5èmes JOURNEES SFRP sur l'Optimisation de la radioprotection dans les domaines nucléaire , industriel et médical
SAINT-MALO 29 et 30 septembre 2010

PERSPECTIVES POUR LES ENTREPRISES *NORMS*

SUR LA MISE EN ŒUVRE DE l'OPTIMISATION

Nathalie PIRES (IRSN) - Sylvain BERNHARD (ALGADE)

La radioactivité naturelle renforçée :

Matieres contenant naturellement des radionucléides non utilisés pour leurs propriétés radioactives

NORM : Naturelly Occuring Radioactive Material

TENORM : Technological Enhanced Naturally Occuring Radioactive Matérial

ZIRCON

U238 : 2 Bq/g

Th232 : 0.5 Bq/g

Débit de dose 1 µSv/h

Débit de dose 150 µSv/h

Tartre

Ra226 : 1000 Bq/g

Réglementation

La manipulation et la transformation des matériaux qualifiés de «NORM» ou «TENORM» peuvent entraîner une augmentation significative de l'exposition des travailleurs et des populations vivant à proximité des installations ou réutilisant ces matériaux.

Directive européenne 96/29 EURATOM - Titre VII articles 40 et 41

Quelles sont les industries concernées ?
Des actions correctives ou préventives sont-elles nécessaires pour réduire l'exposition ?

Code de la santé publique | **Code du travail**

Arrêté du 25 mai 2005

- Définit la liste des 10 catégories professionnelles concernées
- Impose aux industriels visés de réaliser une évaluation des doses reçues par les travailleurs et les populations environnantes
- Impose une caractérisation chimique et radiologique des matières

Les évaluations de doses sont réalisées sous la responsabilité de l'industriel et les conclusions sont adressées à l'ASN, l'IRSN et à la préfecture

Les 10 catégories professionnelles concernées

- **La combustion de charbon en centrales thermiques**
- **Le traitement des minerais d'étain, d'aluminium, de cuivre, de titane, de niobium, de bismuth et de thorium**
- **La production de céramiques réfractaires et les activités de verrerie, fonderie, sidérurgie et métallurgie en mettant en œuvre**
- **La production ou l'utilisation de composés comprenant du thorium**
- **La production de zircon et de baddeleyite, et les activités de fonderie et de métallurgie en mettant en œuvre**
- **La production d'engrais phosphatés et la fabrication d'acide phosphorique**
- **Le traitement du dioxyde de titane**
- **Le traitement des terres rares et la production de pigments en contenant**
- **Le traitement d'eau souterraine par filtration destinée à la production :**
  - d'eaux destinées à la consommation humaine
  - d'eaux minérales
- **Les établissements thermaux**

