



# RadioProtection Cirkus

## Protection contre l'exposition Interne

Nom de l'auteur : Marc AMMERICH

N° chrono : DOC-FO-7\_2

Version du : 15 juin 2018

Le portail de la RP pratique et opérationnelle  
[www.rpcirkus.org](http://www.rpcirkus.org) - [www.forum-rpcirkus.com](http://www.forum-rpcirkus.com)

# PROTECTION CONTRE L'EXPOSITION INTERNE

## SOMMAIRE

- Définitions
- Devenir des substances incorporées
- Dose engagée - dose équivalente ou efficace engagée
- Moyens de protection contre la contamination
- Mise en évidence de la contamination
- Les «décontaminations» corporelles

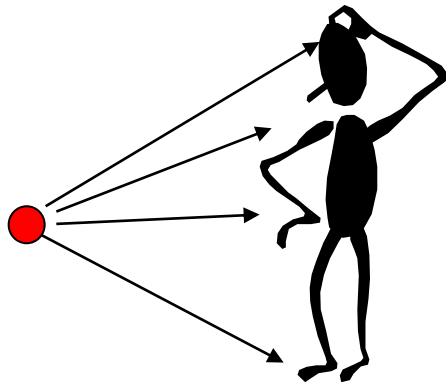


# COMPARAISONS

## EXPOSITION EXTERNE

temps, distance, écran

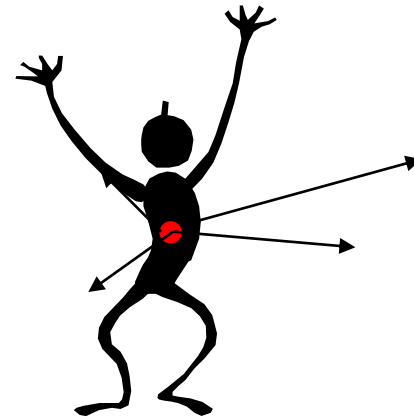
temps pour agir



## EXPOSITION INTERNE

permanente 24h/24

agir rapidement  
< 24 h (6 h)

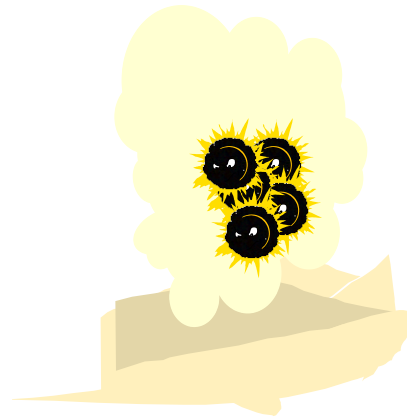
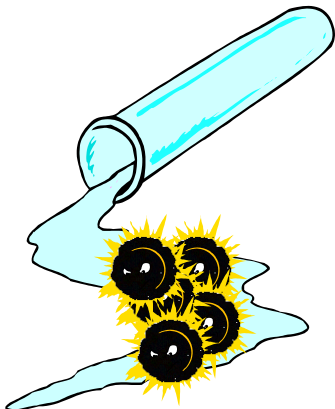


# DÉFINITIONS

## CONTAMINATION:

Présence **indésirable** de substances radioactives à la surface ou à l'intérieur d'un milieu quelconque, y compris le corps humain.

## DISSÉMINATION SOURCE NON SCELLÉE



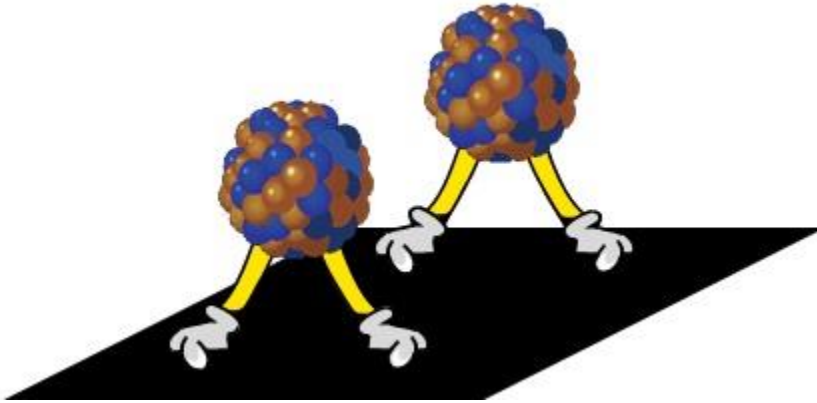
# DÉFINITIONS

Contamination atmosphérique ( $\text{Bq.m}^{-3}$ )

