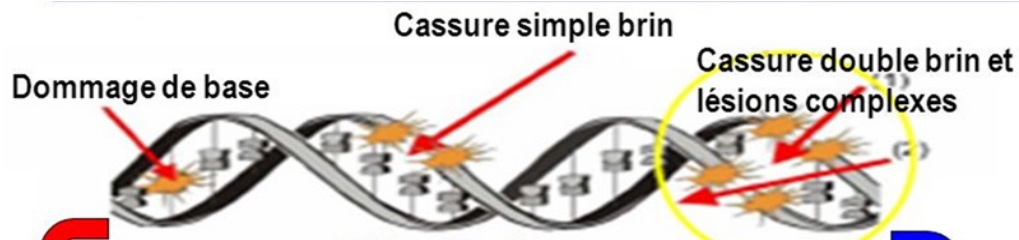
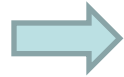




Dosimétrie - Radioprotection (UE6)

- Dosimétrie
- Effets biologiques des rayonnements ionisants
- Exposition moyenne en France
- Modes d'expositions et protections spécifiques
- Radioprotection
 - Des patients
 - Du public
 - Des travailleurs

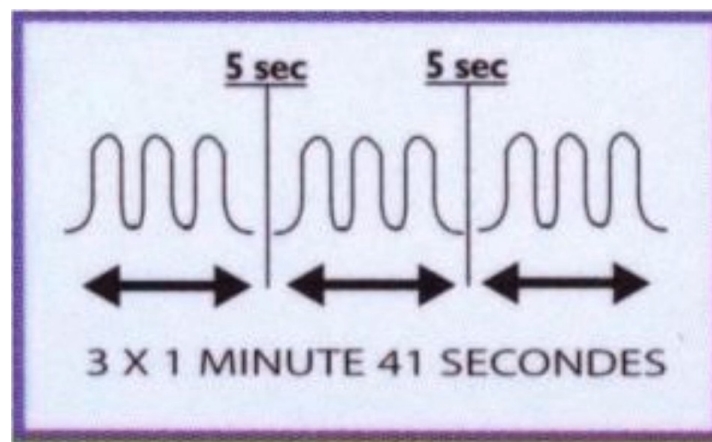
RADIOPROTECTION



Les effets sur l'homme



A la radioprotection



Lorsque vous entendez ce signal ...

- A. Vous vous dîtes « Tiens, il est mercredi »
- B. Vous devez évacuer le bâtiment et regagner un point de rassemblement
- C. Vous devez rejoindre sans délai le bâtiment le plus proche et y rester confiné
- D. Vous devez joindre le 18 ou le 17 pour prendre des renseignements sur la conduite à tenir
- E. Vous reconnaissez le signal de fin d'alerte

Signal National d'Alerte (SNA)

Indique un danger imminent ou un évènement grave

Ne restez pas dans un véhicule.

LIBEREZ LES VOIES DE CIRCULATION

Ne restez pas près des fenêtres.

N'ouvrez pas les fenêtres pour savoir ce qui se passe dehors.

Confinez-vous

Ne quittez pas votre abri sans consigne des autorités.

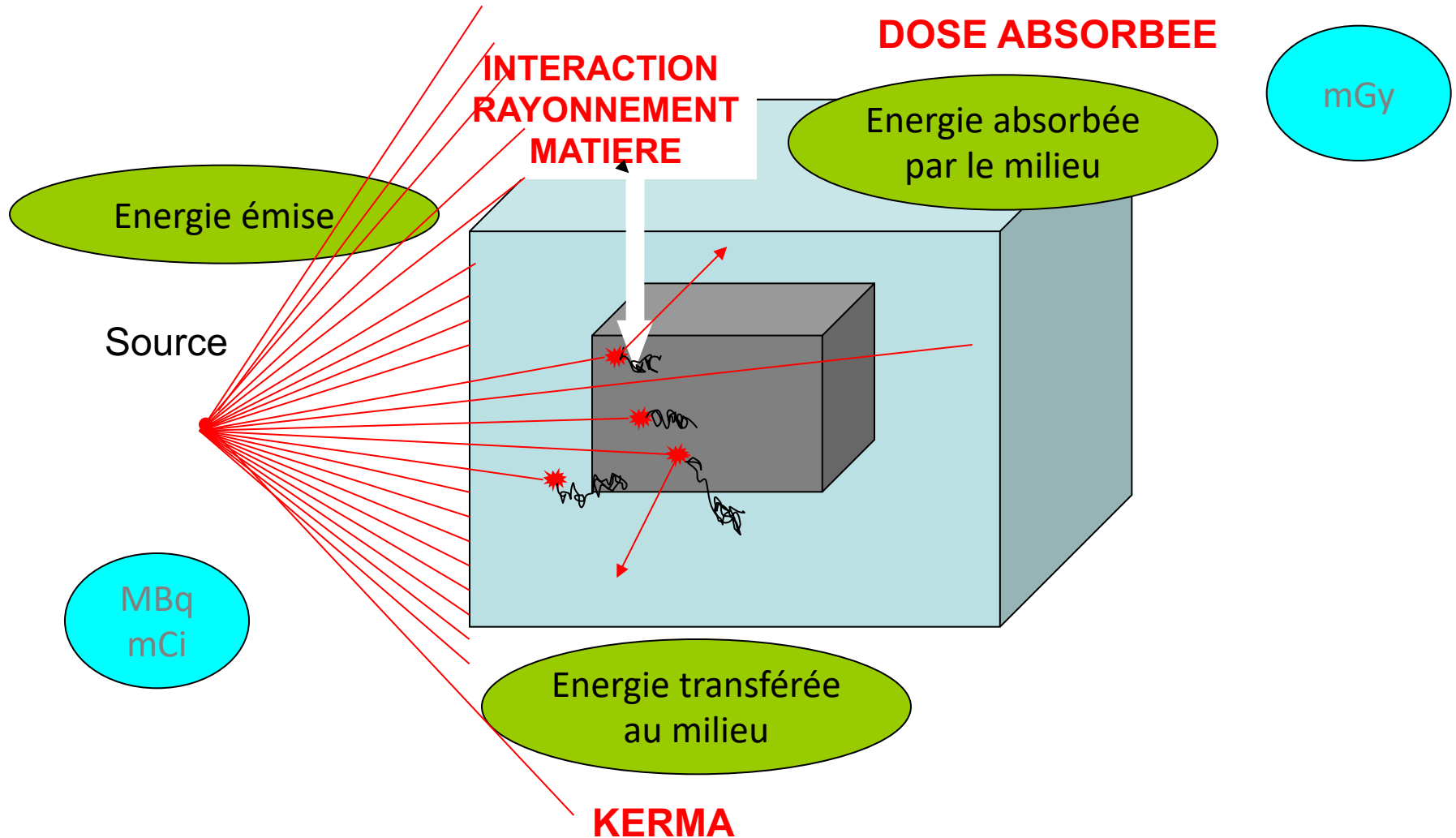
LIBEREZ LES RESEAUX DE COMMUNICATION

Ecoutez les radios/TV nationales

DOSIMETRIE

Dosimétrie

BUT : évaluer quantitativement l'énergie absorbée



La source

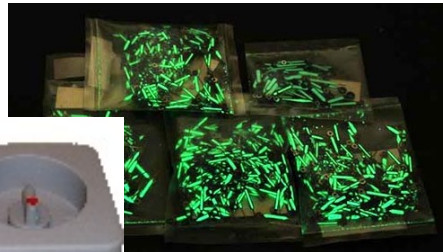


Naturel



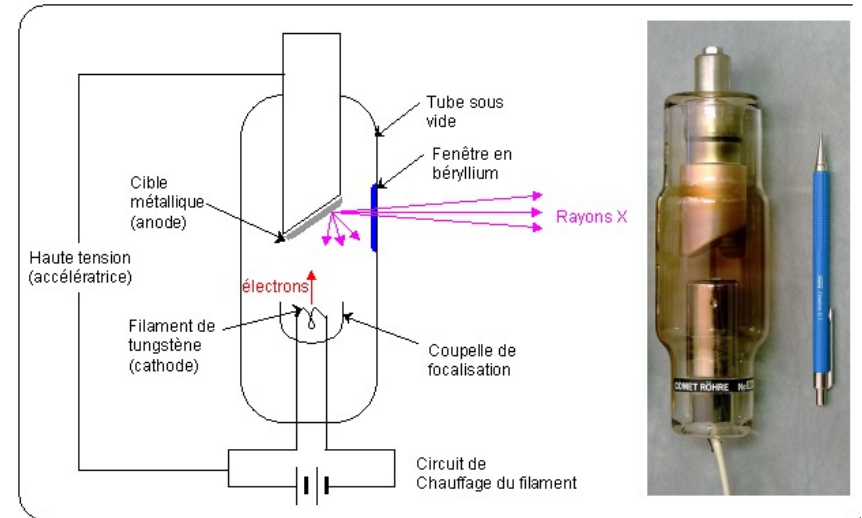
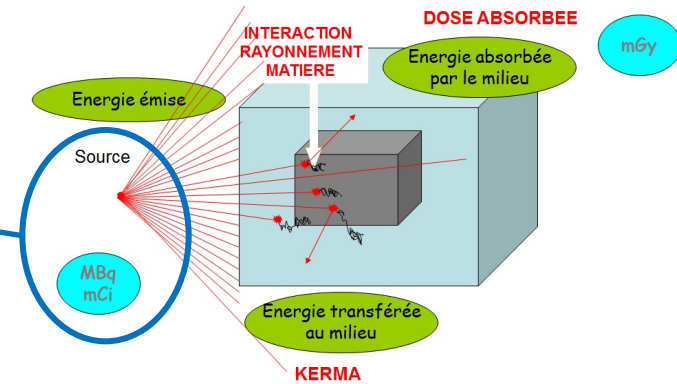
α, β, γ

Artificiel



Unités: Bq

1 Bq = 1 désintégration/seconde

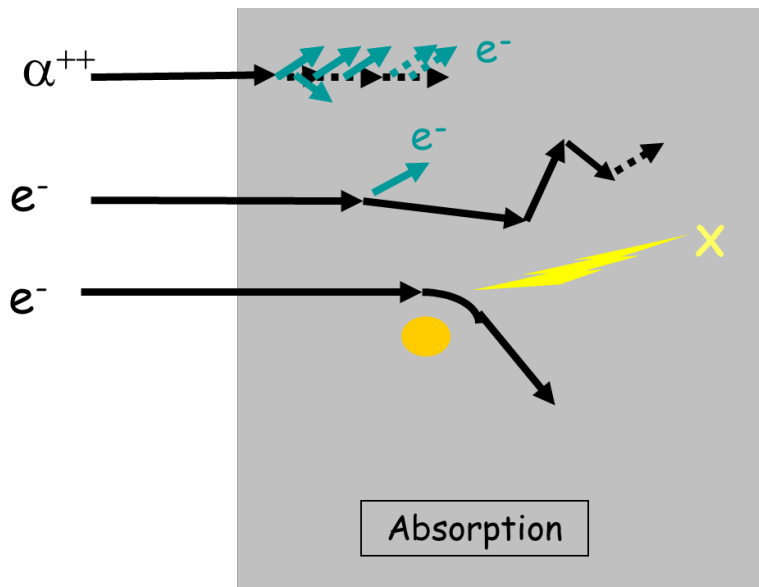


Rayons X

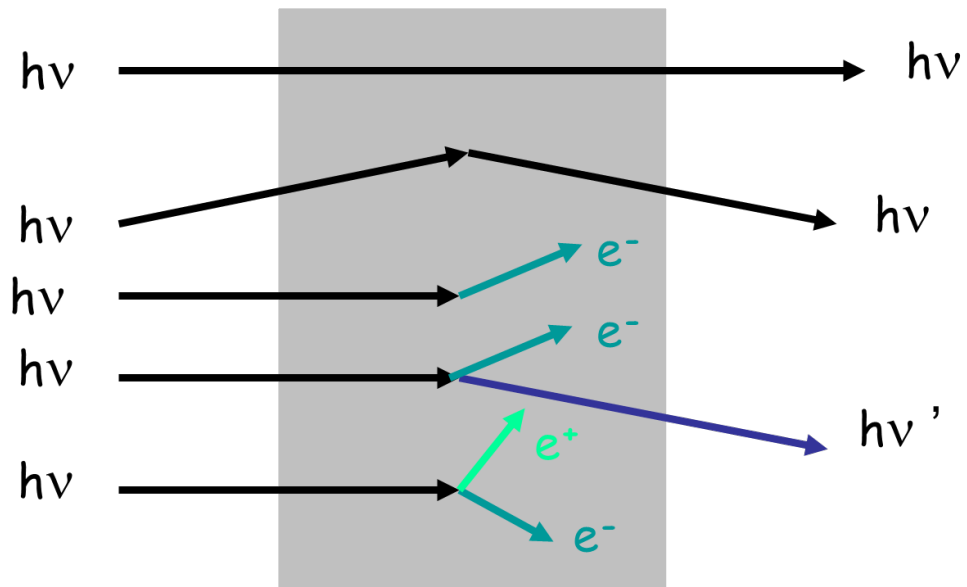
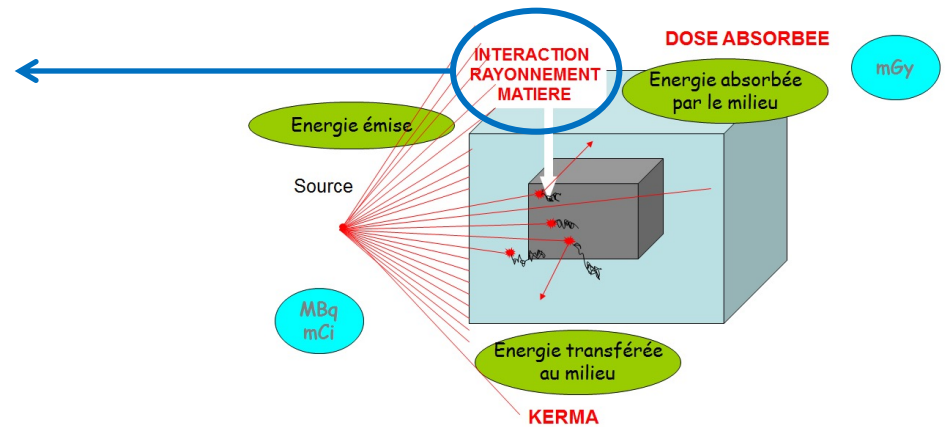


