 mSv



- rayonnement cosmique
- rayonnement tellurique
- Ingestion, inhalation

RAYONNEMENTS COSMIQUES

Sievert - protégé par aybol (voir alert)

http://www.sievert-system.org/

Fichier Edition Affichage Favoris Outils ?

Frances Inter - Sa... Yahoo! France impactacen.org... Sievert Accueil Imprimer Page Outils

Les partenaires

dgac

IRSN

l'Observatoire

esf

English

Español

SIEVERT

Vous prenez l'avion : ce site vous permet de calculer la dose de rayonnement reçue lors d'un vol et d'approfondir vos connaissances sur le rayonnement cosmique.

Évaluez la dose reçue

Glossaire

Rechercher

Plan du site

Les questions les plus fréquentes

Qu'est-ce que le rayonnement cosmique ?

L'exposition au rayonnement cosmique en avion

Les effets des rayonnements sur la santé

La mesure du rayonnement et l'évaluation de ses effets

Les experts vous en disent plus

<http://www.sievert-system.org/>

Évaluez la dose reçue

- Incohérence Distance - Durée
- Calcul prévisionnel

DÉPART :	ARRIVÉE :
Pays : IRAN	Pays : BRESIL
Ville : TÉHÉРАН	Ville : RIO DE JANEIRO
date : (locale) 21 04 2008	date : (locale) 22 04 2008
Heure : (locale) 00 00	Heure : (locale) 18 00
Type d'avion : Subsonic	

✓ Calculer la dose de rayonnements cosmiques reçue lors de ce vol

Calculer

Systeme réalisé
et intégré par


LOGATIQUE

Dose reçue lors du vol = 0.1187 mSv
Temps de vol = 49:30 (HH:MM)

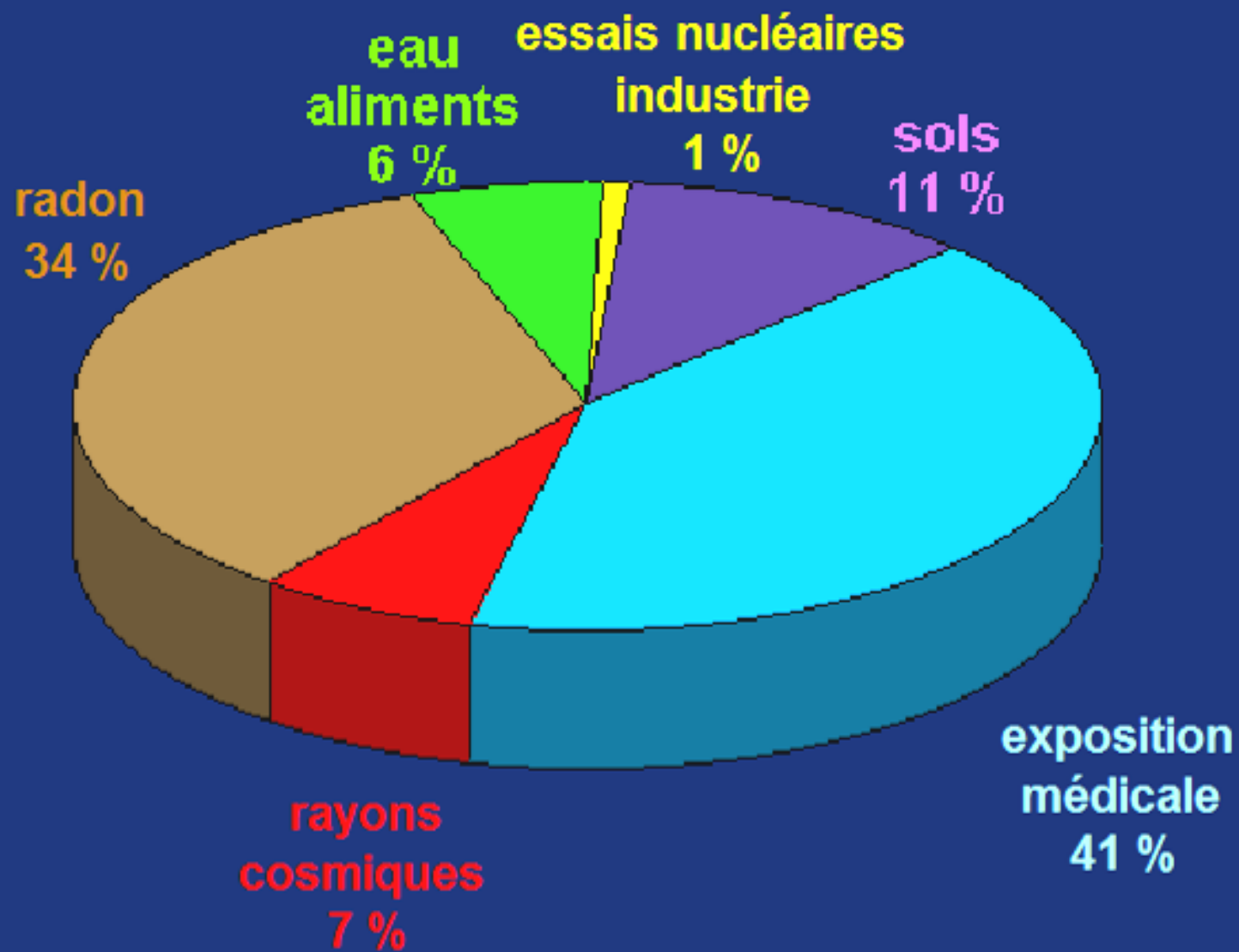
RAYONNEMENTS TELLURIQUES

- Bouches du Rhône 0.20mSv/an
- Brésil 35mSv/an
- Iran 250mSv/an

ACTIVITÉS HUMAINES : 0.03 mSv

- essais nucléaires
- Tchernobyl
- installation nucléaires





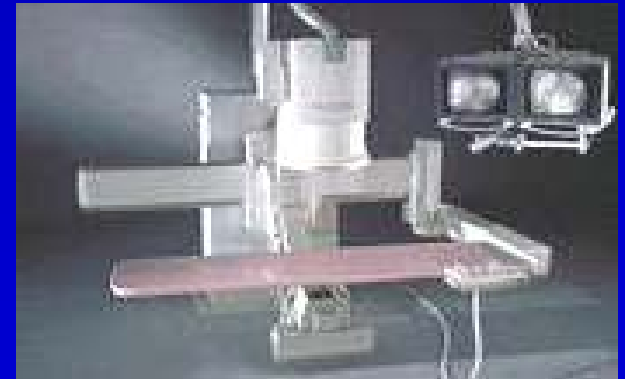
Imagerie médicale



Sources

=

Tubes à R.X.
générateurs



IRRADIATION NATURELLE



Sur l'année : 2 400 μSv = 2.4 mSv

Sur la journée (24h): 6 μSv

Sur une journée de travail (8h): 2 μSv

Dose reçue par votre PCR en une matinée
interventionnelle ostéo-articulaire?

Dose reçue par Dr D. cardiologue angioplasticien en
2007?

IRRADIATION NATURELLE



Sur l'année : 2 400 μSv = 2.4 mSv

Sur la journée (24h): 6 μSv

Sur une journée de travail (8h): 2 μSv

Dose reçue par votre PCR en une matinée
interventionnelle ostéo-articulaire? 1 à 3 μSv

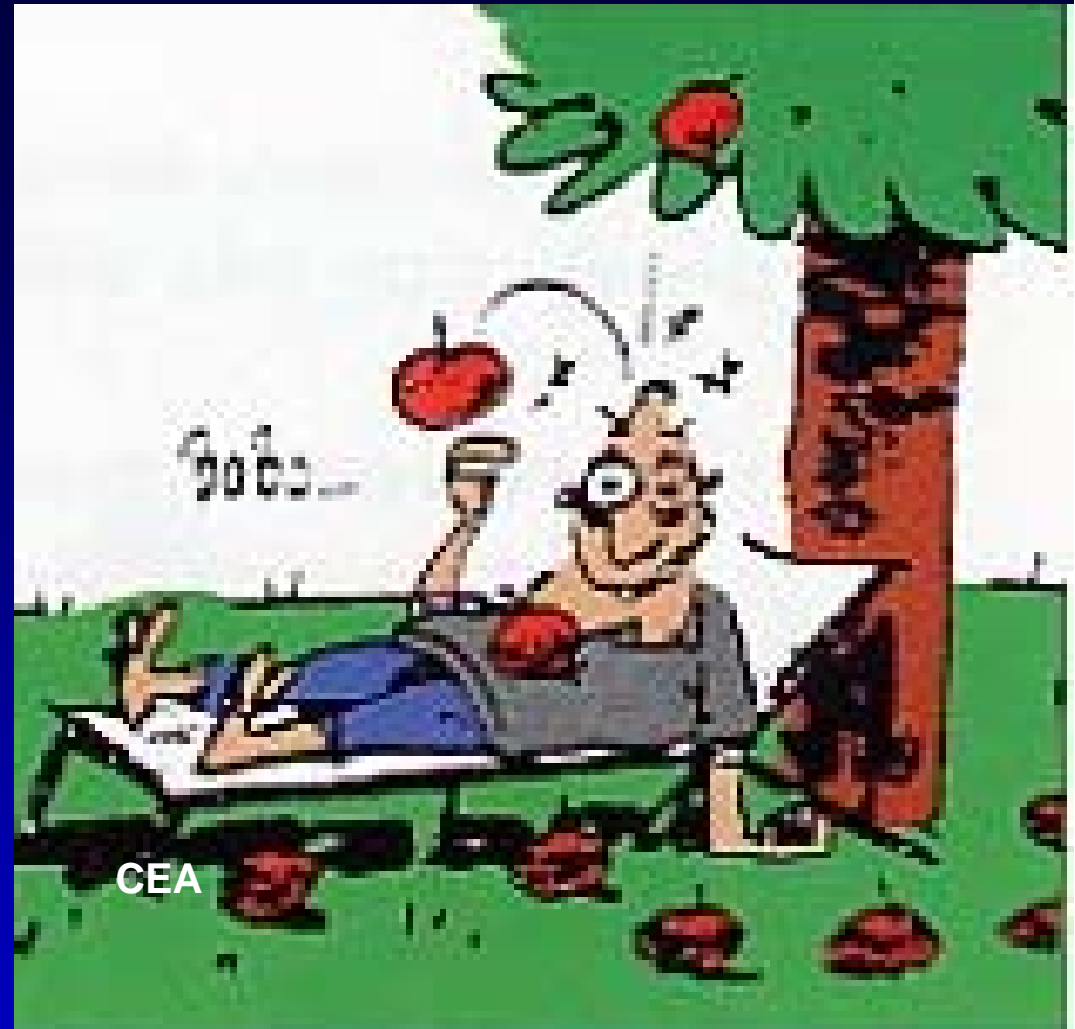
Dose reçue par Dr D. cardiologue angioplasticien en
2007? 1.07mSv

La dose absorbée décrit la quantité
d'énergie cédée
En Gray (Gy)

Nombre de
pommes reçues



La dose efficace
quantifie le **risque
global**
En Sievert ou
milliSievert (mSv)



Effet produit sur le
corps selon le poids et
la taille des pommes et
la sensibilité des
organes

Pour un organe donné, on parle de dose équivalente (en mSv).

