

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Les accidents de gammagraphie : *conséquences et prise en charge*

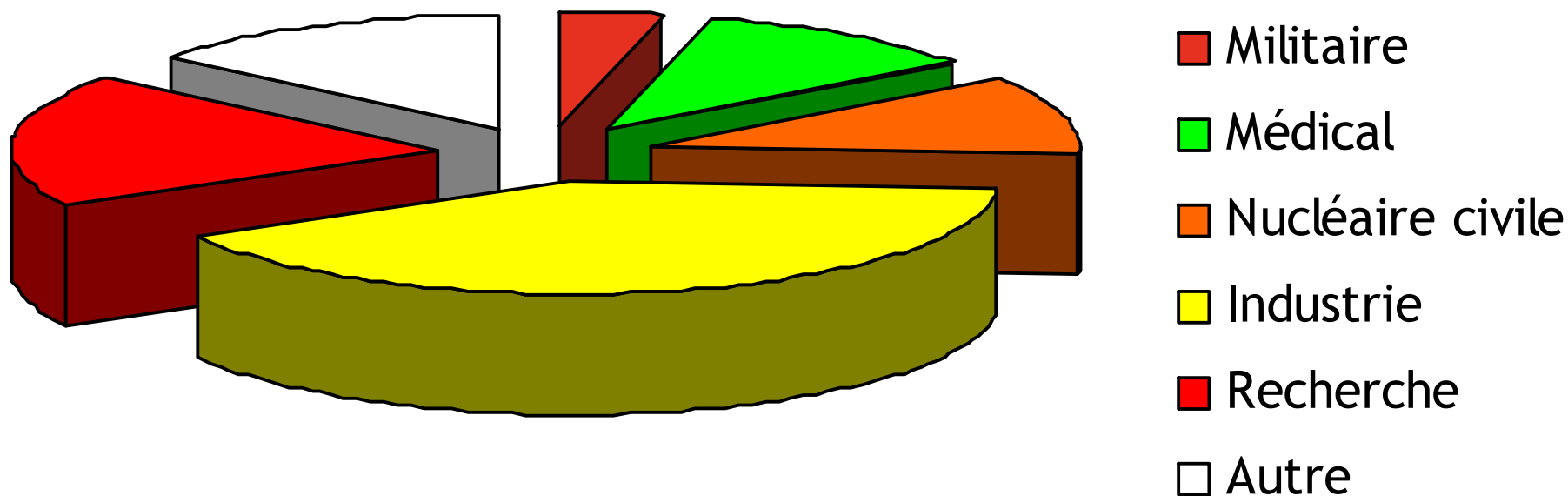
Jean-François BOTTOLLIER-DEPOIS

jeanfrancois.bottollier@irsn.fr

Les différentes natures d'accidents

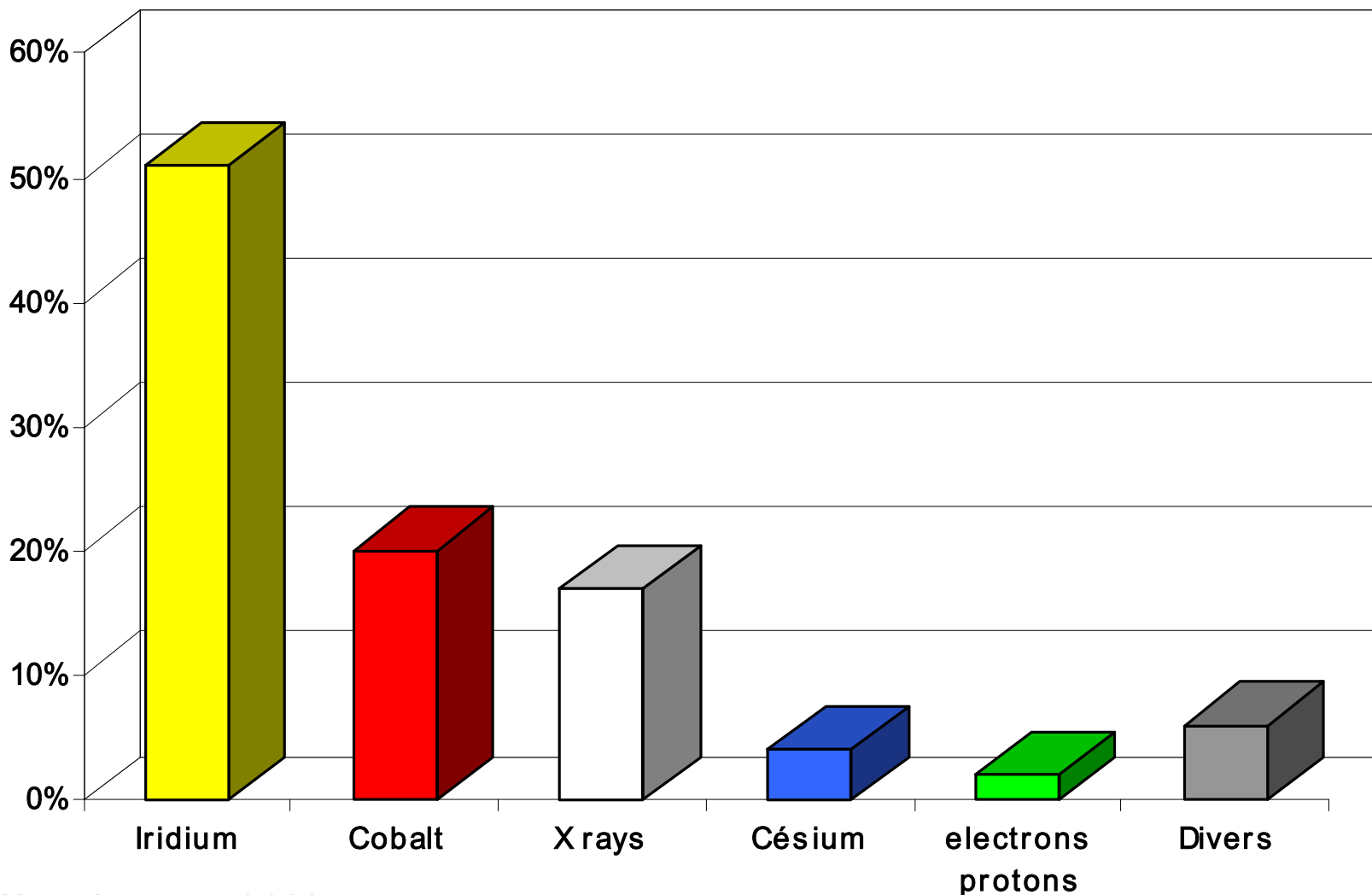
Répartition des accidents graves par secteur d'activité