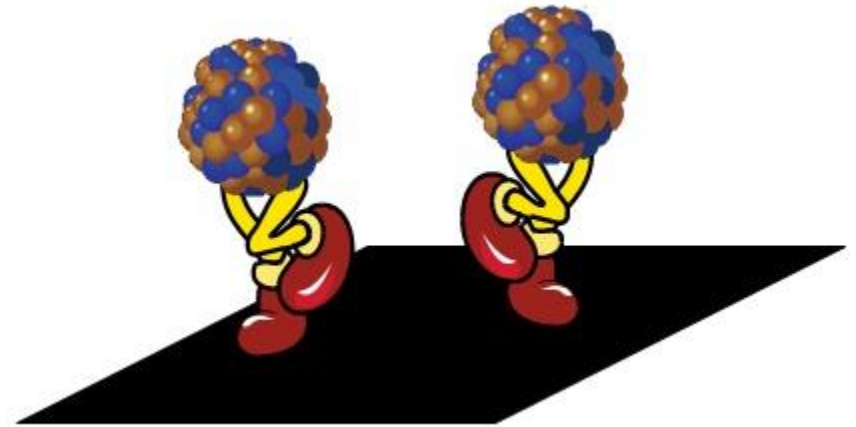


Contamination surfacique ( $\text{Bq.m}^{-2}$ )

# DÉFINITIONS



Contamination fixée



Contamination non fixée

# DÉFINITIONS

## CONTAMINATION CORPORELLE EXTERNE

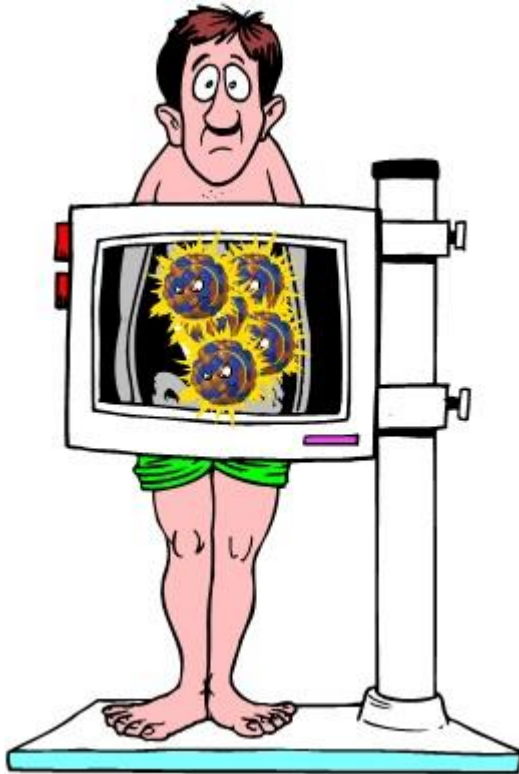


**dépôt  
de substances  
radioactives  
sur la peau ou  
les cheveux**



# DÉFINITIONS

## CONTAMINATION CORPORELLE INTERNE



dépôt  
de substances  
radioactives  
à l'intérieur  
de l'organisme





# DÉFINITIONS

QUELLE EST LA DIFFÉRENCE ENTRE EXPOSITION EXTERNE ET CONTAMINATION ?

L'irradiation (ou exposition externe) à distance n'existe que pendant le temps où vous êtes en présence d'une source de rayonnements qui se trouve à l'extérieur du corps.

**Une personne exposée à une source externe de rayonnements (comme une radiographie) ne sera jamais porteuse de la moindre trace de radioactivité.**

Une contamination externe engendre une exposition externe, une contamination interne une exposition interne.

