

**CINQUIEMES RENCONTRES DES PERSONNES
COMPETENTES EN RADIOPROTECTION**

PCR dans les Laboratoires de Recherche

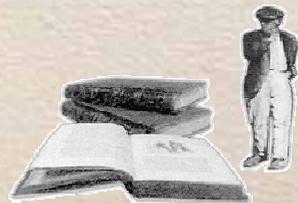
Abdel Mjid NOURREDDINE

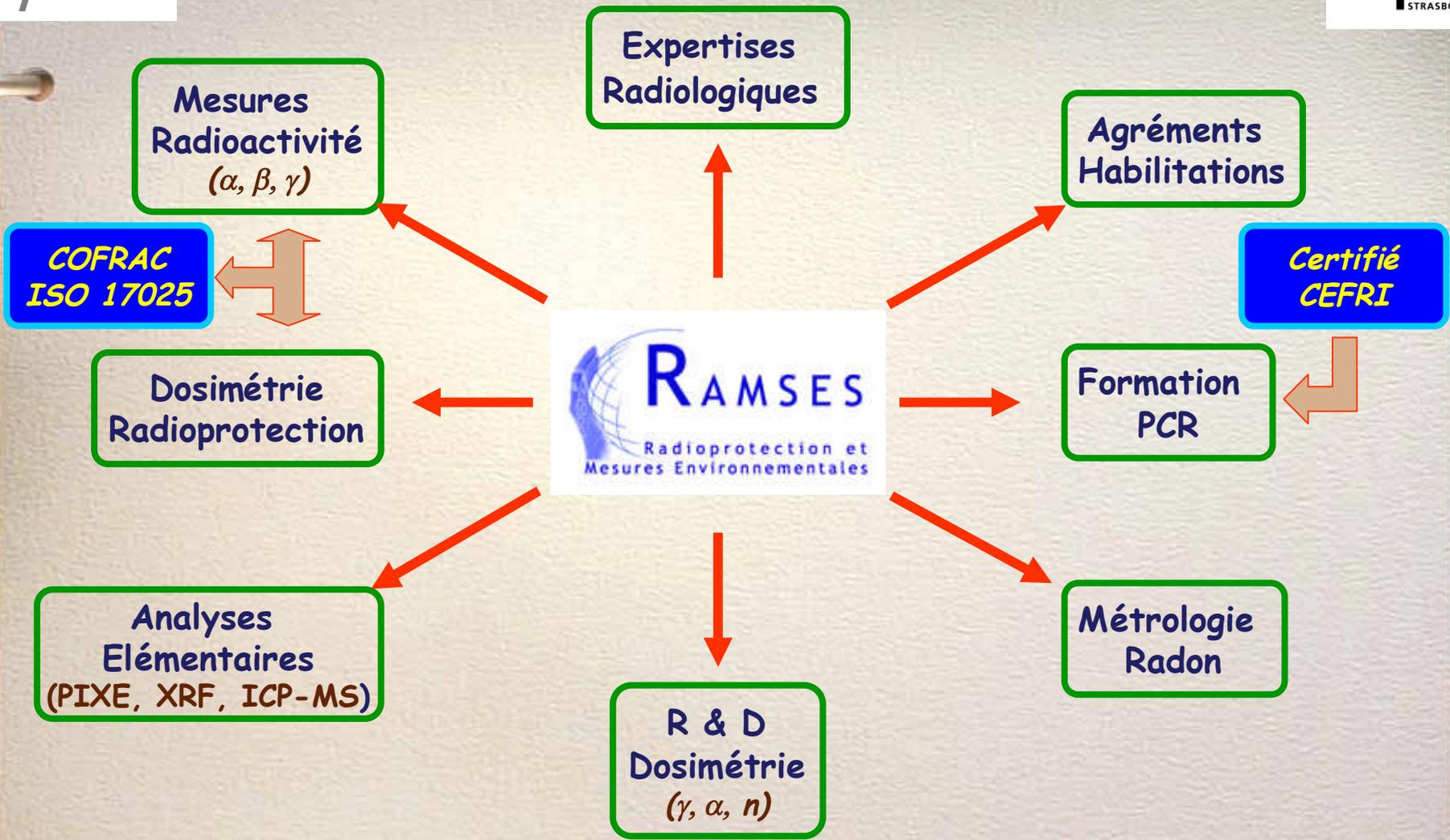
Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien
UMR 7178 CNRS/in2p3 et Université Louis Pasteur
B.P 28 - 67037 Strasbourg Cedex 2

