



IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Les études des postes comprenant un risque de contamination interne et la prise en compte des résultats dans le suivi médical

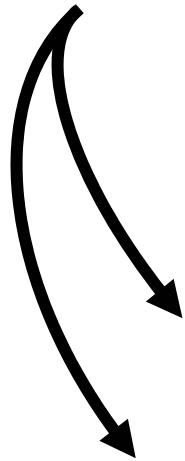
F. Paquet; V. Chazel; B. Auriol

IRSN/LRTOX/Pierrelatte
AREVA/SMT/Pierrelatte

Objectif

Caractériser un poste de travail en terme de

- Risque de contamination
- Niveau de contamination



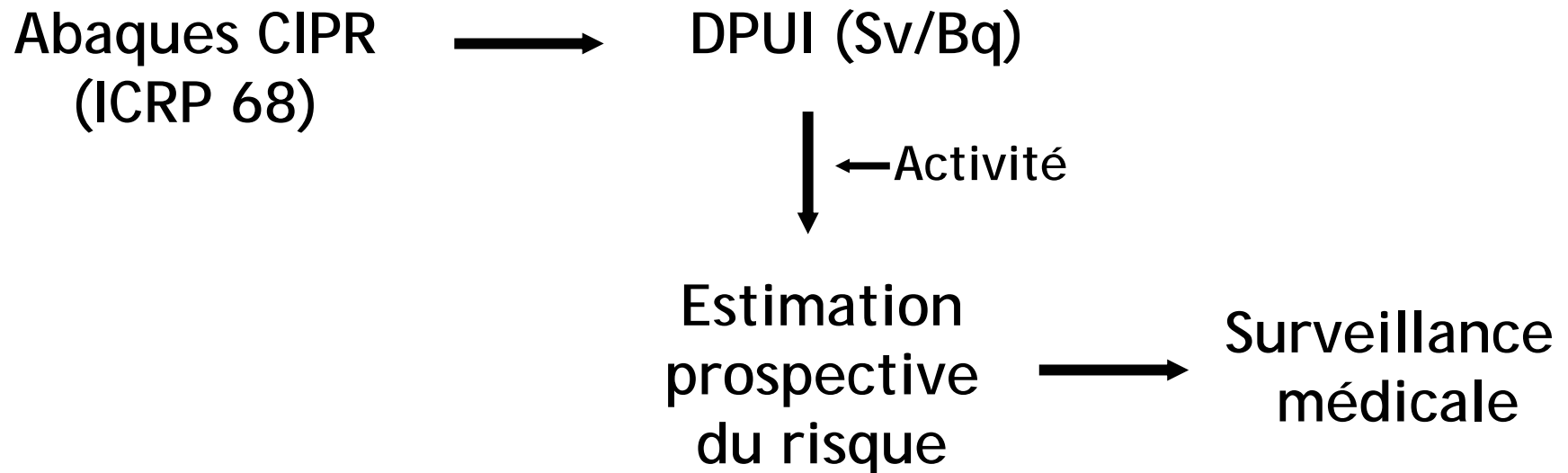
Ajustement des protocoles de surveillance médicale

Ajustement des process industriels

L'enregistrement « par défaut » des postes de travail

Définition du risque : Inhalation (aiguë ou chronique)

Définition du ou des composés : isotopes, solubilité (F,M,S)



Des incertitudes dans le système

Radionucléide Activité Solubilité

Type	F	M	S
DPUI μSv/Bq	0.6	1.8	6.1

pour ²³⁵U; DAMA : 5 μm (ICRP, 1994)