**Vous êtes radioactif !**



# DÉFINITIONS

QUELLE EST LA DIFFÉRENCE ENTRE  
EXPOSITION EXTERNE ET CONTAMINATION ?



EXPOSITION EXTERNE  
OU

**IRRADIATION**



# DÉFINITIONS

QUELLE EST LA DIFFÉRENCE ENTRE  
EXPOSITION EXTERNE ET CONTAMINATION ?



## CONTAMINATION



# DÉFINITIONS

Modes de pénétration de la contamination corporelle interne :



*Inhalation*



*Ingestion*



*cutanée*  
<sup>3</sup>H

Tritium



*Blessure*

# DÉFINITIONS

Contamination corporelle externe :  
importance d'une détection précoce

Exemple :

$10^4$  Bq sur  $1 \text{ cm}^2$  de  $^{32}\text{P}$

$$\dot{H} = 20 \text{ mSv/h}$$



# DÉFINITIONS

Prévention contre risque de contamination corporelle interne



*Boire*



*Manger*



*Cosmétiques*



*Ef. pers*

# DEVENIR DES SUBSTANCES RADIOACTIVES

Transférables

Non transférables



vers un organe cible

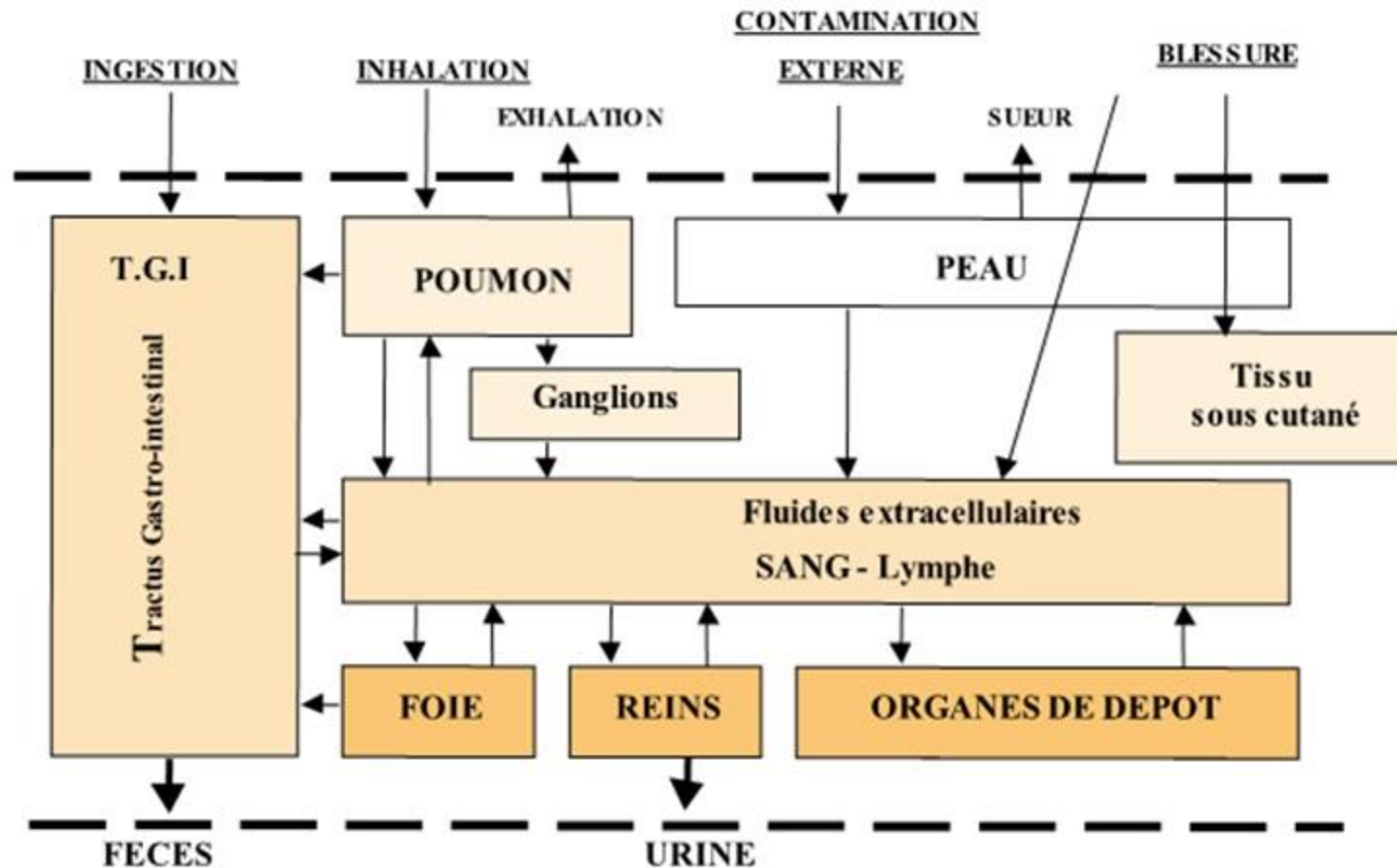
DEVENIR	TRANSFERABLES	NON TRANSFERABLES
Exhalés	25 %	25 %
Introduit rapidement dans l'organisme	25 %	0 %
Déposé dans les voies respiratoires puis rapidement dégluti	50 %	62,5 %
Déposé pour longtemps dans les poumons	0 %	12,5 %