Abdelmjid.nourreddine@ires.in2p3.fr

PLAN

- **Introduction**
- **Rôle PCR dans le secteur recherche**
- **Exemples : formation PCR**
- **Problématiques et spécificités**





<http://iphc.in2p3.fr/-Ramses-.html>

Formation PCR @ Strasbourg

☞ **IPHC/in2p3-CNRS** : depuis 1982

● **Décret 86-1103 du 2 octobre 1986 :**

❖ **Formation continue : + 250 PCR**

✓ CNRS (50 %), INSERM (30 %), privés (20 %)

❖ **Initiale ULP : + 300 étudiants**

✓ DEA, Licence Professionnelle, DESS, IUT

● **Arrêtés du 29 décembre 2003 et du 26 octobre 2005**

❖ **Formation continue : 35 PCR**

✓ Module théorique : **Secteur industrie et recherche**

✓ Module pratique : **Sources scellés et générateurs R X**

✓ Module pratique : **Sources non scellées**



Sources radioactives @ recherche

● Sources non scellées : marquage, radiotraceurs , ...

^3H , ^{14}C , ^{22}Na , ^{32}P , ^{33}P , ^{35}S , ^{45}Ca , ^{51}Cr , ^{125}I , ^{131}I

+ sels U et Th

● Sources scellées :