Des incertitudes dans le système

Radionucléide Activité Solubilité

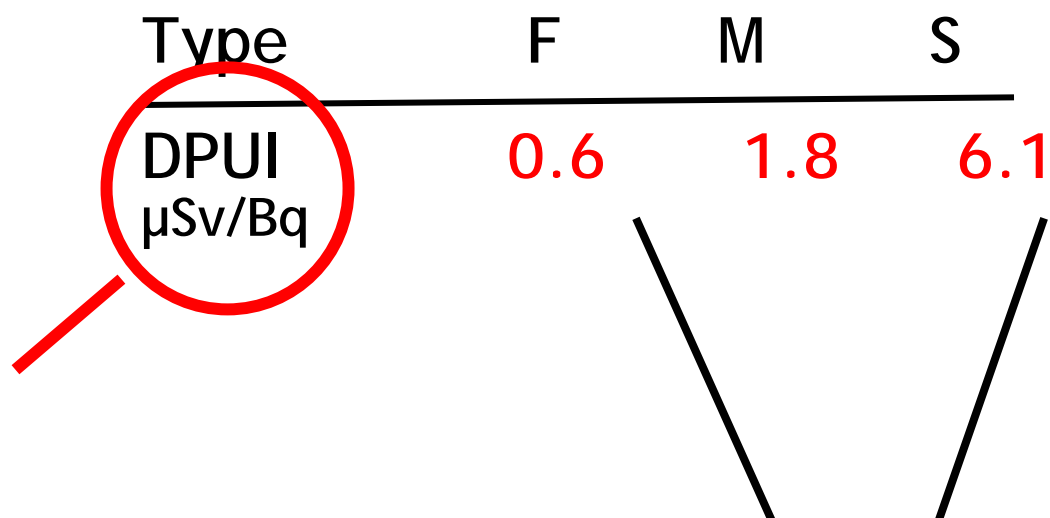
Type	F	M	S
DPUI μSv/Bq	0.6	1.8	6.1

pour ^{235}U ; DAMA : 5 μm (ICRP, 1994)

Des incertitudes dans le système

Radionucléide Activité Solubilité

Type	F	M	S
DPUI $\mu\text{Sv/Bq}$	0.6	1.8	6.1



Un ordre de grandeur dans les coefficients de dose



Un facteur 1 à 30 dans la dose efficace en fonction
de l'isotope et des paramètres choisis

Des incertitudes dans le système

Radionucléide Activité Solubilité

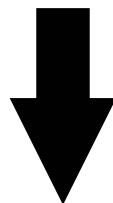
Besoin de connaître précisément les caractéristiques des radionucléides (isotopie, solubilité, activité) pour une dosimétrie réaliste des postes de travail

Un facteur 1 à 30 dans la dose efficace en fonction de l'isotope et des paramètres choisis

Les études de postes pour le risque de contamination interne

Objet

- Calcul de dose spécifique lié au composé étudié / valeurs par défaut de la CIPR



Finalité

- Amélioration de la radioprotection de « terrain »
- Amélioration de la surveillance médicale
- Évolution des recommandations de la CIPR

Les études de postes pour le risque de contamination interne

Etapes

- Détermination de la nature et de la solubilité des composés
- Etablissement de DPUI spécifiques
- Courbes prédictives de rétention et d'excrétion

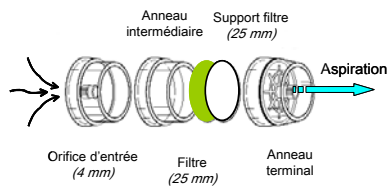
Réalisation

1/Données spécifiques sur les aérosols

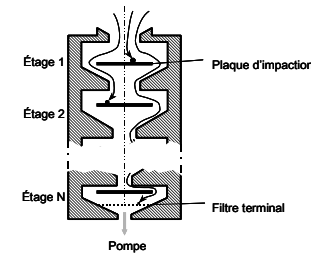
Collecte des aérosols

Collecte des aérosols

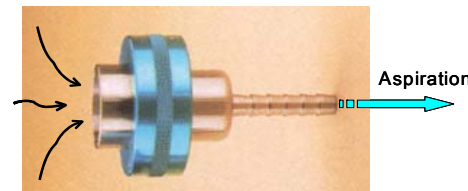
- Prélèvements d'aérosols sur filtres:
 - Système Statique
 - Préleveur Individuel + pompe portable
 - Impacteur
- Prélèvements de poudre dans les procédés



Débit de prélèvement : 1 l/min
 Diamètre d'entrée : 4 mm
 Vitesse d'aspiration : 1,3 m/s



Débit de prélèvement : 28,3 l/min
 Diamètre d'entrée : 25,4 mm
 Vitesse d'aspiration : $\approx 0,9$ m/s
 Diamètres de coupure (μm) : 0,4 - 0,7 - 1,1 - 2,1 - 3,3 - 4,7 - 5,8 - 9,0



Débit de prélèvement : ≈ 27 l/min
 Diamètre d'entrée : 47 mm
 Vitesse d'aspiration : $\approx 0,26$ m/s