Accélérateurs de particules

Interaction du rayonnement avec la matière



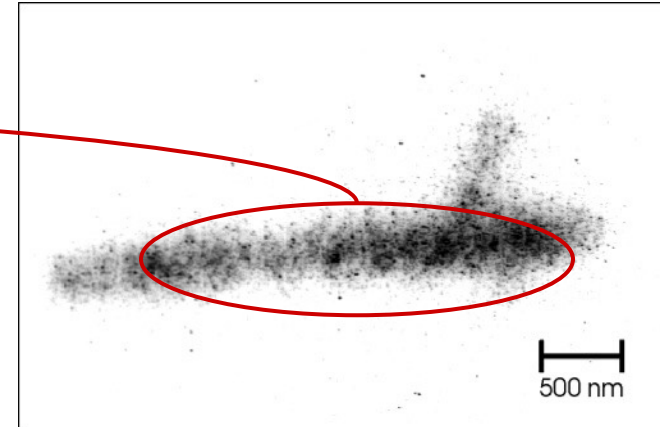
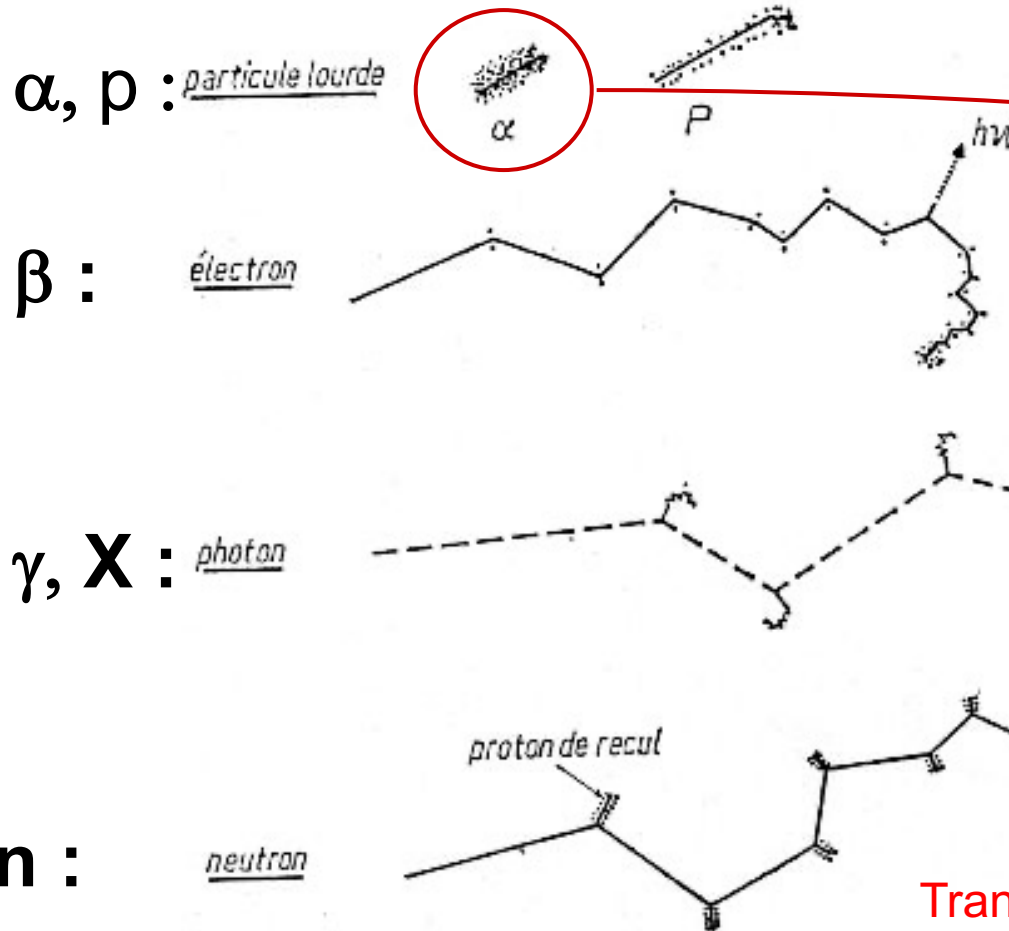
Particules



Photons

Rayonnements X, γ

Interaction du rayonnement avec la matière



A noter le dépôt important d'énergie en fin de parcours des particules, responsable d'une grande hétérogénéité de la distribution des doses absorbées (Pic de Bragg)

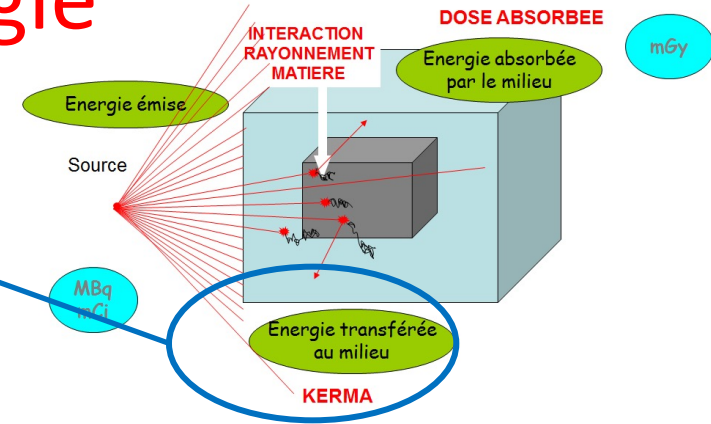
Transfert Linéique d'énergie TLE : keV.m^{-1}
Kerma = Transfert Energie : J.Kg^{-1}

En radiobiologie plus la densité d'ionisation est importante et plus les dommages cellulaires sont importants

Interaction = transfert d'énergie

KERMA (K) : Transfert d'énergie

Utilisé pour particules non chargées (photons et neutrons)



Dans un matériau homogène, soit une sphère élémentaire, de masse dm , exposée à une irradiation. Pendant l'irradiation, soient :

dE_e énergie entrant dans l'élément dm

dE_s énergie sortant de l'élément dm

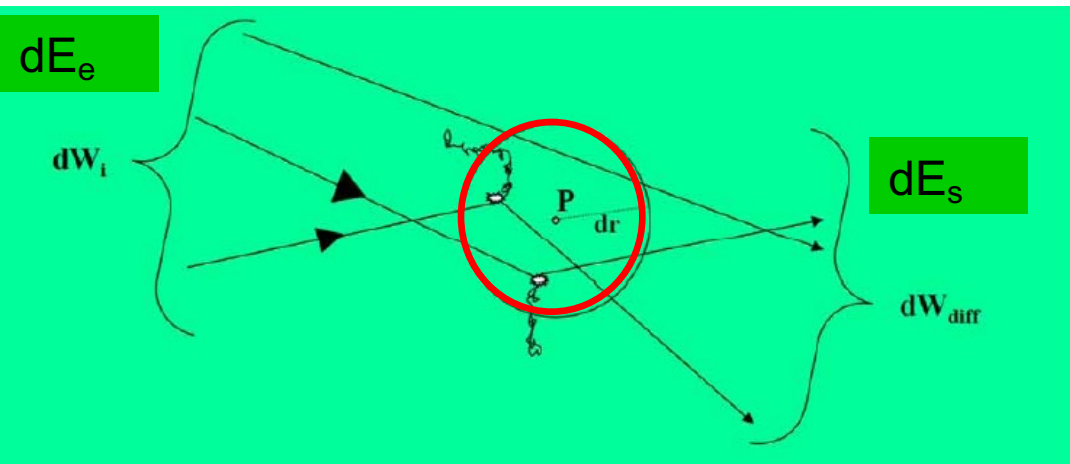
L'énergie transférée sous forme d'énergie cinétique aux électrons : $dE_{tr} = dE_e - dE_s$

KERMA = énergie cinétique transférée par unité de masse (Kinetic Energy Released per MAss unit)

$$K = dE_{tr} / dm$$

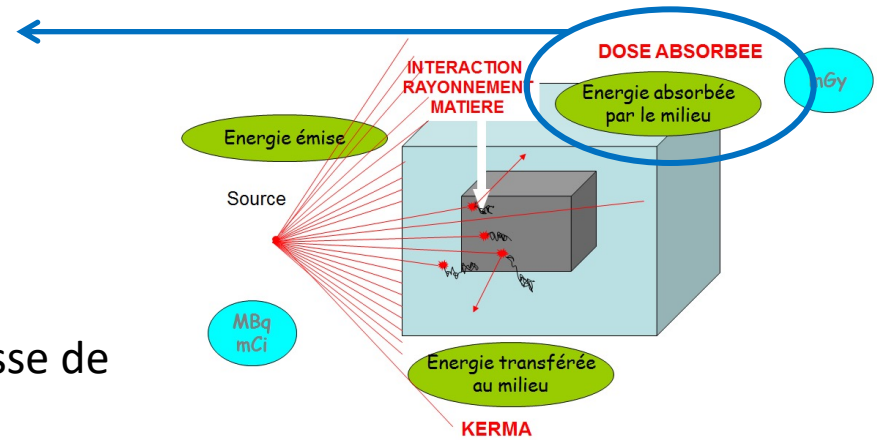
$$[K] = L^2 T^{-2}$$

en gray (Gy)
 $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J.kg}^{-1}$



KERMA: transfert d'énergie qui se produit au sein de la sphère

Énergie absorbée par le milieu = DOSE ABSORBÉE



Energie **effectivement absorbée** par unité de masse de matière traversée (kg) = dE

On utilise sa valeur moyenne $\overline{dE}$ en raison de la nature stochastique (aléatoire) de la perte d'énergie.

$$[D] = ML^2T^{-2}.M^{-1} = L^2T^{-2}$$

Unité : gray (Gy)

$$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J.kg}^{-1}$$

$$D = \frac{dE}{dm}$$

Dose absorbée: énergie transférée dans la sphère, quelque soit le lieu du transfert d'énergie initial

A l'équilibre électronique : compensation entre énergie transférée dans dm et absorbée en dehors ET énergie transférée en dehors de dm et absorbée dedans

$$dW_a = dW_1 + dW_2 + dW_3$$



A l'équilibre électronique **KERMA = dose absorbée**
On suppose cette condition **toujours réalisée en pratique clinique**

A propos de la dose absorbée

Débit de dose absorbée ou $\dot{D}$

Dose absorbée par unité de temps

$[\dot{D}] = L^2.T^{-3}$ unité SI : $Gy.s^{-1}$

SOURCE EN FONCTIONNEMENT

DEBIT DE DOSE CONSTANT

$$D = \text{Débit} \times \text{Temps}$$

TEMPS COURT $\Rightarrow$ DOSE PLUS FAIBLE

LA DOSE EST PROPORTIONNELLE AU TEMPS

Exemple 1



Intervention des pompiers sur le site de
Tchernobyl à J_0 de l'explosion (On considère que
le débit de dose est stable)

L'irradiation des pompiers

- A n'augmente pas avec le temps
- B augmente de manière exponentielle avec le temps
- C est directement proportionnelle au temps
- D diminue avec le temps
- E autre

Exemple 2



Pendant une radioscopie

L'irradiation du patient

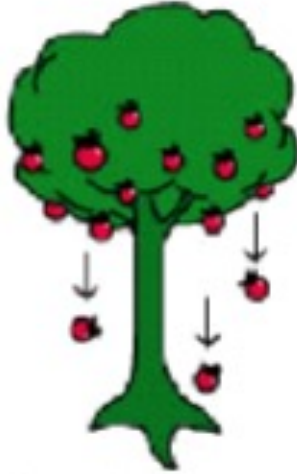
- A n'augmente pas avec le temps
- B augmente de manière exponentielle avec le temps
- C est directement proportionnelle au temps
- D diminue avec le temps
- E autre

Réponse: dans les deux cas : C dose = débit de dose * temps

GRANDEURS UTILISES EN RADIOPROTECTION

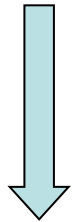
Les grandeurs utilisées en radioprotection

Source



Activité de la source **Becquerel Bq**
(nb désintégration/s) Ancien Ci = 37 GBq

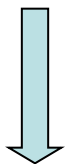
Dose absorbée D



Energie reçue par unité de masse
Gray = 1 J.Kg^{-1} (mGy)

Grandeurs physiques

Dose équivalente H



Dose efficace E

Grandeurs de radioprotection

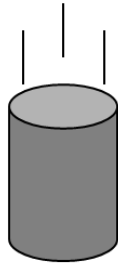
Effets **biologiques** des
rayonnements ionisants
Sievert Sv (mSv)

Les grandeurs utilisées en radioprotection

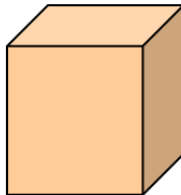
DOSE ÉQUIVALENTE H

Effets biologiques différents selon la
NATURE du rayonnement

1 kg de plomb



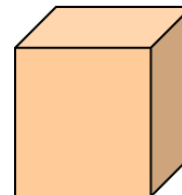
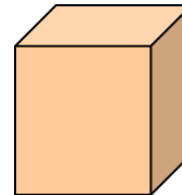
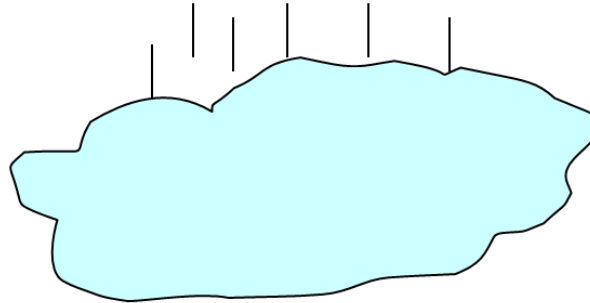
avant



après



1 kg de plumes



Dose équivalente $H_{T,R}$

$$H_{T,R} = w_R \cdot D_{T,R}$$

w_R est sans dimension

facteur de pondération du rayonnement

$$[H] = \text{ML}^2\text{T}^{-2} \cdot \text{M}^{-1} = \text{L}^2\text{T}^{-2},$$

unité SI : sievert Sv

$$1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/kg}$$

À dose absorbée égale, les effets biologiques sur 1 tissu ou 1 organe
varient selon la nature du rayonnement

La dose équivalente tient compte de la nature du rayonnement par
l'utilisation d'un facteur de pondération du rayonnement w_R

*établies par la Commission Internationale de
Protection Radiologique (CIPR)*

Valeurs de w_R

$w_R = 1$	pour rayons X, γ et électrons (β^- toute énergie)
$w_R = 5$	pour protons ($E > 20 \text{ MeV}$)
$w_R = 5 \text{ à } 20$	pour neutrons (selon E_c)
$w_R = 20$	pour particules α (toute énergie)

Pour plusieurs rayonnements émis

$$H_{T,R} = \sum_R w_R \cdot D_{T,R}$$

Dose efficace E

w_T est sans dimension
facteur de pondération tissulaire

$$E = \sum_T w_T \cdot H_T$$

$[E] = [H]$
unité SI : sievert (Sv)

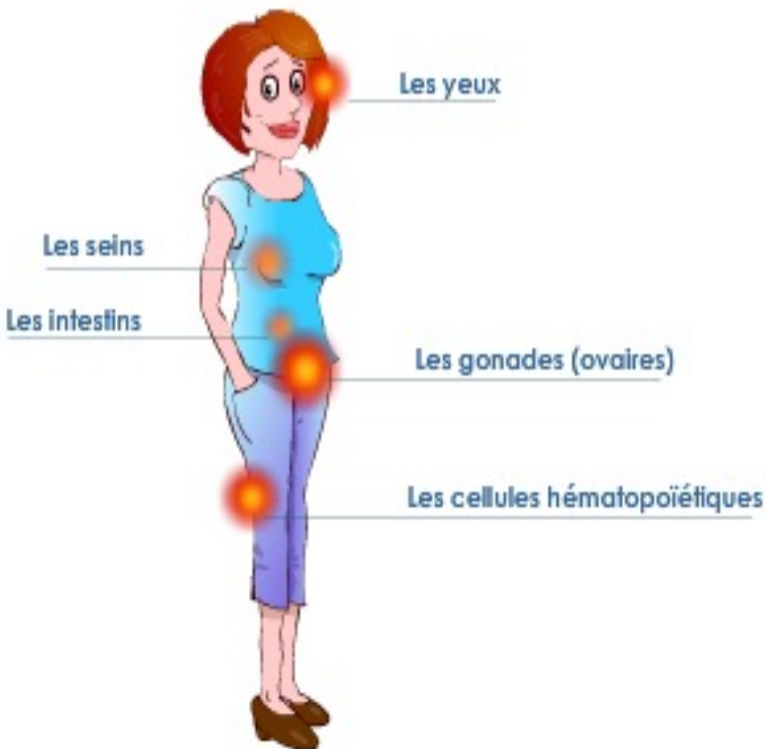
A dose équivalente égale, la réaction tissulaire varie en fonction de sa radiosensibilité

La dose efficace prend en compte le risque total résultant de l'exposition de plusieurs organes ou tissus de radiosensibilité différente