✓ sources de tests, d'étalonnage et de mesure

✓ détecteurs : chromatographie phase gazeuse, scintillateur liquide

^{63}Ni , ^{133}Ba , ^{152}Eu , ^{226}Ra

✓ TP pour l'enseignement

^{22}Na , ^{60}Co , ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{241}Am

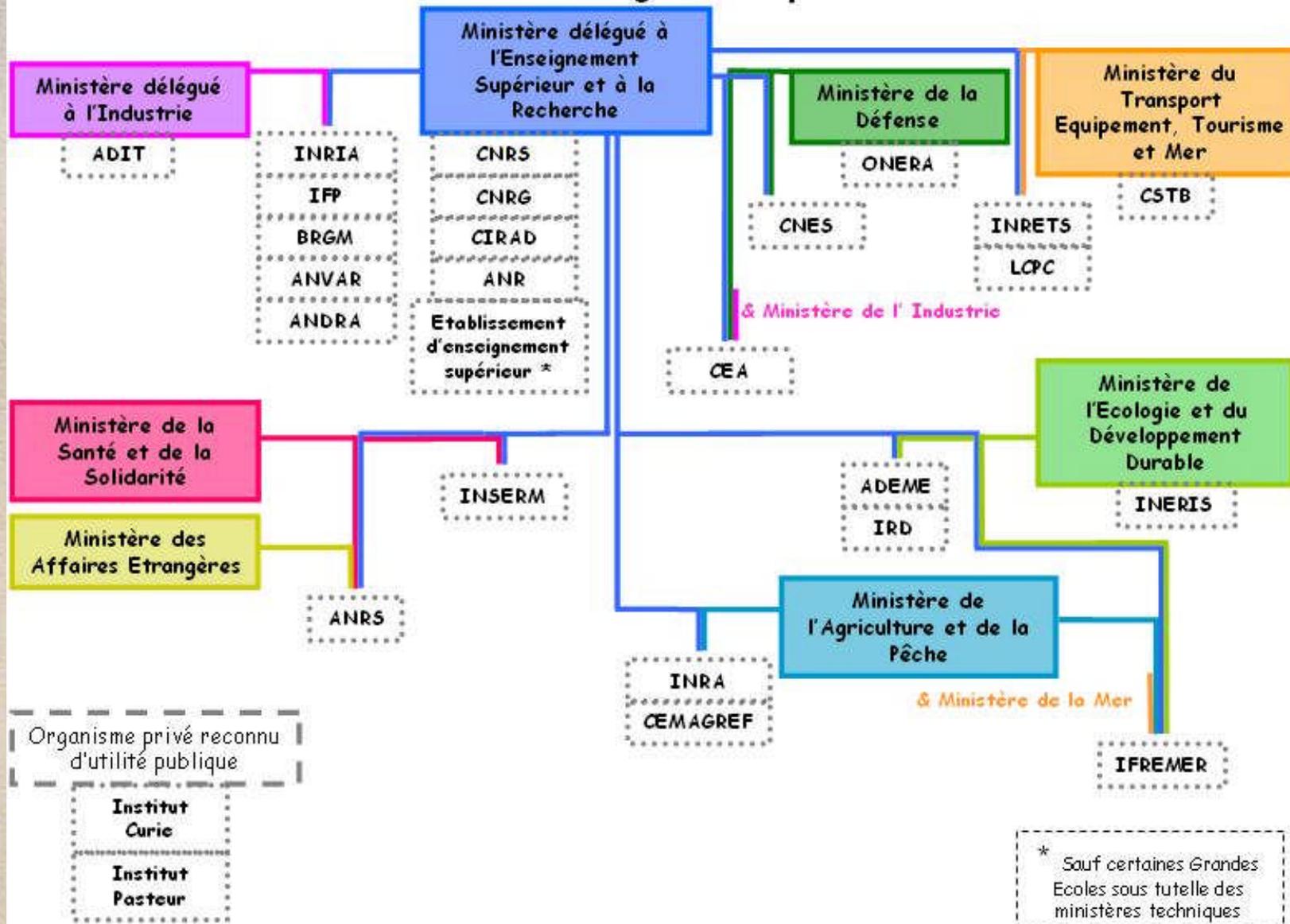
Caractéristiques secteur recherche

- activités très diverses et évolutives
 - ✓ complexité des structures,
 - ✓ personnel de statuts hétérogènes et mobiles
 - ✓ multiplicité des risques : radiologique + chimique + biologique
- établissement peut comporter plusieurs services utilisateurs de RI, chaque service titulaire de sa propre autorisation.
- unités de recherche issues de coopérations entre plusieurs organismes publics ou privés :
 - ✓ peut nuire à la lisibilité de l'organisation
 - ✓ complexifier la définition des responsabilités.
- décalage dans le milieu universitaire : réactivité, moyens

Activités manipulées/expérience

- **^3H** : Test de prolifération cellulaire à l'aide de ^3H -thymidine
22.2 MBq
- **^{32}P** : Analyse de l'ARN par « Northern Blot »
0.5 MBq
- **^{33}P** : Marquage de sonde ADN
9 MBq
- **^{35}S** : Marquage de protéines en présence de ^{35}S -méthionine
18.5 MBq
- **^{35}S** : Marquage de sonde ADN par ^{35}S -Uridine Triphosphate
2.31 MBq
- **^{125}I** : Marquage d'anticorps
18.5 MBq
- **^{51}Cr** : Tests de cytotoxicité
7.4 MBq

Tutelles ministérielles des organismes publics de la Recherche



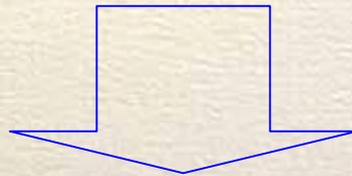
Copyright © 2006, Developed by Yacine Touati