Réalisation

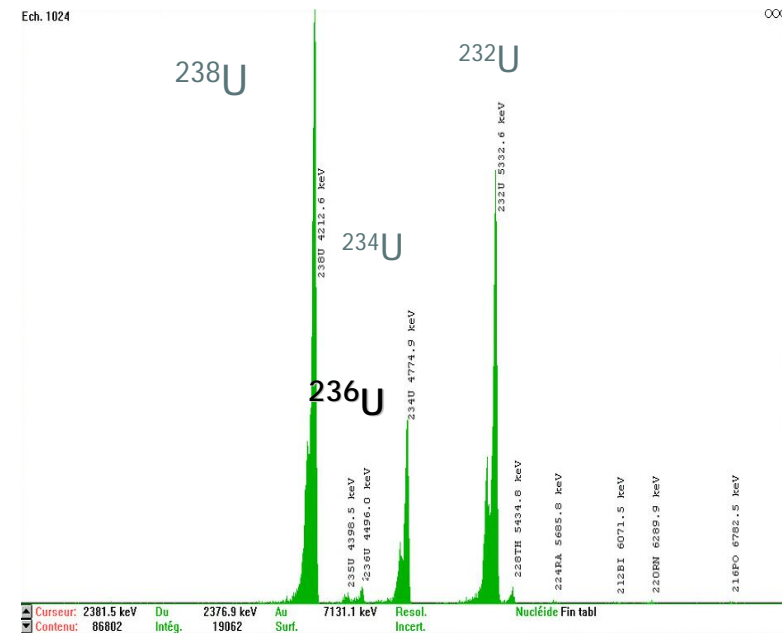
1/Données spécifiques sur les aérosols

Collecte des aérosols

Concentration (Bq.m^{-3} or mg.m^{-3}) et composition

Analyse des aérosols

- ☑ Comptage α, β, γ des filtres:
Concentration (Bq.m⁻³)
- ☑ Spectrométrie α et/ou γ sur poudres et filtres:
Composition Isotopique



Réalisation

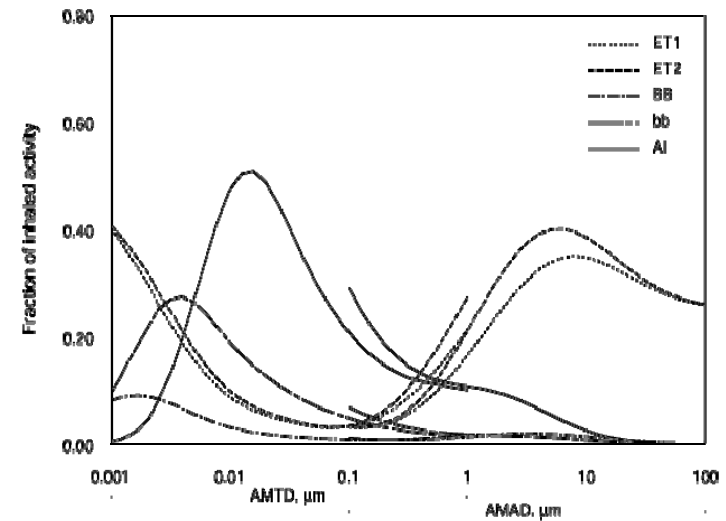
1/Données spécifiques sur les aérosols

Collecte des aérosols

Concentration (Bq.m^{-3} or mg.m^{-3})