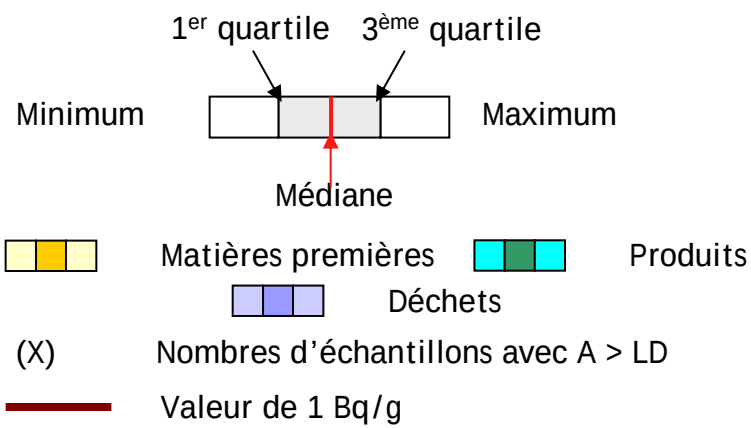
Activités massiques

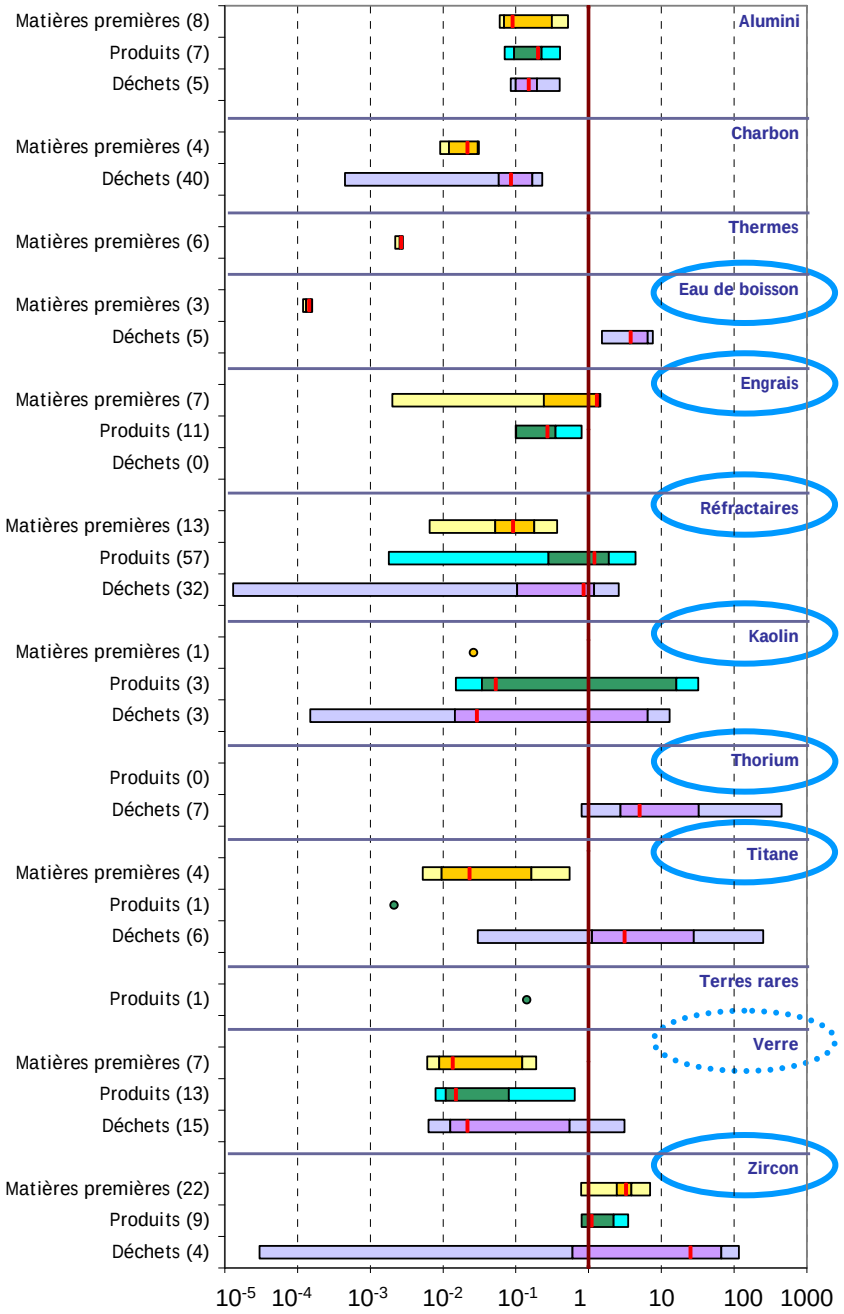
- Matières
  - matières premières,
  - produits intermédiaires,
  - produits finis,
  - boues, déchets,
  - effluents,
  - poussières

- Radionucléides
  - chaîne naturelle de l'^{238}U
  - chaîne naturelle de l'^{235}U
  - chaîne naturelle du ^{232}Th
  - ^{40}K

➔ **500 échantillons**

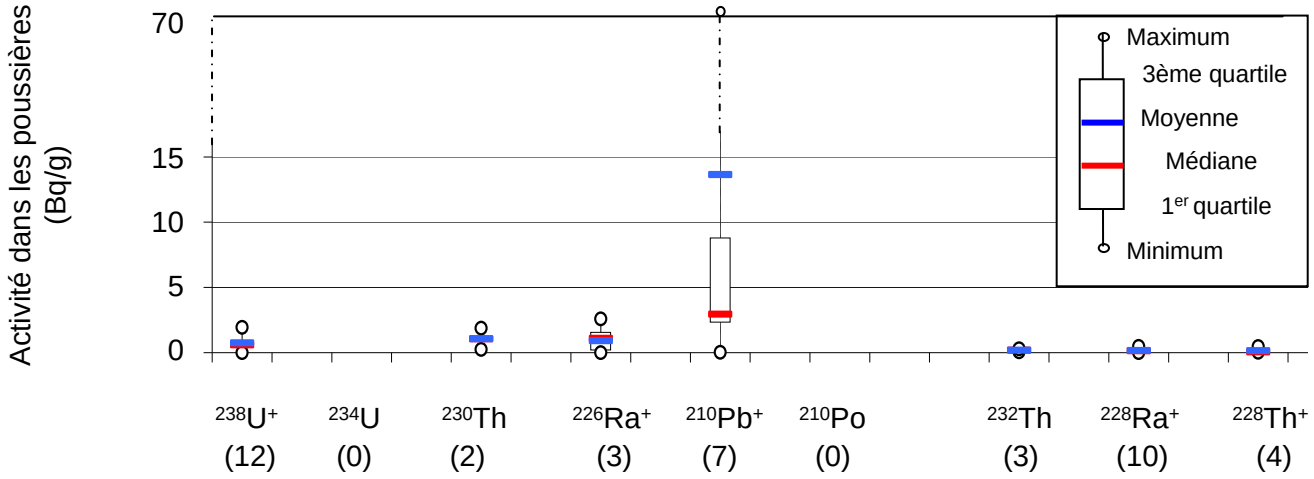
➔ **Plus de 4200 résultats de mesures**





Activités massiques > 1 Bq/g ?