Depuis 1945 : ~500 accidents et ~130 décès déclarés



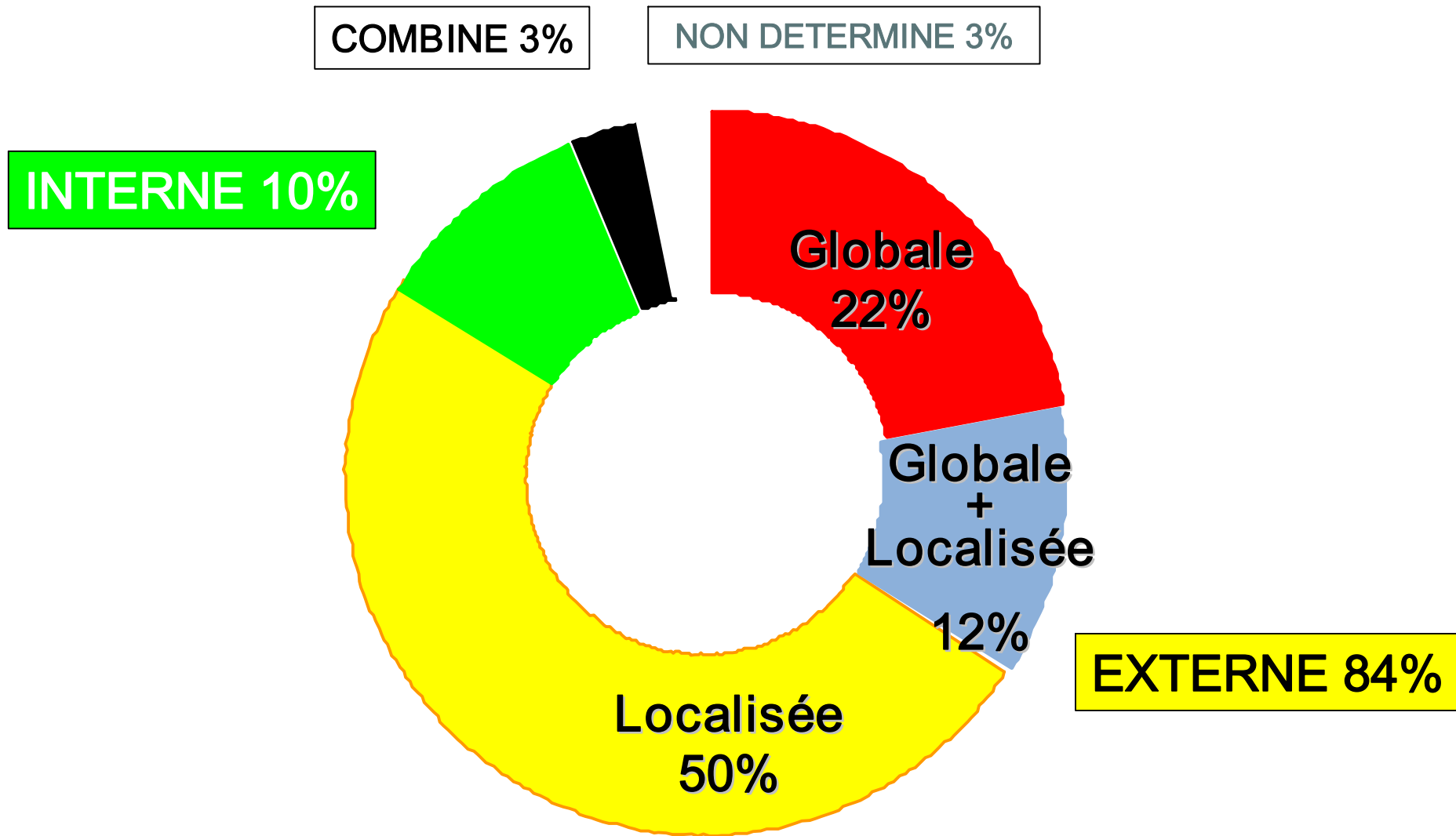
(Chambrette, 2002)