**gaz rares : exposition externe**





# DEVENIR DES SUBSTANCES RADIOACTIVES

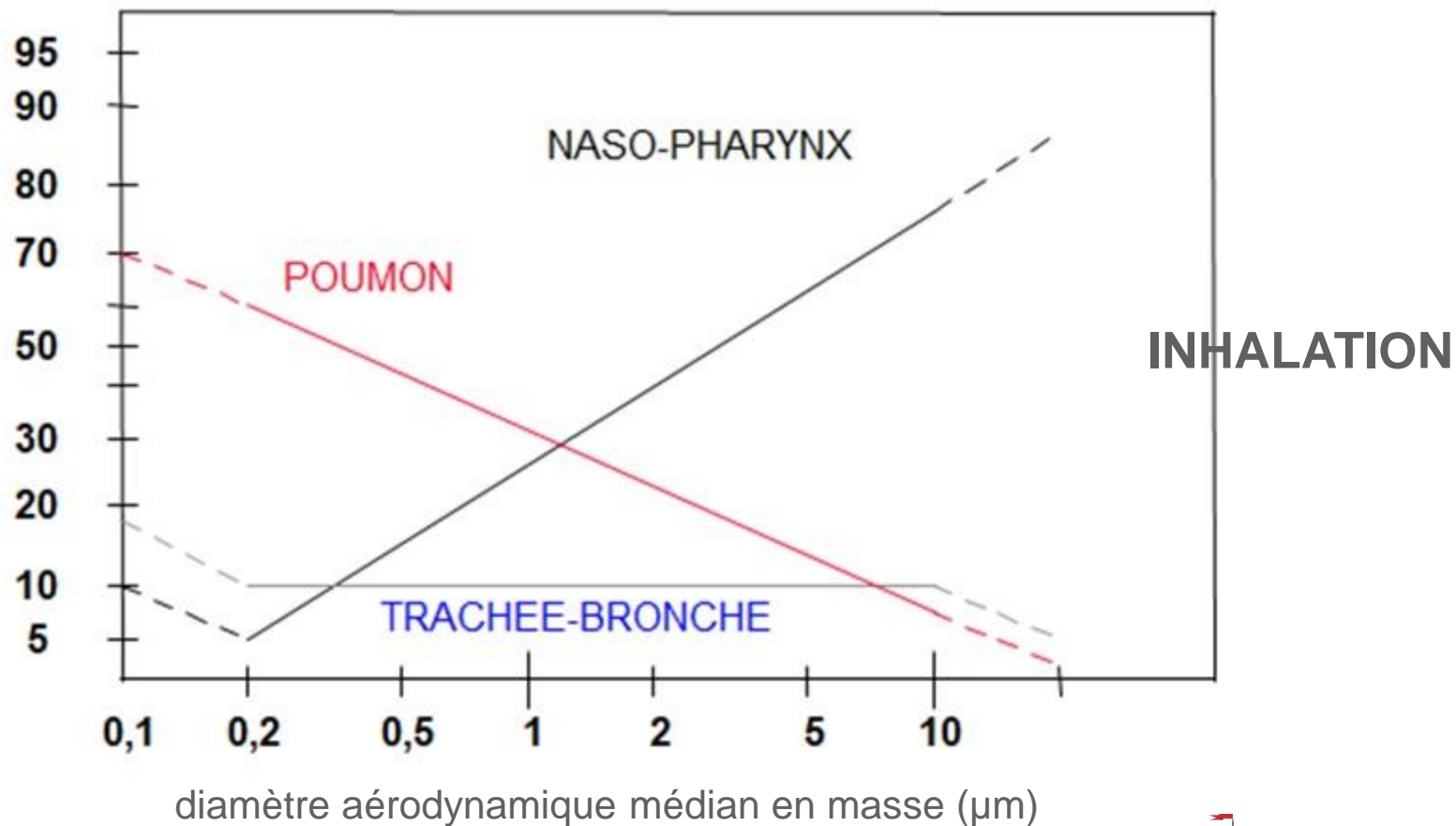




# DEVENIR DES SUBSTANCES RADIOACTIVES

dépôt en %

Modèle de rétention pulmonaire



# DEVENIR DES SUBSTANCES RADIOACTIVES

En première approximation on peut considérer que l'élimination biologique d'un produit chimique (radioactif ou non) obéit à une loi équivalente à celle de la radioactivité. On définit pour les éléments chimiques et en fonction des formes physico-chimiques, **une période biologique  $T_b$** .

On définit ce que l'on nomme une **période effective  $T_e$**  comme le temps nécessaire pour que l'activité diminue de moitié dans le corps.

C'est la composition de la période radioactive et de la période biologique.

$$1 / T_e = 1 / T + 1 / T_b$$



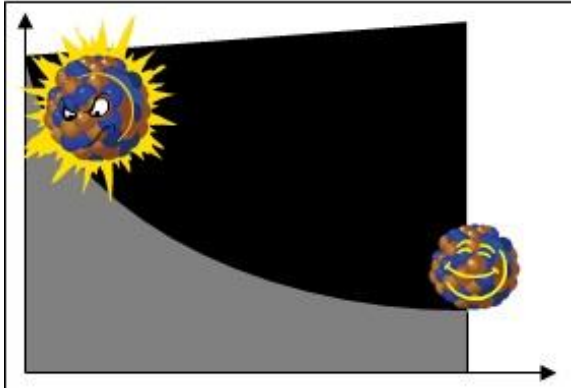
# DEVENIR DES SUBSTANCES RADIOACTIVES

Quelques exemples