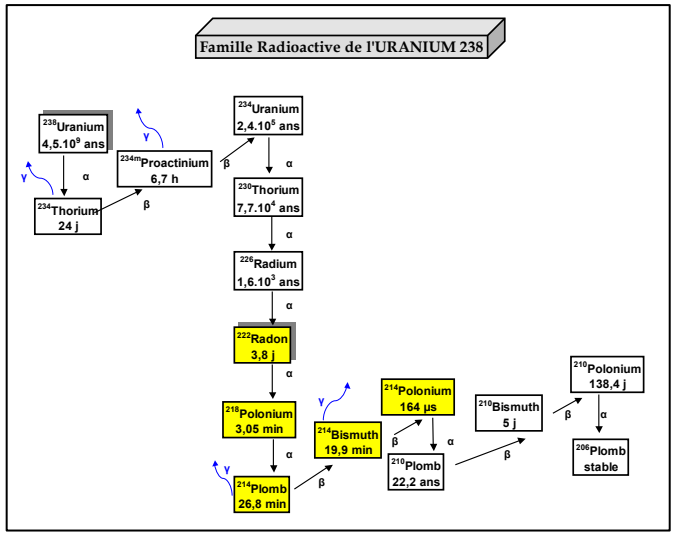
- Ordre de grandeur des activités massiques:
  - Matières premières : jusqu'à de 10 Bq/g
  - Produits : jusqu'à 100 Bq/g
  - Résidus : jusqu'à 1000 Bq/g
- Activités massiques varient fortement selon le type de matériau et l'activité industrielle
- Les déchets contiennent le plus souvent les activités massiques les plus élevées
- 55% des matières présentant une activité supérieure à 1 Bq/g sont des déchets contre 29% pour les produits et 16 % pour les matières premières
- Dans certains cas, des ruptures de l'équilibre séculaires :
  - Ex des poussières dans l'industrie des céramiques réfractaires

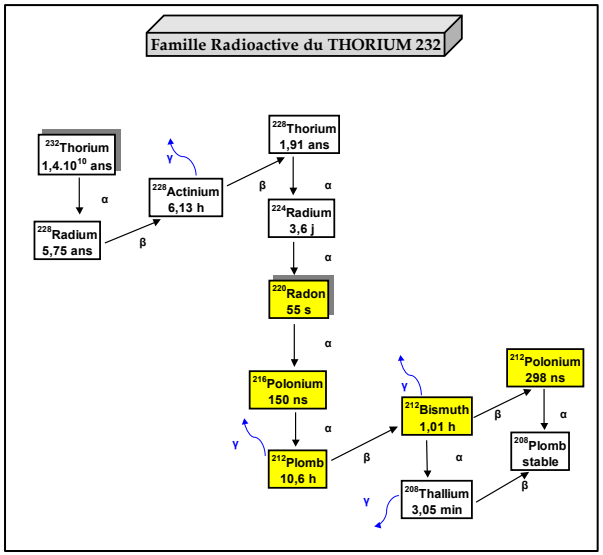


Exemples d'activités massiques mesurées dans des industries en France

Produit	Industrie	Activité massique en $Bq.g^{-1}$ de matière sèche				
		Famille de l'uranium 238			Famille du thorium 232	
		U238	Ra226	Pb210	Th232	Ra228
Matières premières						
Sable de zircon	Réfractaires, Abrasifs, fonderies...	1 à 5	1 à 5	1 à 5	0,1 à 1	0,1 à 1
Phosphate	Engrais	1,6	1,6	1,6	< 0,1	< 0,1
Monazite	Terres rares	30	30	30	240	240
Ilmenite	Dioxyde de titane	< 0,1	< 0,1	< 0,10	0,10	0,10
Mélange minerais	Métallurgie	0,5	0,5	0,5	3	3
Produits finis						
Superphosphates	Engrais	2,7	0,35	0,60	< 0,1	< 0,1
Manchons d'éclairage		-	-	-	342	342
Billes	Abrasifs	3	3	0,6	0,8	0,8
Fibres céramiques	Réfractaires	0,6	0,6	0,6	0,13	0,16
Déchets						
Tartres tuyauteries	Engrais	< 1	1600	400	< 0,1	< 0,1
Toiles de filtres	Engrais	4	238	25	< 0,6	< 0,6
Phosphogypses	Engrais	0,10	1	1	< 0,1	< 0,1
Tartres tuyauteries	Dioxyde de titane	10	250	38	500	540
Fines de dépoussiéreurs	Réfractaires	< 0,5	< 0,5	138	< 0,1	< 0,1
Résidus traitement bauxite	Métallurgie	0,2	0,2	0,1	0,34	0,39
Résidus fabrication	Réfractaires	3	3	3	0,9	0,9
Résidus fabrication	Terres rares	4	200	200	20	200
Résidus fabrication	Métallurgie	80	66	66	12	12
Résidus	Traitement d'eaux	< 1	43	2	17	48