Nature des sources en cause lors d'accidents graves dans le secteur industriel



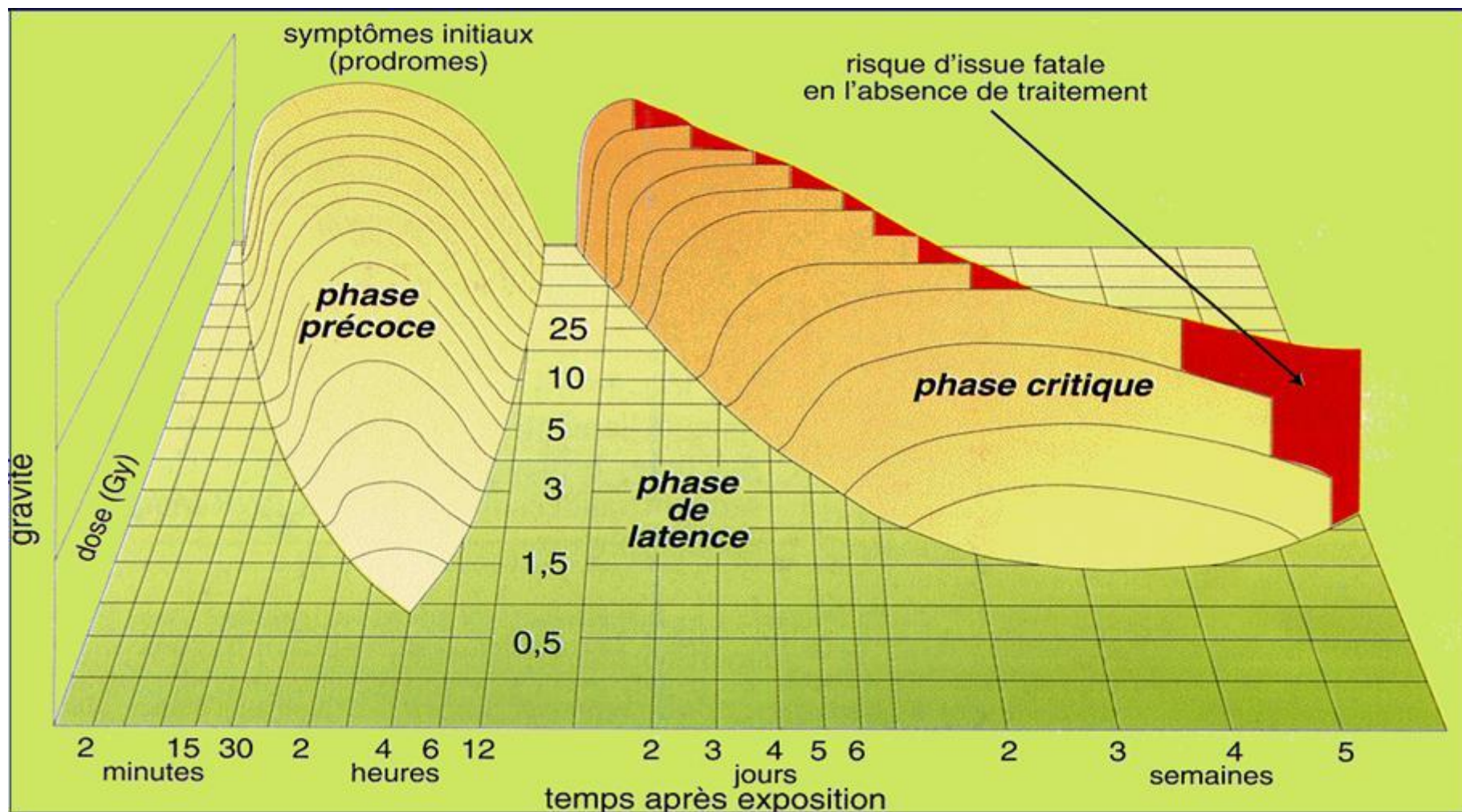
(Chambrette, 2002)

