

**IRSN**

INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

*Faire avancer la sûreté nucléaire*

# L'évaluation et la gestion des risques associés aux expositions aux radionucléides émetteurs Auger et bêta. ”

*F. Paquet et al.*  
*IRSN*

# Qui sont ces émetteurs Auger et bêta ?

*Radionuclides émettant des électrons à faible parcours dans la matière..*

- Emetteurs bêta (du  $\mu\text{m}$  au mm)
- Emetteurs Auger (1-200 nm)

# Qui sont ces émetteurs Auger et bêta ?

- **Emetteurs bêta** (du  $\mu\text{m}$  au mm)

$^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,

- **Emetteurs Auger** (1-200 nm)

$^{40}\text{K}$ ,

$^{231}\text{Th}$   $^{234}\text{Th}$  ..

$^{210}\text{Pb}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ac}$ ,

# Qui sont ces émetteurs Auger et bêta ?

- **Emetteurs bêta** (du  $\mu\text{m}$  au mm)

$^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{32}\text{P}$ ,  $^{35}\text{S}$ ,  $^{99}\text{Tc}$ ,  $^{63}\text{Ni}$ ,

- **Emetteurs Auger** (1-200 nm)

$^{40}\text{K}$ ,  $^{55}\text{Fe}$ ,  $^{57}\text{Co}$ ,  $^{59}\text{Ni}$ ,  $^{65}\text{Zn}$ ,  
 $^{231}\text{Th}$   $^{234}\text{Th}$  ..

$^{210}\text{Pb}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ac}$ ,

# Qui sont ces émetteurs Auger et bêta ?

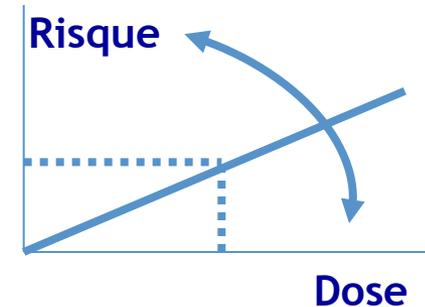
- **Emetteurs bêta (du  $\mu\text{m}$  au mm)**

$^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{32}\text{P}$ ,  $^{35}\text{S}$ ,  $^{99}\text{Tc}$ ,  $^{63}\text{Ni}$ ,  $^{90}\text{Y}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{131}\text{I}$ ,  $^{153}\text{Sm}$ ,...

- **Emetteurs Auger (1-200 nm)**

$^{40}\text{K}$ ,  $^{55}\text{Fe}$ ,  $^{57}\text{Co}$ ,  $^{59}\text{Ni}$ ,  $^{65}\text{Zn}$ ,  $^{77}\text{Br}$ ,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ,  $^{123}\text{I}$ ,  $^{125}\text{I}$ ,  $^{111}\text{In}$ ,  $^{201}\text{Tl}$ ,  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ac}$ ,  
 $^{231}\text{Th}$   $^{234}\text{Th}$  ..