Les principales voies d'exposition liées aux chaînes de l'uranium et du thorium





Expositions externes

Emetteurs γ des chaînes de l'uranium et du thorium

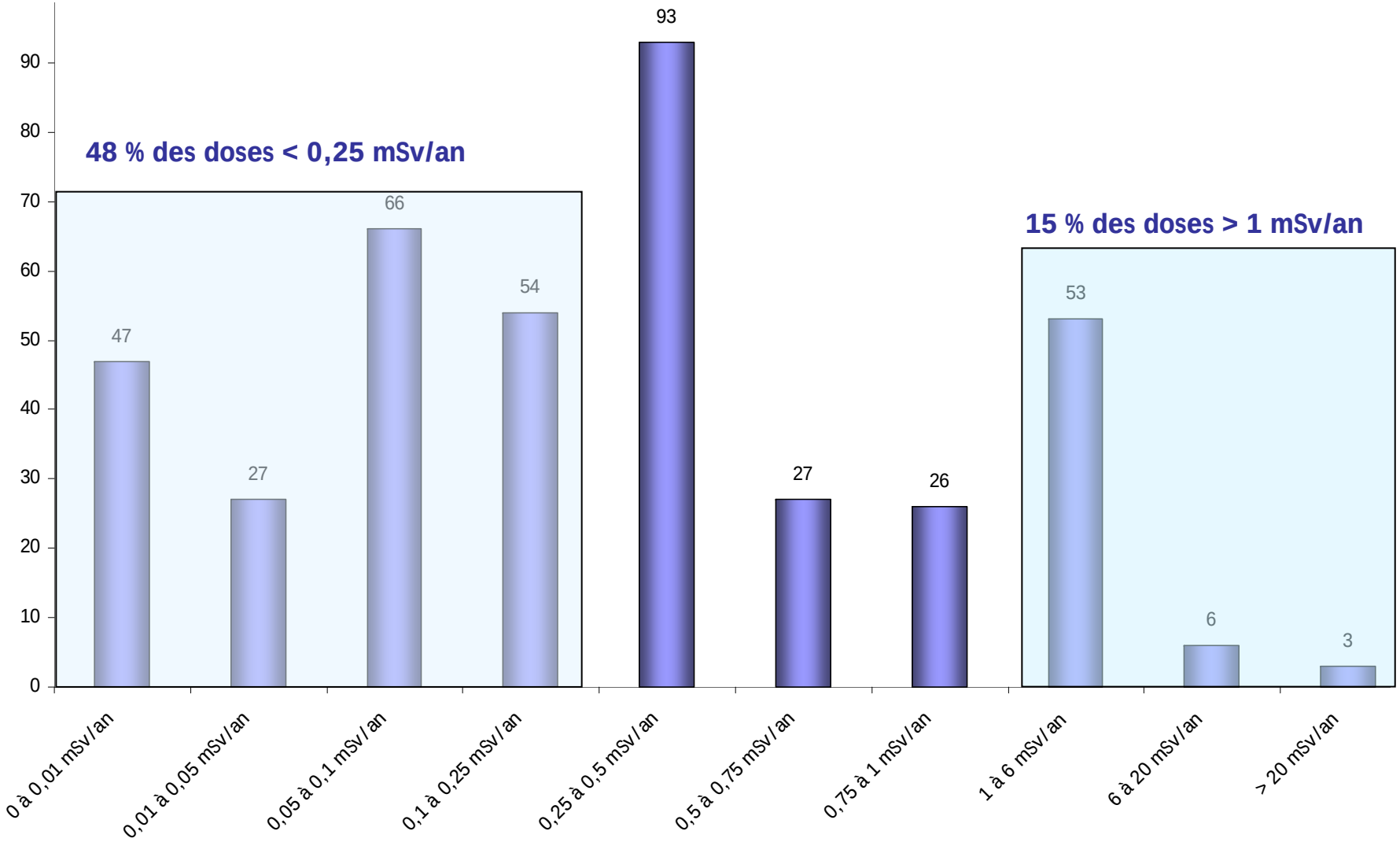
(Bi214; Pb214 ; Tl208 ; Ac228 ; Pb212...)

Expositions internes

- **Inhalation des émetteurs alpha à vie courte : descendants des isotopes 222 et 220 du radon (Po218, Po214, Po212)**
- **Inhalation des émetteurs alpha à vie longue présents dans les poussières en suspension (U238,U234, Th230, Ra226, Po210, Th228, Ra224)**