Répartition des accidents par mode d'exposition

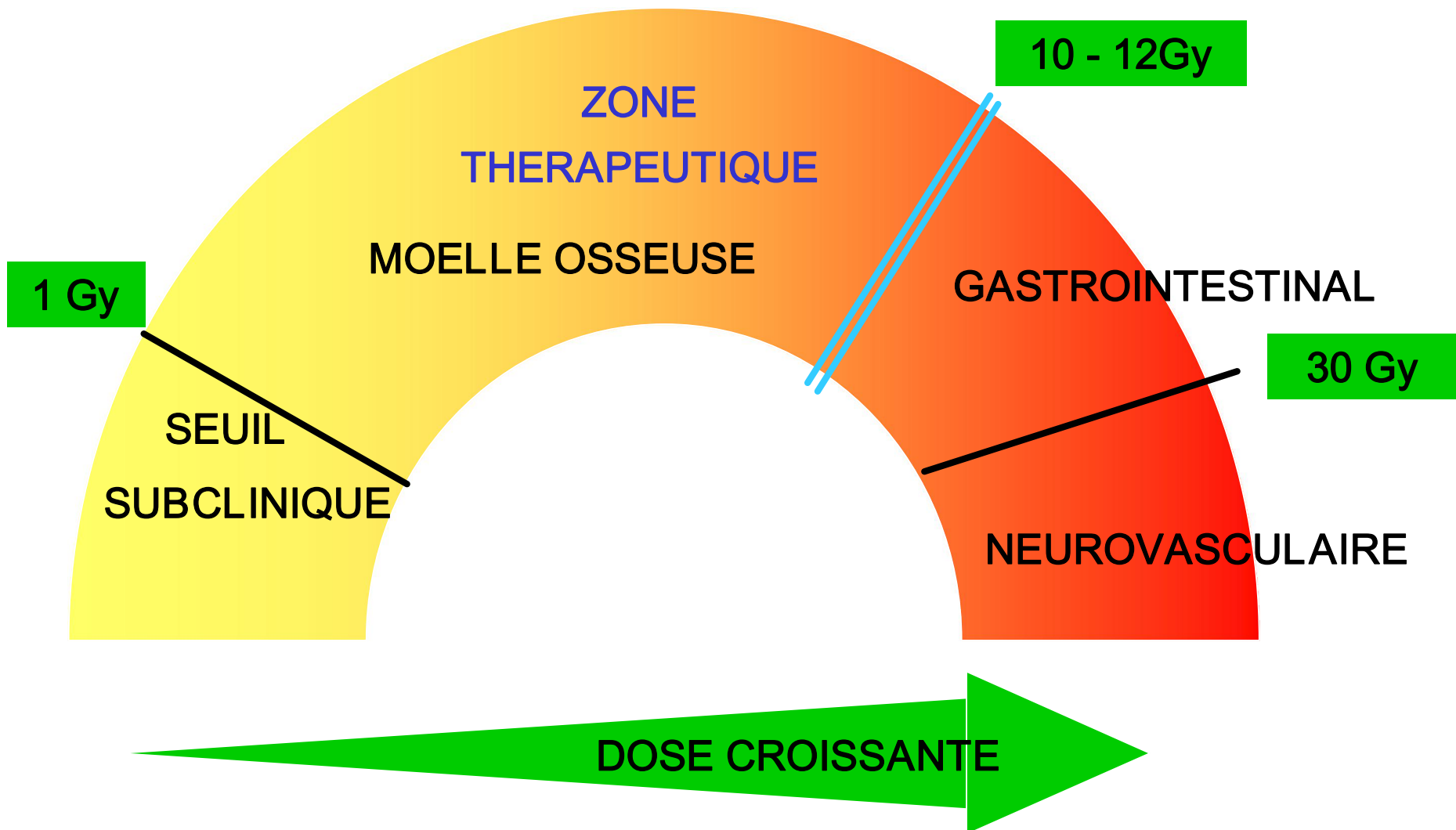


Les conséquences d'une irradiation aigue

Le syndrome aigu d'irradiation globale (SAI)