Par exemple dose équivalente à la peau admissible pour un travailleur A :

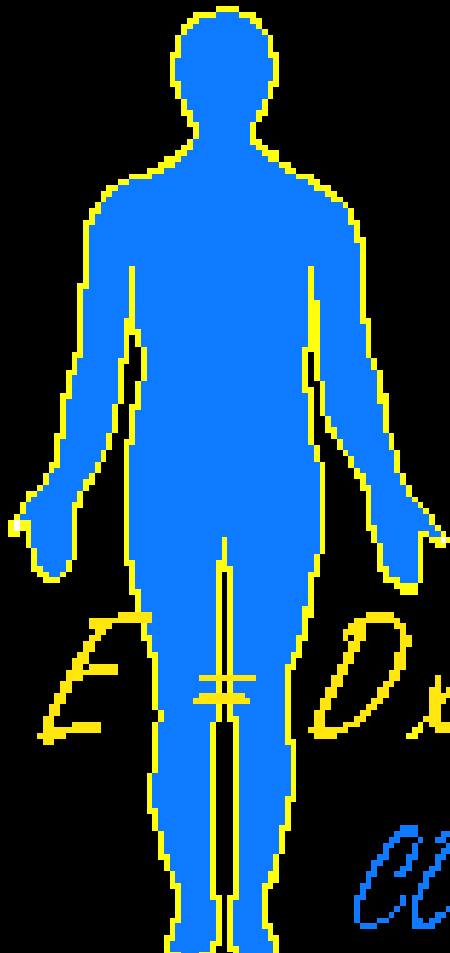
Pour un organe donné, on parle de dose équivalente (en mSv)

Par exemple dose équivalente à la peau admissible pour un travailleur A :

500mSv/an

Comment comparer ce chiffre à la dose efficace de **20mSv corps entier**?

Wt facteur fonction de la sensibilité de chaque organe (CIPR 2006)



$A = D \times w_p \times w_T$

CORPS ENTIER $w_T = 1$

ovaires et testicules	$w_T = 0,05$
moelle osseuse	$w_T = 0,12$
surface des os	$w_T = 0,01$
SEINS	$w_T = 0,12$
POUMONS	$w_T = 0,12$
thyroïde	$w_T = 0,05$
...	

Peau : $w_T = 0,01$

colon estomac : $0,12$

En fonction de la sensibilité spécifique de chaque organe

Les doses équivalentes pour chaque organe sont pondérées par un facteur Wt et additionnées pour obtenir la dose efficace corps entier

$$DE = D_1 \times Wt_1 + D_2 \times Wt_2 + \dots$$

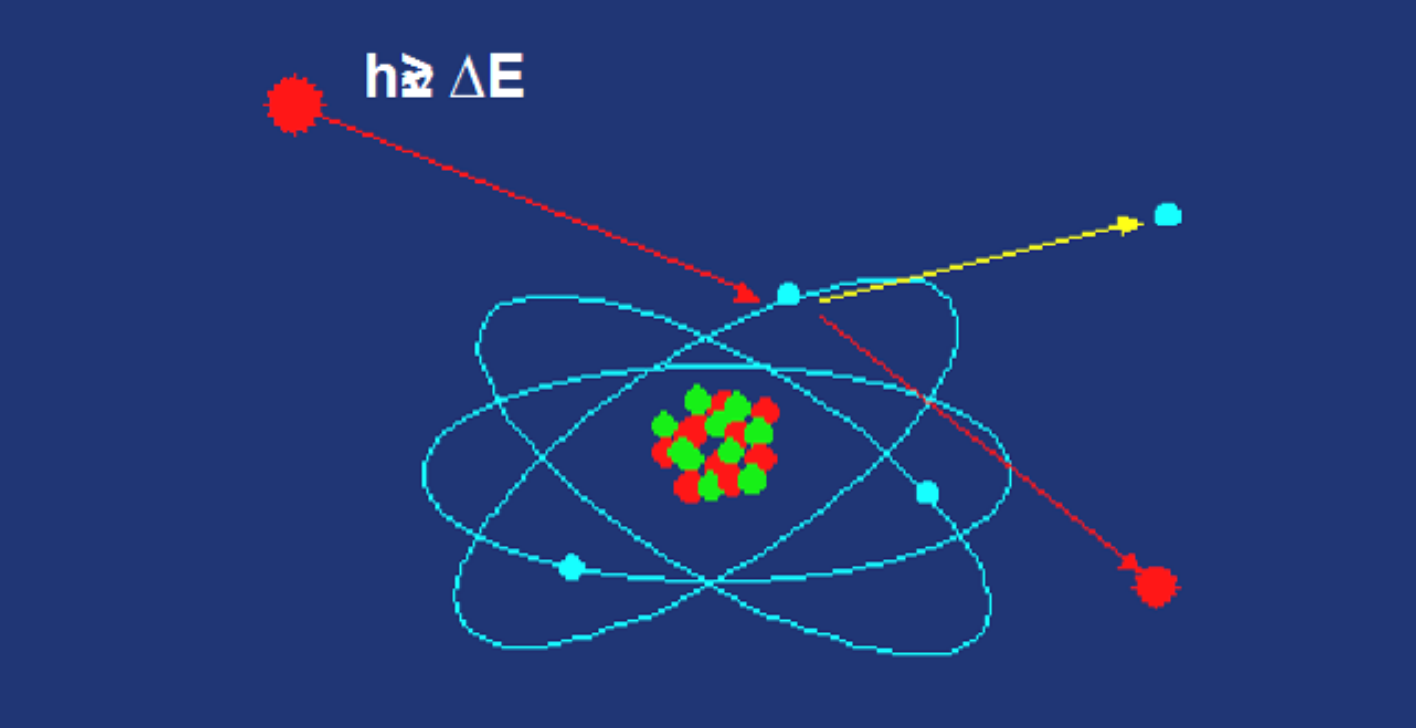
$$D_{\text{peau}} \times Wt_{\text{peau}} = 500 \text{ mSv} \times 0.01 = 5 \text{ mSv}$$

Dose équivalente au poumon 100mSv
facteur W_t du poumon 0.012

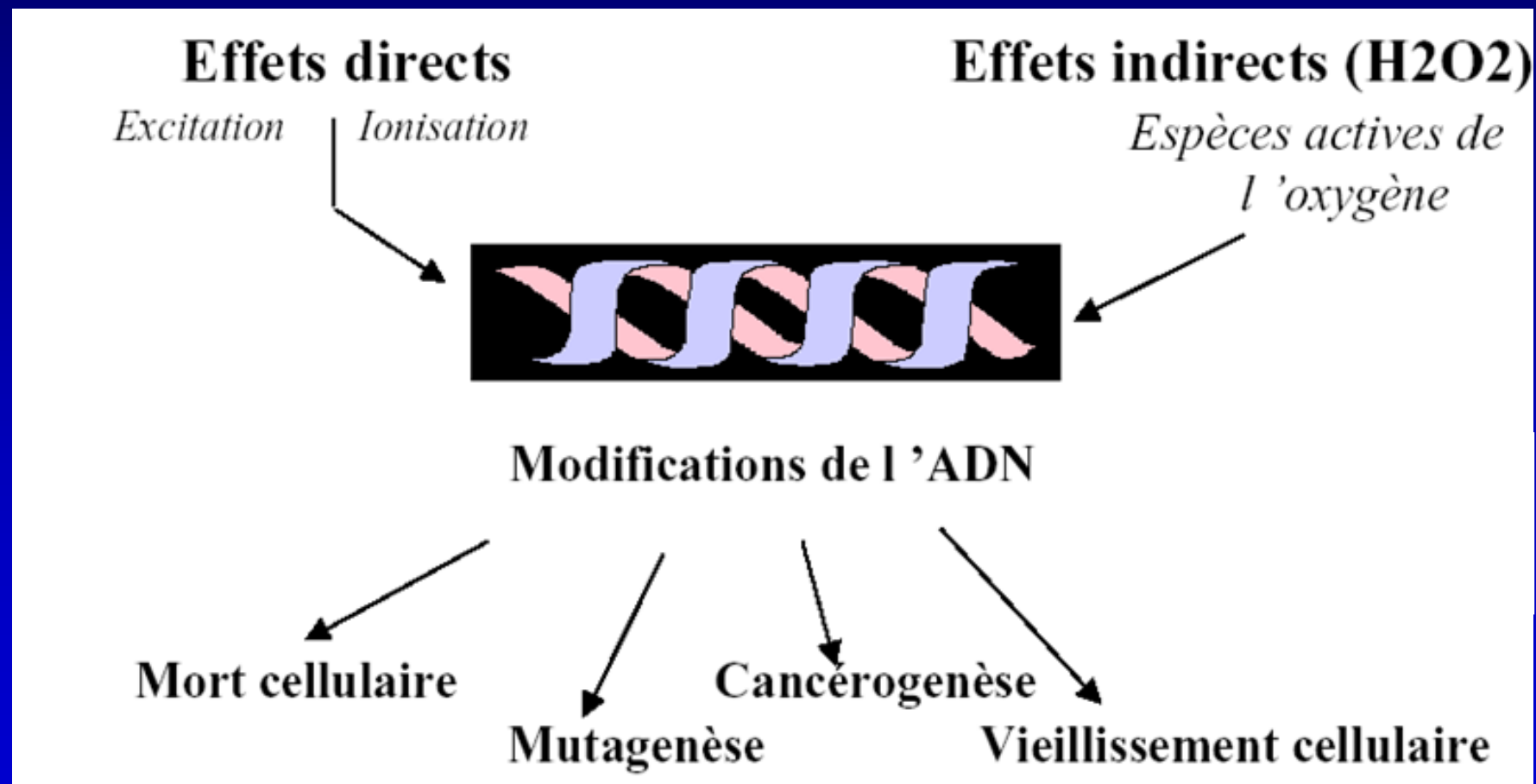
Dose efficace au poumon?

dose équivalente poumon 100mSv
facteur W_t du poumon 0.012

Dose efficace poumon? 12mSv



EFFETS BIOLOGIQUES : ACTIONS SUR L'ADN



Rayonnement



**Énergie absorbée par les
cellules**



**Décès des
cellules**



**Effets
déterministes**



**Transformation
des cellules**



**Effets
stochastiques**

RAYONNEMENTS IONISANTS EFFETS DES FAIBLES DOSES?

seuils des effets sanitaires mis en évidence

- non stochastique # 700 mSv
- stochastique adulte # 200 mSv
- stochastique enfant # 100 mSv (thyroïde, sein)

VALEURS LIMITES TRAVAILLEURS

Limites d'exposition annuelle	A	B	PUBLIC
corps	20mSv	6mSv	1mSv
Extrémités/peau :	500mSv	150mSv	50mSv
cristallin	150mSv	45mSv	15mSv
Enfant à naître (durée de la grossesse) 1mSv			

Chaque travailleur a une fiche d'exposition, élaborée par la PCR et une carte de catégorie délivrée par le Médecin du travail