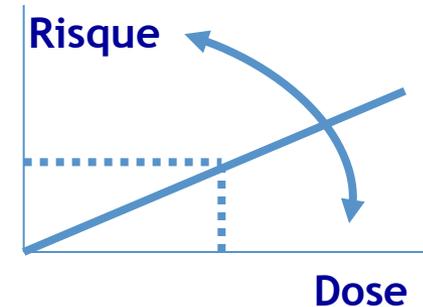
# La gestion des expositions



## Repose sur la relation dose/ risque (RLSS)

- Utilise la dose efficace
- Assume une distribution homogène de l'énergie

# La gestion des expositions



## Repose sur la relation dose/ risque (RLSS)

- Utilise la dose efficace
- **Assume une distribution homogène de l'énergie**

# La gestion des expositions

La distribution de l'énergie dans la matière *peut ou peut ne pas* être homogène

# La gestion des expositions

**La distribution de l'énergie dans les tissus dépend**

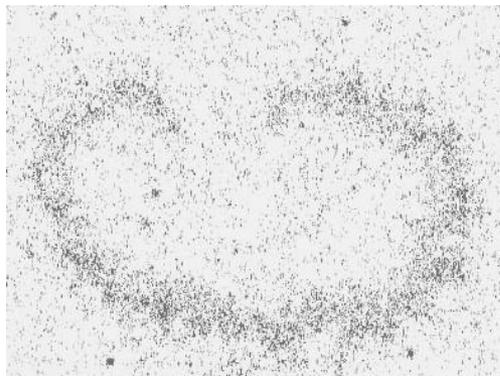
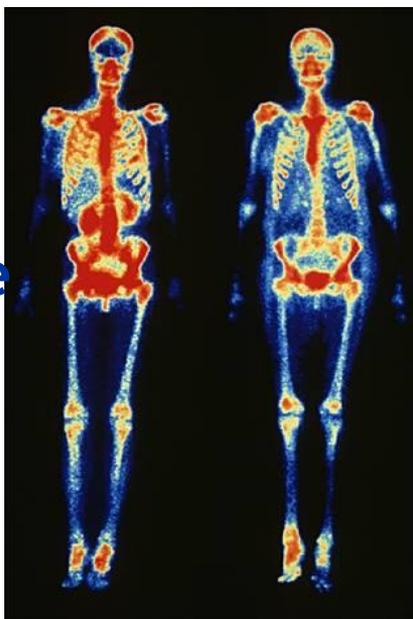
- de la distribution des radionucléides**
- du parcours des particules émises**

# 1. La distribution des radionucléides

Au niveau  
de  
l'organisme

--

$^{99m}\text{Tc}$  chez  
humains



Au niveau tissulaire

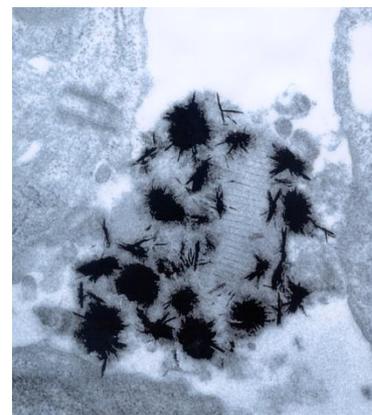
--

Uranium  
dans reins de rat après i.v.