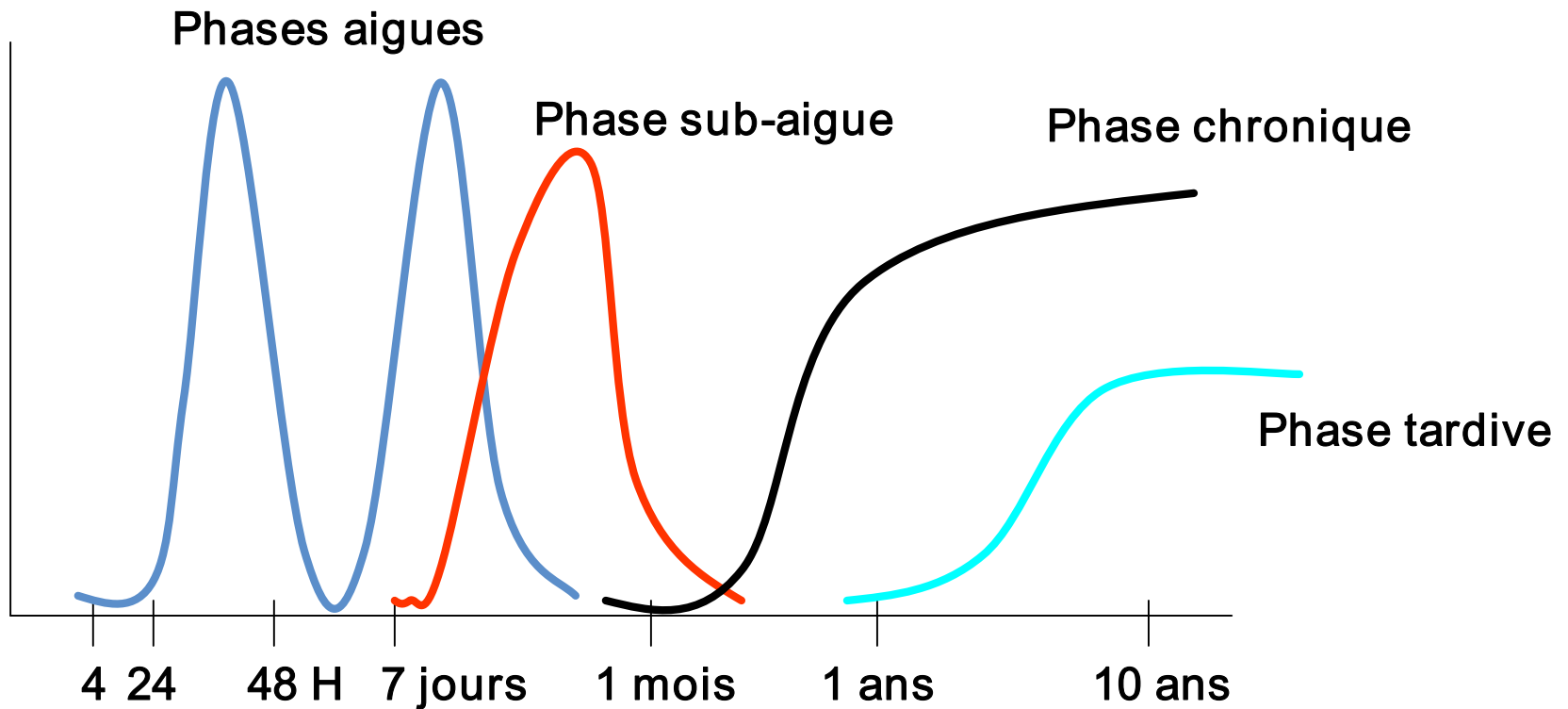
Le syndrome aigu d'irradiation globale



Brûlures radiologiques : spécificité par rapport aux brûlures thermiques

- La brûlure est un processus dynamique
- Les lésions apparaissent de façon retardée
- Evolution temporo-spatiale imprévisible des lésions par vagues successives inflammatoires
- La nécrose profonde est extensive au fur et à mesure des excisions chirurgicales
- La cicatrisation est longue, fragile et aléatoire
- Douleurs +++ incoercibles et rebelles aux opiacés
(indicateur de récurrences et donc de pronostic)

Brûlure radiologique : évolution temporelle



Classification des brûlures radiologiques

- 4 - 5 Gy : *Dépilation transitoire*
- 6 - 12 Gy : *Erythème*
- 12 - 15 Gy : *Desquamation sèche*
- 15 - 25 Gy : *Desquamation exsudative*
- > 25 Gy : *Radionécrose*

Exemples de brûlures radiologiques



Desquamation exsudative



Radionécrose



4 jours PI



18 jours PI

La prise en charge

Spécificités d'un accident d'irradiation

Chaque accident est un cas particulier qui va entraîner des difficultés pour la prise en charge médicale et pour l'évaluation de la dose

- Nature de l'irradiation : globale ou localisée
⇒ *diversité des atteintes, difficultés pour poser le bon diagnostic et définir une stratégie thérapeutique adaptée*
- Paramètres de la source : *activité, nature et énergie des rayonnement, durée de l'exposition*
⇒ *atténuation dans les tissus, valeur de la dose*
- Scénario : *nombre de victimes, lieu*
⇒ *organisation de la prise en charge, tri ?*