Catégorie A

On ne doit pas dépasser 100 μSv par jour

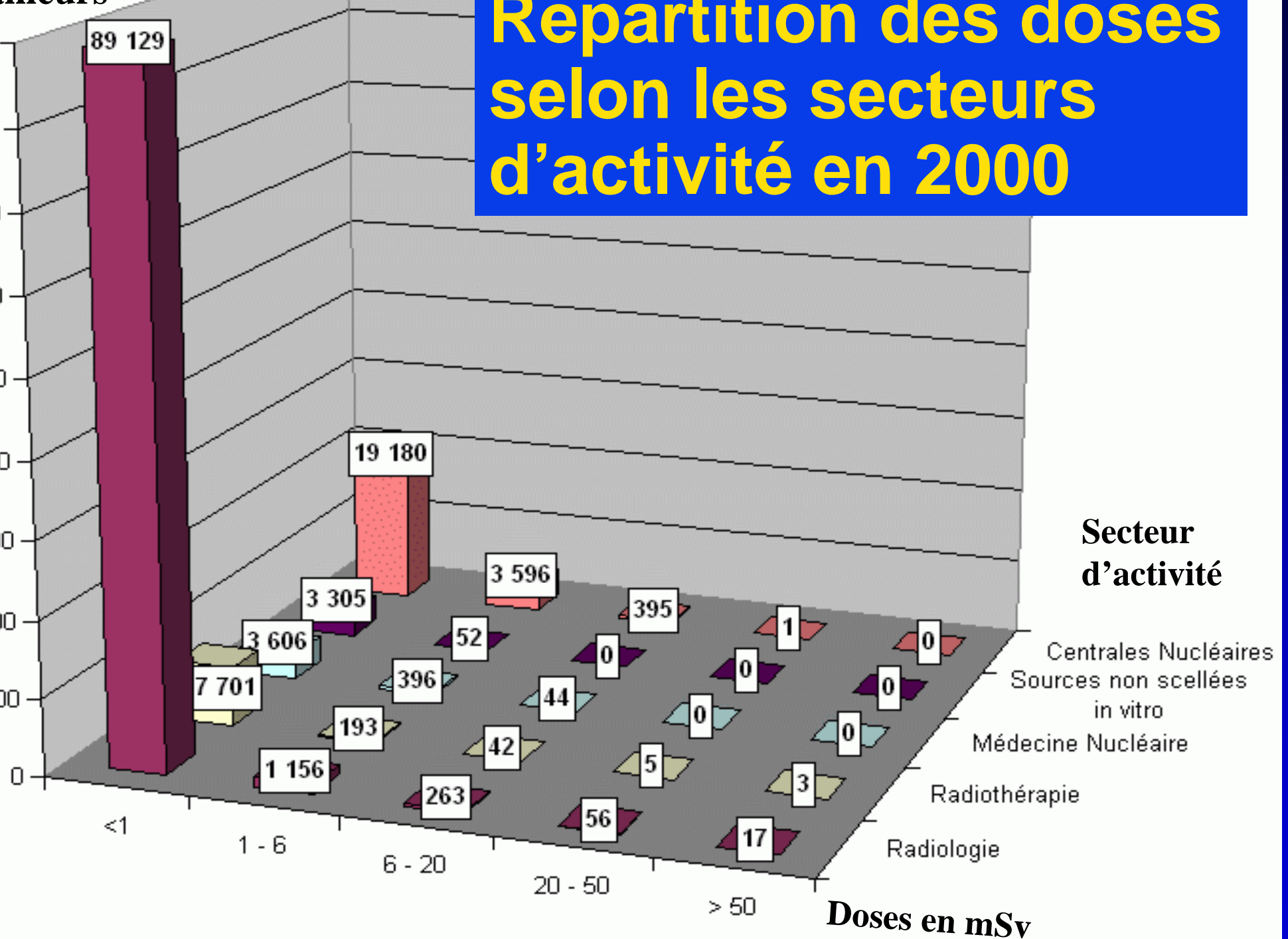


les limites d'expositions annuelles adoptées se situent bien EN DESSOUS des seuils pour lesquels il a été démontré qu'un effet sur l'organisme pouvait apparaître.

Nombre de
travailleurs

90 000
80 000
70 000
60 000
50 000
40 000
30 000
20 000
10 000
0

Répartition des doses selon les secteurs d'activité en 2000



Secteur
d'activité

Centrales Nucléaires
Sources non scellées
in vitro
Médecine Nucléaire

Radiothérapie

Radiologie

Doses en mSv

ZONES : SELON LA DOSE SUSCEPTIBLE D'ÊTRE REÇUE EN UNE HEURE



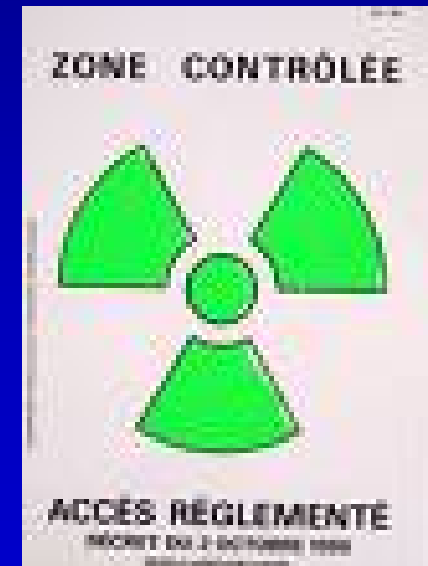
ZONES : SELON LA DOSE SUSCEPTIBLE D'ÊTRE REÇUE EN UNE HEURE

zone contrôlée débit de dose
efficace

$$7.5 \mu\text{Sv/h} < \text{ZC} < 25 \mu\text{Sv/h}$$

zone surveillée débit de dose
efficace

$$2.5 \mu\text{Sv/h} < \text{ZS} < 7.5 \mu\text{Sv/h}$$



ZONE CONTRÔLÉE



DOSIMÈTRES

Le dosimètre est individuel et nominatif
Il reste au tableau quand on ne s'en sert pas

On ne l'emporte pas à la maison! ni en avion

On ne le met pas sous les rayons X

Suivi des doses par la PCR, gestion du capital dose, statistiques et bilan.

Transfert à l'IRSN et Médecin Du Travail



DOSIMÈTRE PASSIF

- Obligatoire en zone
- À la poitrine, tourné dans le bon sens
- Mensuel ou trimestriel
- Parfois nécessaire aux extrémités (bagues...)
- Résultats exploités par IRSN et transmis à la médecine du travail



DOSIMÈTRE ACTIF OU OPÉRATIONNEL

OBLIGATOIRE en zone
contrôlée

En complément du
Dosimètre passif

Mesure plus juste pour les
faibles doses



DOSIMÈTRE ACTIF OU OPÉRATIONNEL

Mesure et affichage en temps réel
de la **dose** intégrée (mSv)
du **débit de dose** ($\mu\text{Sv/h}$)

Paramétrage personnalisé des seuils
d'alarme

Limite journalière

Débit de dose

Durée en zone

Possibilité pour le porteur d'avoir une
attitude corrective lors d'une alarme

DOSIMÈTRE OPERATIONNEL

- porté à hauteur de poitrine
- porté détecteurs vers l'avant
- porté sous le tablier plombé



- **attention** à la fenêtre des basses énergies



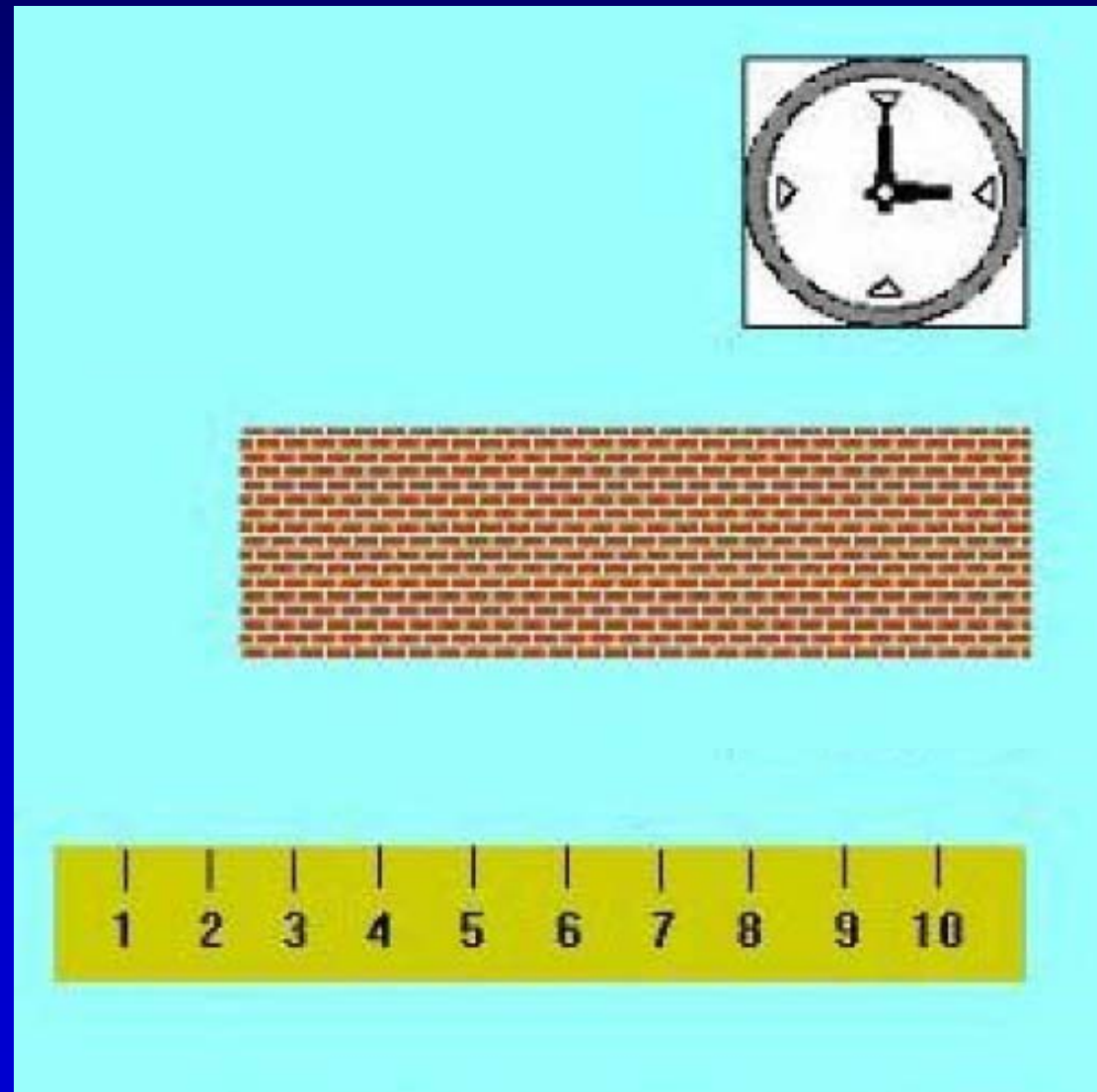
- **pas** de dosimétrie patient
- **Pas** d'exposition directe au faisceau

ZONES

- La dosimétrie passive +/- opérationnelle dépend de la zone
- Jamais opérationnelle seule
 - Surveillée : passive
 - Contrôlée : passive + active
- Indépendance dosimétrie / catégorie
 - On peut être catégorie B et aller en zone contrôlée : dosi passif et actif

RÈGLES DE RADIOPROTECTION

- T**
- Temps
- E**
- Écrans
- D**
- Distance





®: *Dessin de L. Schwartz*

Ne vous inquiétez pas vous ne risquez rien!