Radionucléide	Compartiment	T	T <sub>b</sub>	T <sub>e</sub>
$^3_1\text{H}$	organisme entier	12 ans	10 jours	10 jours
$^{14}_6\text{C}$	organisme entier	5730 ans	10 jours	10 jours
$^{32}_{15}\text{P}$	foie	14 jours	18 jours	8 jours
$^{60}_{26}\text{Co}$	organisme entier	5,27 ans	9,5 jours	9,5 jours
$^{131}_{53}\text{I}$	thyroïde	8 jours	140 jours	7,6 jours
$^{137}_{55}\text{Cs}$	muscles	30 ans	140 jours	138 jours
$^{239}_{94}\text{Pu}$	os	24 100 ans	200 ans	198 ans



# DEVENIR DES SUBSTANCES RADIOACTIVES



$$D = \int_0^t \dot{D}_0 \cdot e^{-\frac{\text{Ln}2 \cdot t}{T_e}} = \frac{T_e \cdot \dot{D}_0}{\text{Ln}2} \cdot \left(1 - e^{-\frac{\text{Ln}2 \cdot t}{T_e}}\right)$$

## Dose équivalente engagée

Dose équivalente délivrée à un tissu ou à un organe jusqu'à élimination complète du produit radioactif ou à défaut sur 50 ou 70 ans.