Diamètre (DAMA) et forme des particules

- Dépôt dans l'arbre respiratoire

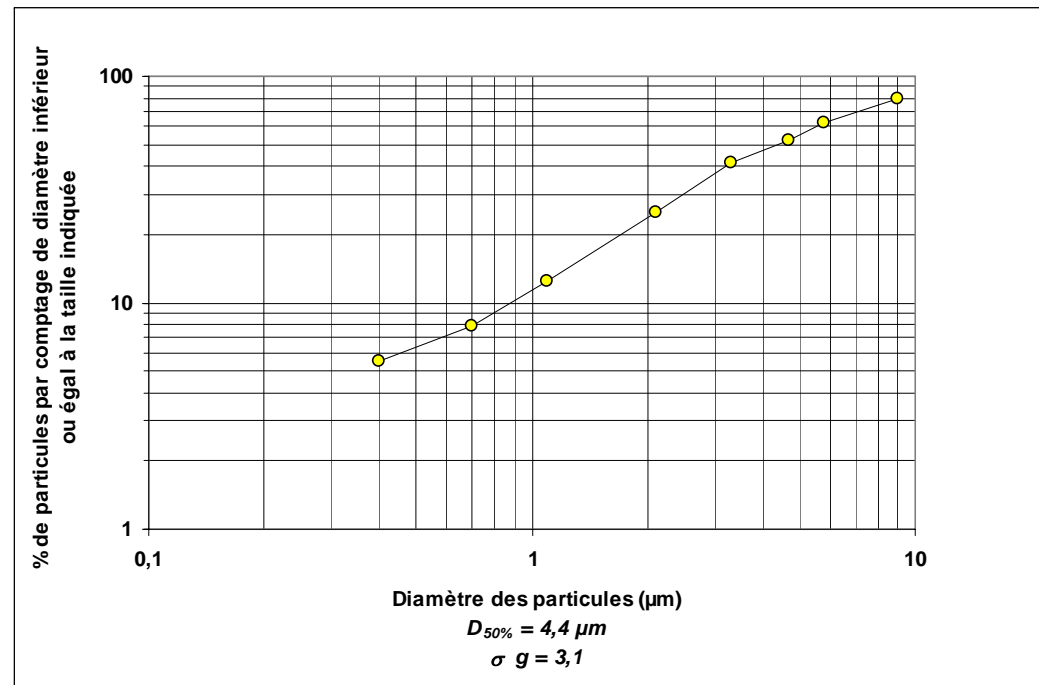


Analyse des aérosols

Comptage α, β, γ des filtres

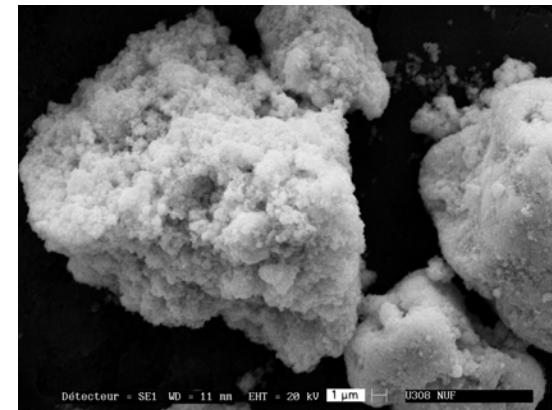
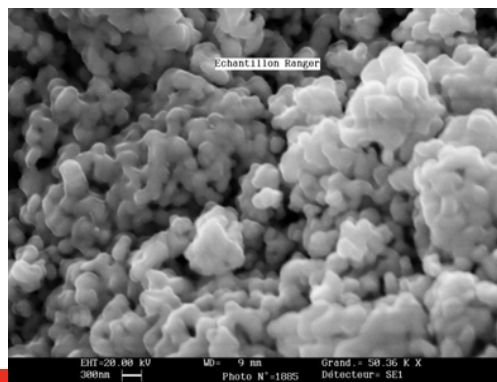
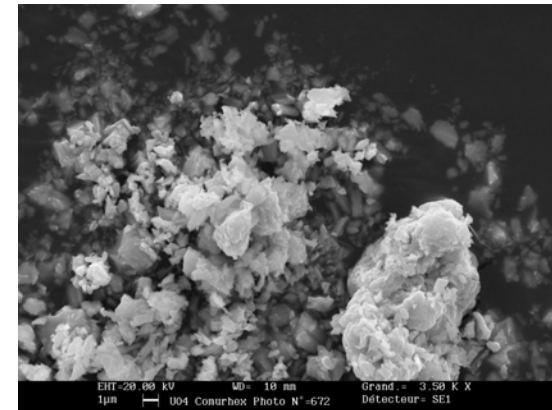
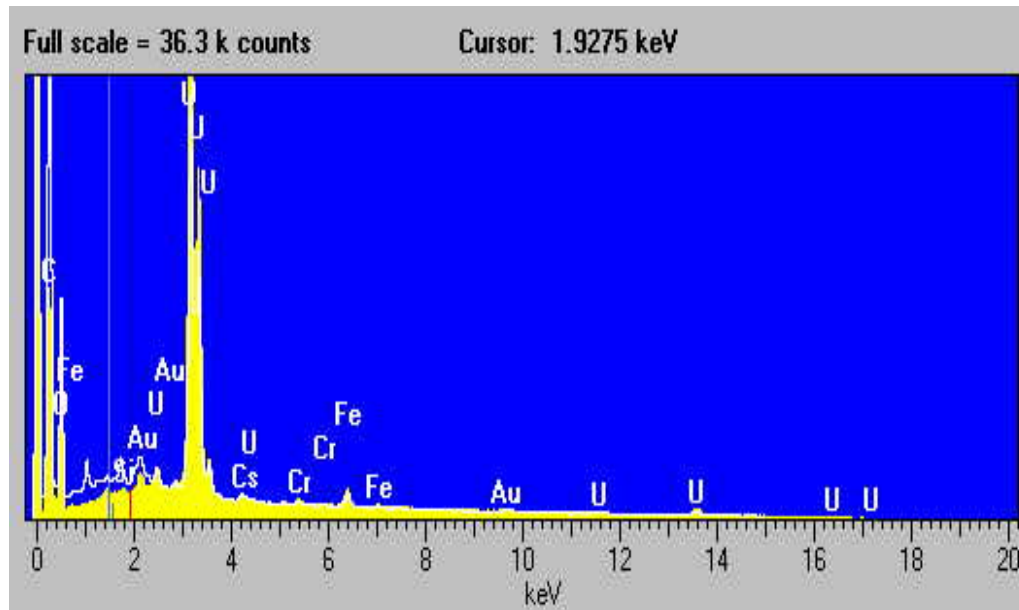
Concentration (Bq.m^{-3})

Granulométrie sur filtres impacteurs : DAMA



- ☑ Observation au M.E.B couplé à un analyseur X (sur les poudres et filtres)

Forme, taille et analyse élémentaire des particules.