Tablier plombé

TEMPS

Exposition : proportionnelle au **temps passé**.

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

radioscopie : alarme à 5 min.

scopie intermittente « pulsée » réduit l'exposition du patient et de l'opérateur.

Réglages constantes, diminuer luminosité pièce.

ÉCRANS

Interposer, si possible, un **écran adapté** au rayonnement émis par la source.

L'interposition d'un écran permet une **réduction de dose de** exposition.

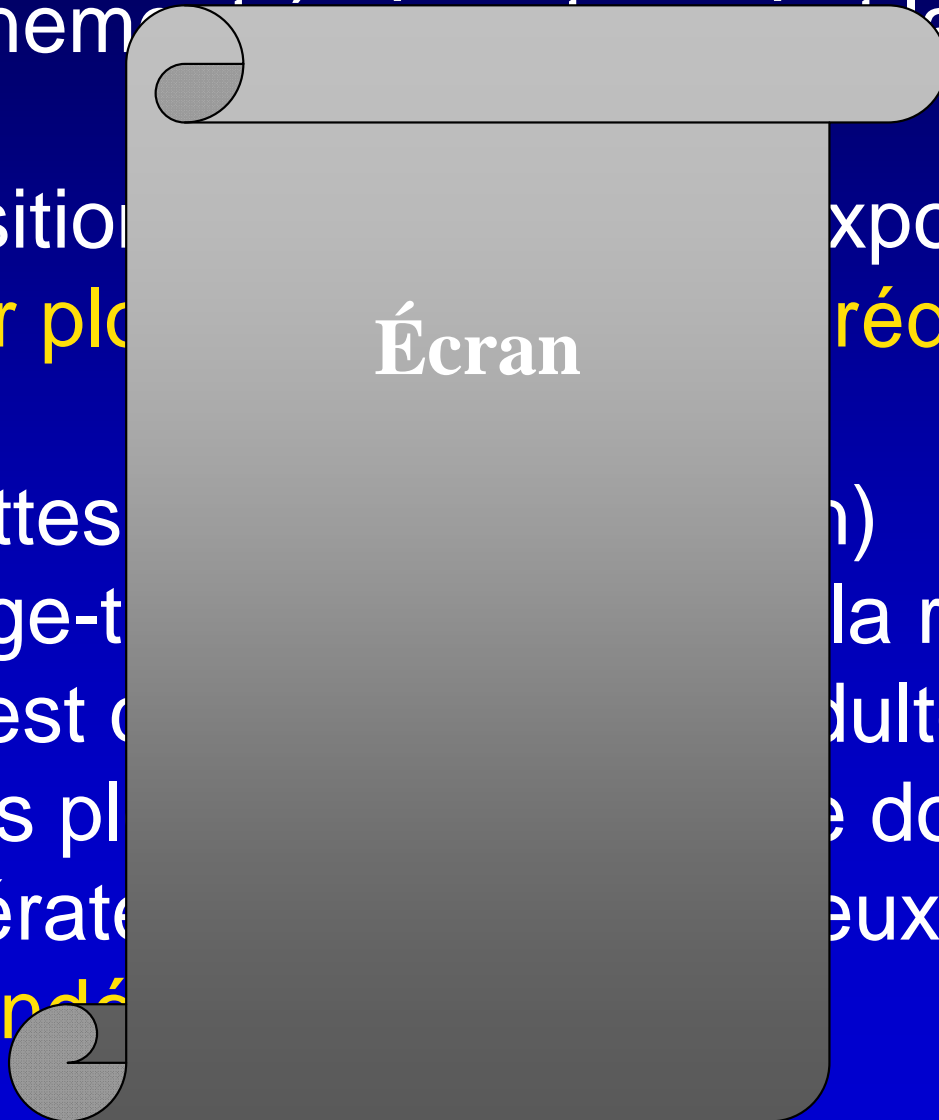
- le **tablier plombé** permet une **réduction de dose de 97 %**.

- les **lunettes** permettent une **réduction de dose de 20 %**.

- le **protège-tête** permet une **réduction de dose de 20 %** la radiosensibilité de la thyroïde est **plus élevée chez l'enfant** que chez l'adulte.

- les **gants plombés** permettent une **réduction de dose de 20 %** gêne pour l'opérateur.

- les **gants en caoutchouc** permettent une **réduction de dose de 20 %** pour les **opérateurs** à **risque augmenté** **non** recommandés.



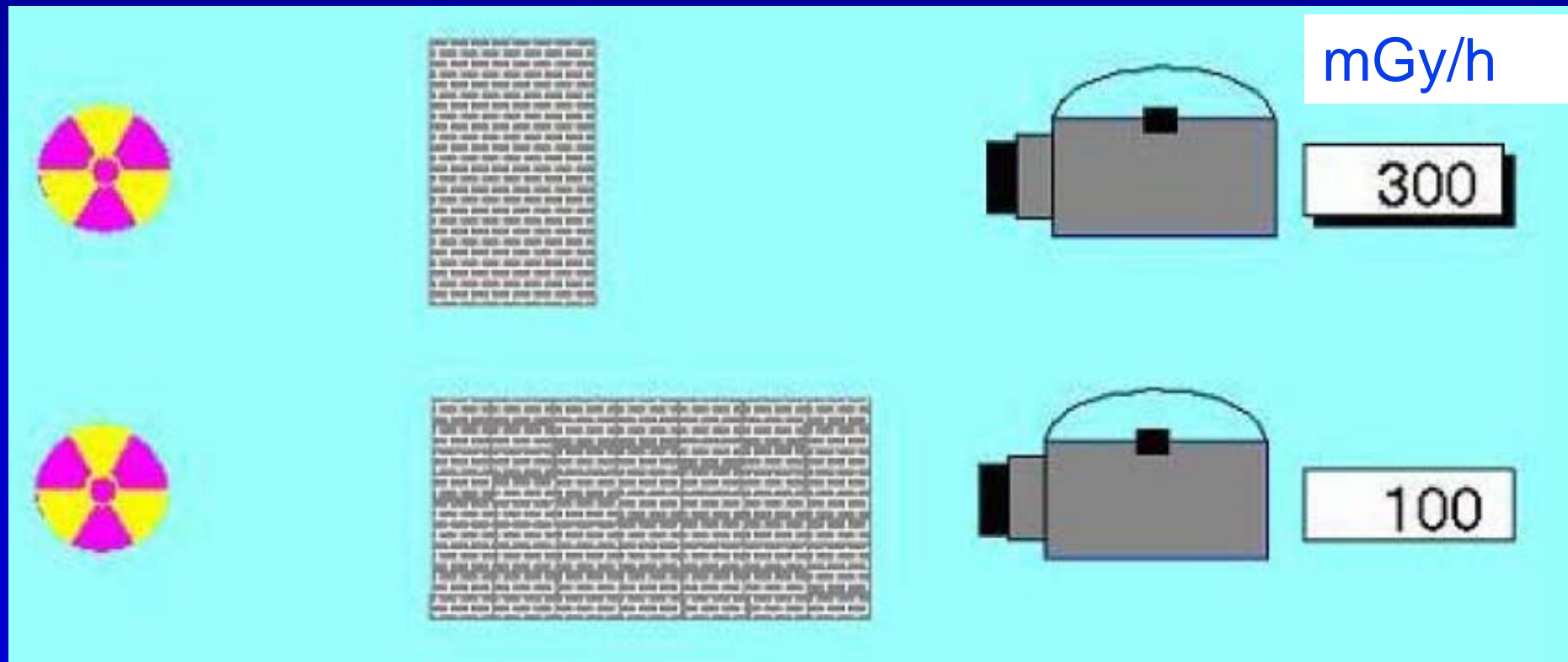
Tabliers :