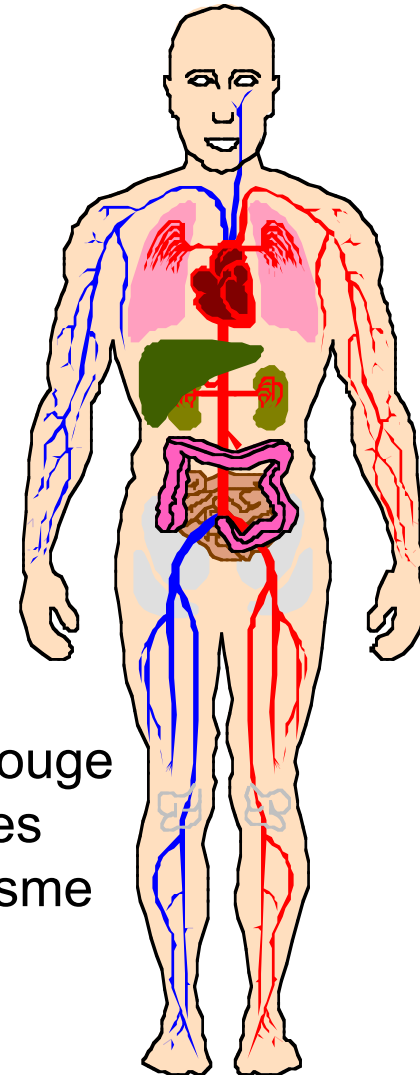
Pour l'ensemble de l'organisme: la dose efficace E est la somme des doses équivalentes reçues par chaque organe ou tissu, pondérées par un facteur de pondération tissulaire w_T qui tient compte de la sensibilité tissulaire :

Tissu ou organe	Facteur de pondération w_T
Gonades	0,20
Moelle osseuse (rouge), côlon, poumons, estomac	0,12 (x 4)
Vessie, Foie, oesophage, Thyroïde, Seins,	0,05 (x 5)
Peau, surface des os	0,01 (x 2)
Autres tissus ou organes	0,05
Total	1,00

W_T : facteurs de pondération tissulaire



0,05	Thyroïde
0,12	Poumon
0,05	Seins
0,05	OEsophage
0,12	Estomac
0,05	Foie
0,12	Côlon
0,05	Vessie
0,20	Gonades
0,01	Peau
0,12	Moelle osseuse rouge
0,01	Surfaces osseuses
0,05	Reste de l'organisme



Les tissus les plus radiosensibles

Les grandeurs utilisées en radioprotection:

Relation entre les différentes grandeurs

Kerma, $K = dE_{tr}/dm$ ($J.kg^{-1}$ ou Gy)

Dose absorbée, $D = dE/dm$ ($J.kg^{-1}$ ou Gy)

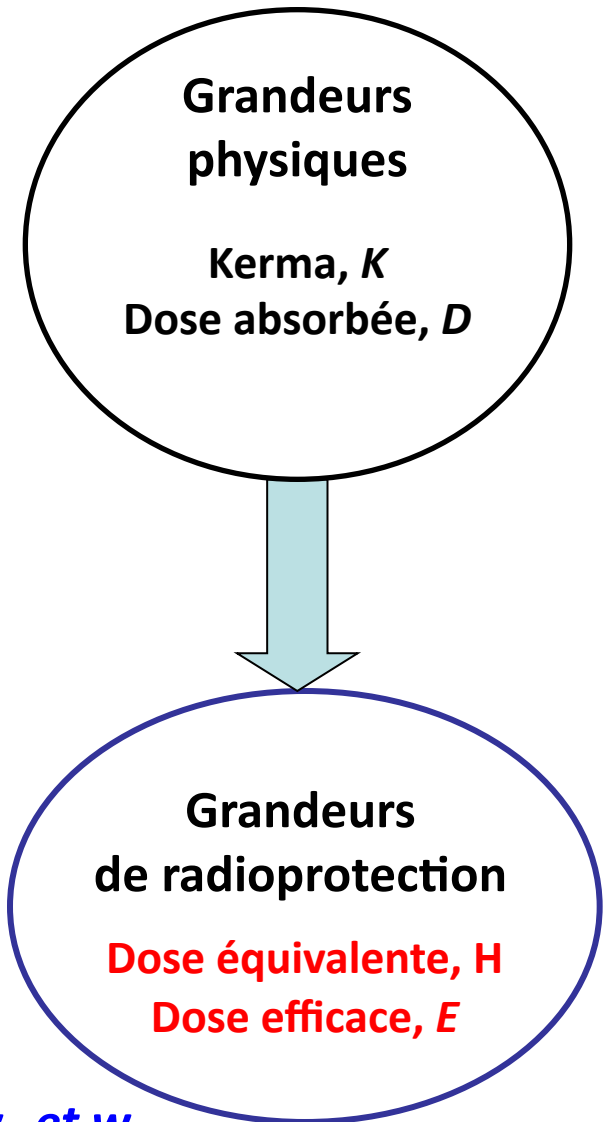
Dose équivalente : H (Sv)

$$H = \sum_R w_R \cdot D \quad w_R = 1 \text{ pour les } X, \gamma \text{ et } \beta.$$

Dose efficace : E (Sv)

$$E = \sum_T w_T \cdot H_T$$

*Calculées en
utilisant les w_R et w_T ,
et les fantômes anthropomorphes*



LE GRAY : Grandeur physique

AVANTAGE

- Mesure l'énergie déposée dans un tissu suite a une irradiation.
- Mesurable

INCONVENIENT

- * Ne tient pas compte de la **nature** des rayonnements, de la **sensibilité** des organes (**sensibilité tissulaire**)
=> Utilité limitée en radioprotection.

CHAMP D'APPLICATION

Surtout irradiation localisée

- * dose reçue “à la peau du patient” en radiologie
- * dose délivrée à une tumeur en radiothérapie
- * dose reçue par la main d'un chirurgien interventionniste
- * etc ...

LE SIEVERT (efficace) Grandeur de radioprotection

AVANTAGE

- * Adapté à l'appréciation du danger (travailleurs, patients).
- * Tient compte de la **nature des rayonnements** et de la **radiosensibilité** des organes.
- * Permet de **comparer** des procédures radiologiques différentes (radiologie, médecine, nucléaire).
- * Permet de comparer l'**irradiation naturelle** (environnement) et l'**irradiation artificielle** (acte radiologique).

INCONVENIENT

- * **Impossible à mesurer** avec des détecteurs
- * Apprécie uniquement par calcul grâce à l'utilisation de logiciels adaptés et de fantômes physiques.

CHAMP D' APPLICATION

- * Radioprotection des travailleurs
- * Réglementation.
- * Environnement.

DOSIMETRIE

- A L'activité d'une source est mesurée en Curie Ci
- B L'activité d'une source est mesurée en Sievert Sv
- C L'activité d'une source est mesurée en Becquerel Bq
- D Le Gray est une grandeur de radioprotection
- E Le Curie est une unité du système international



Réponses: A,C

**B, D le Gray est une grandeur physique (J/Kg)
le Sv est une grandeur de radioprotection dérivée du Gray (J/Kg)
qui mesure la dose équivalente ou la dose efficace
E le Curie est une unité encore utilisée pour quantifier l'activité
mais l'UI est le Bq**

Le facteur de pondération tissulaire w_T :

- A permet de calculer la dose équivalente à partir de la dose absorbée
- B dépend du débit de dose
- C dépend du fractionnement de la dose délivrée
- D dépend des caractéristiques tissulaires
- E dépend du type de rayonnement

Réponse : D

C'est un facteur de pondération empirique qui ne dépend que des caractéristiques tissulaires

La dose efficace

- A est exprimée en Gy
- B dépend du débit de dose
- C dépend du fractionnement de la dose délivrée
- D dépend des caractéristiques tissulaires
- E dépend du type de rayonnement

Réponse : D, E

**Un patient subit un scanner thoraco-abdomino-pelvien (dose efficace 10 mSv)
Il a effectué récemment 8 aller-retour au Japon (dose efficace estimée à 1 mSv)
Il y a 4 ans, il a effectué une scanner pulmonaire (dose efficace estimée à 2 mSv)**

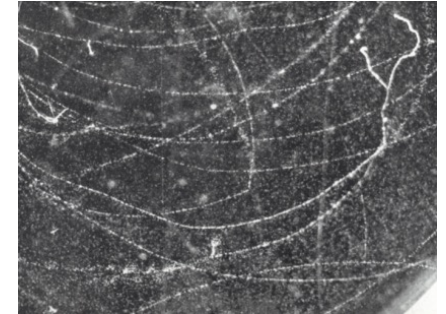
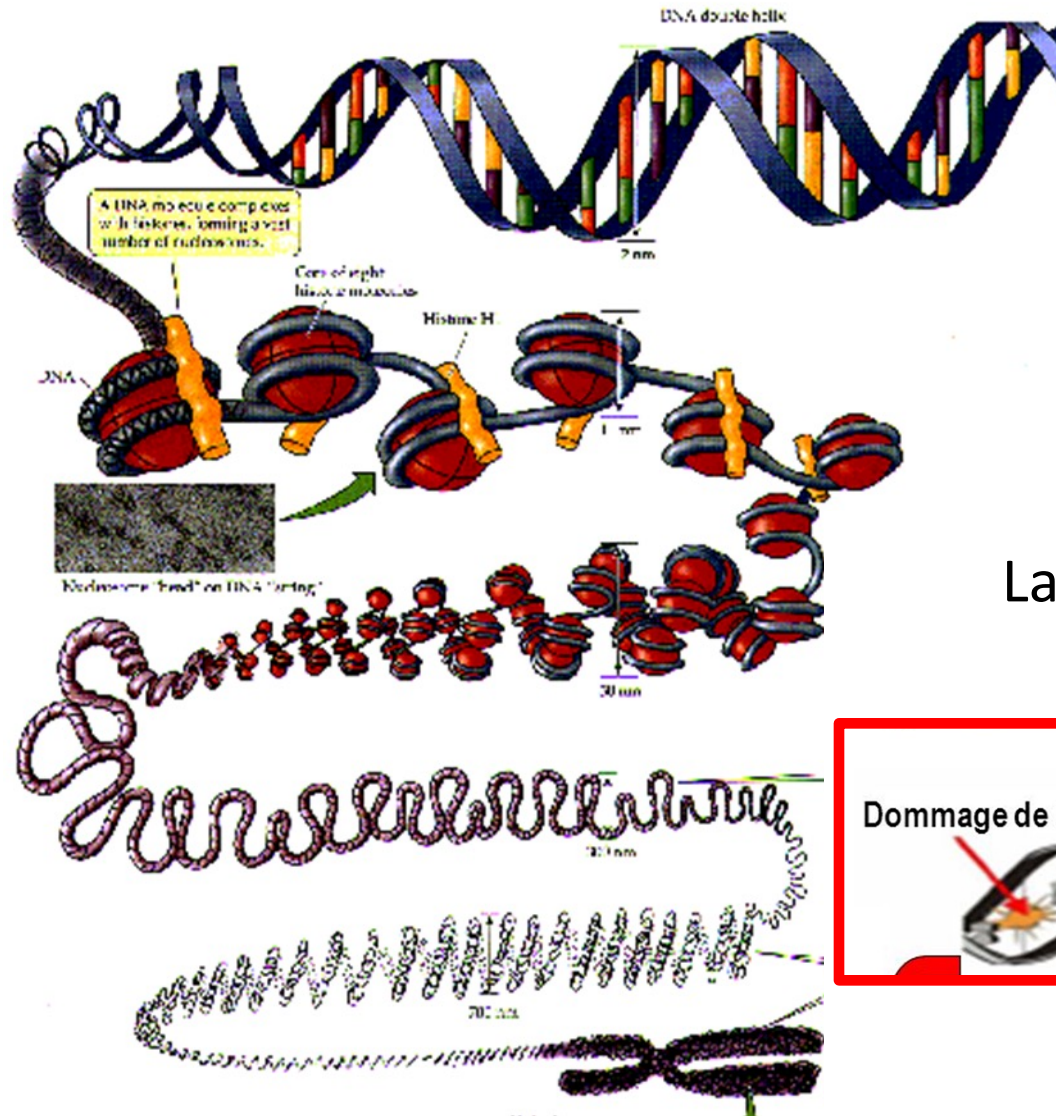
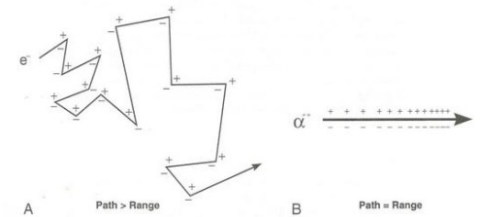
- A La dose efficace totale est 12 mSv
- B La dose efficace totale est 13 mSv
- C Ces doses efficaces ne peuvent être cumulées parce qu'elles ne sont pas de même nature
- D Ces doses efficaces ne peuvent être cumulées car elles sont trop espacées dans le temps
- E Aucune réponse n'est exacte

Réponse : B , les doses efficaces sont cumulables, quelle que soit leur origine et pendant toute la vie du patient

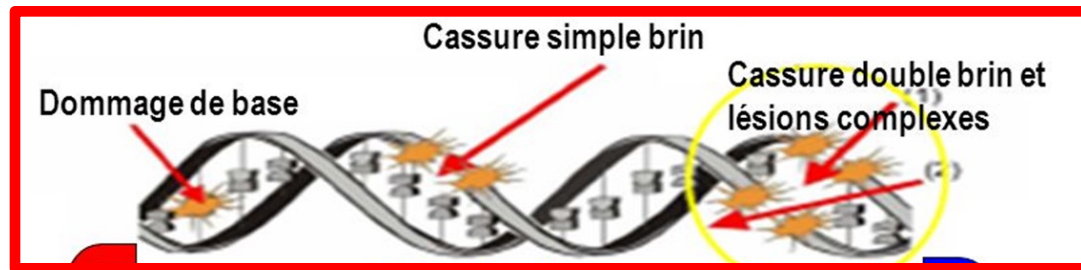
EFFETS BIOLOGIQUES DES RAYONNEMENTS IONISANTS



Radiobiologie

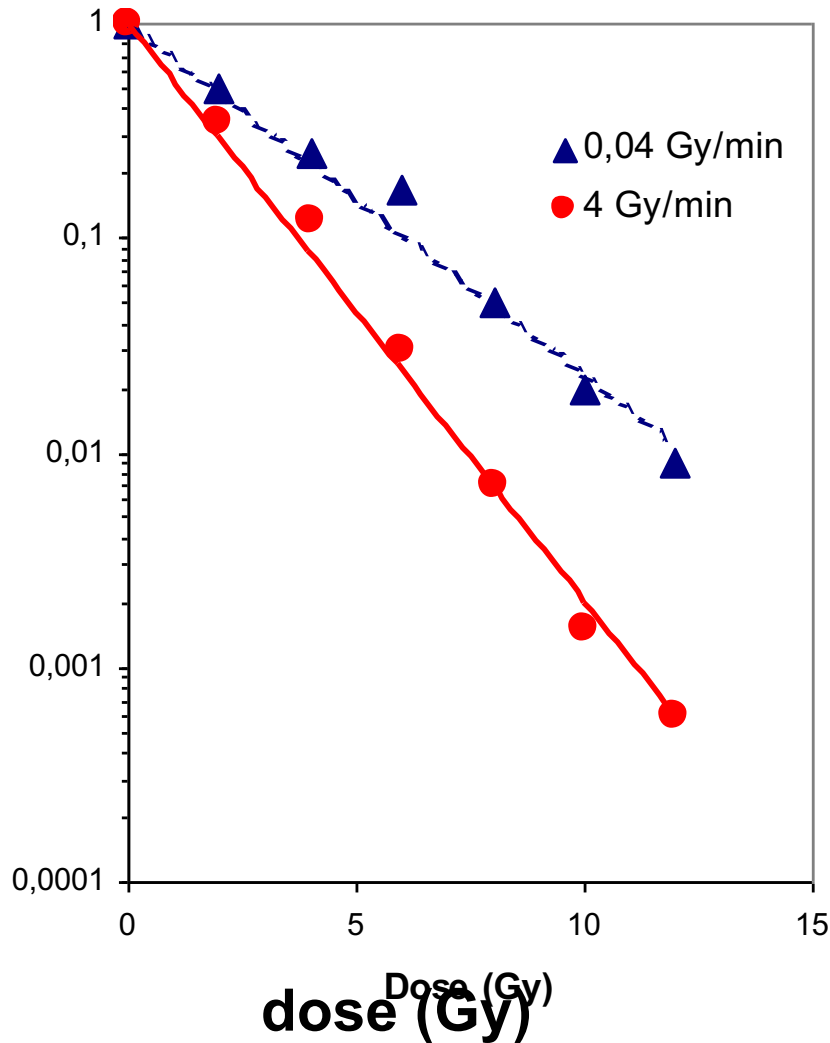


La cible la plus vulnérable: l'ADN

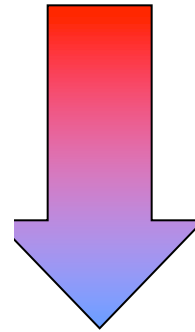
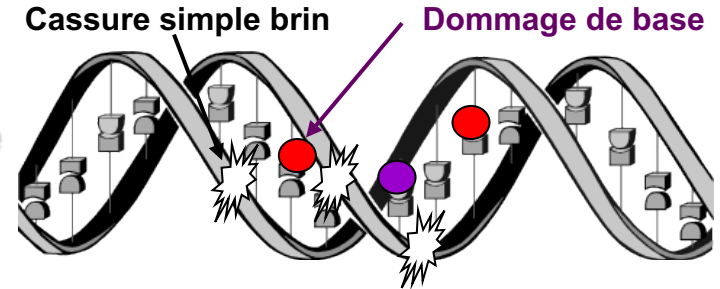