La prise en charge en France aujourd'hui

Nécessité d'équipes pluridisciplinaires :

- Médecins : *spécialistes brûlures thermiques, hématologistes, chirurgiens plastiques, radiopathologistes*
- Biologistes (IRSN) : *indicateurs biologiques pour la dose et l'atteinte + mise au point de traitements*
- Physiciens (IRSN) : *reconstitution dosimétrique de l'accident, évaluation de la dose et de sa distribution dans l'organisme*

⇒ *Hôpital HIA Percy : traitement*

IRSN : aide au diagnostic + stratégie thérapeutique

Accident du Chili

15 décembre 2005

Caractéristiques de l'accident chilien

Lieu : chantier de construction d'une usine pour la fabrication de cellulose, Chili - *15 décembre 2005*

Contexte : source utilisée pour le contrôle de soudure retrouvée seule en dehors de son château de stockage

Caractéristique de la source : iridium-192 de $3,3 \cdot 10^{12}$ Bq (90 Ci)

Caractéristiques de l'irradiation :

- durée totale de l'exposition : *40 mn dont 10 mn dans la poche arrière du pantalon*
- suspicion d'irradiations localisées : *bas du dos, mains, tête et poitrine*



source

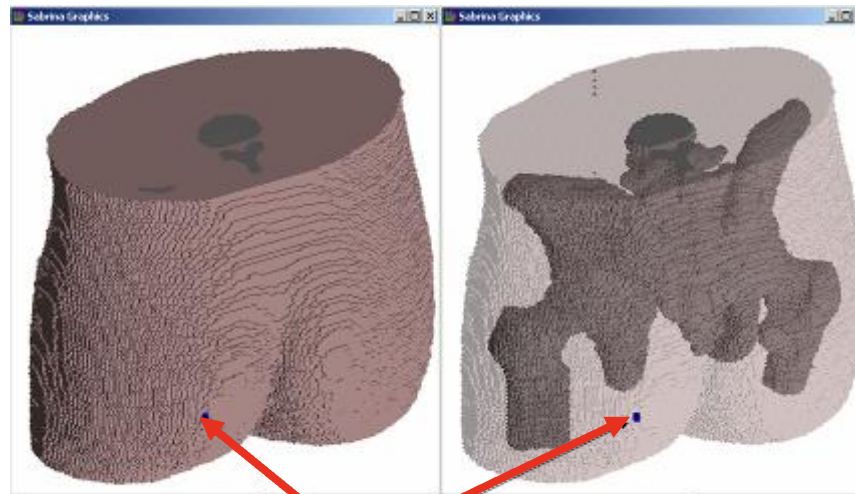
Reconstitution dosimétrique de l'accident chilien : *modélisation pour la source dans la poche arrière*

Mannequin « voxélisé »