0.35mm équivalent plomb réduit de 70% l'intensité du rayonnement

0.5mm équivalent de plomb réduit de plus de 90%

½ Chasuble quand on est toujours face à la source de RX

Chasuble en cas de déplacement dans la salle



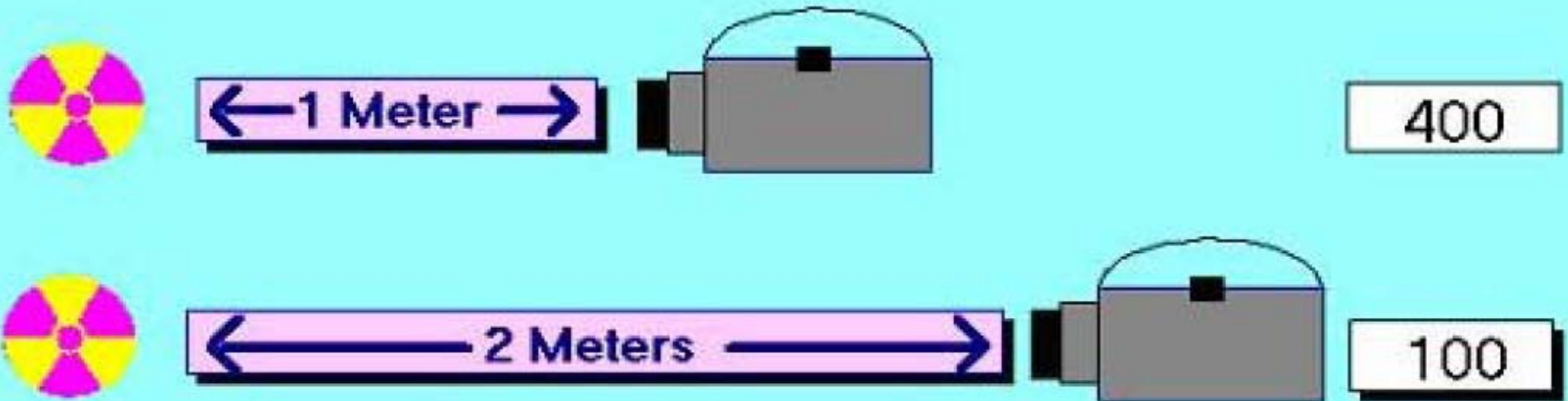


Tendances en avant première printemps 2009



DISTANCE

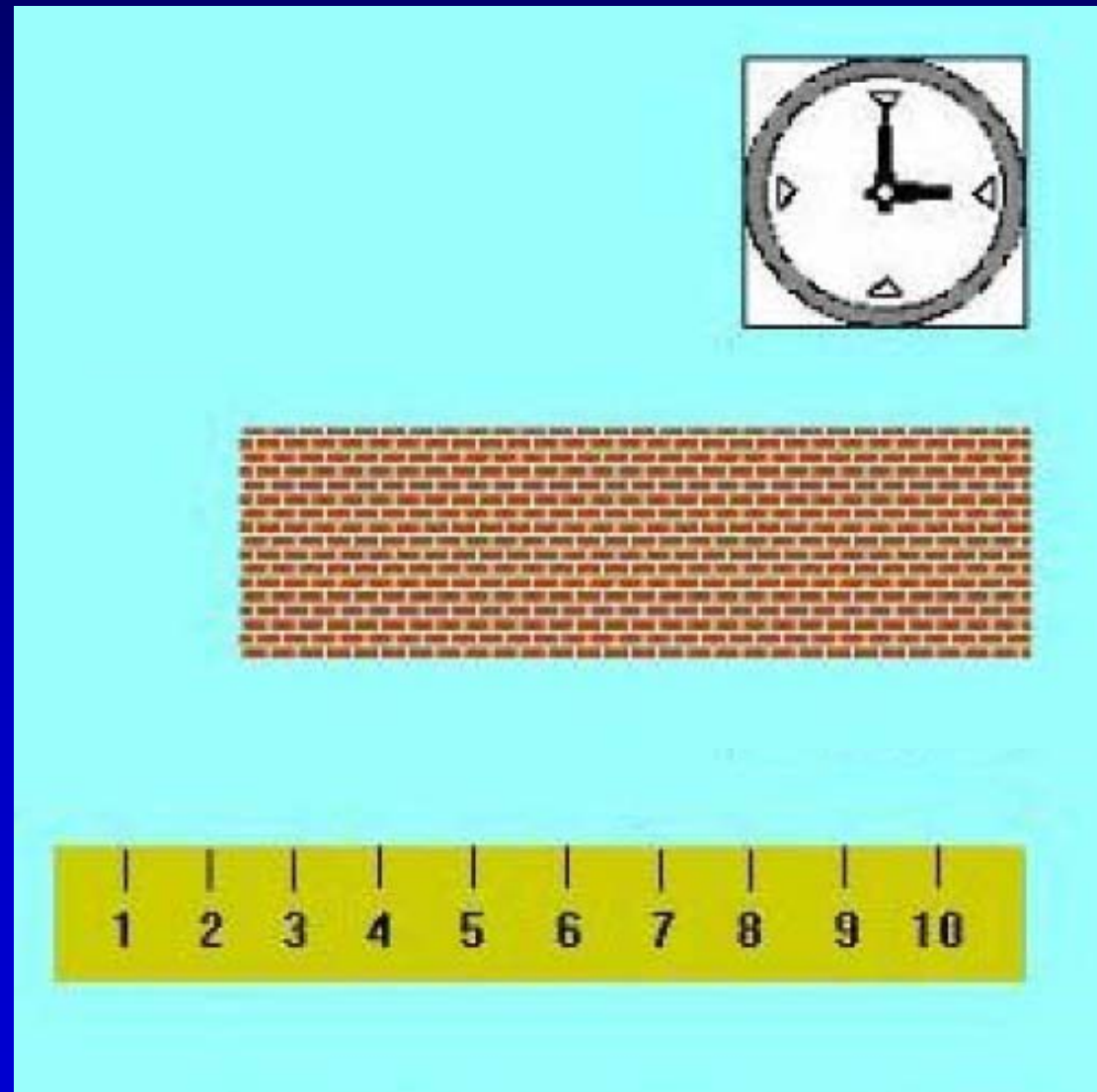
L'exposition est inversement proportionnelle au **carré** de la distance



- Distance multipliée par deux : dose divisée par 4
- Se tenir le plus loin possible de la source

RÈGLES DE RADIOPROTECTION

- T**
- Temps
- E**
- Écrans
- D**
- Distance



RÈGLES DE PROTECTION

LA COLLIMATION

collimateurs sur appareils de scopie

Diaphragmes, cônes

réduction du champ d'irradiation à la zone d'intérêt,

réduisent +++ l'irradiation du patient et de celle de l'opérateur.

RÈGLES DE PROTECTION

- La porte de la salle d'examen doit rester fermée durant l'utilisation des RX
- Travailler le plus possible derrière le paravent de protection. Jamais dans le rayonnement direct.
- Bien diaphragmer ⇒ **réduction du diffusé**
- Les **radiographies au lit** doivent être le plus possible limitées aux patients intransportables
- Le personnel du service doit sortir de la chambre
- Le port du tablier est obligatoire
- S'éloigner au maximum de la source
- Diaphragmer
- Noter les paramètres de réalisation des clichés

RADIOLOGIE INTERVENTIONNELLE

-Définition :

Acte radiologique avec la présence d'un intervenant près du patient durant un temps de scopie supérieur à 300s.

- Limiter le nombre de personnes dans la salle

- Le personnel est classé A ou B selon étude de poste comportant doses aux extrémités

- travailler avec éclairage minimum pour ne pas être tenté d'augmenter les KV et les mAs

pour compenser un problème de brillance et de contraste sur le moniteur.

baisser la lumière dans la pièce

RADIOLOGIE INTERVENTIONNELLE

- L'utilisation de la scopie pulsée doit être prioritaire
- Le nombre de clichés doit être limité
- ne pas placer les mains dans le rayonnement direct (irradiation 100 fois plus importante)
- placer le tube sous le patient (diffusé plus important à l'entrée) diminue l'exposition globale et l'exposition des mains de l'opérateur.