Au niveau cellulaire

---

Uranium  
dans macrophages alvéolaires



# 1. La distribution des radionucléides (2)

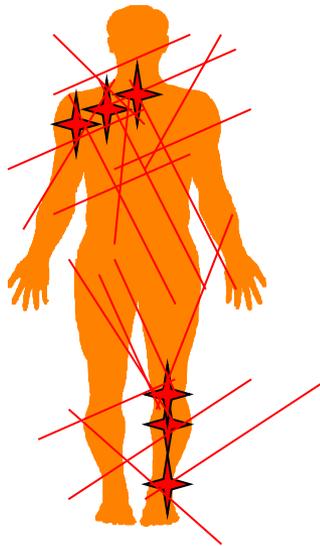


**Distribution  
hétérogène  
des radionucléides  
dans certains cas**

**Plutonium dans l'intestin grêle du cochon d'Inde**

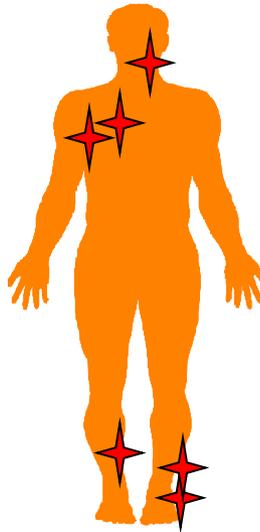