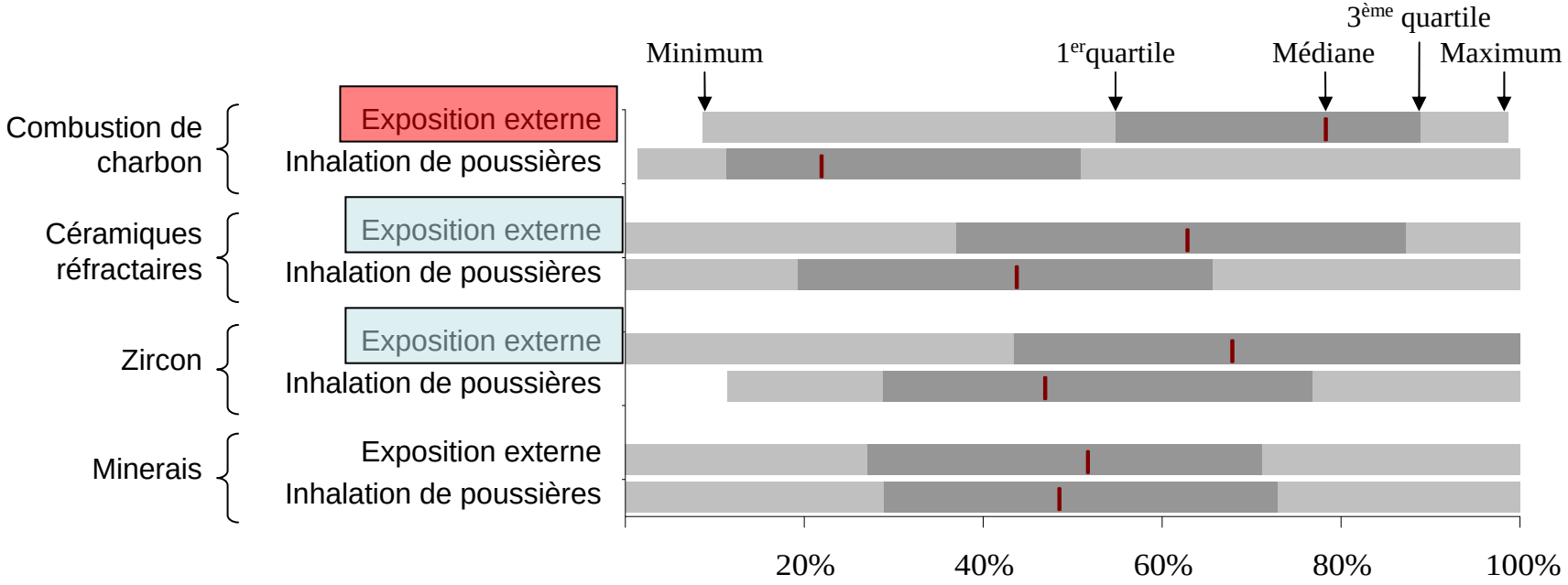
Doses significatives ?

- 90 études reçues par l'IRSN pour 9 catégories professionnelles



Voies d’exposition

- Principales voies dans les industries
  - expositions externes liées aux rayonnements gamma ;
  - expositions internes liées à l'inhalation des émetteurs alpha à vie longue présents dans les poussières en suspension dans l'air
- Identification de la voie d’exposition majoritaire
  - Uniquement 4 activités industrielles en raison du nombre de postes limité dans les autres activités industrielles



MISE EN ŒUVRE DE L'OPTIMISATION

1. Bonne connaissance du terme source

⇨ Cartographie et contrôle des ambiances de travail

Mesures ponctuelles, en continu ou intégrées

- Débit de dose gamma en $\mu Sv.h^{-1}$
- Concentration en radon en $Bq.m^{-3}$
- Energie alpha potentielle volumique des descendants du radon en $\mu J.m^{-3}$
- Activité volumique des poussières en $Bq.m^{-3}$

Pb : .identifier les niveaux se distinguant du bruit de fond naturel
.caractère potentiellement diffus des sources
. représentativité des points de mesures

⇨ Caractérisation des postes de travail les plus exposés

- Temps d'exposition
- Configurations géographiques
- Conditions physiques (empoussièrement, ventilation…)
- caractéristiques physiques des matieres (solide , pulvérulent , liquide)
- opérations ponctuelles modifiant le terme sources (maintenance,…),

MISE en ŒUVRE DE L'OPTIMISATION

2. Bonne estimation des doses reçues par les travailleurs

- **Doses externes** :mesures de debits de dose; dosimetres passifs ou dosimetres electroniques; codes de calculs

- **Doses internes dues à l'inhalation de poussières**

$$E_{inhalation} = \sum_i C_i . e . t . d . h_i$$

Avec :

C_i = activité massique des poussières pour le radionucléide i ($Bq.g^{-1}$)

e = empoussièrement en $g.m^{-3}$ d'air

t = temps de présence de l'agent (h)

d = débit d'inhalation de l'agent ($m^3.h^{-1}$)

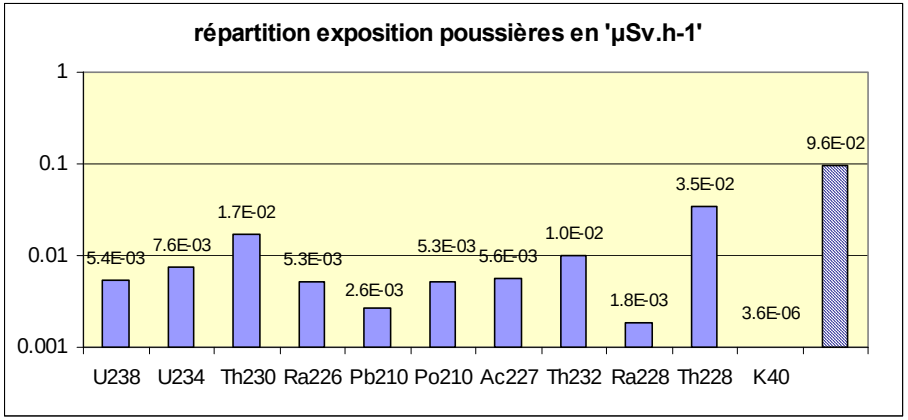
h_i = dose efficace engagée par unité d'incorporation par inhalation du radionucléide i ($Sv.Bq^{-1}$)

Pb : connaissance des caractéristiques de l'aérosol pour le choix des valeurs des coefficients de dose fixées par l'arreté du 1er septembre 2003