Effet de la dose et du débit de dose

survie cellulaire



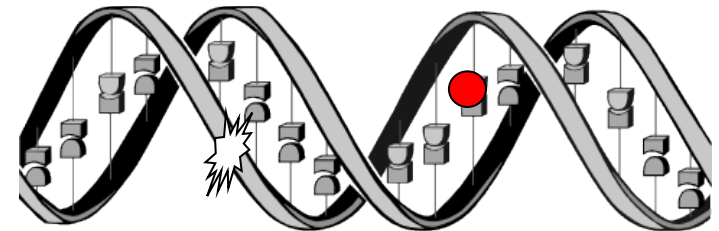
**Haut
débit de
dose**



A dose égale, lorsque le débit de dose diminue, la formation des dommages est plus espacée dans le temps.

La cellule peut donc réparer des dommages pendant l'irradiation.

**Faible
débit de
dose**



Effets directs

Excitation

Ionisation

Effets indirects (H₂O₂)

*Espèces actives de
l'oxygène*



Modifications de l'ADN

Mort cellulaire

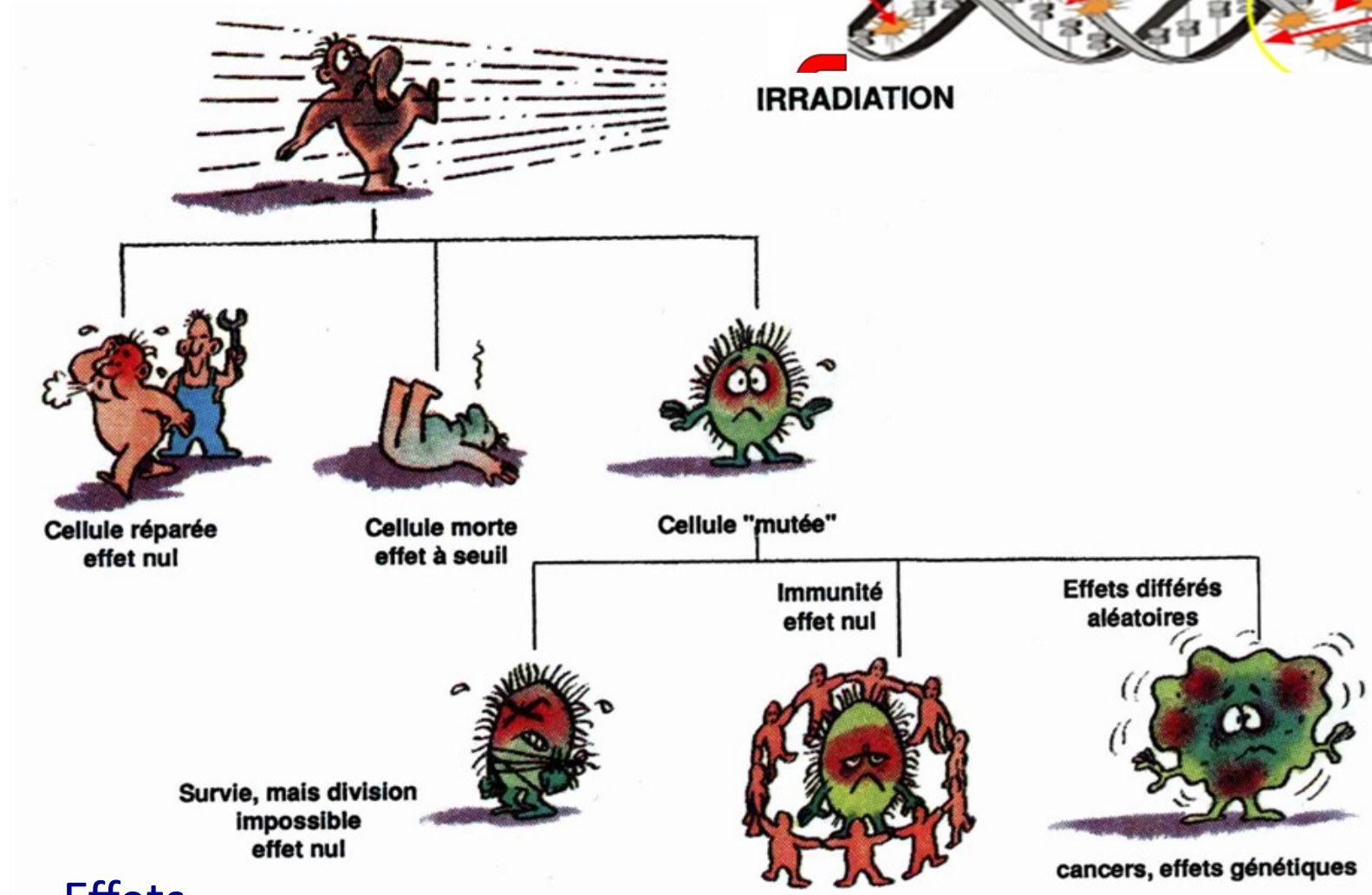
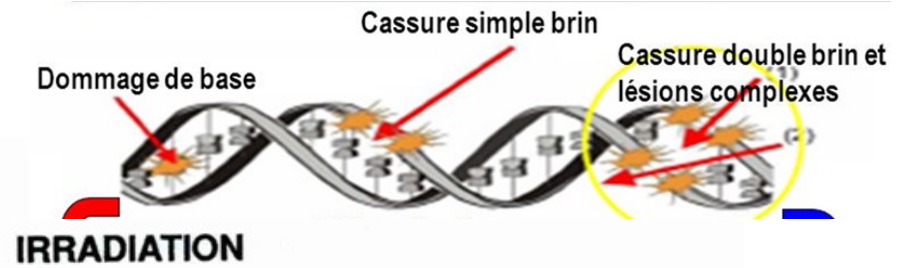
Mutagenèse

Cancérogenèse

Vieillesse cellulaire

3 mSv/an = 3–30 DNA alterations / cellule / an, soit 2.5 million fois moins que les mutations spontanées dues au métabolisme (et réparées !).

Le devenir de la cellule

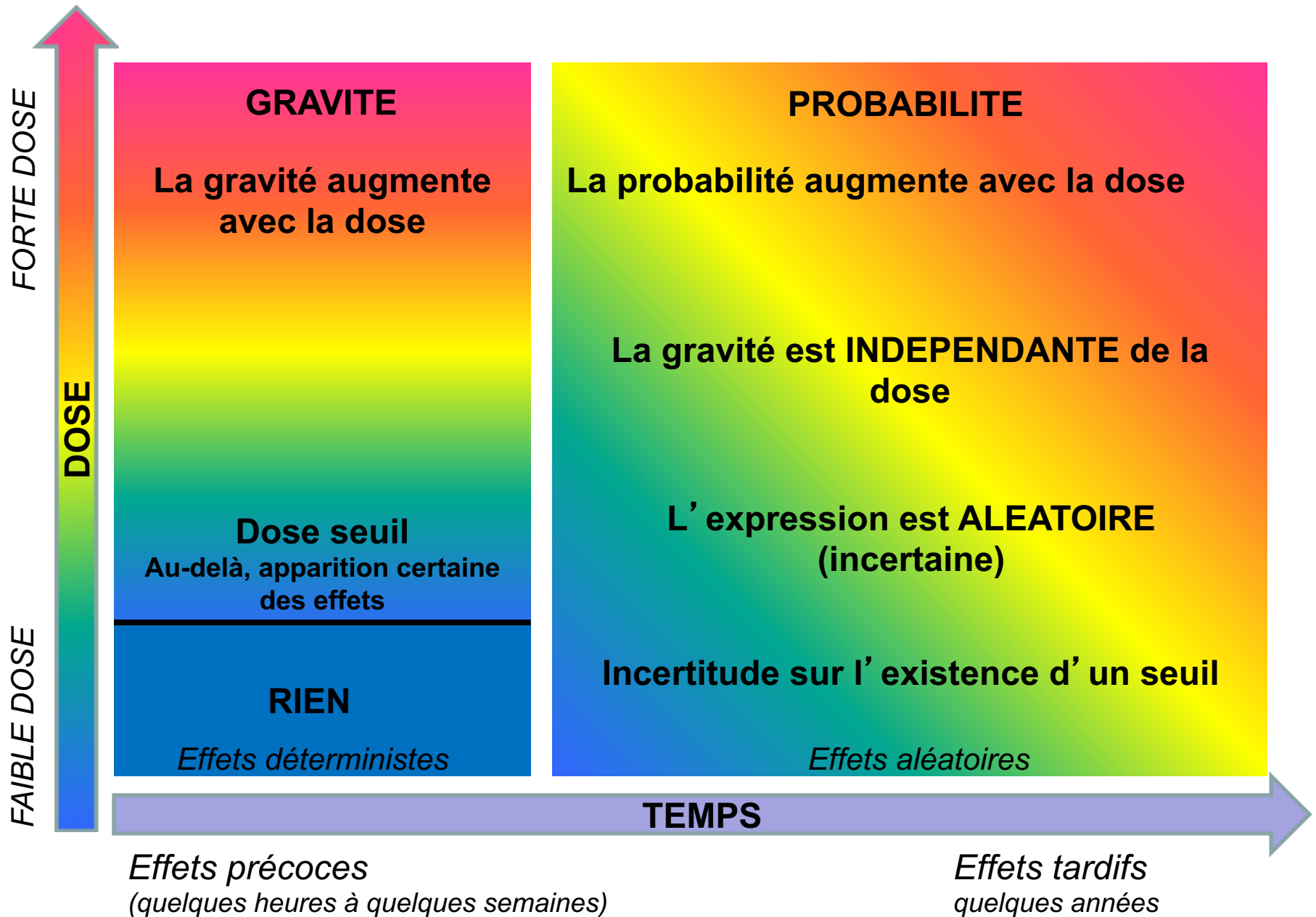


Effets

Déterministes
(mort cellulaire)