Réalisation

1/Données spécifiques sur les aérosols

Collecte des aérosols

Concentration (Bq.m^{-3} or mg.m^{-3})

- Quantification des dépôts

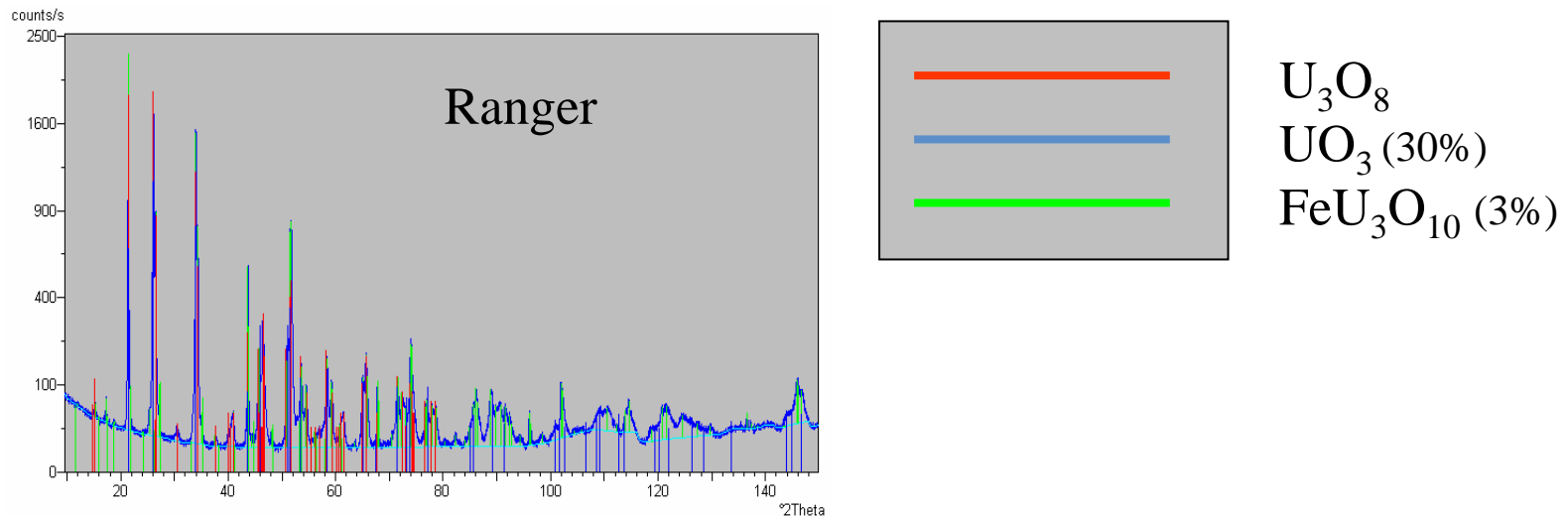
Diamètre (DAMA) et forme des particules

- Dépôt dans l'arbre respiratoire

Propriétés physico-chimiques

Propriétés des aérosols

- ☑ Diffraction des rayons X (filtres et poudre)
Analyse de phases



- ☑ Densité ($g.cm^{-3}$) *par pycnométrie*
- ☑ Surface Spécifique ($m^2.g^{-1}$) *par adsorption de N_2*

Réalisation

1/Données spécifiques sur les aérosols

Collecte des aérosols

Diamètre (DAMA) et forme des particules

- Dépôt dans l'arbre respiratoire

Concentration (Bq.m^{-3} or mg.m^{-3})