Exigences réglementaires

- *Décret n° 2004-802 du 29 juillet 2004* art. 8 III Journal Officiel du 8 août 2004
Code de la santé publique Art R 1333-43.
- *Décret n° 2003-296 du 31 mars 2003* relatif à la protection des travailleurs contre les dangers des rayonnements ionisants.
Code du travail Art R 231-84 et 85
- *Décret n° 2002-460 du 4 avril 2002* relatif à la protection générale des personnes contre les dangers des rayonnements ionisants
- *Arrêté du 15 mai 2006* relatif aux conditions de délimitation et de signalisation des zones

PCR dans les laboratoires de recherche

- La PCR est nommée par le directeur de l'établissement après avis du conseil d'hygiène et de sécurité.
- Elle joue un rôle déterminant au sein du laboratoire pour l'organisation de la radioprotection en matière d'information, de formation et de contrôle



L'exposition des personnes doit être maintenue à un niveau aussi faible qu'il est raisonnablement possible

Contrôle, formation et information

- **Conseiller** du chef d'établissement
- veiller au respect des **mesures de radioprotection**
- évaluer la nature et **l'ampleur du risque dues aux RI** en collaboration avec le chef de projet
- **classer le personnel** en catégorie A ou B en liaison avec le médecin de prévention,
- réaliser l'étude de **poste travail**
- délimiter et assurer la **conformité des locaux** : zones « **surveillées** » ou « **contrôlées** »

Contrôle, formation et information

- connaître les risques encourus et les mesures à prendre
- limiter les quantités utilisées
- connaître tous les protocoles expérimentaux
- afficher les consignes afférentes, le plan de prévention
- connaître le fonctionnement des appareils
- tenir à jour le registre d'entrée et de sortie des sources
- assurer la gestion des déchets, les contrôles techniques
- informer les utilisateurs sur la veille réglementaire

Formation annuelle utilisateurs

EVOLUTION DE LA REGLEMENTATION EN RADIOPROTECTION



Isabelle FABING

PCR

DRS/IPHC Strasbourg

Octobre 2006



Formation CNRS @ Strasbourg



Contenu :

- Définitions
- Réglementation européenne
- Rappel sur la radioactivité et ses risques
- Radioprotection – principe ALARA
- Dosimétrie – calculs de dose
- Déchets
- Générateurs X

Formation CNRS @ Strasbourg

Réglementation Européenne

SANCTIONS

Est puni d'1 an d'emprisonnement et d'une amende de 15 k€ :

- d'exposer des personnes au-delà des valeurs limites fixées par les décrets,
- d'utiliser une substance non autorisée,
- de ne pas assurer la reprise des sources de + de 10 ans

**Toute personne morale peut être déclarée
RESPONSABLE pénalement des infractions.**

formation CNRS @ Strasbourg

Arrêté zonage (15 mai 2006)

- Tous les opérateurs intervenant en zones surveillée ou contrôlée, doivent bénéficier d'une **formation à la radioprotection, qui doit être renouvelée au moins tous les 3 ans** (art. R231-89 du Code du Travail)

Programmation annuelle

- Les zones doivent être signalées à chacun des accès
- Un protocole d'accès spécifique doit être élaboré et remis à l'opérateur

Formation CNRS @ Strasbourg

	Zone surveillée	Zone contrôlée verte	Zone contrôlée jaune	Zone contrôlée orange	Zone contrôlée rouge
					
Débit de dose crête (mSv/h) Organisme entier	< 0,0075	< 0,025	< 2	< 100	≥ 100
Débit de dose crête (mSv/h) Extrémités	< 0,2	< 0,65	< 50	< 2500	≥ 2500

Formation CNRS @ Strasbourg

Dosimétrie

- **En zone surveillée**, tous les opérateurs doivent porter un dosimètre passif
= film poitrine ou poignet
- **En zone contrôlée**, tous les opérateurs doivent bénéficier d'une dosimétrie opérationnelle instantanée, en plus de la passive



Guide Pratique
Radionucléides
&
Radioprotection
D. Delacroix
J.P. Guerre
P. Leblanc
EDP Sciences
CEA