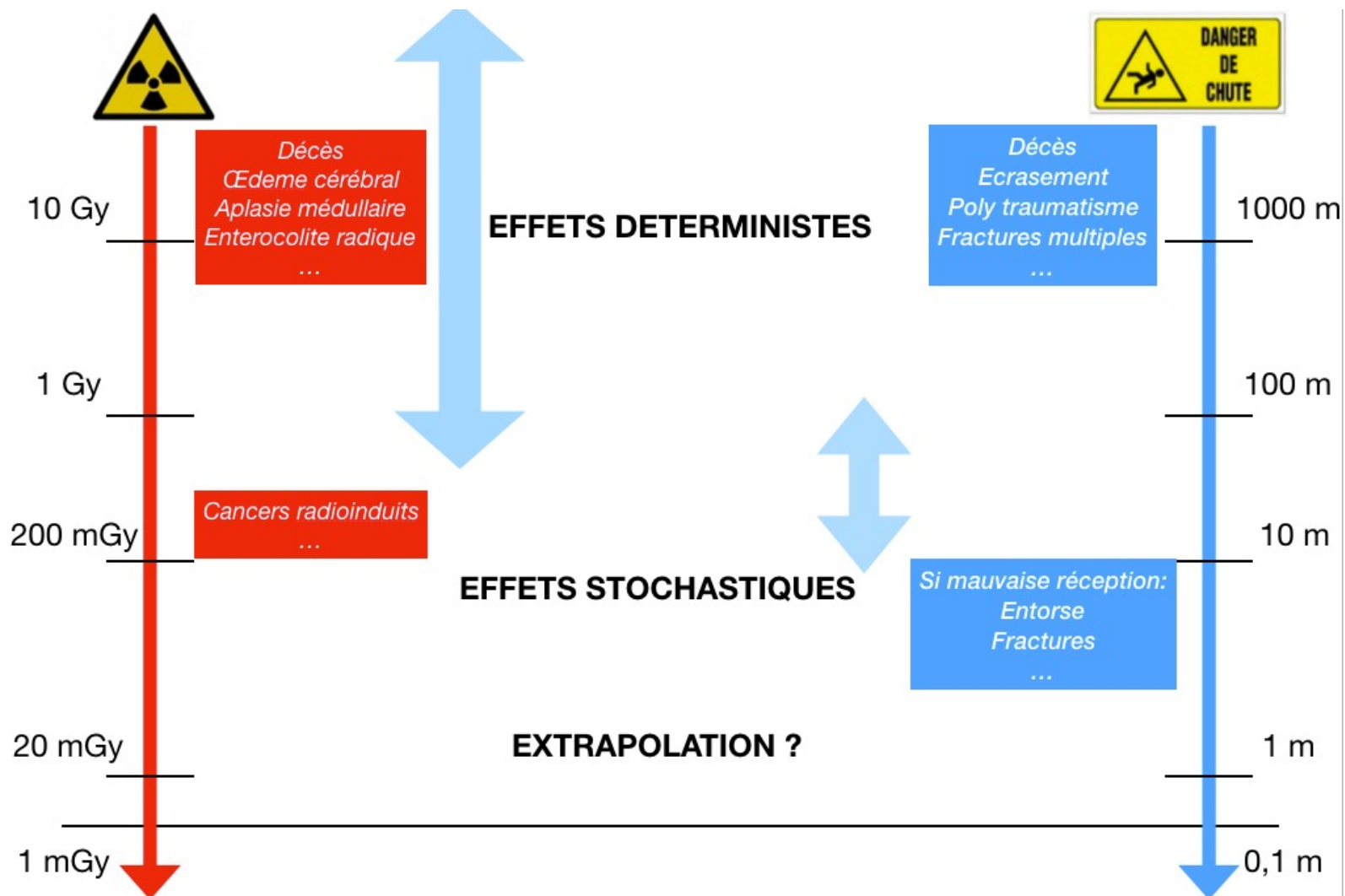
Effets
aléatoires

EFFETS DETERMINISTES vs EFFETS ALEATOIRES

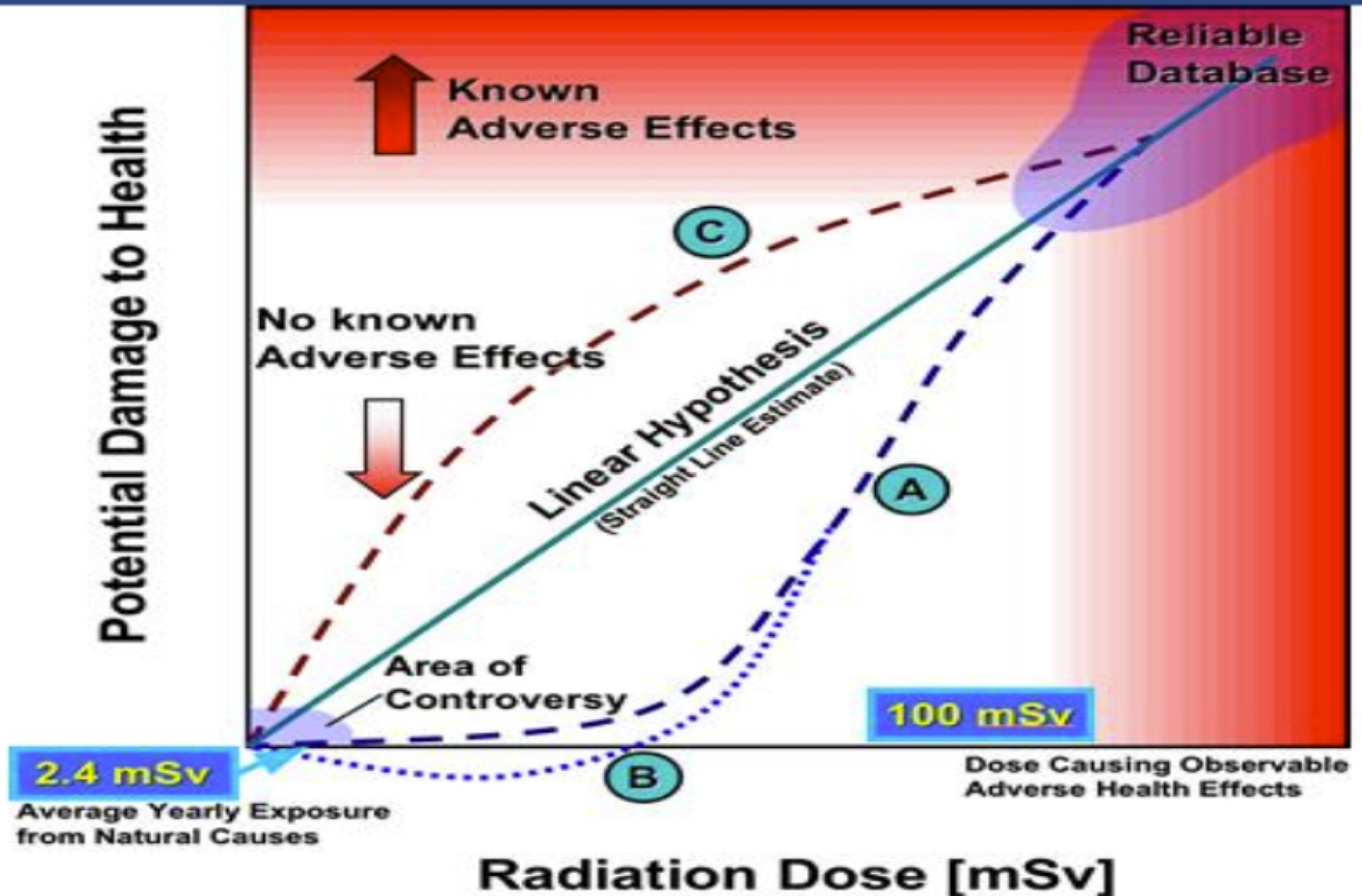


Effets obligatoires ou déterministes	Effets stochastiques ou aléatoires
Mort cellulaire	Survie de cellules lésées
Seuil	Pas de seuil
<i>Obligatoire</i>	<i>Aléatoire</i>
Généralement réversible	Irréversible
Gravité proportionnelle à la dose	Gravité non proportionnelle à la dose
	Fréquence proportionnelle à la dose
Caractéristiques	Non caractéristiques
Précoce ou moyen terme	Long terme
Syndrome d'irradiation aiguë Brûlures radiologiques	Cancer <i>Effets génétiques</i>

EFFETS DETERMINISTES vs EFFETS ALEATOIRES

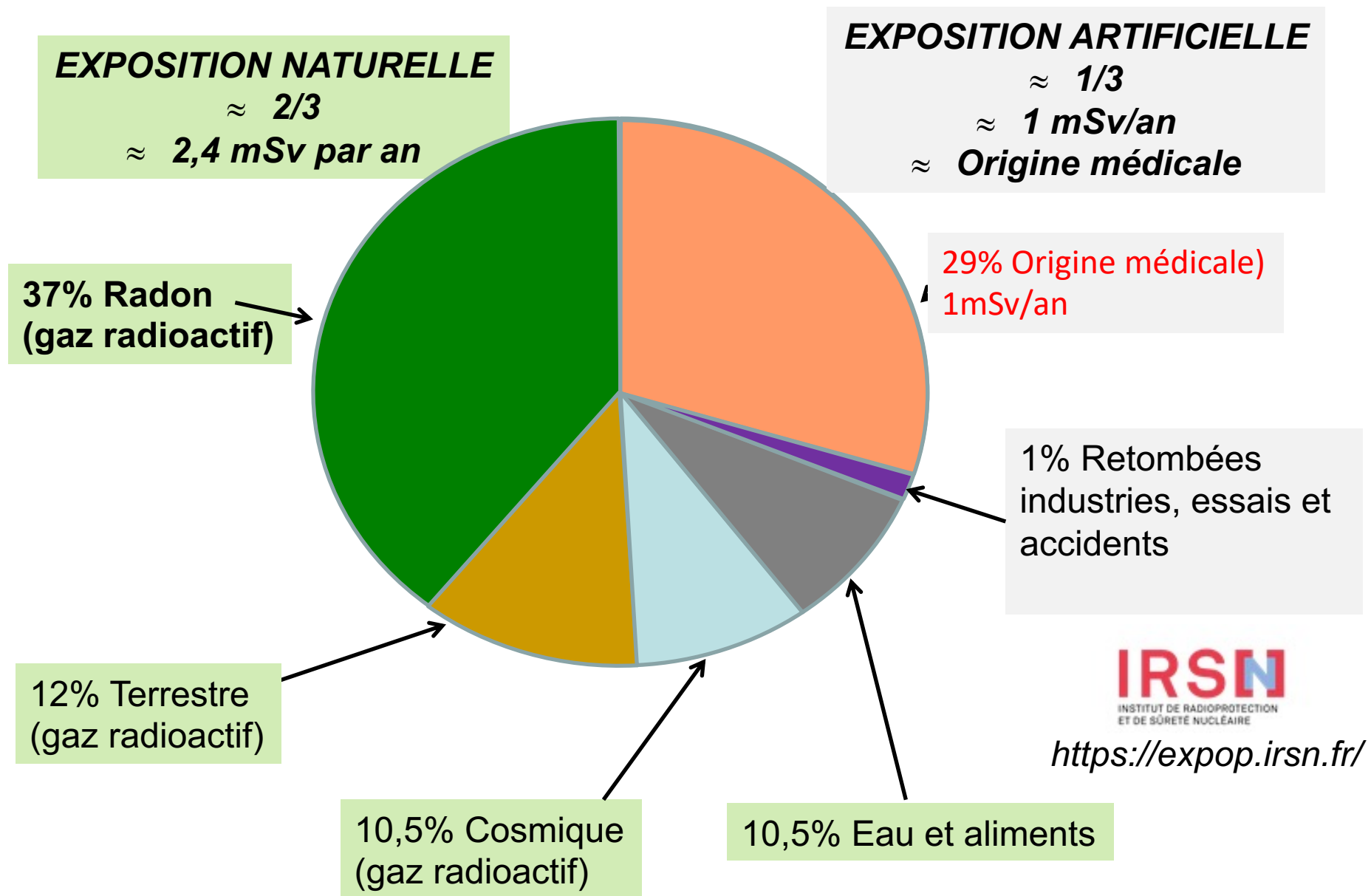


Relation Dose Effect



EXPOSITION MOYENNE EN FRANCE

EXPOSITION MOYENNE PAR AN EN FRANCE (naturelle et artificielle)

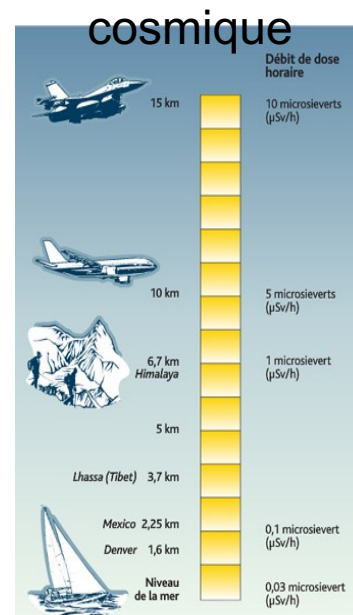


Exposition naturelle

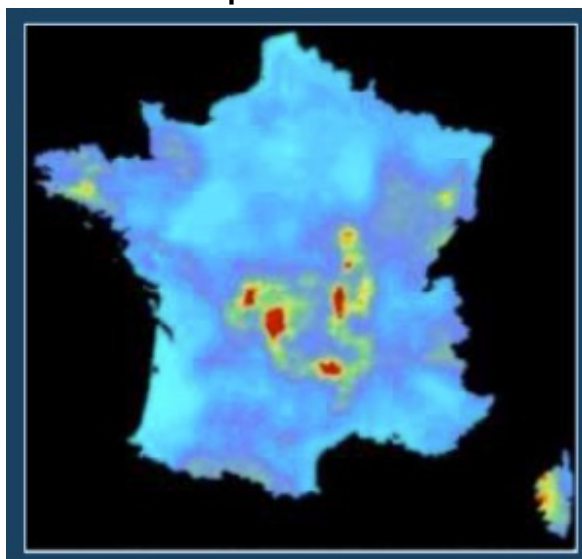
En moyenne, 2,4 mSv / an en France soit 6,5 μ Sv / j



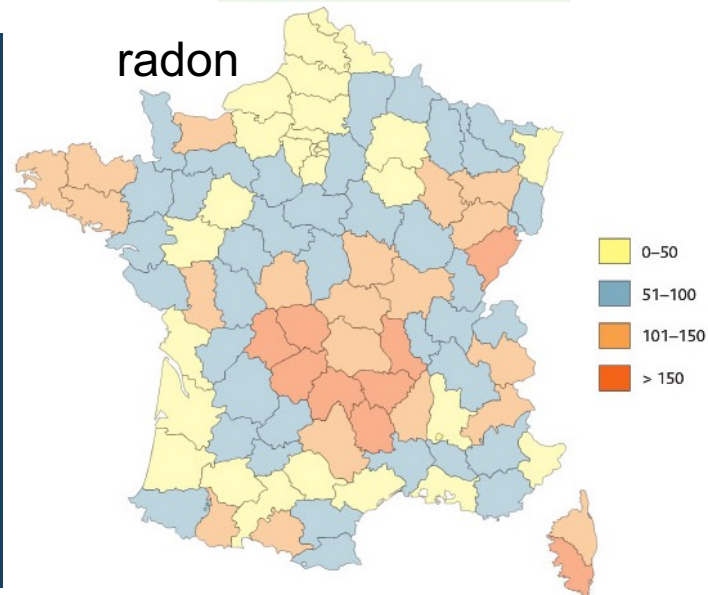
Plage Kerala (Bresil) 50 à 100mSv/an



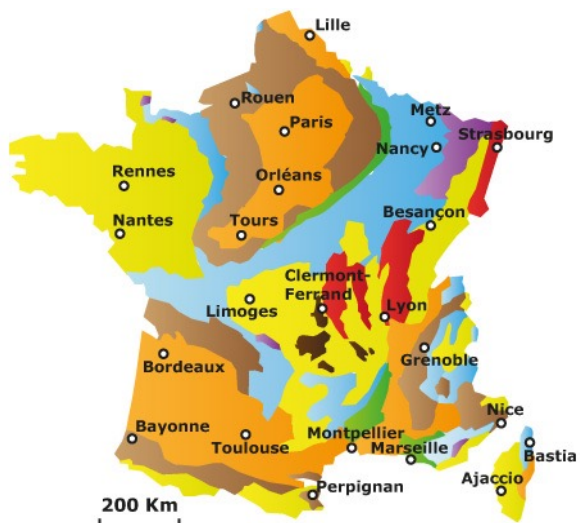
tellurique



radon



Moyenne par département des concentrations en radon dans l'air des habitations (en becquerel par mètre-cube, Bq/m³)



Bassins sédimentaires

- Quaternaire et tertiaire
- Fossés tertiaires
- Crétacé supérieur

- Crétacé inférieur
- Jurassique
- Trias et Permien

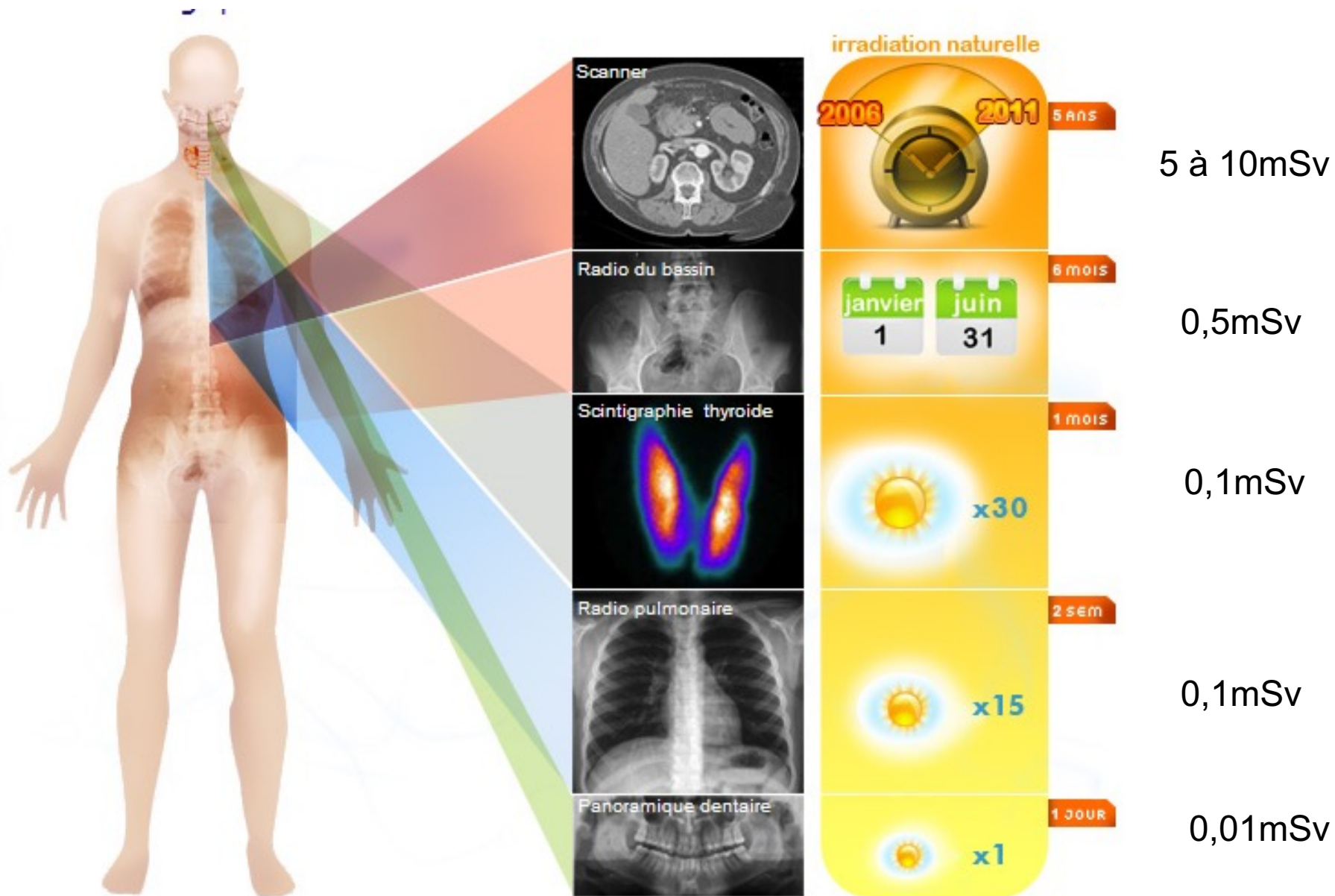
Chaînes de montagnes

- Socle Primaire anté-triasique
- Roches granitiques et métamorphiques

Volcans

- Volcans

Exposition médicale (1mSv par an en moyenne !!)