SOURCE RX

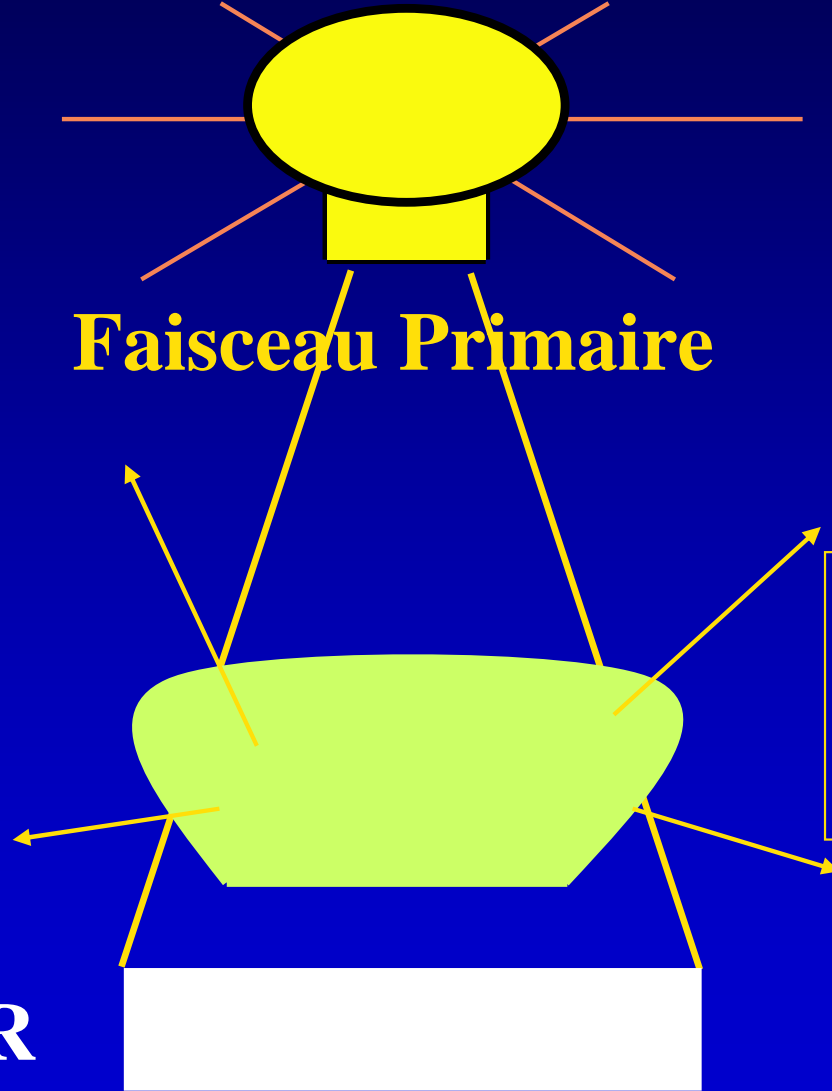
**Rayonnement
de fuite**

Faisceau Primaire

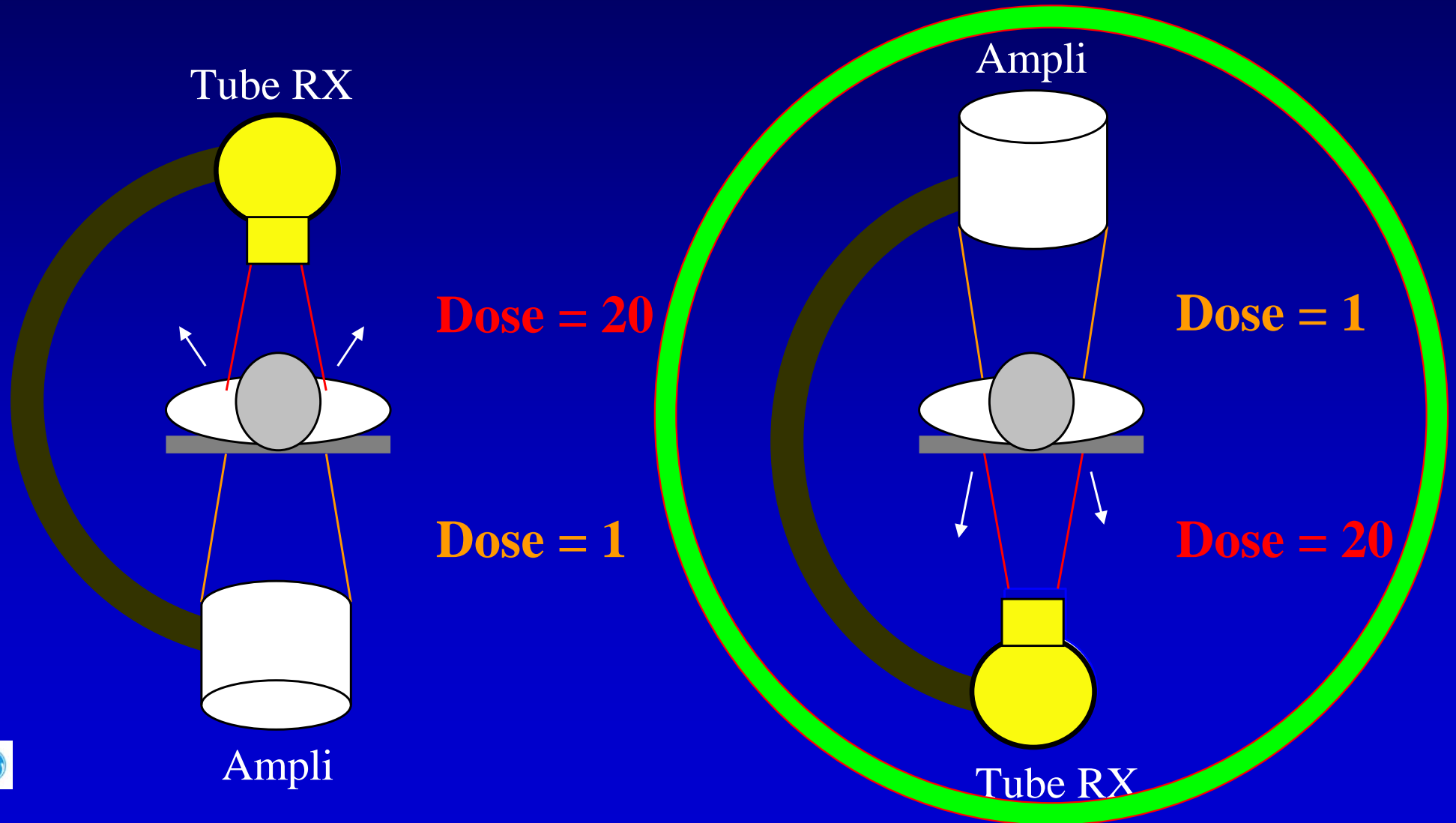
**Rayonnement
diffusé**

PATIENT

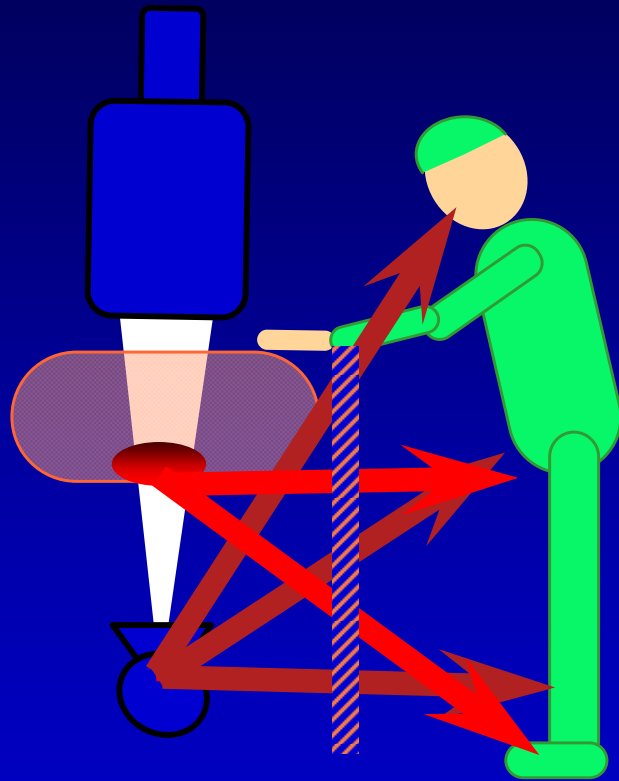
RECEPTEUR



La position de la source

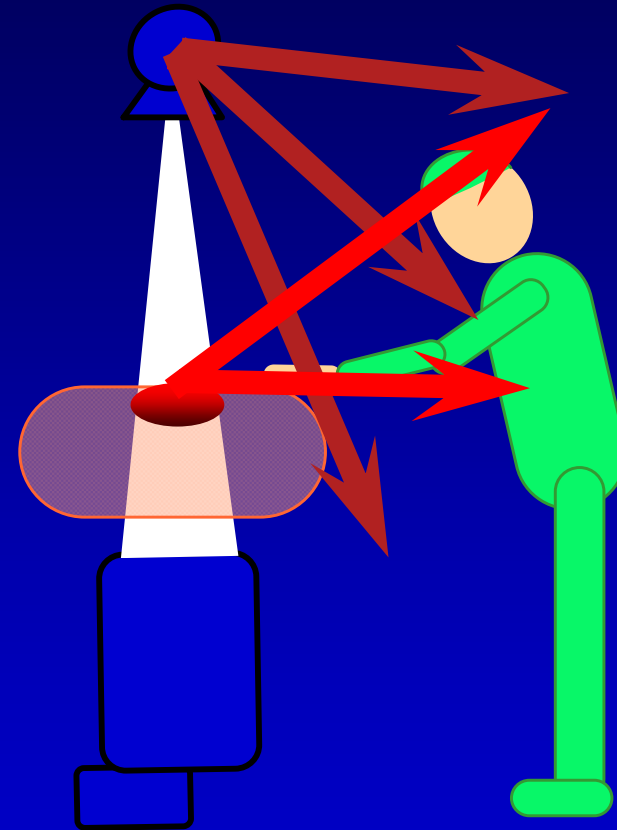


tube dessous



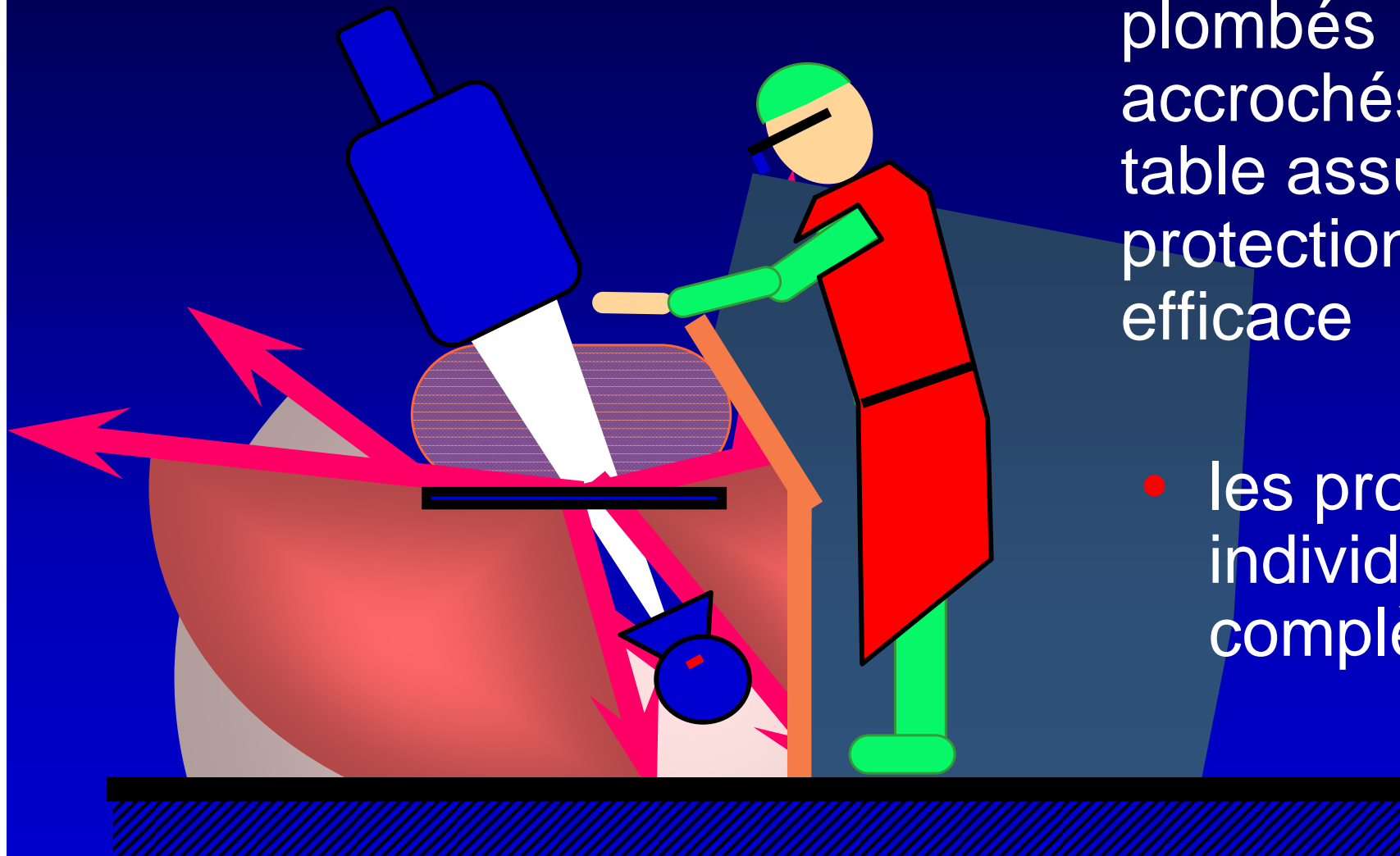