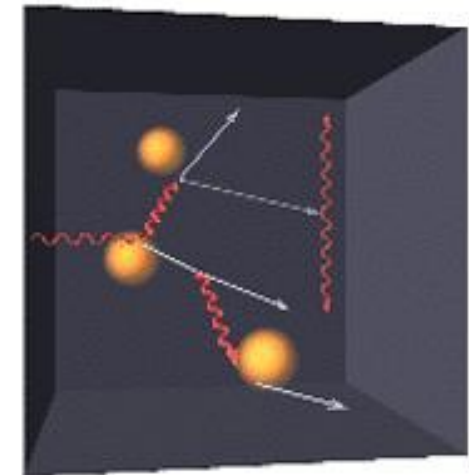
Code de calcul
Monte Carlo



Scanner



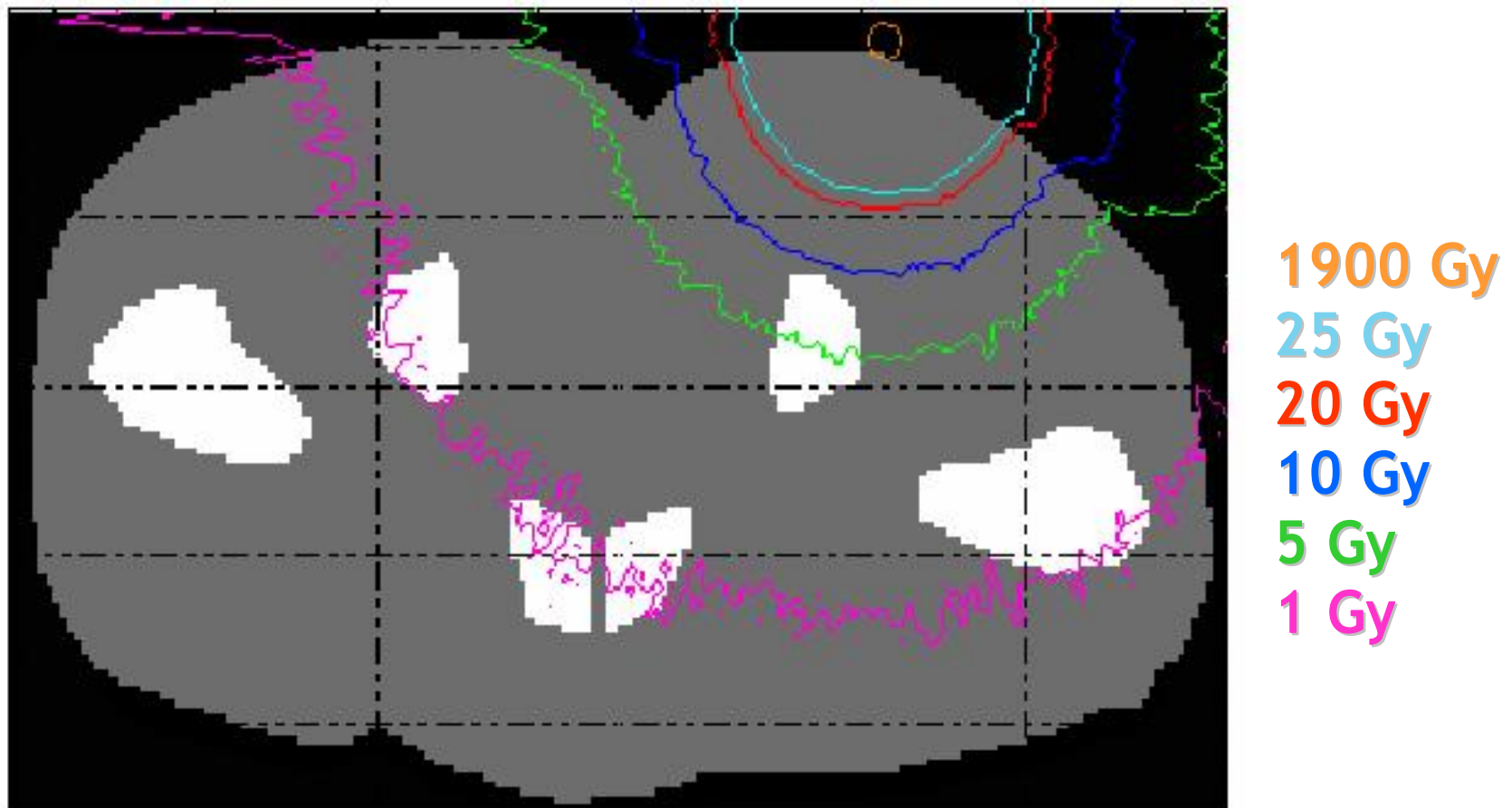
source



Méthode de calcul :

- Simulation du transport des gamma dans la matière
- Calcul des dépôts d'énergie en différents points de l'organisme

Cartographie de la dose pour l'accidenté chilien : *source poche arrière du pantalon pendant 10 min.*



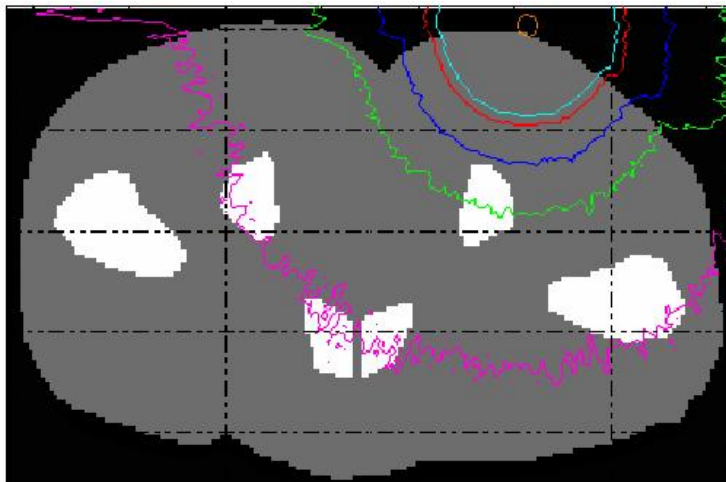
Au dessus de 25 Gy, une nécrose des tissus apparaît à terme

La cartographie de la dose en support direct à la chirurgie : *une première mondiale*

Prise en charge tardive : *l'exérèse est généralement guidée par la clinique car la nécrose est apparente*

Prise en charge précoce (cas présent) : *l'exérèse doit être étendue aux tissus potentiellement nécrotiques qui sont sains en apparence au moment de la prise de décision*

Nouvelle approche : la cartographie en surface et en profondeur de la dose guide le geste chirurgical