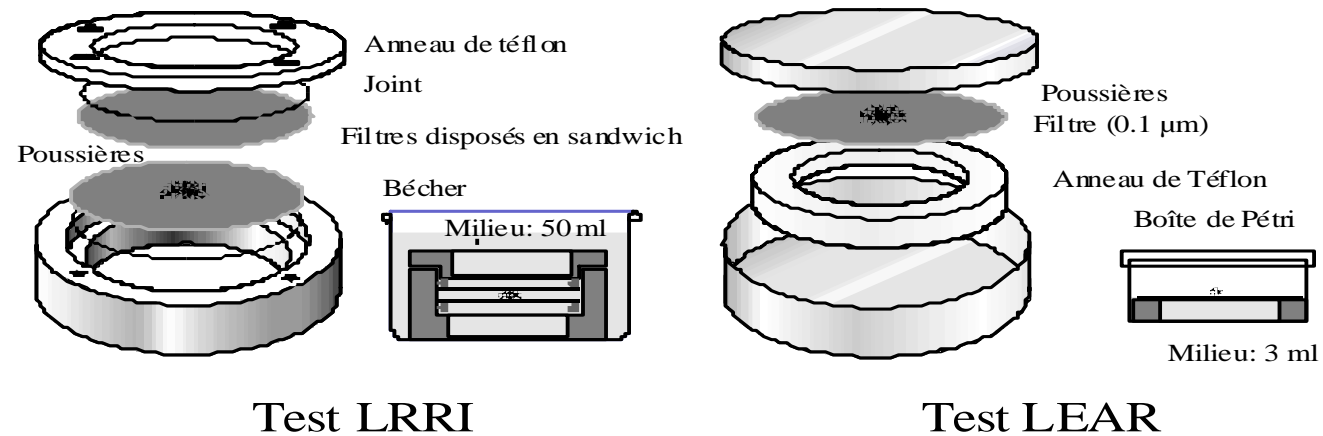
- Quantification des dépôts

Propriétés physico-chimiques

Solubilité et biocinétiques

- Transfert vers sang et distribution dans les organes

Tests de dissolution chimique

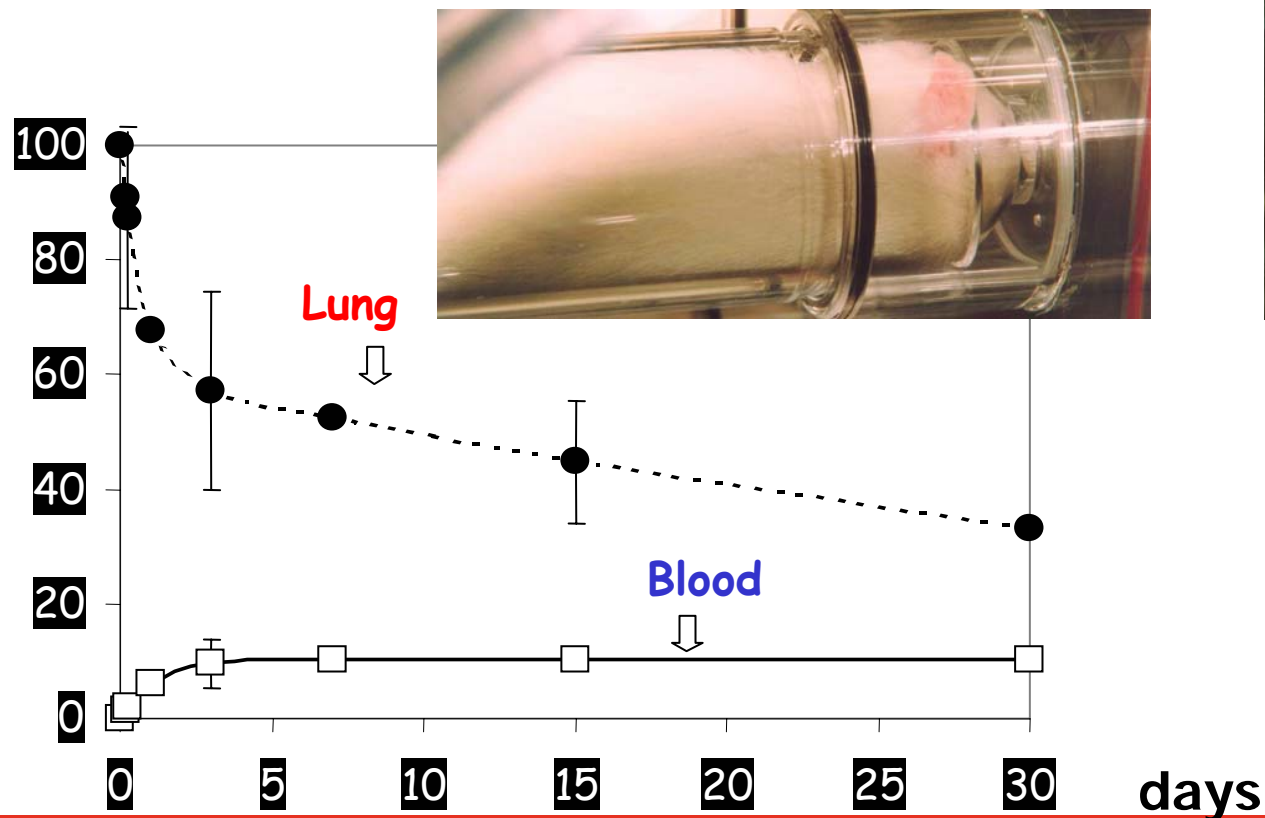


- ➔ Cinétiques de dissolution dans milieu simulant les fluides pulmonaires: Paramètres de dissolution