## Dose efficace engagée

Dose efficace délivrée à l'organisme entier jusqu'à élimination complète du produit radioactif ou à défaut sur 50 ou 70 ans.



# MOYENS DE PROTECTION CONTRE LA CONTAMINATION

Contamination  
atmosphérique

## Protection collective

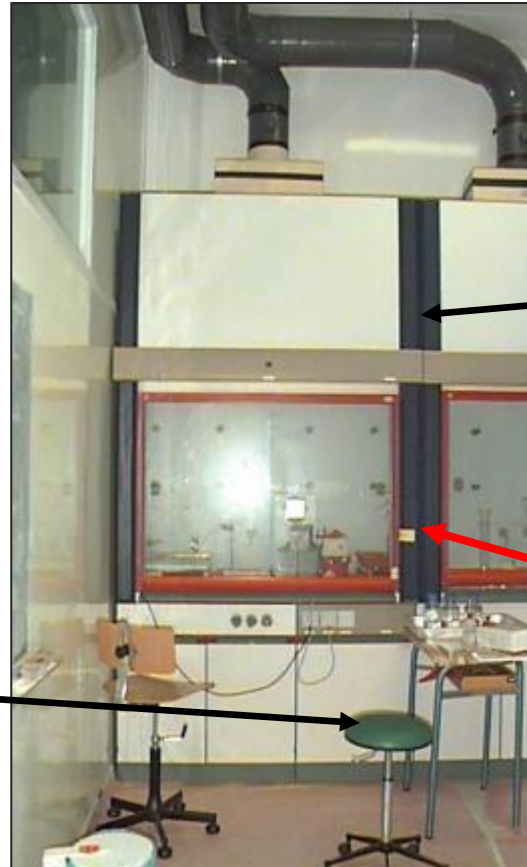
Hotte Ventilée

Confinement dynamique

$V_s = 0,5 \text{ m/s}$

pour l'iode et le tritium

$V_s = 1,2 \text{ m/s}$



filtration

h max  
40 cm

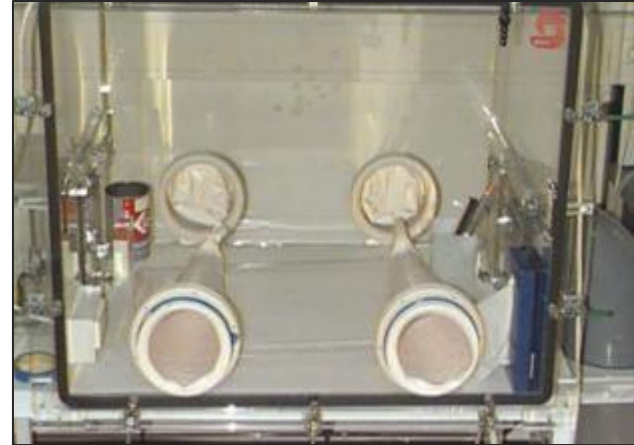
# MOYENS DE PROTECTION CONTRE LA CONTAMINATION

Contamination  
atmosphérique

## Protection collective

Boîte à gants

Confinement statique  
+ confinement dynamique  
dépression min : 2 mmCE  
renouvellement de l'air  
3 à 10 par heure



# MOYENS DE PROTECTION CONTRE LA CONTAMINATION

Contamination  
corporelle externe



**Protection individuelle**

Blouse

Tenue coton

Tenue tissu  
non tissé

**OBLIGATOIRE** : pour les sources dispersables



# MOYENS DE PROTECTION CONTRE LA CONTAMINATION

Contamination  
corporelle interne



**Appareil filtrant**



**Appareil isolant**

+ cartouche adaptée

**= Protection individuelle**



# MOYENS DE PROTECTION CONTRE LA CONTAMINATION

Contamination corporelle  
externe et interne

Les vêtements non ventilés



*tenue active (photo COGEMA)*



*Tenue Tyvek  
avec Heaume ventilé  
(photo INSTN La Hague)*



*Tenue Emmanuelle  
(photo COGEMA)*



# MOYENS DE PROTECTION CONTRE LA CONTAMINATION

Contamination corporelle  
externe et interne

Les vêtements ventilés



Tenue MAR 95  
(photo INSTN HAGUE)



Tenue MURUROA  
(Photo DELTA PROTECTION)



# MISE EN ÉVIDENCE DE LA CONTAMINATION

## Contamination surfacique:

Nécessité de faire des contrôles et les questions qu'il convient de se poser...