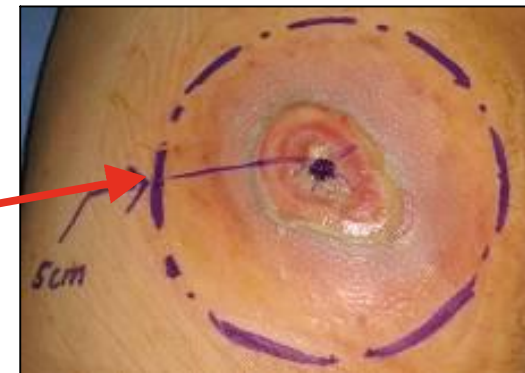


Cartographie de la dose

1900 Gy
25 Gy
20 Gy
10 Gy
5 Gy
1 Gy



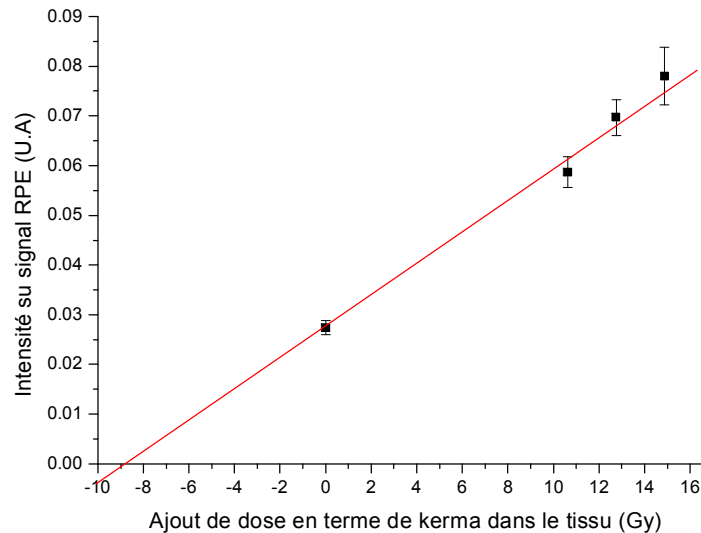
5 cm



Champ de l'exérèse

Evaluation de la dose par spectrométrie RPE : *mesure sur 2 des dents de l'accidenté chilien*

Evaluation de la dose à la tête : *nécessaire au diagnostic pour s'assurer en particulier que la dose reste inférieure à la limite de nécrose*



Courbe d'addition de dose

Dent 2-4 : **8,5 Gy**

Dent 4-5 : **5,6 Gy**



**Dose élevée, mais pas de
nécrose attendue au
niveau de la tête**

Autogreffes de peau et greffe de cellules souches mésenchymateuses



Accident Dakar-Abidjan

juin-août 2006

Caractéristiques de l'accident africain

Lieu : Société *BV*

Dakar puis Abidjan - *3 juin au 3 août 2006*

Contexte :

- désolidarisation de la source restée dans la gaine d'éjection d'un gammagraphe (03/06)
- stockage locaux BV du 09/06 au 01/08
- conditionnement pour envoi (31/06 - 01/08)
- transport par avion Dakar-Abidjan le 01/08
- découverte de la source le 03/08

Appareil :

- modèle TIFF ancienne génération
- source Ir-192, activité entre 3,6 TBq (97 Ci) et 2,2 TBq (60 Ci)

Caractéristiques de l'irradiation :

- fractionnée et chronique (1 mois $\frac{1}{2}$) et aigue (~1 jour)
- irradiation localisée + globale avec SAI pour une personne
- 4 patients hospitalisés à HIA Percy - arrivés entre 29-31/08
- dosimétrie biologique pour 60 personnes (<0,2 - 2,6 Gy)

Le modèle TIFF utilisé



Les conditions de l'irradiation



Estimation de la dose pour les patients les plus atteints

- Travailleur 1 :

Dosimétrie biologique : 2,6 Gy corps entier et 3,6 Gy fraction irradiée

Dose moyenne calculée : 3,4 Gy avec gradient latéral ~ 10

Dose dent par RPE : 4,9 Gy

Dose peau aisselle ~ 20 Gy

Dose entrée poumon gauche ~ 10 Gy

- Travailleur 2 :

Dosimétrie biologique : 1 Gy corps entier et 1,8 Gy fraction irradiée

Dose moyenne calculée : 0,9 Gy

Dose dents par RPE : 2,5 à 3,5 Gy

Dose peau pieds < 15 Gy

Conclusions

- **Causes** : défaillance matériel, matériel non conforme aux normes en vigueur, procédures insuffisantes ou non respectées
- **Conséquences** : irradiations complexes globales et localisée, difficulté pour la gestion
- **Prise en charge** par des équipes mixtes : *médecins de disciplines diverses, biologistes et physiciens*