*Harrison et Stather 1996*

## 2. Le parcours des particules/rayonnements



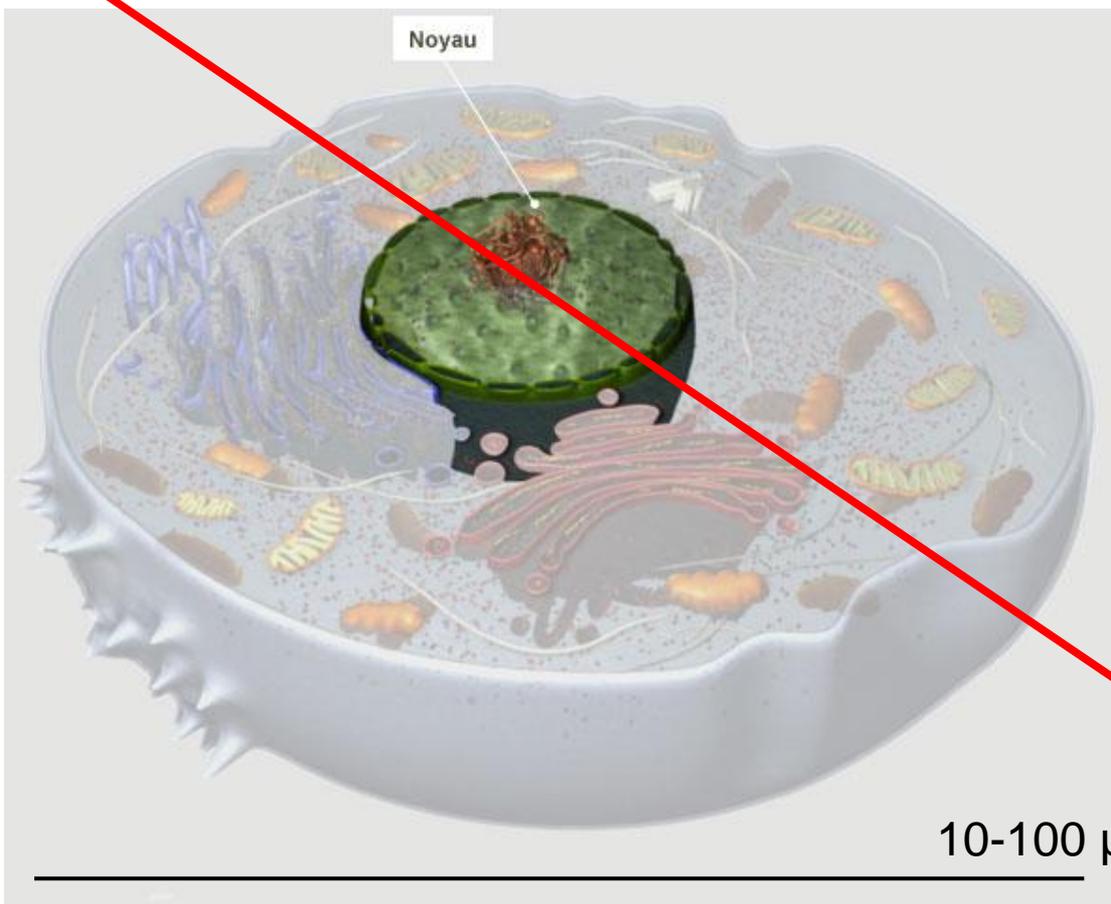
**Cas des photons**

## 2. Le parcours des particules/rayonnements



**Cas des particules et électrons de faible parcours**

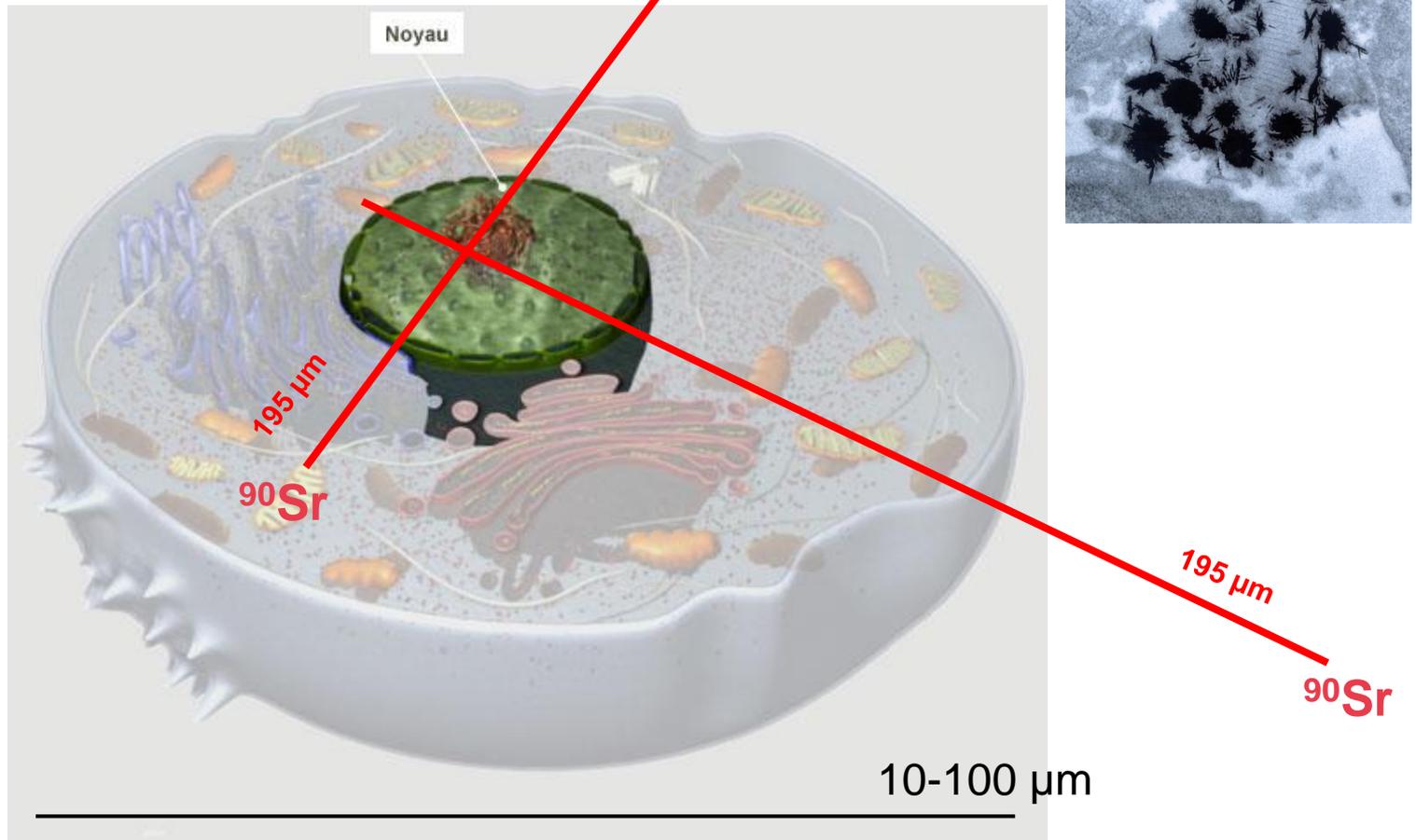
## 2. Le parcours des particules/rayonnements