Exemple d'évaluation des doses internes dues à l'inhalation de poussières

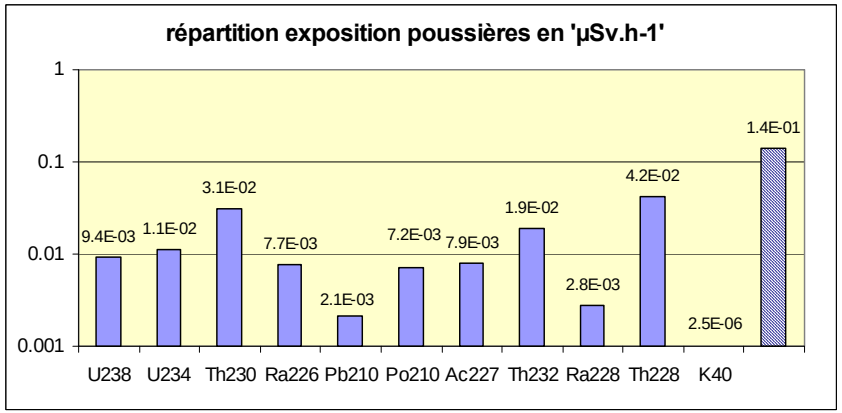
Terme source : sable de zircon

AMAD 5 µm



temps en h	exposition poussières en µSv	
	facteur par défaut	facteur max
100	10	25
500	48	124
1000	96	247
1500	143	371

AMAD 1 µm



temps en h	exposition poussières en µSv	
	facteur par défaut	facteur max
100	14	30
500	70	149
1000	141	299
1500	211	448

MISE EN ŒUVRE DE L'OPTIMISATION

Cas des expositions au radon et ses descendants à vie courte

- Atmosphères confinées
- Présence de radium 226 ou de radium 228
- Etablissements thermaux

➔ **<u>Indicateur du risque potentiel</u>**
Activité volumique du radon 222 en Bq.m^{-3} ↓ Comparaison avec la valeur de 400 Bq.m^{-3}

Pb : radon 220 dans le cas de présence de thorium ?

➔ **<u>Evaluation des doses</u>**

• Modélisation : connaître le facteur d'équilibre du radon 222 (conditions de ventilation des locaux)

• Mesures intégrées avec dosimètres portés par les agents

-Indicateur : énergie alpha potentielle des descendants à vie courte des isotopes 222 et 220 du radon

- mesure : exposition exprimée en mJ.m^{-3}.h

- Facteur de conversion : dose efficace / exposition à l'énergie alpha potentielle *

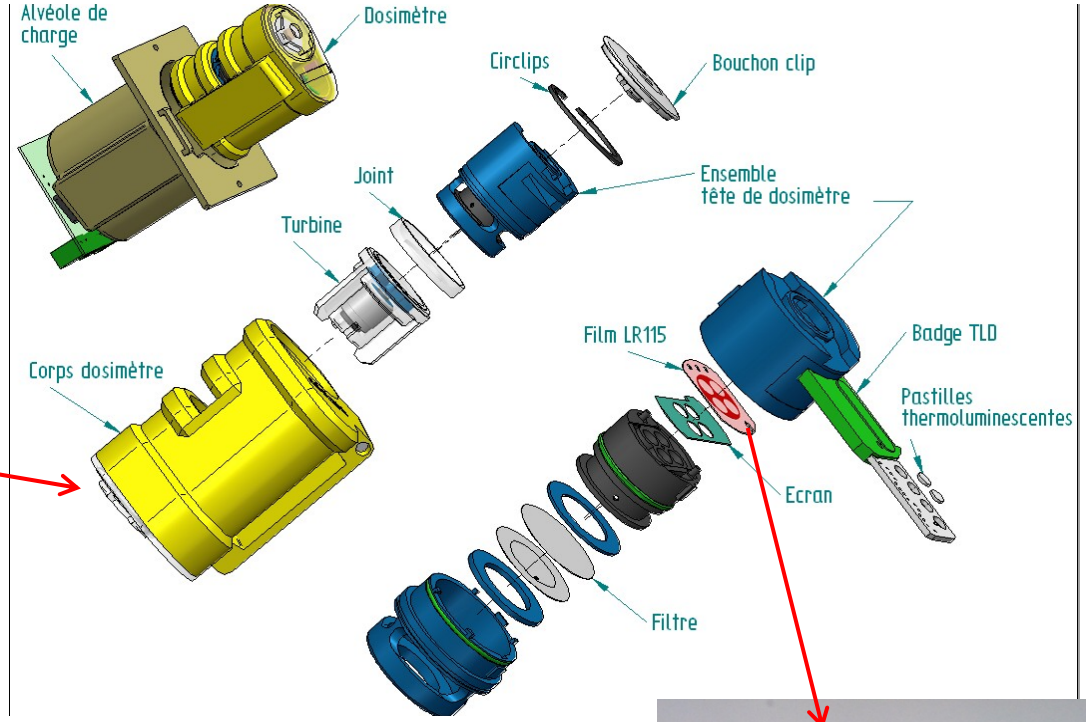
1,4 mSv / mJ.m^{-3}.h pour descendants du radon 222
0,5 mSv/mJ.m^{-3}.h pour descendants du radon 220