Une jour d'exposition naturelle correspond à 6,5 μ Sv

Quelle quantité de rayonnement ?

Voici la dose de rayons X reçue par type d'examen.



IRM* ou Échographie*

= 0 cliché pulmonaire = 0 jour de rayonnement naturel

A. Radiographie d'un membre

= 0,2 cliché pulmonaire = 1,5 jour de rayonnement naturel

B. Panoramique dentaire

= 0,5 cliché pulmonaire = 4 jours de rayonnement naturel

C. Radiographie pulmonaire

= 1 cliché pulmonaire = 7 jours de rayonnement naturel

D. Mammographie

= 3 clichés pulmonaires = 20 jours de rayonnement naturel

E. Scanner du crâne

F. Radiographie de l'abdomen

= 40 clichés pulmonaires = 300 jours de rayonnement naturel

G. Un an de rayonnement naturel

= 50 clichés pulmonaires = 365 jours de rayonnement naturel

H. Scanner du thorax

= 120 clichés pulmonaires = 900 jours de rayonnement naturel

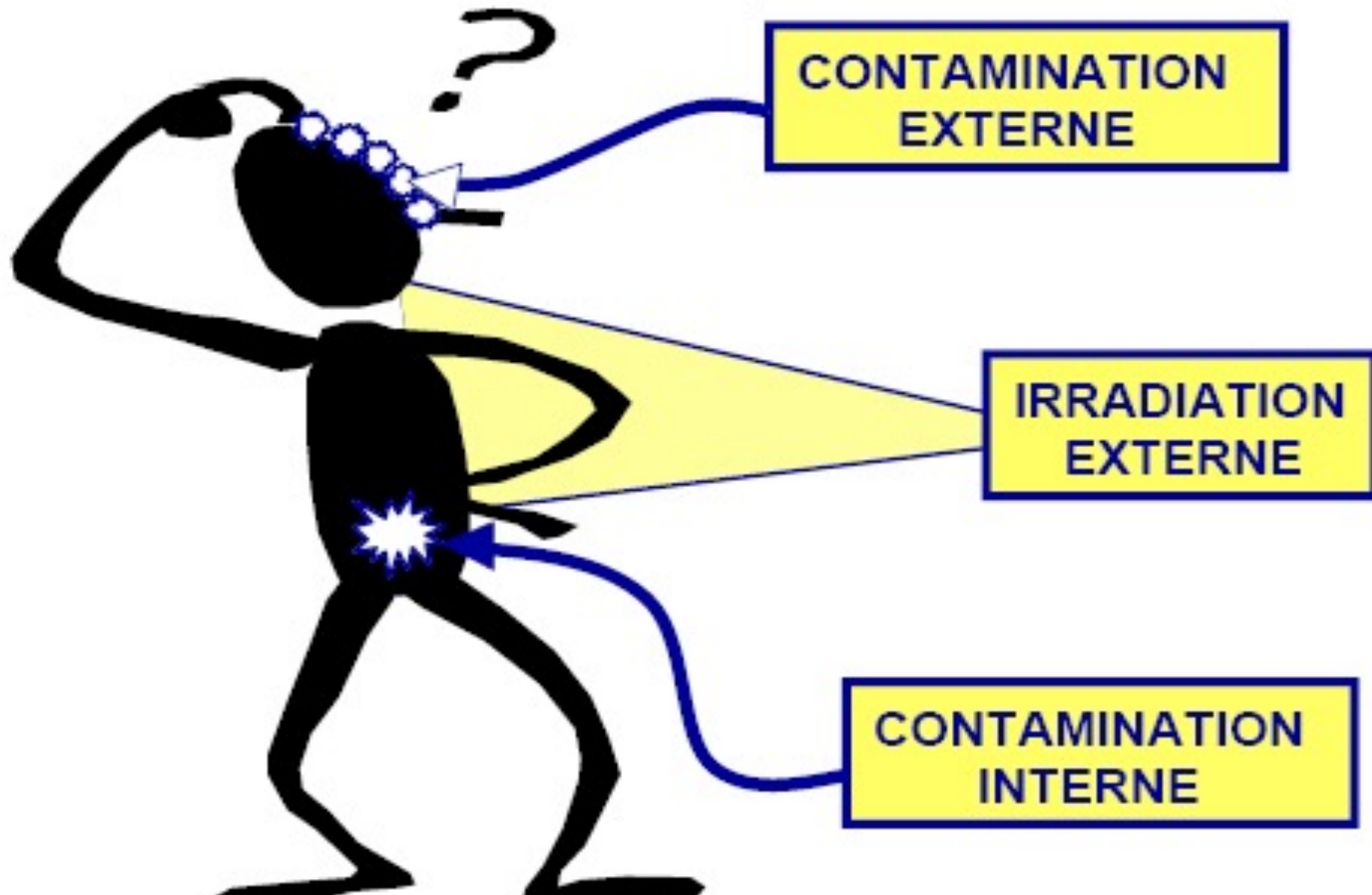
I. Scanner abdominopelvien

= 200 clichés pulmonaires = 1 500 jours de rayonnement naturel

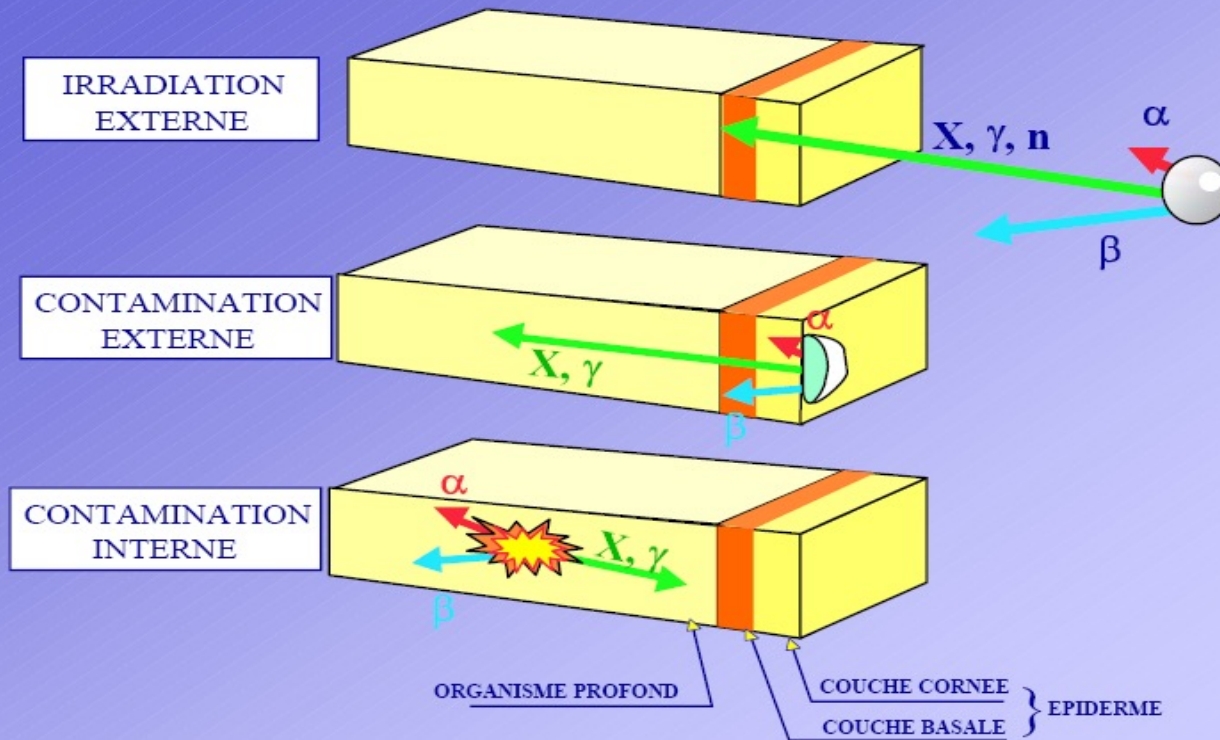
* L'IRM (imagerie par résonance magnétique) et l'échographie n'utilisent pas les rayons X.

MODES D'EXPOSITION
DIAGNOSTIC
PROTECTION SPECIFIQUE

MODES D' EXPOSITION

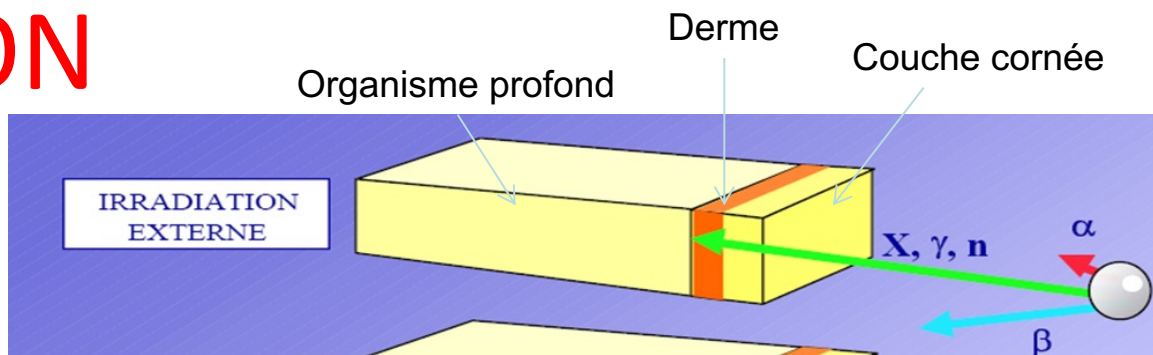
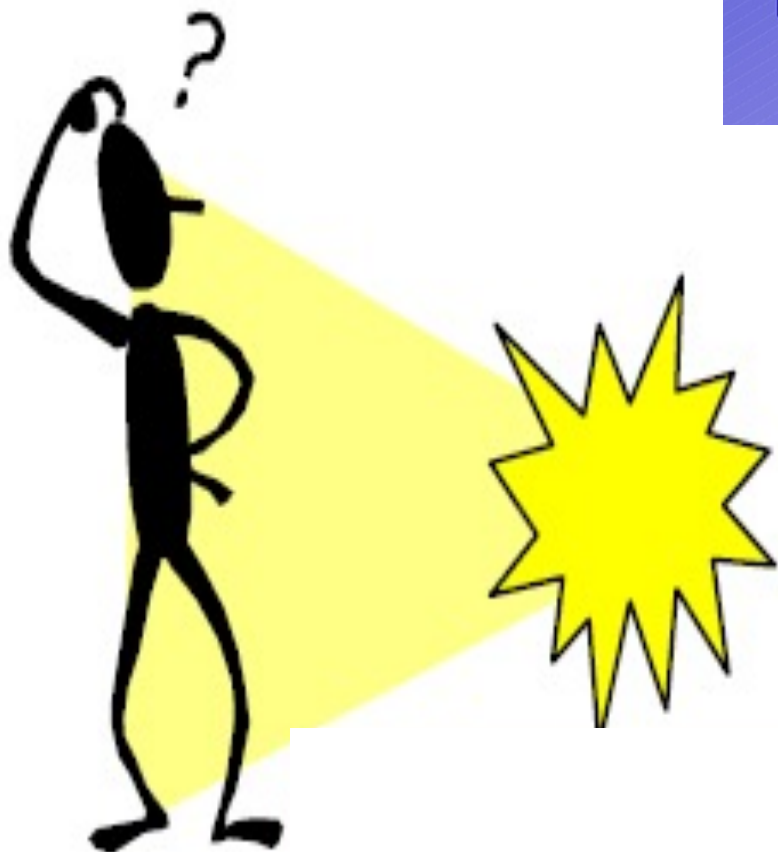


EFFETS d'une exposition RI



	α	β	γ X	n
Irradiation externe	O	O ($\pm$)	+++	+++
Contamination externe	O	+++	++	
Contamination interne	+++	++	+	

IRRADIATION



On ne risque pas plus de s'irradier en soignant un irradié que de se brûler en soignant un brûlé.

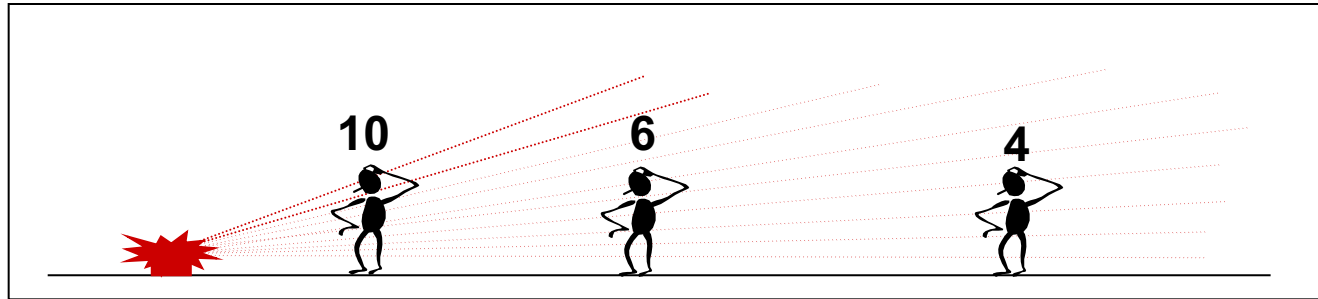


Devise shadok

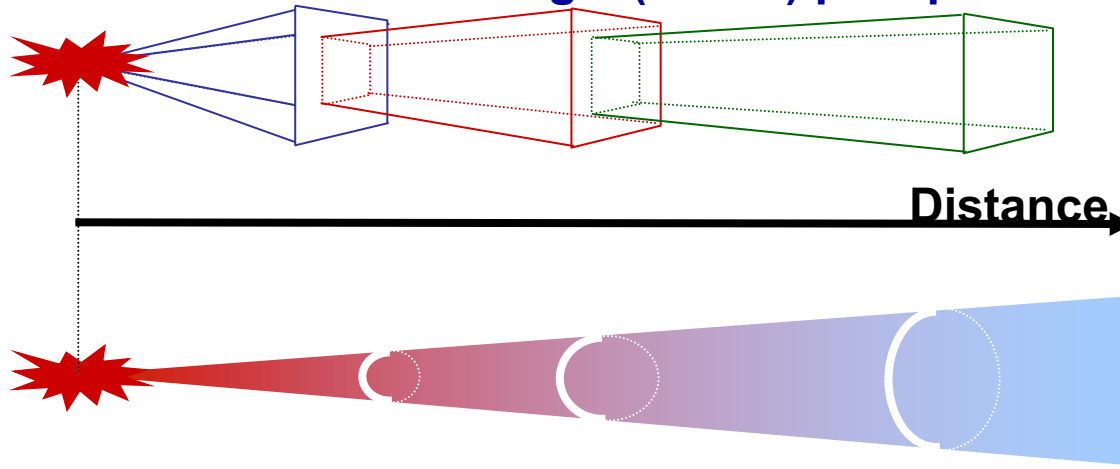
Irradiation –

Loi de l'inverse du carré de la distance

Variation en $1/r^2$



Une même surface voit un angle (solide) plus petit en s'éloignant



Un même angle (solide) est vu par une surface plus grande en s'éloignant

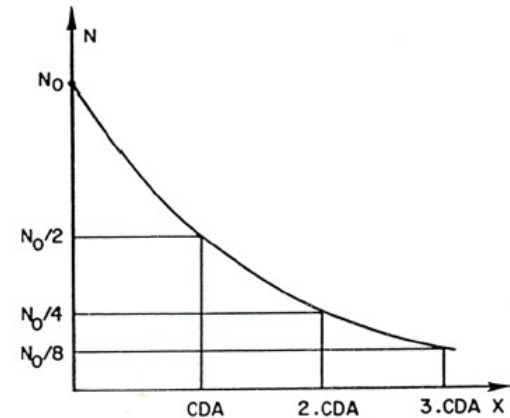
En pratique, quand on **double la distance** par rapport à la source,
Le débit de dose/la dose reçue diminue d'un facteur $1/2^2 = 1/4$
(**est divisée par quatre**)