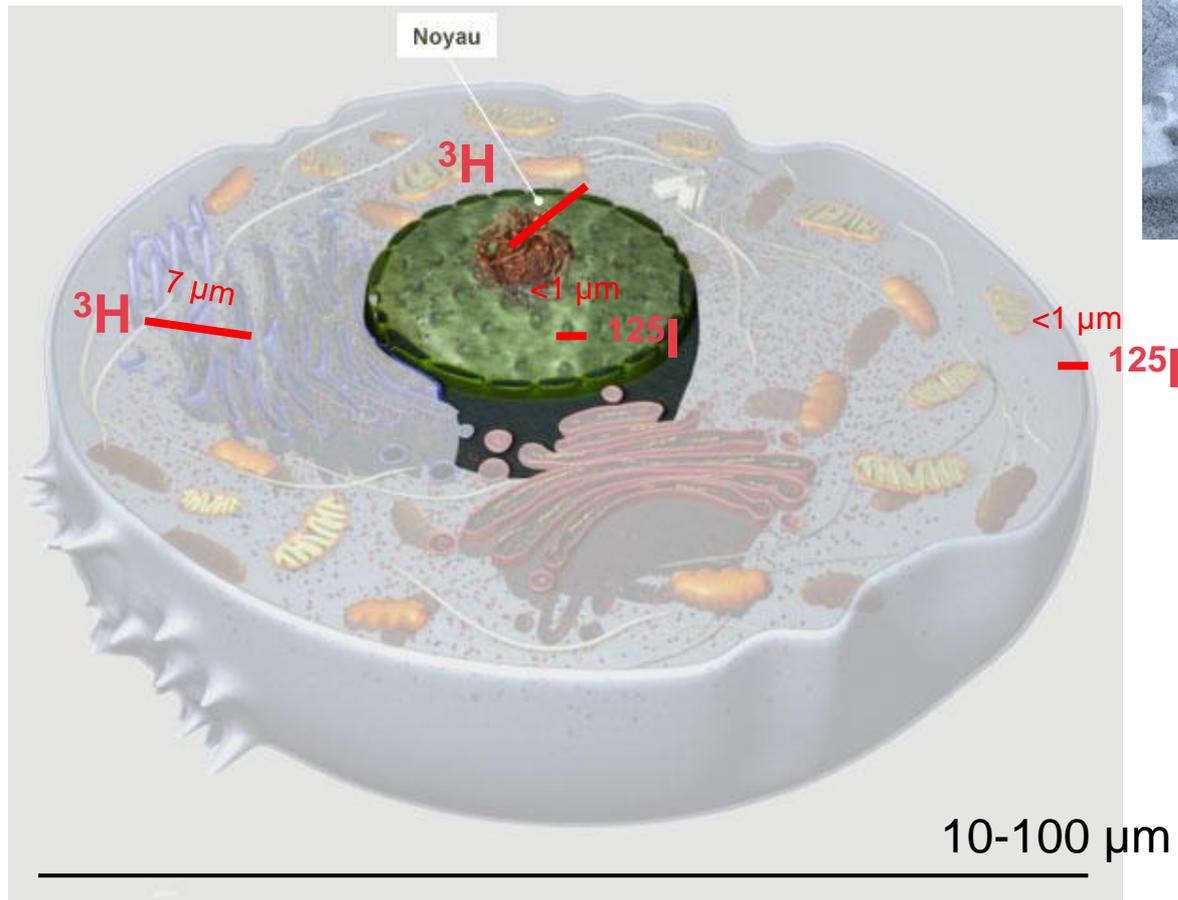
<1 mm

131

## 2. Le parcours des particules/rayonnements



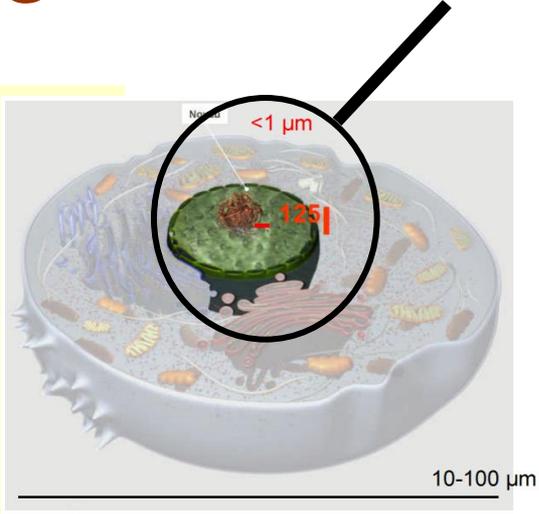
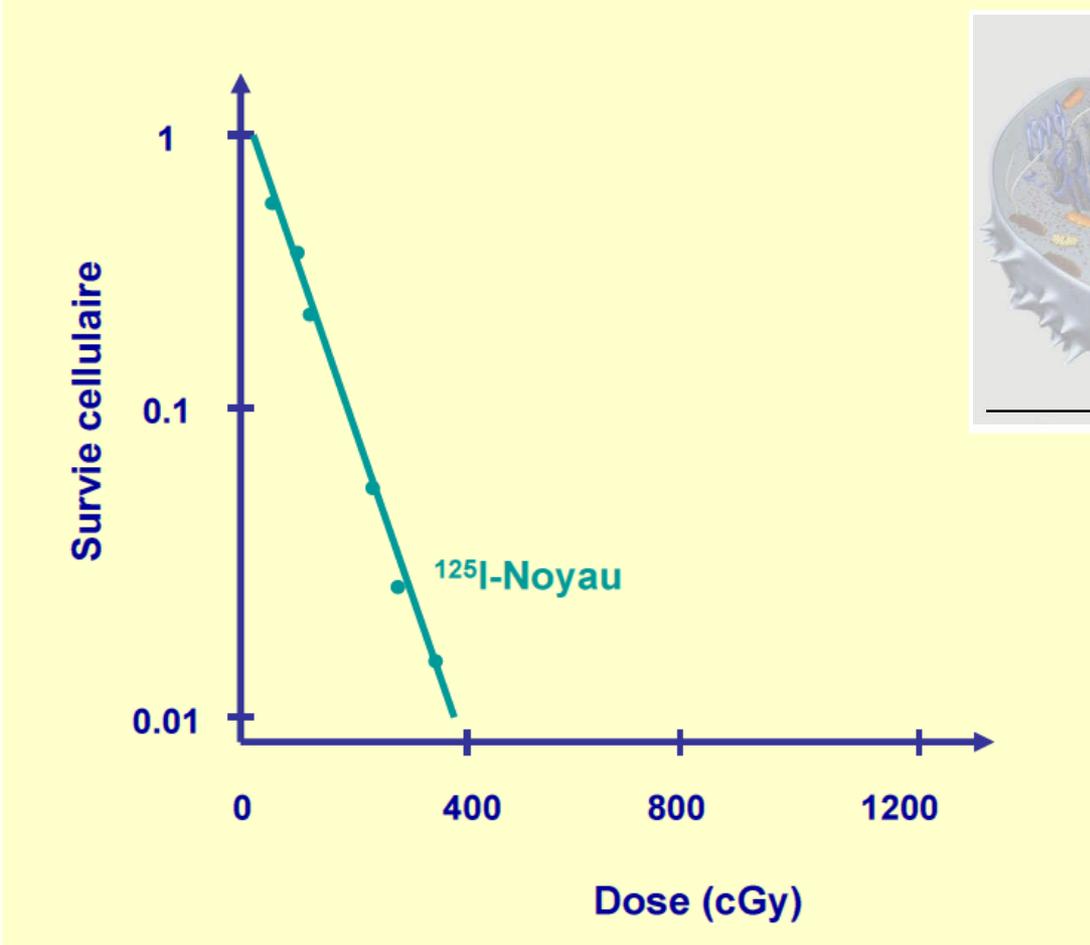
## 2. Le parcours des particules/rayonnements