- Protections plus aisées

tube dessus



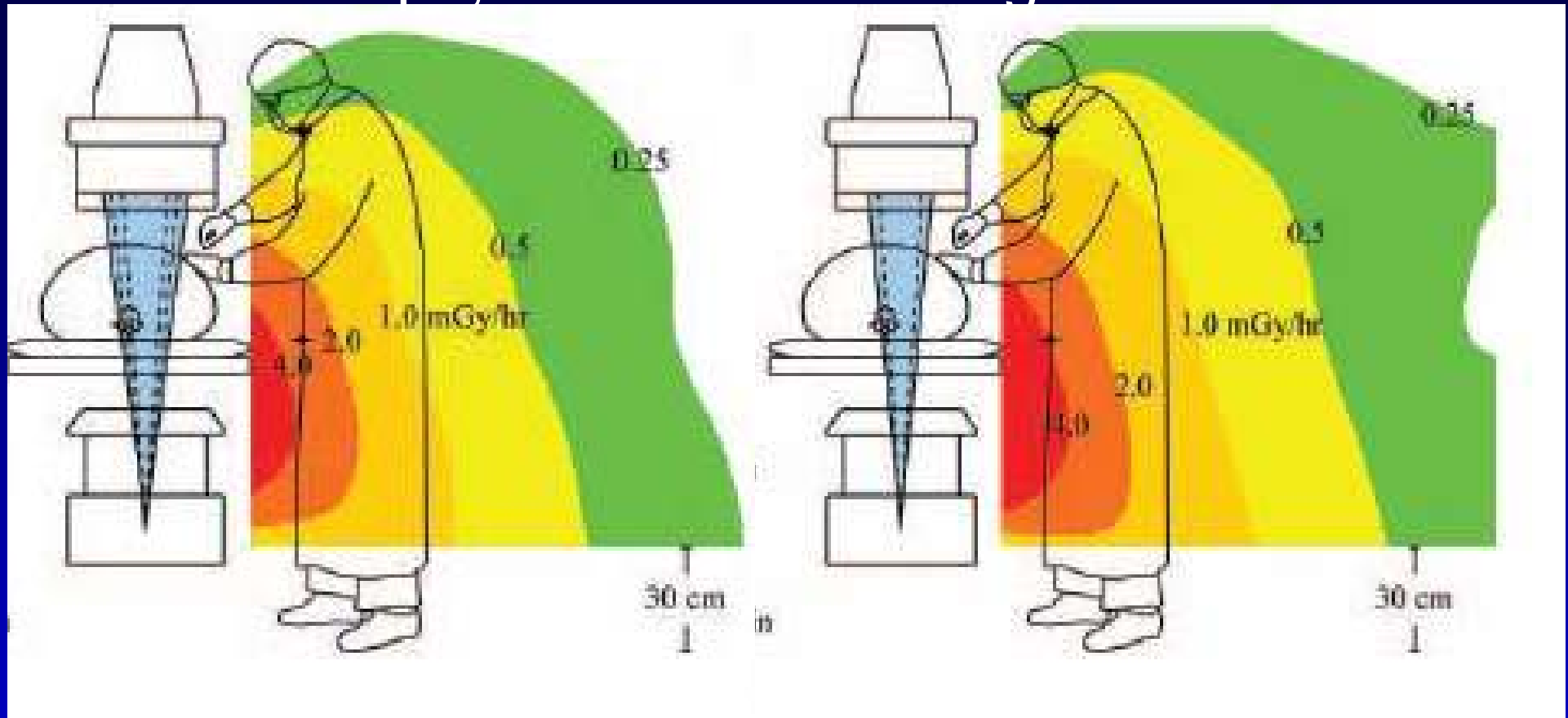
- Risque accru aux yeux et aux mains

Protéger l'opérateur



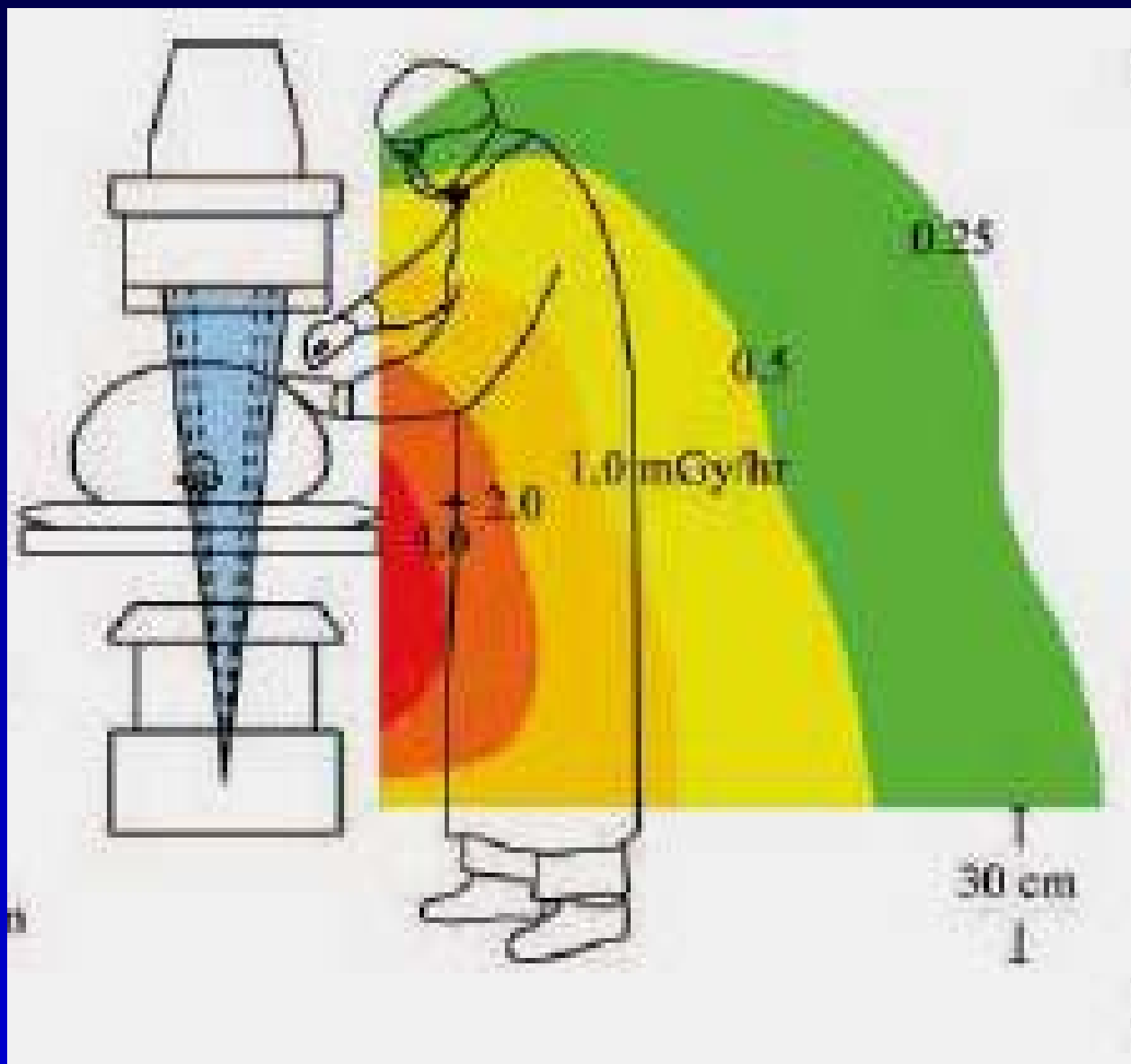
- Des écrans plombés accrochés à la table assurent la protection la plus efficace
- les protections individuelles la complètent