Loi d'atténuation

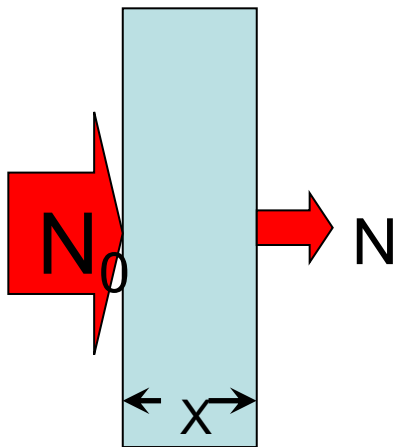
le nombre de rayons émergeant (N) n'ayant subi aucune interaction dans la traversée d'un écran d'épaisseur X est lié au nombre de rayons incidents (N_0) par la relation :

$$N = N_0 \cdot e^{-\mu X}$$

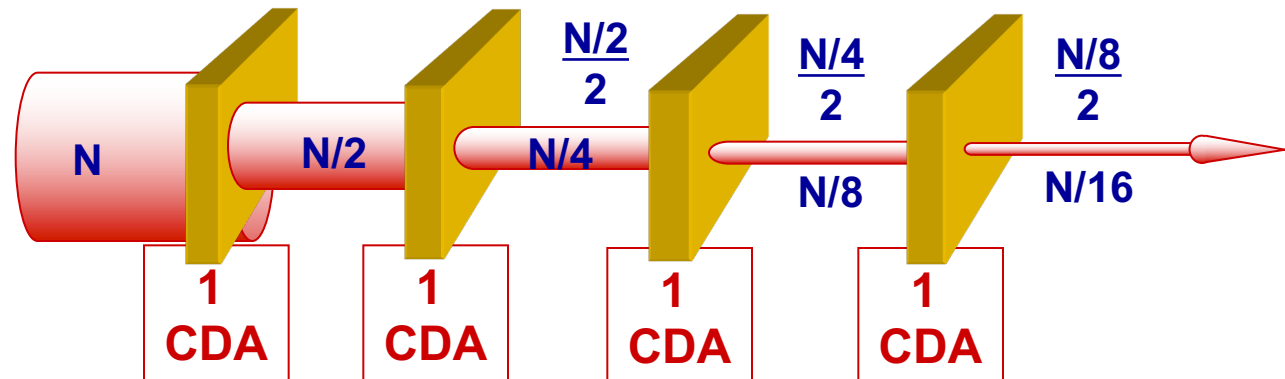
Variation du nombre de photons traversant un écran sans interaction en fonction de l'épaisseur X de l'écran



μ est le coefficient linéique global d'atténuation en cm^{-1} ;
 μ dépend de l'énergie des photons incidents et de la nature du matériau.



Notion de **CDA : couche de demi-atténuation**
telle que $N = N_0/2$ (pour $X = \text{CDA}$)



IRRADIATION: PRINCIPES DE RADIOPROTECTION

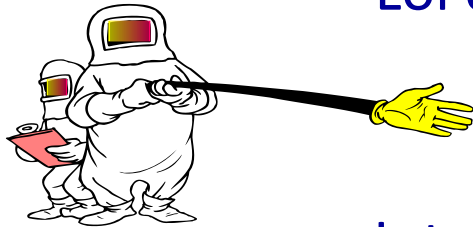
TEMPS



Diminuer le temps d'exposition (notion de débit de dose)

La dose est PROPORTIONNELLE au temps d'exposition

DISTANCE



S'éloigner de la source

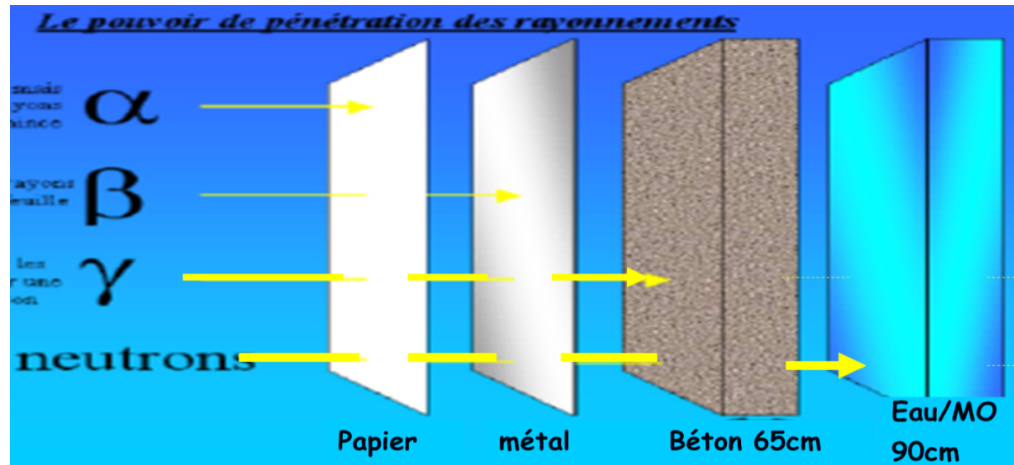
Loi de l'inverse du carré de la distance

La dose est INVERSEMENT PROPORTIONNELLE au 2 de la distance

Interposer un écran adapté:

X, γ : notion de CDA = Couche Demi Absorption

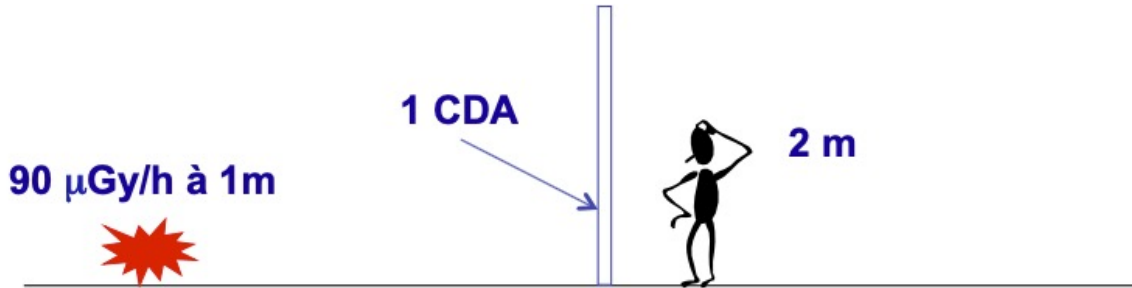
ECRANS



La dose est divisée par 2 par 1 CDA

Soit une source de rayonnement X de débit de dose constant, estimée à $90\mu\text{Gy/h}$ à 1m. On donne CDA Pb= 1,3mm. Le sujet se trouve à 2m de la source, derrière un écran d'épaisseur de 1 CDA

Parmi les propositions suivantes, quelle est la mesure la plus efficace pour réduire la dose absorbée liée à l'irradiation par cette source ?



- A Doubler la distance par rapport à la source
- B Doubler l'épaisseur de l'écran protecteur derrière lequel le sujet se tient (passer de l'épaisseur de 1 CDA à 2 CDA)
- C Diminuer par deux le temps pendant lequel le sujet est exposé
- D Toutes ces mesures ont la même efficacité
- E Aucune de ces mesures n'est efficace pour réduire la dose absorbée

Réponse : SANS CALCUL : A

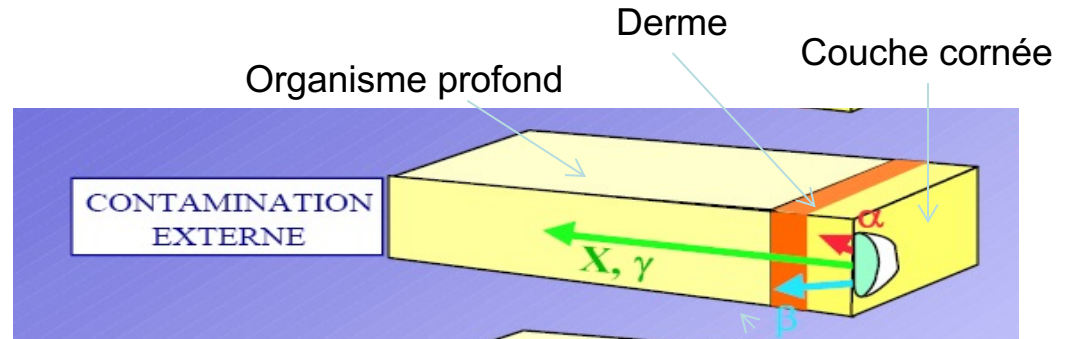
A : cette action divise la dose par 4

B, C : ces actions divisent la dose par 2

D : faux

E : faux, chacune de ces mesures est efficace pour réduire la dose

CONTAMINATION EXTERNE



- ✦ brûlures radiologique en cas de **contact prolongé** (en particulier β)
- ✦ Transfert de contamination vers L'entourage, les soignants, les locaux...
- ✦ Contamination interne secondaire par internalisation



EN PRATIQUE DANS LE MILIEU MEDICAL



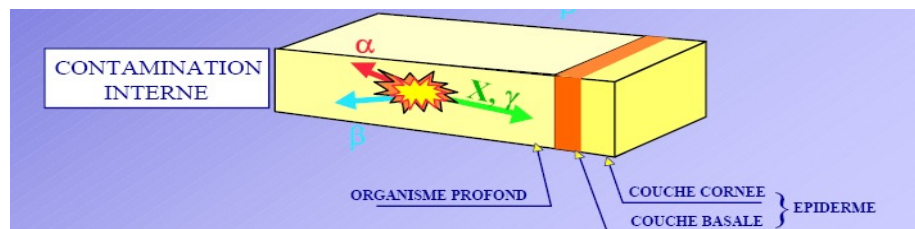
DIAGNOSTIC D'UNE CONTAMINATION EXTERNE



COMPTEURS EXTERNES

CONTAMINATION INTERNE

Risque pour l'entourage négligeable



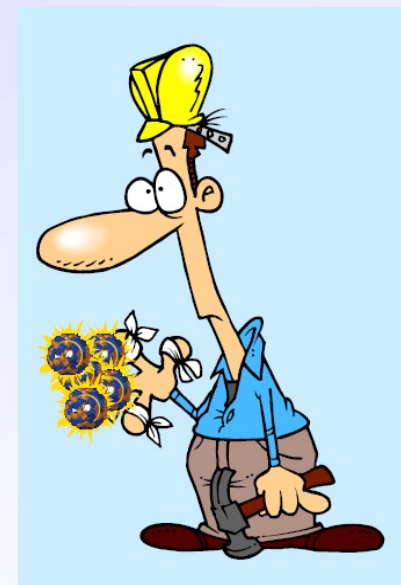
MODES DE PÉNÉTRATION DE LA CONTAMINATION INTERNE



Inhalation



Ingestion

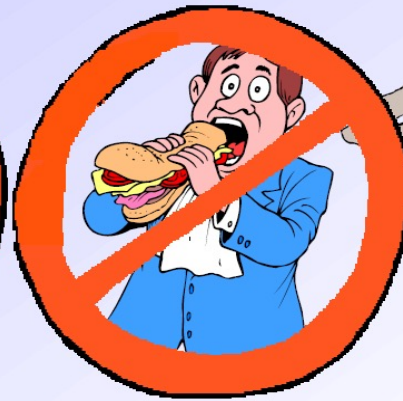


Blessure

PROTECTION CONTRE LA CONTAMINATION INTERNE

Protéger les voies de contamination
(ingestion, inhalation, blessure)

Protection d'organes cibles (iode
stable pour la thyroïde)



Boire

Manger

Fumer

CONTAMINATION INTERNE:

NOTION DE PERIODE BIOLOGIQUE

En cas de **contamination interne**, l'activité diminue :

Par décroissance RA $\rightarrow$ période physique T_{phys}

Par élimination biologique $\rightarrow$ période biologique T_{biol}

Période biologique d'une substance = temps nécessaire pour que la moitié de sa masse soit éliminée par les voies naturelles.

D'où la période effective $T_{\text{eff}} \Rightarrow$

$$\frac{1}{T_{\text{eff}}} = \frac{1}{T_{\text{phys}}} + \frac{1}{T_{\text{biol}}}$$

T_{eff} temps nécessaire pour que la RA de l'organisme diminue de moitié

T_{eff} toujours plus courte que la plus courte des 2 autres.



Quelle est la période effective de l'iode 131 sachant que la période radiologique est de 8 jours et la période biologique est de 140 jours ?

- A 140 jours
- B 8 jours
- C 5,3 heures
- D 1500 jours
- E 7,6 jours

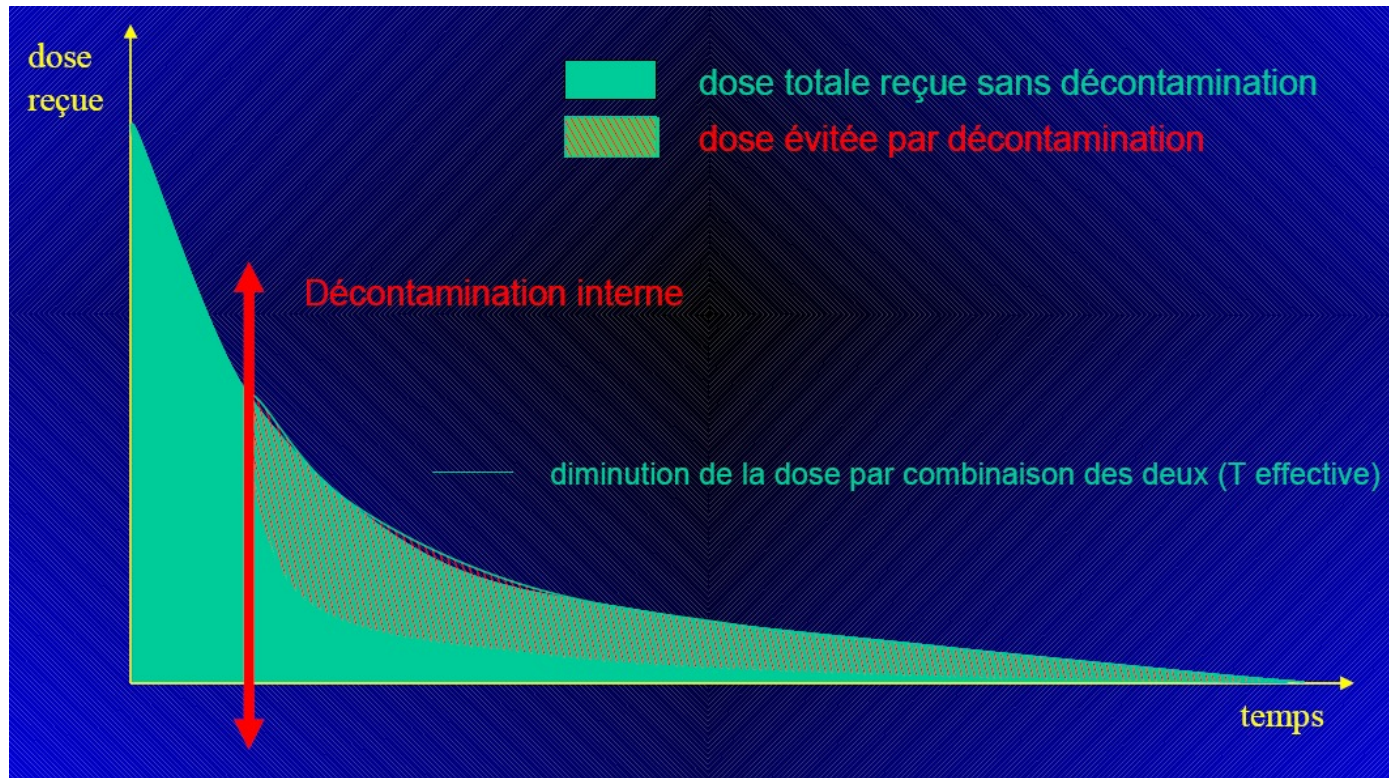
$$\frac{1}{T_{\text{eff}}} = \frac{1}{T_{\text{phys}}} + \frac{1}{T_{\text{biol}}}$$

$$\begin{aligned} T_{\text{eff}} &= (T_{\text{phys}} \times T_{\text{biol}}) / (T_{\text{phys}} + T_{\text{biol}}) \\ &= (8 \times 140) / (8 + 140) = 7,57 \text{ jours} < 8 \text{ jours} \end{aligned}$$

Réponse E: La période effective est toujours plus petite que la plus petite des deux périodes (biologique et radiologique)

CONTAMINATION INTERNE: NOTION DE DOSE ENGAGÉE

Le terme de **dose engagée** signifie que la dose n'est pas reçue instantanément au moment de l'incorporation dans l'organisme du produit radioactif, mais, au contraire, **tout au long du temps de présence du radionucléide dans l'organisme (T_{eff})**.