## 2. Le parcours des particules/rayonnements

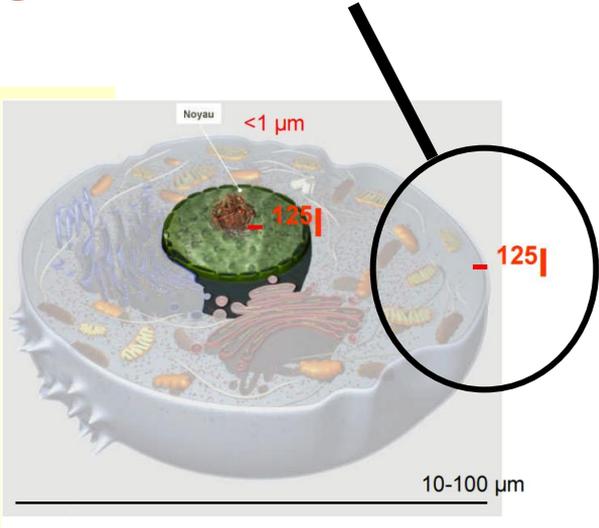
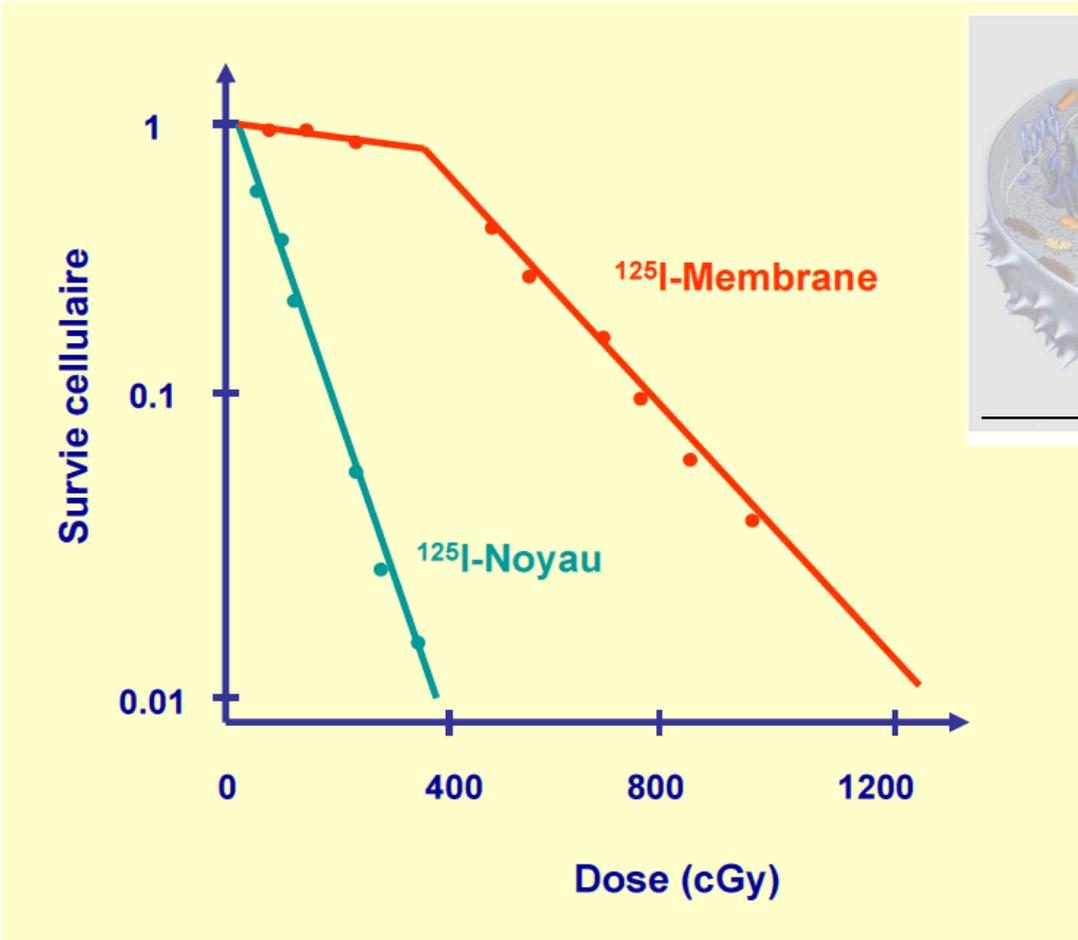
Ces deux paramètres (distribution RN et portée des particules/électrons) influencent grandement la probabilité pour la particule/électron de toucher sa cible