Période : 6,02 heures Activité massique : $1,95 \cdot 10^{17}$ Bq.g⁻¹ Groupe de risque : 4 ^{99m}Tc
43

Technétium - 99m

Principales émissions

	Gamma / X		Beta (E _{max})		Electrons		Alpha	
	E (keV)	%	E (keV)	%	E (keV)	%	E (keV)	%
E1	18	6			120	9		
E2	21	1			138	1		
E3	141	89						
% omis		1				1		

Seuils d'exemption

Quantité en Bq	1.10 ⁷
Concentration en Bq.g ⁻¹	1.10 ²

Transport (Bq)

A1	1.10 ¹³
A2	4.10 ¹²

Exposition externe (μSv.h⁻¹) pour une activité de 1 Bq

Source ponctuelle

ds $1,3 \cdot 10^{-9}$ β et e⁻
ds $2,8 \cdot 10^{-7}$ γ et X
dp $2,6 \cdot 10^{-7}$ γ et X

flacon 10 ml

2,2 · 10⁻⁸
100 cm
au contact $1,0 \cdot 10^{-4}$

bécher 50 ml

au col $1,5 \cdot 10^{-4}$
au contact $7,7 \cdot 10^{-5}$

Seringue 5 ml

au contact $3,5 \cdot 10^{-4}$

Contamination de la peau

dépôt uniforme (1 Bq.cm⁻²) $2,5 \cdot 10^{-1}$
goutte de 0,05 ml (1 Bq) $2,8 \cdot 10^{-2}$

Exposition interne pour les travailleurs

Dose efficace engagée par unité d'incorporation en Sv.Bq⁻¹

Inhalation		h(g)	
Composés non spécifiés	R	1 μm	$1,2 \cdot 10^{-11}$
		5 μm	$2,0 \cdot 10^{-11}$
Oxydes, hydroxydes, halogénures et nitrates	M	1 μm	$1,9 \cdot 10^{-11}$
		5 μm	$2,9 \cdot 10^{-11}$
	L	1 μm	
		5 μm	
Ingestion		f ₁	e(g)
Tous composés		0,800	$2,2 \cdot 10^{-11}$

Données pratiques

Débit de dose efficace par immersion ⁽¹⁾	LPCA ^{(2), (3)}
$2,3 \cdot 10^{-2}$ μSv.h ⁻¹ par Bq.m ⁻³	$2,9 \cdot 10^5$ Bq.m ⁻³

Organe exposé contribuant le plus à la dose efficace
Inhalation : Voies respiratoires supérieures (R-M)
Ingestion : Thyroïde

Al_{20inhalation} (Bq)⁽²⁾ : $6,9 \cdot 10^8$

Al_{20ingestion} (Bq)⁽²⁾ : $9,1 \cdot 10^8$



(1) Calculée dans un volume de 100 m³.
(2) Valeurs les plus restrictives.
(3) La LPCA prend en compte l'exposition par inhalation et par immersion.

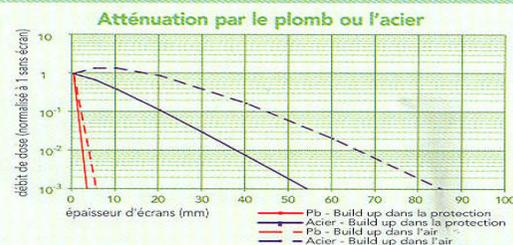
Écrans, détection, contamination des surfaces

Parcours β et e⁻ (mm)

Verre	0,1
Plexiglas	0,3

Sondes⁽¹⁾ recommandées

Alpha	
Beta	
Gamma	+
X	++



Plan 5 m x 5 m uniformément contaminé (1 Bq.cm⁻²)

Débits de dose (μSv.h⁻¹)⁽²⁾

à 1 m
ds β, e⁻ : 0
ds γ, X : $1,7 \cdot 10^{-3}$
dp γ, X : $1,6 \cdot 10^{-3}$

à 10 cm
ds β, e⁻ : $2,3 \cdot 10^{-3}$
ds γ, X : $5,3 \cdot 10^{-3}$
dp γ, X : $4,9 \cdot 10^{-3}$

Limites pratiques

LPC _C	$4,10^2$ Bq.cm ⁻²
LPC _F	$6,10^2$ Bq.cm ⁻²

1) Si aucune sonde n'est préconisée, faire un frottis et le mesurer en laboratoire.
2) Attention ! Toute contamination superficielle labile doit être éliminée.