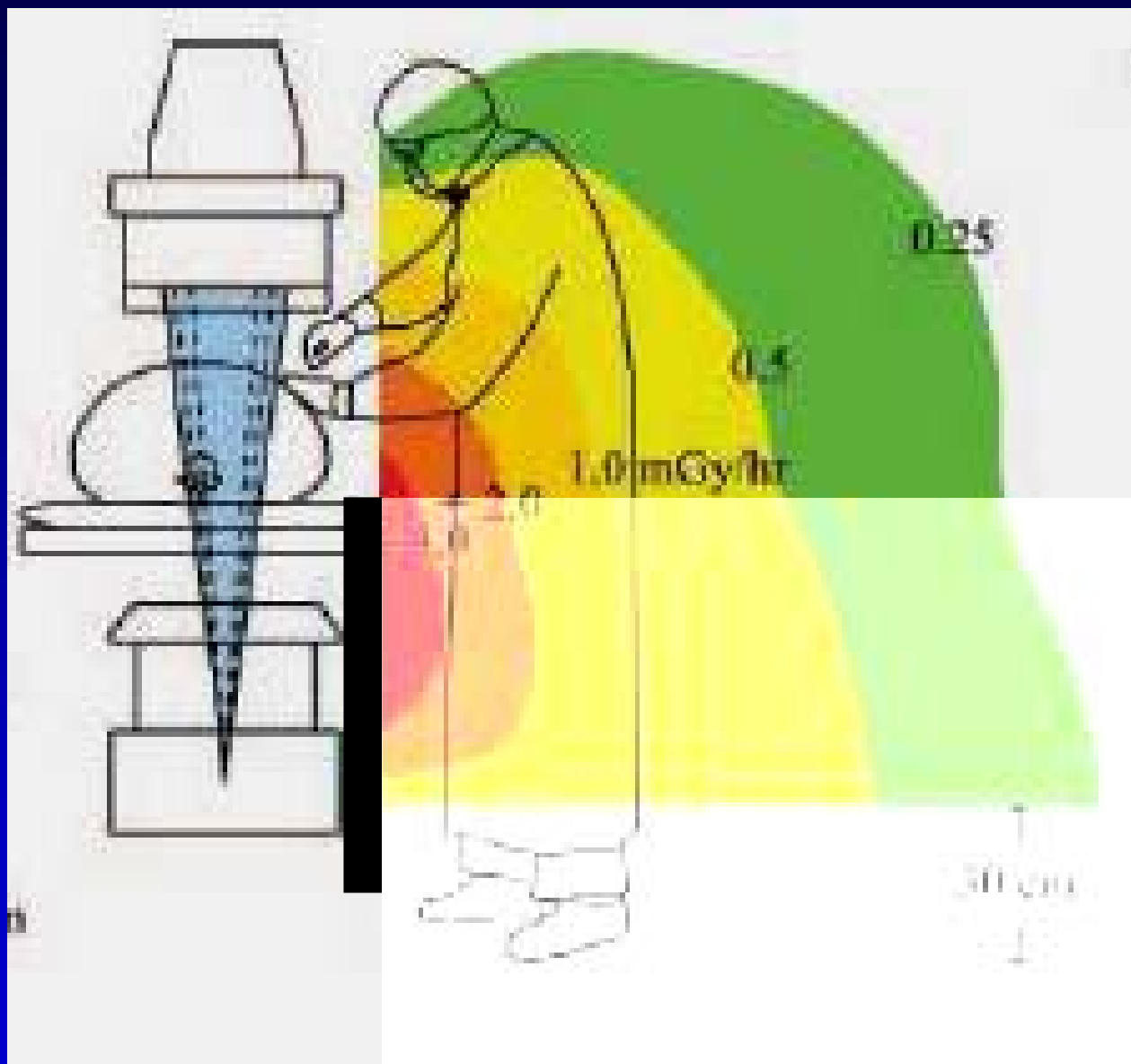
- Petit champs, débit de dose augmenté

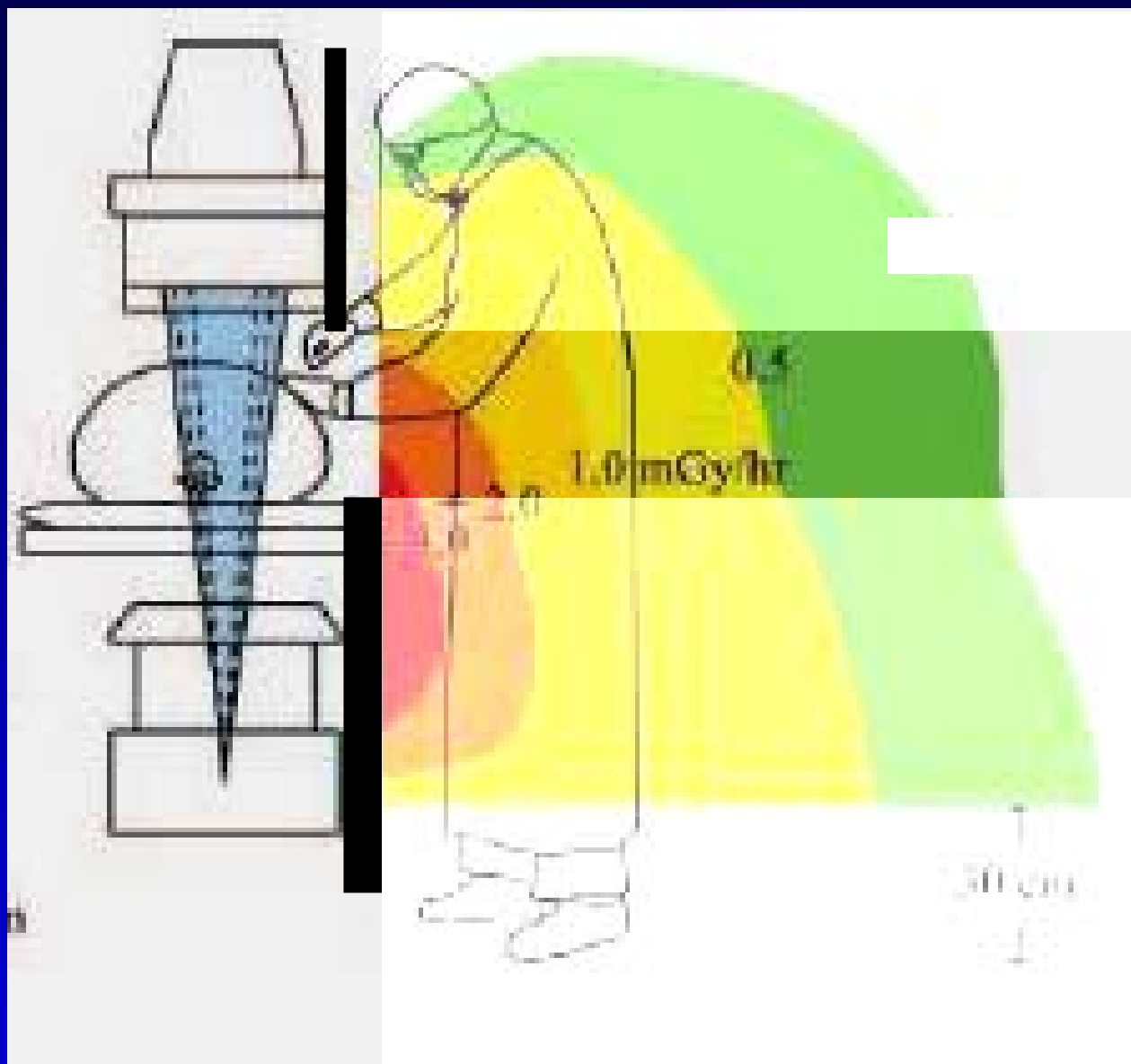


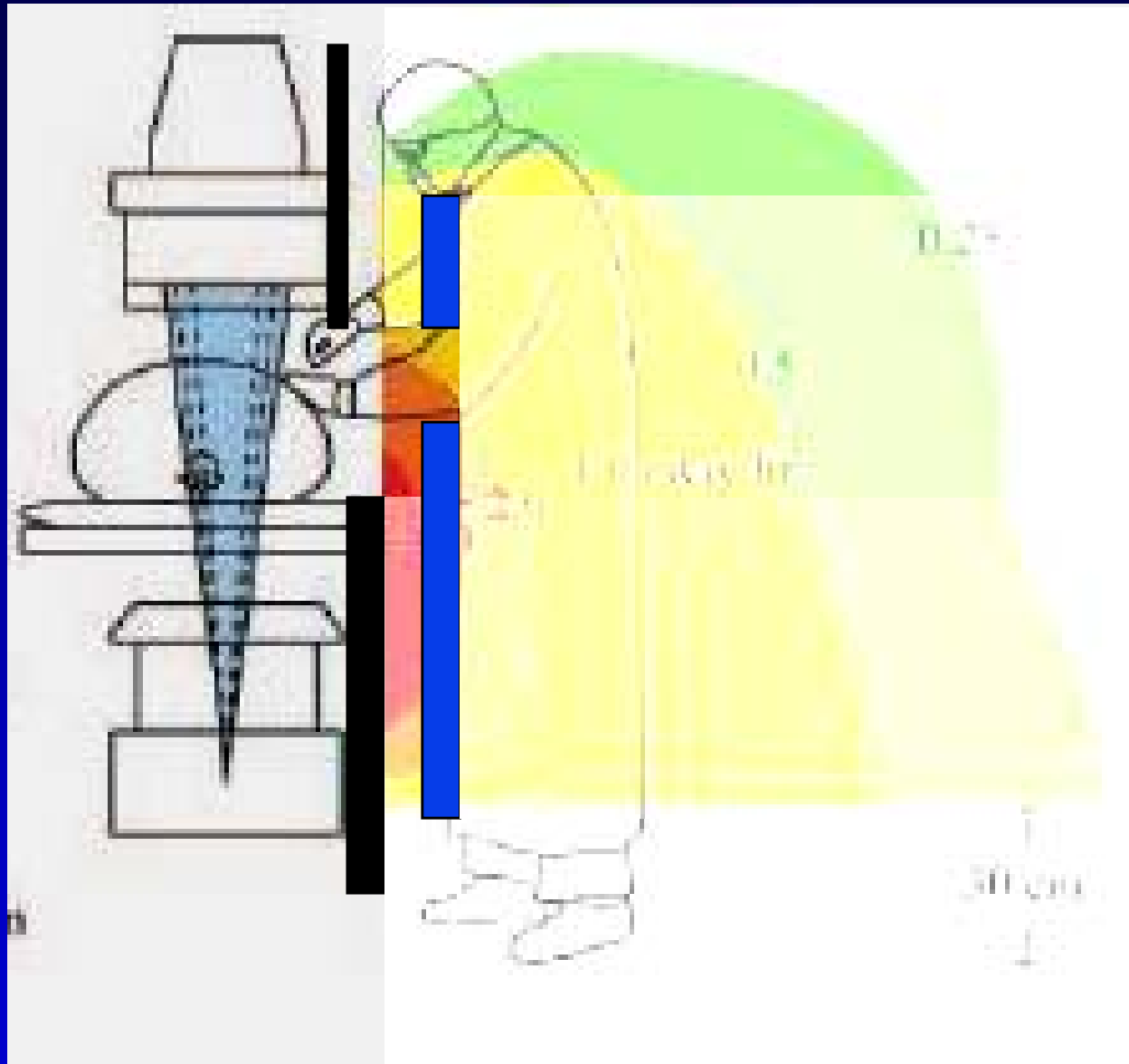
28cm

22 cm











Commentez
cette image

GROSSESSE

L'effet des rayons X dépend

- de la dose d'irradiation
- de la période de la grossesse.

En dessous de 100 mSv, le risque est infime, quel que soit le terme.

Pour des doses plus importantes :

- **J0 à J8** pendant la première semaine (avant l'implantation) : **loi du tout ou rien**
- soit la grossesse s'arrête
- soit la grossesse se poursuit normalement.

GROSSESSE

- du 9^e jour à la 9^e semaine (organogénèse) : radiosensibilité la plus forte
risque de malformation si dose délivrée au fœtus supérieure ou égale à 200 mSv.
- après la 9^e semaine (maturation foetale) : risque mineur.

GROSSESSE

Conduite à tenir en cas d'exposition
d'une femme enceinte après J8

Dose	
< 100 mSv	Rassurer, pas de suivi particulier <i>a priori</i>
100 - 200 mSv	Étude, avis IRSN, suivi écho.
> 200 mSv	ITG préconisée.

La réglementation limite l'exposition du foetus,
assimilé à une personne du public à 1 mSv,
Et donc l'exposition d'une femme enceinte dans le
cadre de son activité professionnelle.

Limite jamais atteinte en service de
radiodiagnostic

**Seule la radiologie interventionnelle est un poste
incompatible avec la grossesse.**

Déclarer la grossesse tôt

Un ordre de grandeur
de référence,
l'exposition naturelle :
2,4 mSv/an

Niveau annuel maximum
du radon domestique
en Île-de-France



Niveau annuel maximum
du radon domestique
en Bretagne



0,05

0,1

1

2,4

10

15

mSv



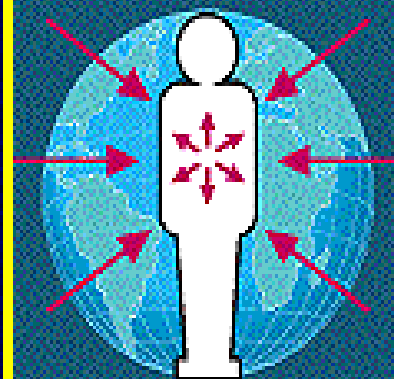
Aller-retour
Paris-New-York en avion



Séjour de 15 jours
à la montagne

DOSE-REPÈRE

Equivalent de dose de la
moyenne annuelle
mondiale naturelle



2,4 mSv



Mission de 15 jours
en orbite

CONCLUSION



TED



QUIZ

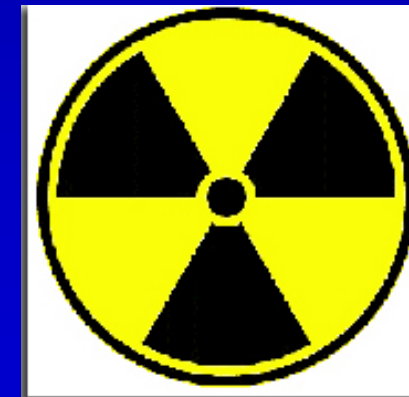
- Combien de générateur à l'HPA ?
- combien de porteurs de dosimètres passifs?
- Combien de porteurs de dosimètres opérationnel?

CONCLUSION



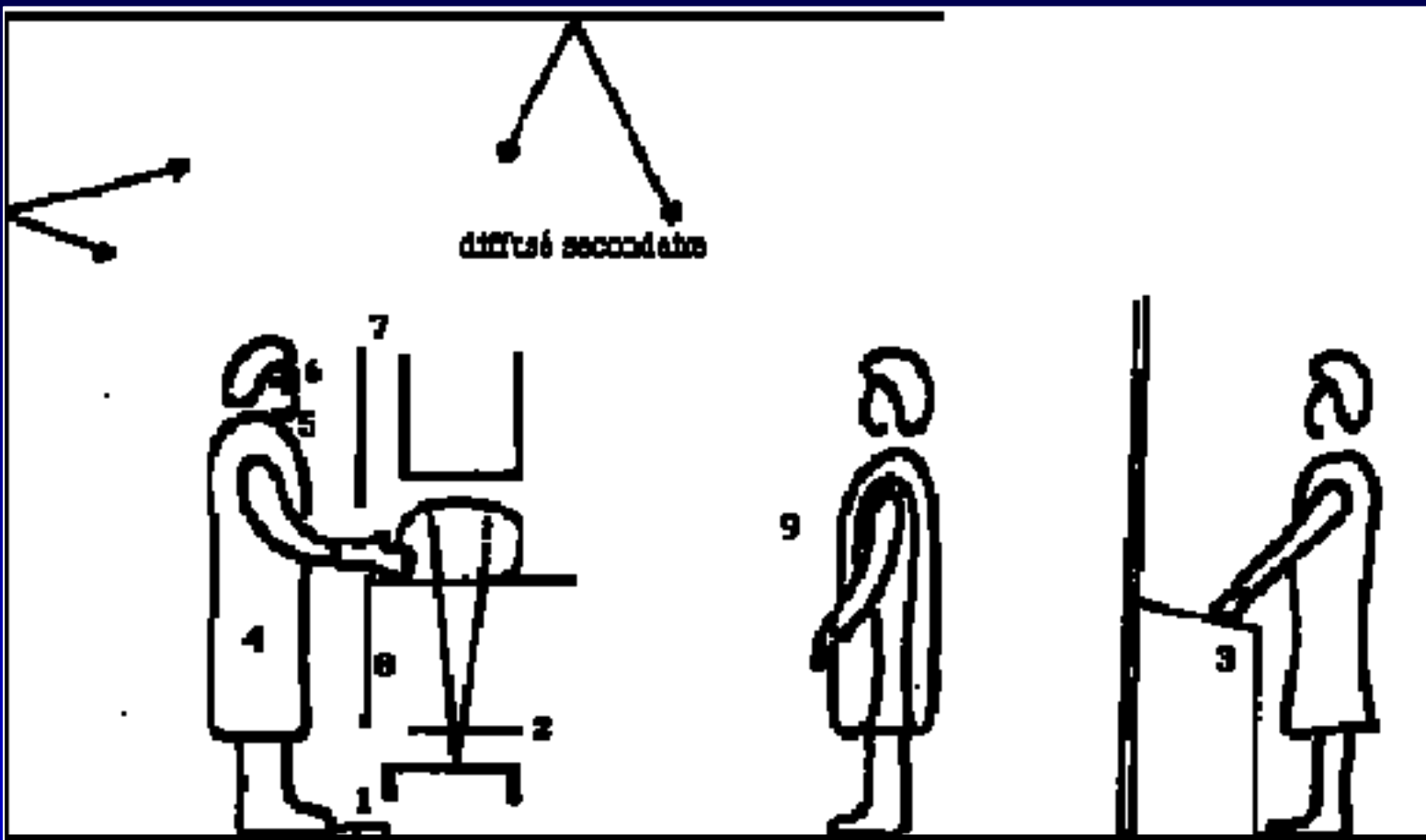
Des questions?

ANNEXES



Missions de la PCR

- **Mesures de protection** : contrôle des installations par un organisme agréé
- **Analyse des postes de travail** : évaluation des risques
- **Classification du personnel** (catégorie A et B) et **délimitation des zones surveillées ou contrôlées**)
- **Formation du personnel** : initiale et continue
- **Surveillance des travailleurs** : dosimétrie passive et opérationnelle



Placer les trèfles

Placer les dosimètres

diffusé secondaire