# Les conséquences en toxicologie



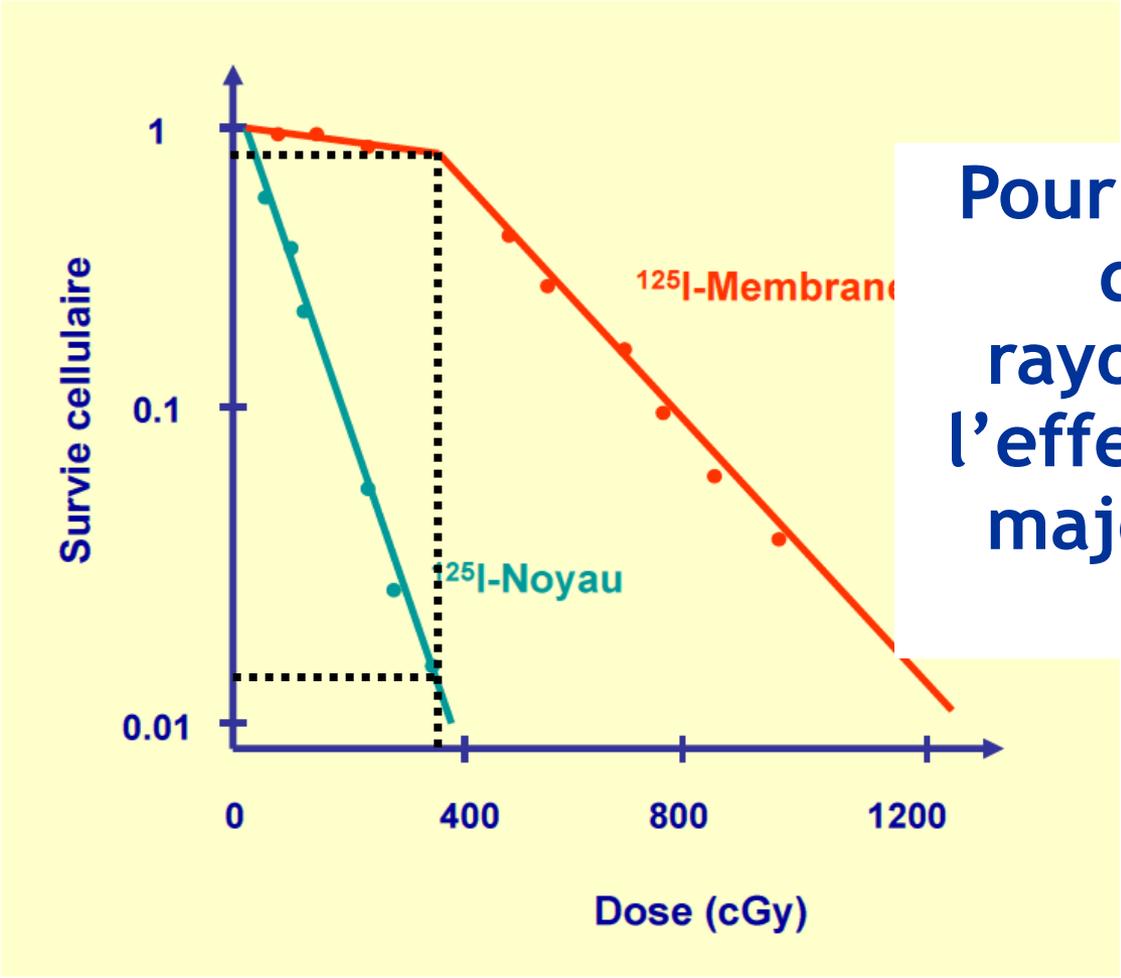
Survie de cellules de hamster chinois en fonction de la localisation de  $^{125}\text{I}$   
(redessiné d'après les données de Sastry, 1992)