Activités maximales manipulables (Bq)

État physico-chimique	coefficient de volatilité (k)	Sous réserve de respecter les LIMITES D'EXPOSITION EXTERNE				
		Zone Surveillée (ZS)		Zone Contrôlée (ZC)		
		Paillasse	Hotte ventilée	Paillasse	Hotte ventilée	Boîte à gants
Composés non spécifiés	0,01	$1,1 \cdot 10^7$	$1,1 \cdot 10^8$	$3,7 \cdot 10^7$	$3,7 \cdot 10^8$	$5,0 \cdot 10^9$
Oxydes, hydroxydes, halogénures et nitrates	0,01	$1,1 \cdot 10^7$	$1,1 \cdot 10^8$	$3,6 \cdot 10^7$	$3,6 \cdot 10^8$	$5,0 \cdot 10^9$

Formation CNRS @ Strasbourg

générateur RX

Consignes de travail

- Portez son film poitrine
- Limitez les accès avant de commencer une mesure
- Ne pas dirigez le faisceau vers les portes et fenêtres
- Pendant la prise du cliché, le personnel doit se trouver derrière le paravent plombé

Formation INSERM @ Montpellier

Formation des utilisateurs de radioéléments à la radioprotection



*Maurice TANGUI
PCR*

Inserm

Institut national
de la santé et de la recherche médicale

Unité de recherche U710

*Mixte avec l'Université Montpellier II et l'EPHE
Mécanismes moléculaires dans les démences
neurodégénératives*

Novembre 2006

Formation INSERM @ Montpellier



Contenu :

1. Bases physiques des rayonnements ionisants
2. Dosimétrie des rayonnements ionisants
 - ✓ Zonage et classification des travailleurs
 - ✓ Rôle de la PCR
3. Contamination et conduite à tenir en cas d'incident
4. Organisation de la radioprotection à l'U. 710
 - ✓ Radioéléments mis en œuvre
 - ✓ Aménagement des locaux de manipulation
 - ✓ Bonnes pratiques de laboratoire
 - ✓ Gestion des déchets
 - ✓ Consignes générales de sécurité

Formation INSERM @ Montpellier

Dosimétrie passive



Dosimétrie active



Radiotoxicologie urinaire



Formation INSERM @ Montpellier

Gestion des déchets

- Charte de gestion des déchets signées entre l'U.M. II, l'INSERM et l'U. 710

- Radioéléments à durée de vie courte

^{32}P : $T = 14,3 \text{ j}$, ^{125}I : $T = 59,9 \text{ j}$, ^{35}S = $87,5 \text{ j}$

mise en décroissance sur 10 T

Stockage des fûts en cours au local de stockage sous-sol du bâtiment 24 (mais cas des liquides)

Collecte des fûts pleins par le service H&S de l'U.M. II

Formation INSERM @ Montpellier

Bonnes Pratiques de Laboratoire Traçabilité des radioéléments



Registre des procédures

- Liste des procédures, des frottis et contrôles d'ambiance, du suivi des appareils de radioprotection, de la formation interne, des incidents



Registre des fiches individuelles d'exposition



Registre des sources

- Liste des quantités reçues, manipulées, gestion des solutions filles, des fins de vie des sources



Registre d'utilisation des compteurs

- Agenda



Registre des déchets

- Dans la pièce du sous-sol



Manipulateur



PCR

Fiches individuelles d'exposition

Inserm

Unité de recherche U710
Mixte avec l'Université Montpellier II et
l'OEPE
Mécanismes moléculaires dans les
démences neurodégénératives
Jean-Michel Verdier, directeur