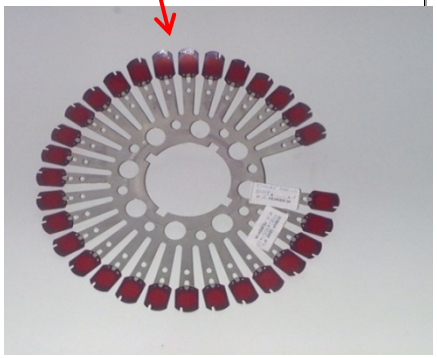
*** (Annexe III de l'arrêté du 1er septembre 2003 définissant les modalités de calcul des doses efficaces)***

CONNAISSANCE DES EXPOSITIONS INTERNES : Cas particulier du radon

-

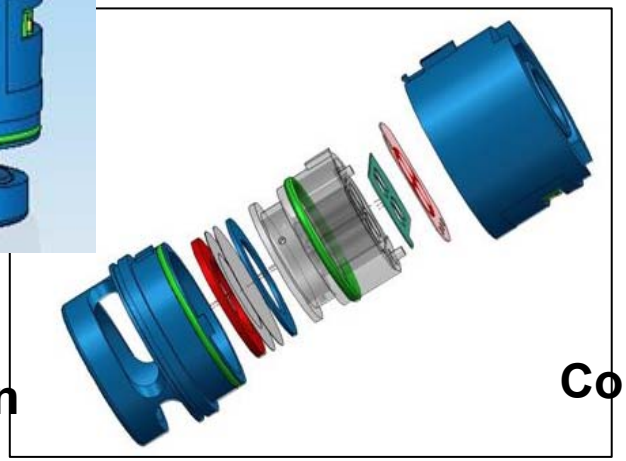
<u>Utilisation du dosimètre alpha individuel porté par les agents</u>



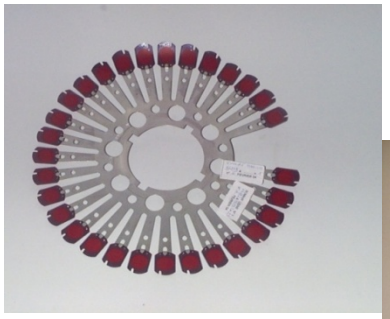


Mesure intégrée mensuelle ou trimestrielle
avec détecteur solide de traces nucléaires DSTN
(nitrate de cellulose LR 115)

TRAITEMENT DES FILMS LR115

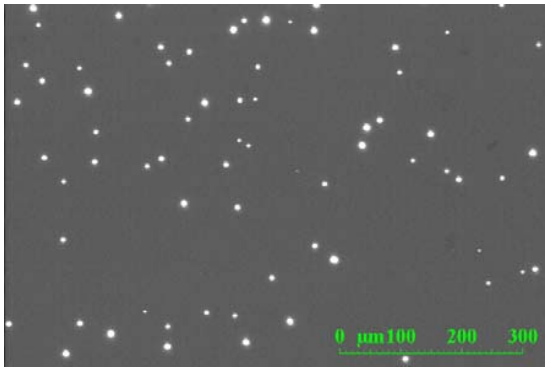


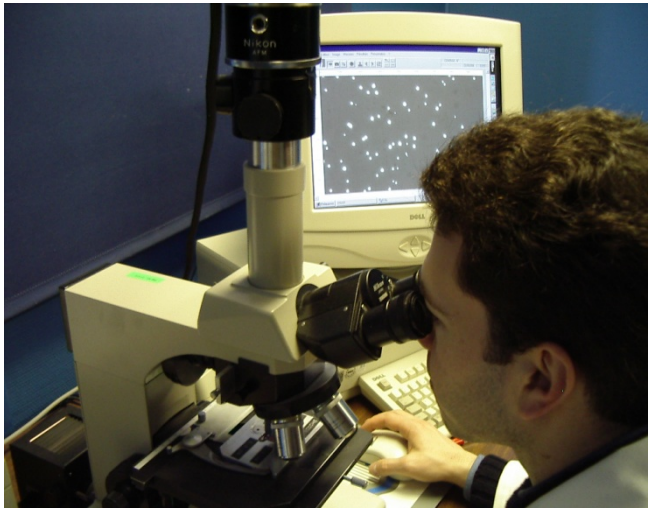
Réception



Conditionnement

Developpement





Lecture automatique des traces sur 4 plages de mesure

Po218, Po214, Po212, Rn222

Résultats exprimés en terme d'exposition en mJ.m^{-3}.h

MISE EN ŒUVRE DE L'OPTIMISATION

3 –**Besoins de formation et sensibilisation de tous les acteurs aux risques radiologiques et aux principes de la radioprotection**

Contexte souvent difficile

- Nouveaux risques avec dangers d'amalgame avec le Nucléaire et utilisation de termes pouvant porter à confusion (contamination , déchets radioactifs …)

- Pratiques et process souvent anciens : changements d'habitude ?

-notion de risques avec les faibles doses rencontrées : les enjeux?