# Les conséquences en toxicologie



Survie de cellules de hamster chinois en fonction de la localisation de  $^{125}\text{I}$   
(redessiné d'après les données de Sastry, 1992)

# Les conséquences en toxicologie



Pour une même dose de rayonnement, l'effet peut être majeur ou nul

# Les conséquences en toxicologie

## De façon générale

**Pour les émetteurs Auger et beta mous (< 200 keV)**

EBR de 10 à 30 lorsque localisation intranucléaire.

EBR inférieure à 1 lorsque distribution cytosolique

**Pour les plupart des émetteurs beta de forte énergie**

EBR centrée sur 1 quelque soit la distribution cellulaire

# La gestion des expositions

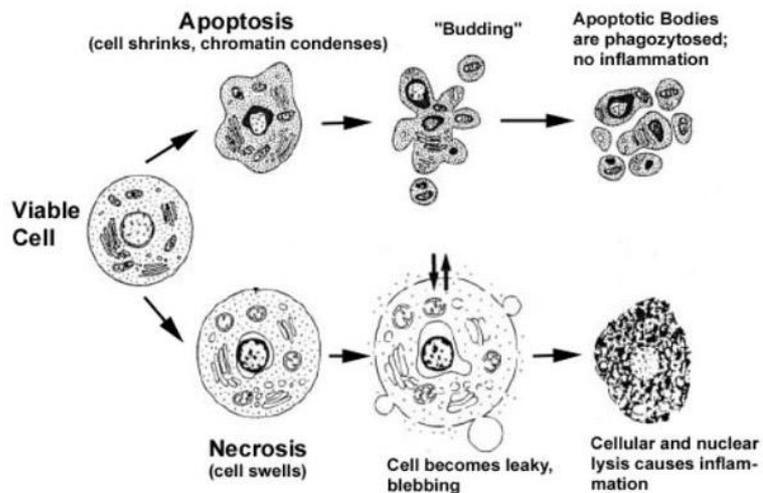
*Comment prendre en compte ces particularités ?*

- Assigner une plus forte valeur  $w_R$  aux électrons ?
- Changer les méthodes de calcul de dose ?
- Faire évoluer le concept de dose ?

# La gestion des expositions

*Comment prendre en compte ces particularités ?*

**De nombreux auteurs préconisent de calculer les doses à l'échelle de la cellule**



*Dosimétrie cellulaire*

*Dosimétrie conventionnelle*

**Il y a coexistence de multiples mécanismes antagonistes qui peuvent inhiber ou au contraire amplifier un dommage cellulaire.**

**Un dépôt d'énergie dans une molécule peut produire diverses réponses entre « rien » et la mort de l'individu**

**Ceci empêche l'utilisation de la dosimétrie cellulaire à des fins de radioprotection**

# Conclusions

En l'absence de système alternatif pour les évaluations de dose, le système de la CIPR apparaît comme étant le seul utilisable

Cependant, des recherches devraient être menées afin de compléter le profil toxicologique des RN, les mécanismes conduisant au développement des effets sanitaires et, en conséquence, développer un système plus approprié pour la dosimétrie de ces RN à faible parcours