Étude *In vivo* sur modèle rats

Instillation Intratrachéale ou Inhalation

- ☑ Cinétique de transfert vers sang et de rétention dans les organes : paramètres d'absorption
- ☑ Distribution dans les organes et excréta



Réalisation

2/ Dose Par Unité d'Incorporation (Sv.Bq^{-1}) spécifique de chaque composé

3/ Courbes prédictives d'excrétion et de rétention

Réalisation

Tests *In vitro*

Étude *In vivo*

GIGAFIT

Paramètres de dissolution

Paramètres d'Absorption

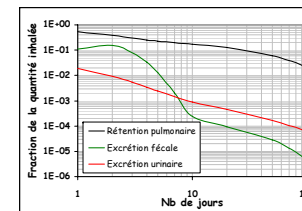
Caractéristiques de l'Aérosol

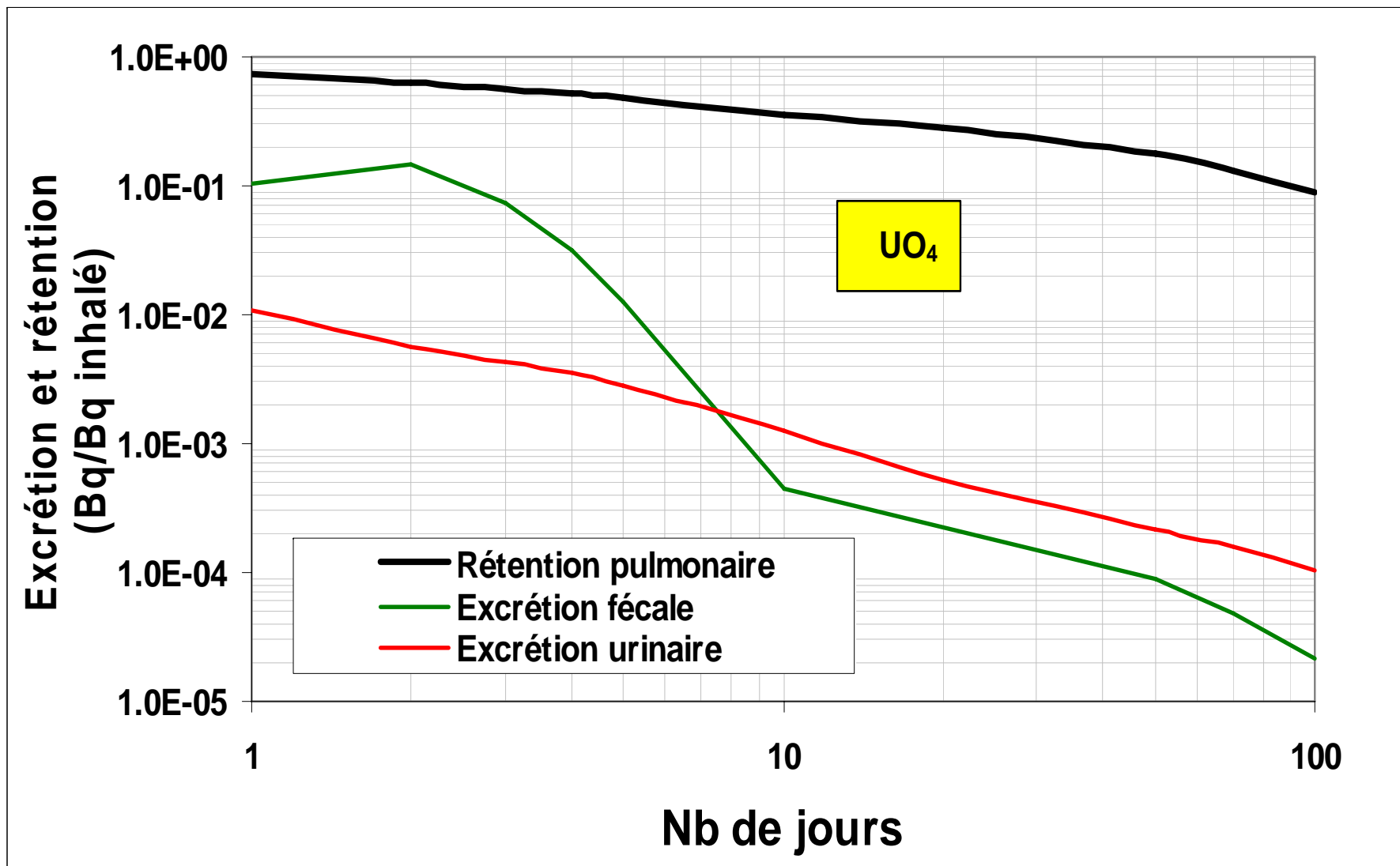
LUDEP

DPUI spécifique ($\text{Sv} \cdot \text{Bq}^{-1}$)