## Contamination fixée ou non fixée ?

Mesures directes ou indirectes (frottis)

Si mesures indirectes, quel est le rendement du frottis

*Nota :cas particulier du tritium*



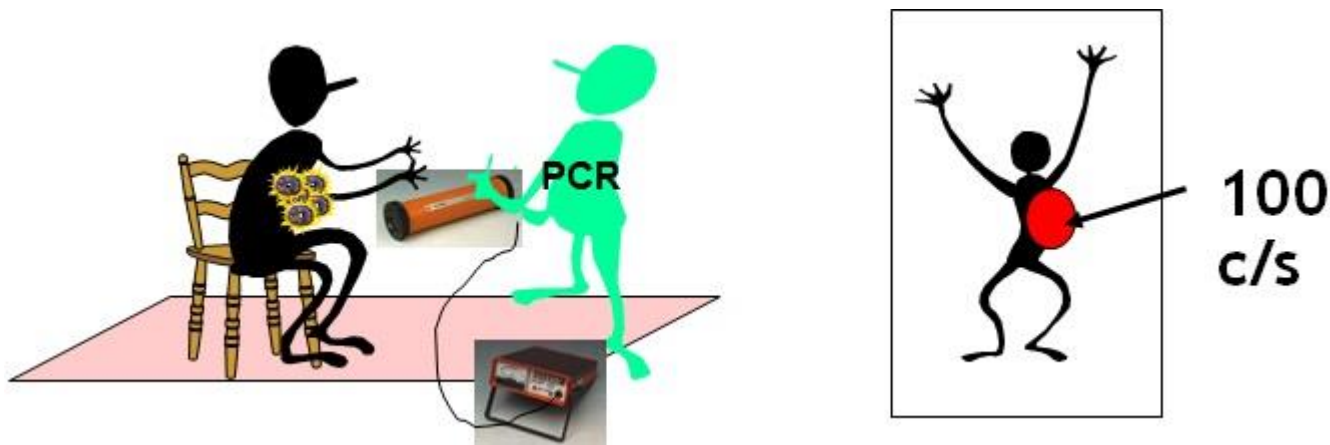
# MISE EN ÉVIDENCE DE LA CONTAMINATION

## Contamination corporelle externe



# MISE EN ÉVIDENCE DE LA CONTAMINATION

## Contamination corporelle externe



Nécessité de réaliser des contrôles périodiques :  
à l'intérieur mais aussi à l'extérieur des zones où l'on  
manipule les produits radioactifs

**Exemple : vestiaires**



# MISE EN ÉVIDENCE DE LA CONTAMINATION

## Contamination atmosphérique

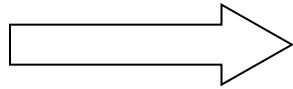


Nécessité de réaliser des contrôles périodiques :  
avec des appareils de prélèvement gaz et aérosols  
**Exemple : à proximité des potentiels points d'émission**



# MISE EN ÉVIDENCE DE LA CONTAMINATION

Contamination  
atmosphérique



Contamination corporelle  
interne

## CONTRÔLES PÉRIODIQUES

A réaliser en fonction du radionucléide (en particulier la période effective) et des rayonnements émis

Rayonnement  $\alpha$  : analyse radiotoxicologique (selles)

Rayonnement  $\beta$  : analyse radiotoxicologique (urine)