ETUDE DE POSTE

Indice de révision :
01

Date d'application :
Juin 2006

Nom, Prénom :

Fonction/Activité :

Equipe :

Formation :

Radionucléides autorisés :

Sources scellées Sources non-scellées

Date de révision :

REA	Activité (Mq)	DD _{γ,β} mains (μSv/h)	DD _{γ,β} corps entier (μSv/h)	Exposition interne (μSv/an)	Fréquence annuelle de manipulation	Durée de la manipulation (min)	Dose Efficace Corps entier (μSv)	Dose équivalente mains (μSv/an)
³ H								
³² P								
³⁵ S								
¹²⁵ I								
<i>Total</i>								

Bilan dosimétrique annuel en mSv :

Classement de l'agent :

Public

Radiotox. urinaire

Catégorie B

Dosimétrie passive

Catégorie A

Dosimétrie opérationnelle

Remarques(s): (1) Calcul de l'exposition interne $E_{int} = [h(g)_{nh} \times J_{inh} \times f_v] / 1650 \times \text{durée annuelle de présence dans le local}$
 $E_{int} =$
 (2) Les activités indiquées correspondent aux solutions mères (hypothèse pénalisante)

Difficultés rencontrés

- Modification profonde de la réglementation au cours des quatre dernières années :
 - ✓ autorité de contrôles ASN/IRSN,
 - ✓ autorisation et exemptions,
 - ✓ changement des valeurs seuils (doses efficaces) des coefficients de conversions (DPUI/LDCA-LAI)
 - ✓ zonage...
- Abrogation de l'avis aux utilisateurs du 6 juin 70 autorisant certains rejets (fonction du groupe de radiotoxicité) ⇒ rejet zéro Bq
- Exigence de traçabilité des sources scellées et non scellées

Difficultés rencontrés

- Mise en place d'un plan de **gestion de déchets**
- Application de la réglementation des **transports** (conseiller sécurité)
- Absence de filière d'élimination pour certains déchets (Plomb ou bois contaminé, déchets Alpha...)
- Fonction supplémentaire (**non reconnue pour les chercheurs**)
- Problème d'hierarchie et constitution des dossiers de demande d'autorisation
- Réalisation des **contrôles périodiques**
- Héritage de sources et déchets sans informations
- Changement des titulaires des autorisations (**tous les 4 ans**)
- Gestion dosimétrique au quotidien

Conclusion

- La PCR est un **préventeur** intervenant comme **conseiller** au chef de l'établissement sur l'ensemble des questions liées relatives à la **radioprotection**.
- Elle n'est pas dotée d'un statut de protecteur comme le médecin de travail ou les représentants du personnel.
- Elle doit disposer de **garanties d'indépendance** pour exercer sa mission en toute **neutralité**.

Trouvez les 8 erreurs



Source INSERM

Les organismes publics de la Recherche en France

ADEME	Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
ADIT	Agence pour la Diffusion de l'Information Technologique
ANDRA	Agence Nationale pour la Gestion des Déchets Radioactifs
ANR	Agence Nationale de la Recherche
ANRS	Agence Nationale de Recherche sur le Sida
ANVAR	Agence Nationale de Valorisation de la Recherche (Oseo)
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CEA:	Commissariat à l'Energie Atomique
CEMAGREF:	Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et Forêt
CIRAD	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CNES	Centre National d'Etudes Spatiales
CNRG	Consortium National de Recherche Génomique
CNRS	Centre National de la Recherche Scientifique
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
IFREMER	Institut Français de Recherche pour l'Exploration de la Mer
IFP	Institut Français du Pétrole
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
INRETS	Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité
INRIA	Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique
Inserm	Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale
IRD	Institut de Recherche pour le Développement
IRSN	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire
LCPC	Laboratoire Central des Ponts et Chaussées
ONERA	Office National d'Etudes et Recherches Aérospatiales
Institut Curie	
Institut Pasteur	