Courbes Prédictives de rétention et d'excrétion

DOSE (Sv)





ATELIER XXX

Référence: Rapport SDOS/99-12

Atelier	Dissolution
Poste(s)	Vidange des fûts

Composé(s) étudié(s)

U₃O₈

Autre(s) composé(s) dans l'atelier **UO₂, U₂O₇, Na₂, UO₂(NO₃)₂**

Composition	Surface spécifique	Densité
α' U₃O₈	15,5 m².g⁻¹	7,7

Mesures atmosphériques (moyenne - écart-type)

	Conc.Ambiance	AMAD
Poste(s)	(Bq.m ⁻³)	(µm)
Vidange	0,9 (0,8)	8,0 (1,2)

Enrichissement ²³⁵U: 0,70 %

Activité spécifique: 25 mBq.µg⁻¹

DPUI spécifique de l'U₃O₈: 1,0 µSv.Bq⁻¹

(calculée pour U naturel avec DAMA moyen de 8,5 µm et à partir test in vitro)

Classification LEAR

U₃O₈: Type F/M

Référence 2000 (pour U naturel)

	F	M	S
DPUI (µSv.Bq⁻¹)	0,6	2,2	6,5
LAI (Bq)	33300	9090	3080
LDCA (Bq.m⁻³)	15,7	4,2	1,4

LAI = 20 mSv / DPUI (Sv.Bq⁻¹)

LDCA = LAI / (1800 h × 1,2 m³.h⁻¹)

Importance des valeurs spécifiques sur le classement des composés

Exemple	UO ₂	U ₃ O ₈	UO ₄	UF ₄	Mélange
CIPR	S	S	?	F, M, S	?
<i>Dose (μSv.Bq⁻¹)</i>	<i>(50)*</i>	<i>(6.8)</i>			
Exp.	F	F	F	F/M	Variable selon caractéristiques
<i>Dose (μSv.Bq⁻¹)</i>	<i>(5)*</i>	<i>(1)</i>	<i>0.4 (X1) 1.3 (X2)</i>	<i>(1.6)</i>	

* Cas de particules ultrafines – 50 nm

F: absorption au sang rapide; M: modérée; S: lente

Exploitation par les médecins du travail

Utilisation des DPUI spécifiques pour calcul prospectif de dose et adéquation avec limites

Utilisation des courbes prédictives pour calcul retrospectif de dose

Adaptation du programme de surveillance médicale

Archivage des caractéristiques des postes et de leur évolution

Etudes réalisées depuis 1996

FBFC, Romans: usine de fabrication de combustible nucléaire: 9 ateliers

Comurhex Malvesi et Pierrelatte: Usines de transformation du minerai d'uranium: 8 ateliers

CEA, Pierrelatte: Procédé Silva d'enrichissement de l'U par laser: 1 installation

Cogema Pierrelatte

TU2: usine de fabrication de l' UO_2 MOX: 2 ateliers

TU5: usine de conversion des nitrates d'U retraité: 2 ateliers

W: usine de défluoration d' UF_6 : 2 ateliers

URE: unité d'élaboration d'U métal: 2 ateliers

Electrostal (Russie): usine de fabrication de combustible nucléaire: 2 ateliers

IPSN/DPEA/SERAC: Comparaison de préleveurs dans un atelier de TU5

SPRA/CRSSA: tir d'obus à l'UA sur un tank

Etudes réalisées depuis 1996 (Suite)

PIC COGEMA « Dosinter »

Comurhex Narbonne: Étude de 5 composés uranifères provenant du Niger, du Canada et d'Australie

BIODOS, Contrat CEE: collaboration avec NRPB, GSF, CEA

Etude de particules ultrafines d'oxydes d'U: effet de la taille et de la surface spécifique sur l'absorption

EDF R&D: CNPE de Tricastin

Prélèvements d'aérosols pendant un arrêt de tranche pour qualification de la contamination particulaire

IRSN/DEI/SESURE/LERCM

Étude de la solubilité du sable de Camargue