Rayonnement  $\gamma$  : anthropogammamétrie

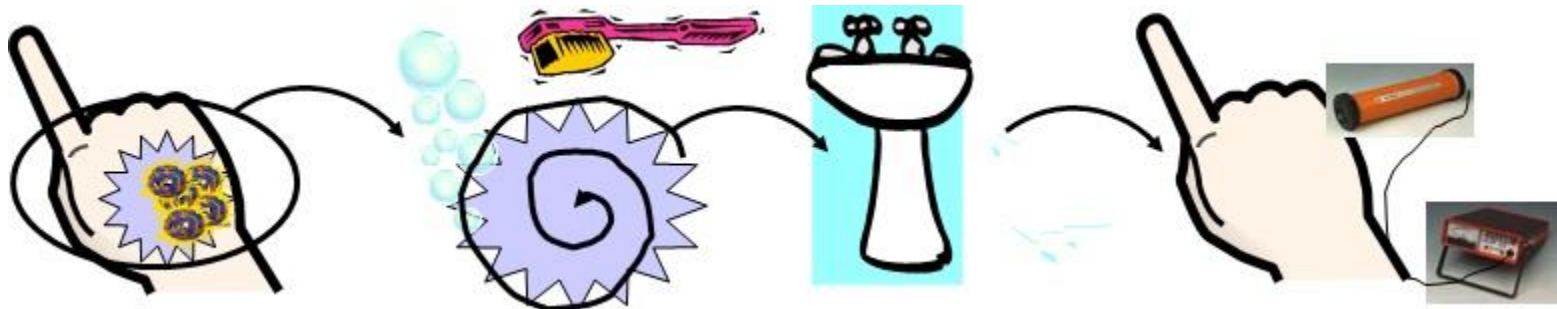


# LA DÉCONTAMINATION CORPORELLE

Contamination corporelle EXTERNE :

Le matériel **INDISPENSABLE** : **EAU + SAVON**  
gants, serviette papier, coton, sac poubelle  
blaireau, brosse souple,  
shampoing, crème

La décontamination : **NE PAS LÉSER LA PEAU**





# LA DÉCONTAMINATION CORPORELLE

Cas particuliers de décontamination

EXTERNE

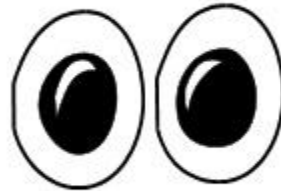
Visage

Cheveux

Yeux

Nez

Mains



savon  
doux

Shampoing  
doux

10 min  
eau

«drapeau»

ongles  
doigts

# LA DÉCONTAMINATION CORPORELLE

Contamination corporelle INTERNE :

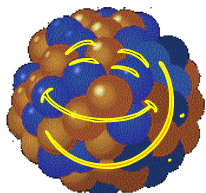
**Une règle simple : BUVEZ ELIMINEZ !**

Empêcher la fixation de l'iode radioactif  
En saturant la thyroïde avec de l'iode stable.

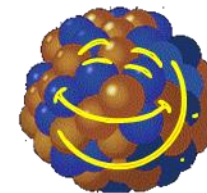
Cas particuliers de « décontamination »  
**à la charge du médecin du travail**

- Transuraniens : L'acide diéthylène triamine penta acétique (DTPA) permet d'insolubiliser
- Césium : Ferrocyanure de potassium (bleu de prusse)





# POUR RESUMER



Contamination = dissémination de produits radioactifs

surfacique  $\longleftrightarrow$  atmosphérique

corporelle externe et/ou interne

inhalation ingestion cutanée blessure

Substances	transférables	ou	non transférables
	Fixation vers un organe cible		élimination en fonction de la période effective

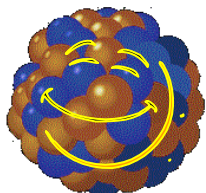


**DOSE EQUIVALENTE OU EFFICACE ENGAGÉE**

Moyens de protection : **collectifs** et **individuels**

**IMPORTANCE DE LA MISE EN EVIDENCE DE LA CONTAMINATION**





# POUR RESUMER



Contamination corporelle externe  
**appareils de détection - frottis**

Contamination corporelle interne  
**analyses radiotoxicologiques et/ou anthropogammamétrie**

Décontamination corporelle externe  
**EAU et SAVON**  
**NE PAS LÉSER LA PEAU**

Décontamination corporelle interne :  
peu de « recettes », devant être appliquées par **le médecin du travail.**