Exemple: réduction de la dose engagée

RADIOPROTECTION

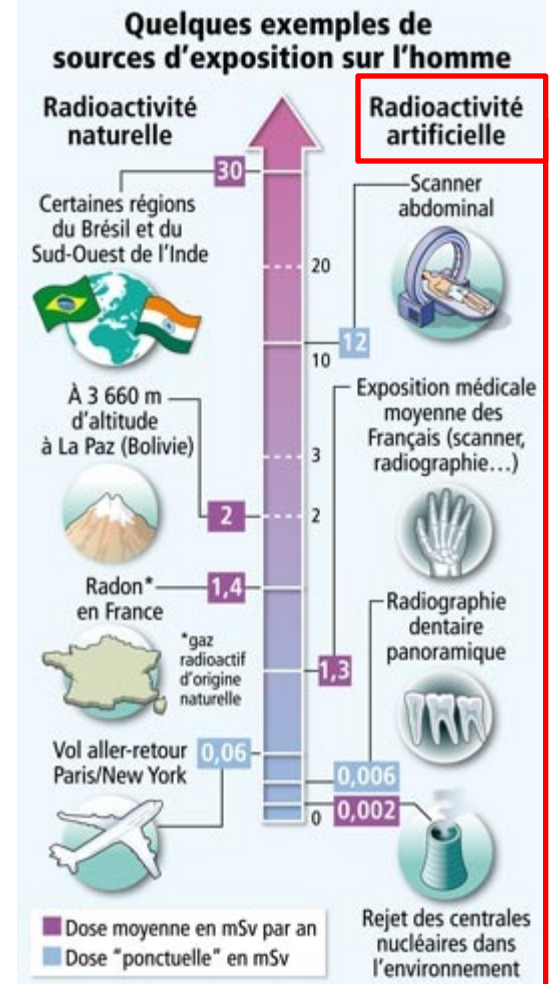
RADIOPROTECTION des patients

RADIOPROTECTION DES PATIENTS

Un principe général de précaution: « **ALARA** »
pour « As Low As Reasonably Achievable »,
aussi bas que raisonnablement possible

Trois grands principes, inscrits dans le code de la santé publique

- la **JUSTIFICATION de l'exposition** : justifier les activités comportant un risque d'exposition à des rayonnements ionisants ;
- l'**OPTIMISATION** des expositions à ces rayonnements au niveau le plus faible possible ;
- la **LIMITATION DES DOSES** d'exposition individuelle à ces rayonnements.

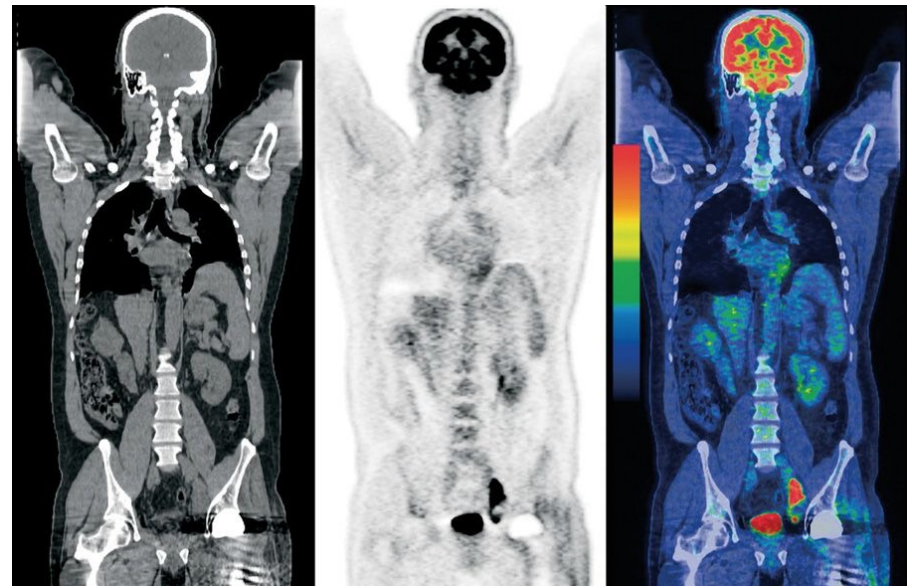


Médicale+++

En pratique:
balance bénéfice/risque pour le patient
Guide de bon Usage des examens
Notion de NRD Niveau de Référence Diagnostic

Un patient peut recevoir, par an, au plus, une dose équivalente de :

- A 20 Sv
- B 150 mSv
- C 20 mSv
- D 1 mSv (dose dite « public »)
- E Aucune réponse n'est exacte



Réponse: E

RADIOPROTECTION des travailleurs



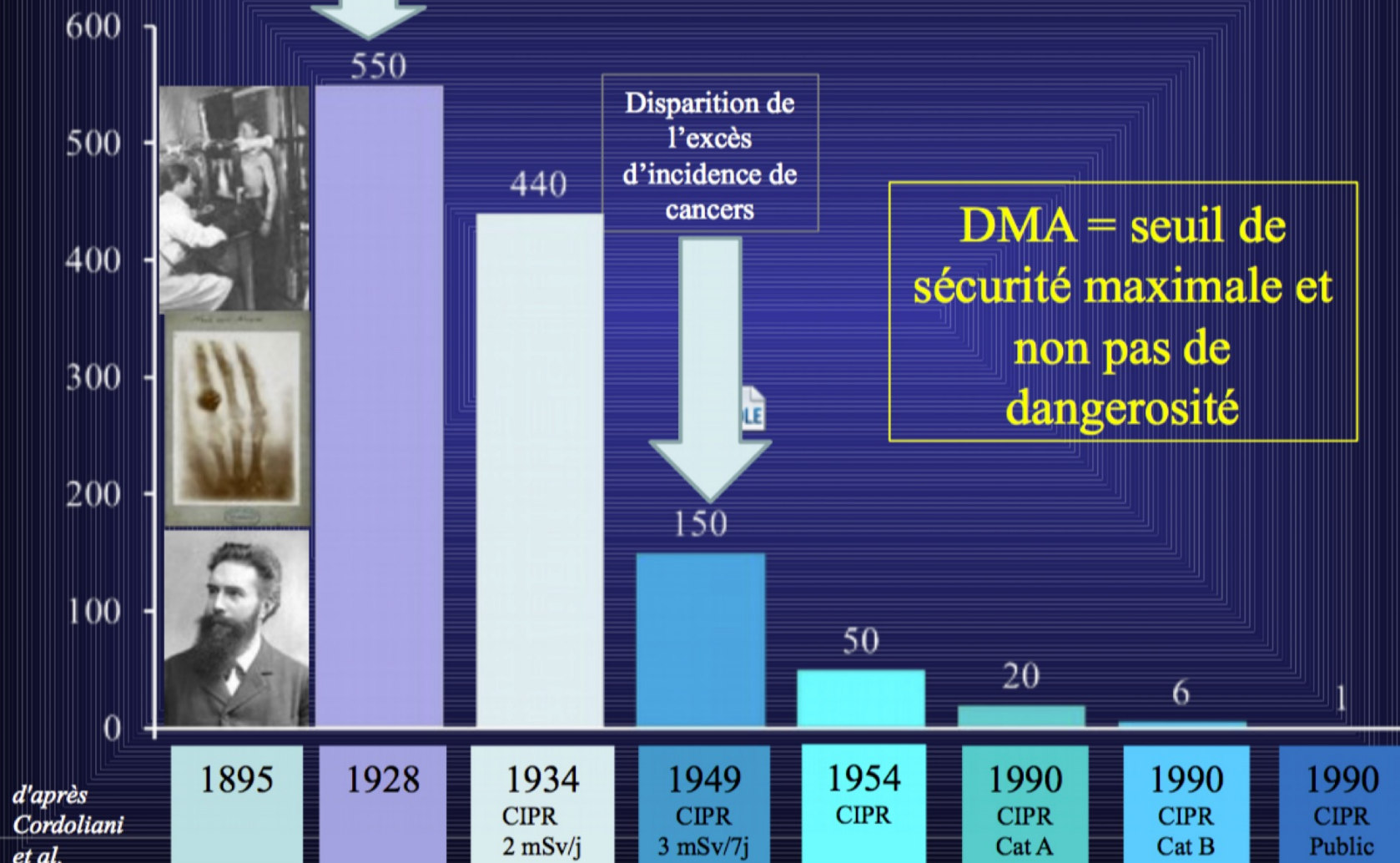
Histoire de la Dose Maximale Admissible

mSv/an

Disparition
des effets
déterministes

Disparition de
l'excès
d'incidence de
cancers

DMA = seuil de
sécurité maximale et
non pas de
dangerosité



RADIOPROTECTION DES TRAVAILLEURS

Le contrôle dosimétrique permet de vérifier que les expositions de chaque travailleur restent inférieures aux limites réglementaires

Ces limites d'exposition annuelles se situent bien en dessous des seuils pour lesquels il a été démontré qu'un effet sur l'organisme et la santé pouvait apparaître



<i>Limites d'exposition sur 12 mois (mSv)</i>	Catégorie A	Catégorie B	Public
Corps entier	20	6	1
Cristallin	150	50	15
Extrémités, peau	500	150	50
Enfant à naître		1 Sur 9 mois à l'abdomen	

Radioprotection des travailleurs

LES PROTECTIONS



Cache Thyroïde



Tabliers Plombés



Ecrans

LA SURVEILLANCE

Dosimètres passifs
Dosimètres opérationnels



Dosimètres passifs



Borne dosimétrique



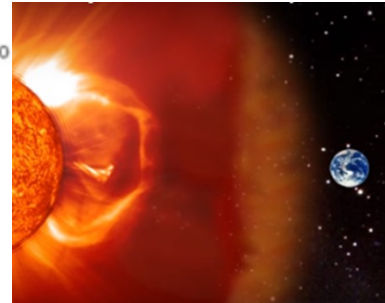
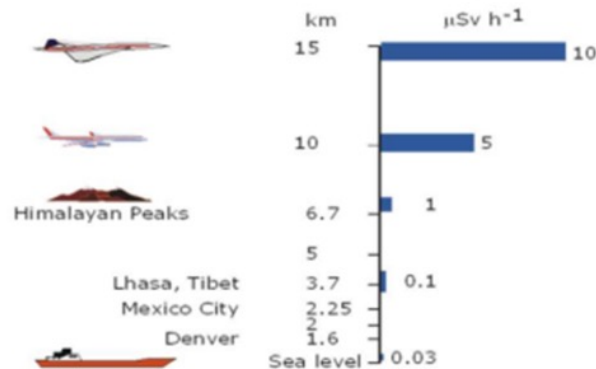
Dosimètres opérationnels

Radioprotection des travailleurs

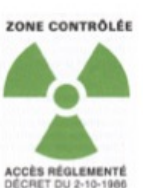


Débits de dose en fonction de l'altitude

(image extraite du site Sievert)



Radioprotection des travailleurs : le Zonage

Dose efficace mSv / an		1		6		20		
Type de zone	Zone publique		Zone surveillée		Zone contrôlée		Zone spécialement réglementée	Zone interdite
Travailleurs autorisés			A et B		A → B		A	

Arrêté du 15 Mai 2006		
ZONE SPÉCIALEMENT RÉGLEMENTÉE	Zone non réglementée	
	Zone Surveillée	E < 80 µSv en 1 mois
	Zone Verte	E < 7,5 µSv en 1 heure He < 0,2 mSv en 1 heure
	Zone Jaune	7,5 < E < 25 µSv en 1 heure 0,2 < He < 0,65 mSv en 1 heure
	Zone Orange	E < 2 mSv en 1 heure He < 50 mSv en 1 heure H' < 2 mSv / h
	Zone Rouge	E < 100 mSv en 1 heure He < 2,5 Sv en 1 heure H' < 100 mSv / h

RADIOPROTECTION du public

Radioprotection des populations



Fukushima Daiichi 2011



Tchernobyl 1986



Radioprotection des populations

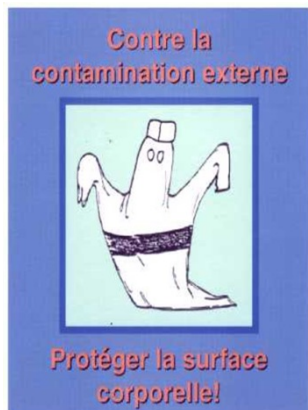


En cas d'accident de centrale nucléaire

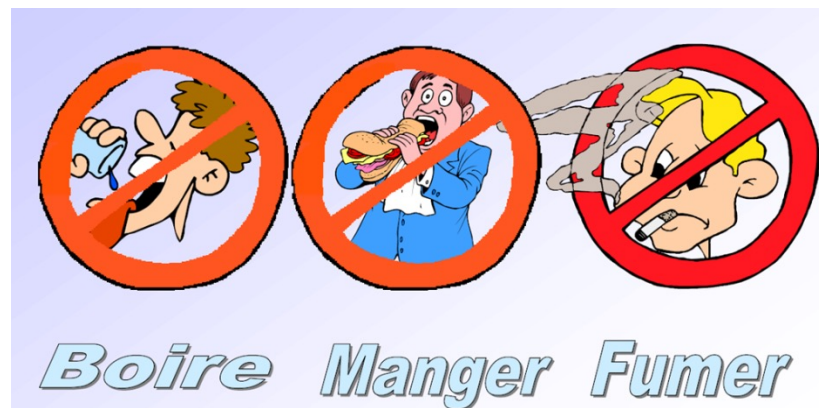
- A Le confinement permet de diminuer la contamination externe par le nuage radioactif
- B Le confinement permet de diminuer la contamination interne par le nuage radioactif
- C La prise d'iode stable permet de diminuer l'irradiation par exposition externe au nuage
- D La prise d'iode stable permet de diminuer l'irradiation par contamination externe
- E Aucune réponse n'est exacte

Réponse A, B

RADIOPROTECTION : RAPPELS



CONTAMINATION EXTERNE



CONTAMINATION INTERNE

IRRADIATION



Prendre quelques pas de recul si possible lors des angiographies (DSA)

Distance



Porter des protections plombées : Jupe & haut, Protège thyroïde, Lunettes, Eventuellement manchette pour les femmes

Ecran



Temps



PATIENT: Justification / Optimisation / Limitation des doses