- contraintes nouvelles : port de dosimètres ; études de poste

CONCLUSION

Les etapes d'une politique optimisée de reduction des doses dans les industries NORMS :

*1- **formation et sensibilisation de l'ensemble des acteurs***

2-connaissances des considérations pratiques de mise en œuvre :

.caractérisation radiologique des matieres ;

. étude des postes de travail ,

. estimation des doses externes er internes

Nécessité de definir les protocoles de mesure et utiliser des moyens de mesure adaptés

Les étapes d'une politique optimisée de réduction des doses dans les industries NORMS :

…….

3-recherche de l'optimum pour le choix des méthodes d'exploitation :

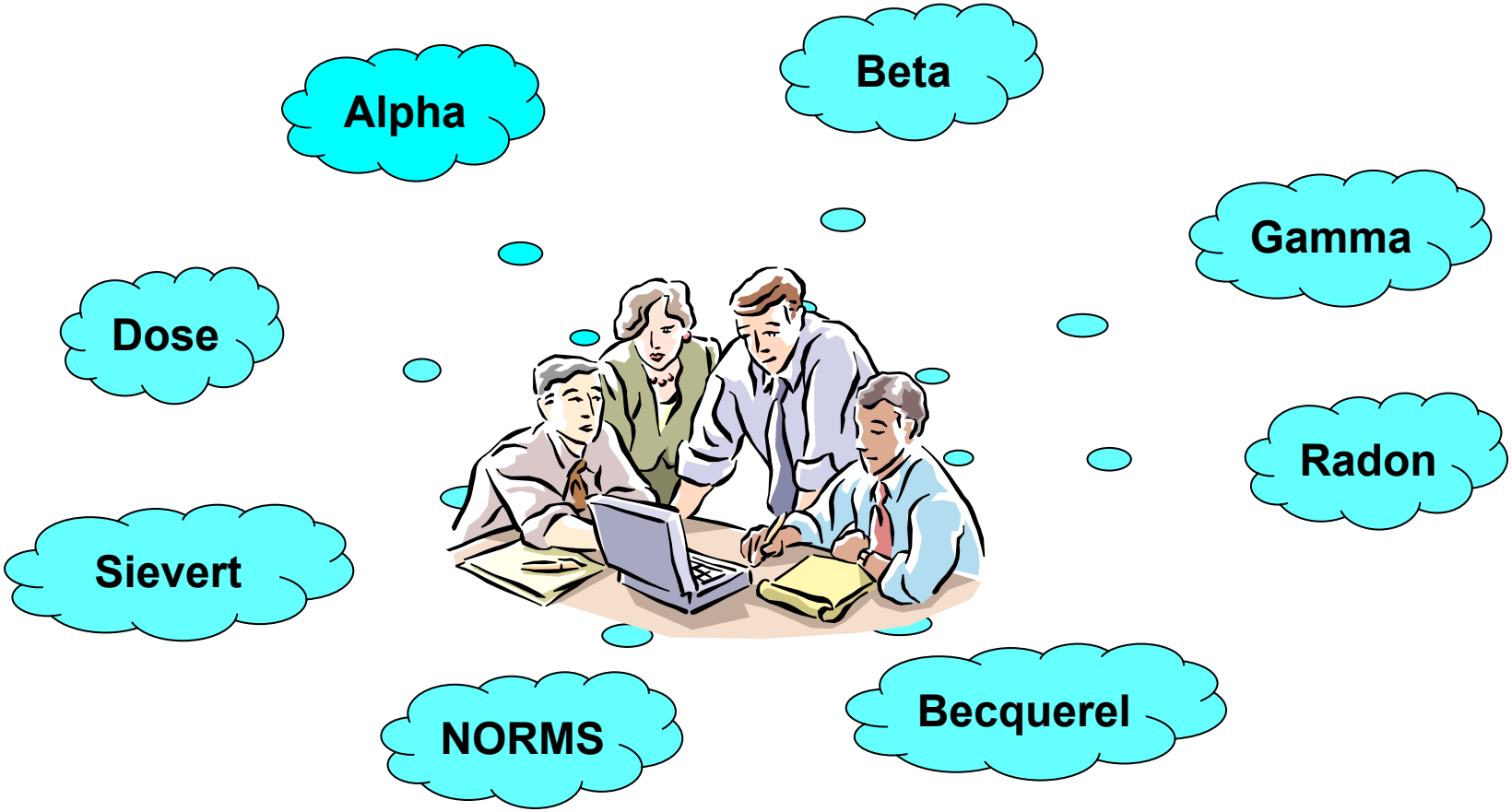
choix des matières premières ; modification du process ; nouvelle organisation des postes de travail ; fixation d'objectifs pour les niveaux d'ambiance et les doses susceptibles d'etre reçues

4 - ***maintien des conditions optimales pendant le fonctionnement des installations*** *:*

ventilation ; organisation des stockages des matieres ; capotage,captage et filtration des poussieres ;

5- ***désignation d'une personne en charge de la politique d'optimisation de la radioprotection***

Collecte des données : contrôle de l'efficacité des dispositifs de prévention , reporting et informations



… nous vous remercions de votre attention

IRSN
INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Nathalie PIRES (IRSN) - SylvainBERNHARD (ALGADE)

ALGADE