

**IRSN**

INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

# Techniques de dosimétrie passive utilisées en Europe

*François QUEINNEC*

IRSN, BP - 17, 92265 Fontenay-aux-Roses CEDEX France

# Sommaire

## ■ Introduction

- Le contexte réglementaire
- Les grandeurs mesurées

## ■ Les différentes techniques

- La dosimétrie des photons et des bêtas (films, TLD, RPL, et OSL)
- La dosimétrie des neutrons (TLD, CR39)
- Les normes

## ■ La situation dans les pays européens

## ■ Conclusion

# Introduction

## ■ Le contexte réglementaire

⇒ Directive européenne 96/29:

- Surveillance dosimétrique doit être effectuée par un laboratoire agréé (article 25)
- Reconnaissance par les autorités : traçabilité, qualité, intercomparaisons, application des normes
  - ⇒ procédures d'approbation dans 2 pays sur 3
  - ⇒ Accréditation / norme ISO/CEI 17025 dans la plupart de ces pays

procédure d'approbati	Y	N	Y	Y/N	Y	Y	N	-	Y	Y	Y	N	Y	N	Y	-	Y	Y	Y	Y	Y	-	Y	14 Yes, 5 No
procédure d'accrédita	Y	N	N	N	Y	Y	Y	-	-	Y	N	N	Y	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	-	-	N	13 Yes, 5 No

# Introduction

## ■ Les grandeurs mesurées

⇒ Estimation de la dose efficace et des doses peau et extrémités

⇒ Utilisation des grandeurs opérationnelles officialisée dans la directive 96/29

■  $H_p(10)$  pour les rayonnements pénétrants

■  $H_p(0,07)$  pour la peau, pour les rayonnements faiblement pénétrants

■  $H_p(3)$  pour le cristallin

## Les principales techniques de mesure utilisées

- 4 techniques pour Pour les photons (gamma,x) et les bêta : films, TLD, OSL, RPL
- 2 techniques pour les neutrons : TLD (FLi7/FLi6) et détecteur à traces (CR 39)  
(+ neutrons thermiques avec écran de cadmium)

# Dosimétrie des photons et des bêta

=> Dosimètre photographique

## Principe physique :

Photons, bêta => Transformation des ions  $\text{Ag}^+$  dispersés dans la gélatine du film en argent métallique

- Poitrine, poignet ou bague
- Gamma, X et  $\beta$
- Sur réponse à basse énergie pour certains
- Utilisation de filtres pour caractériser le rayonnement

# Dosimétrie des photons et des bêta

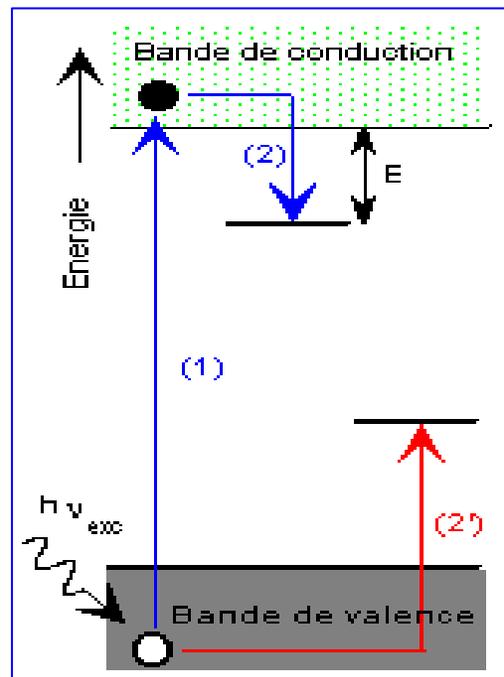
=> Dosimètre thermoluminescent (TLD)

Matériaux

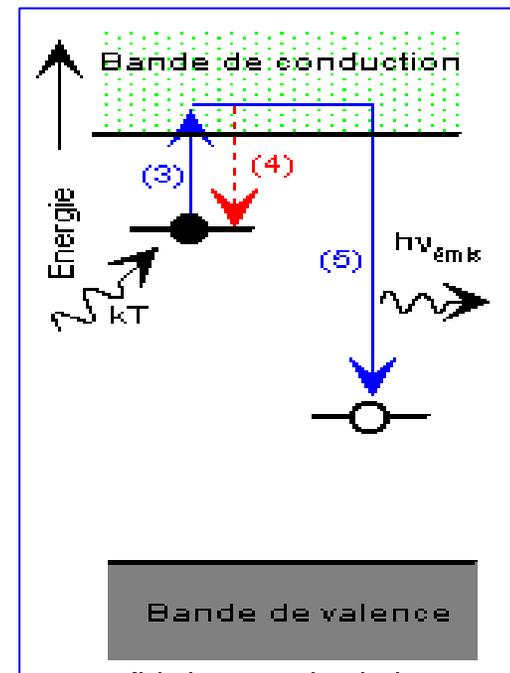
FLi-xxx

CaSO<sub>4</sub>-xxx

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-xxx



Irradiation



Thermostimulation

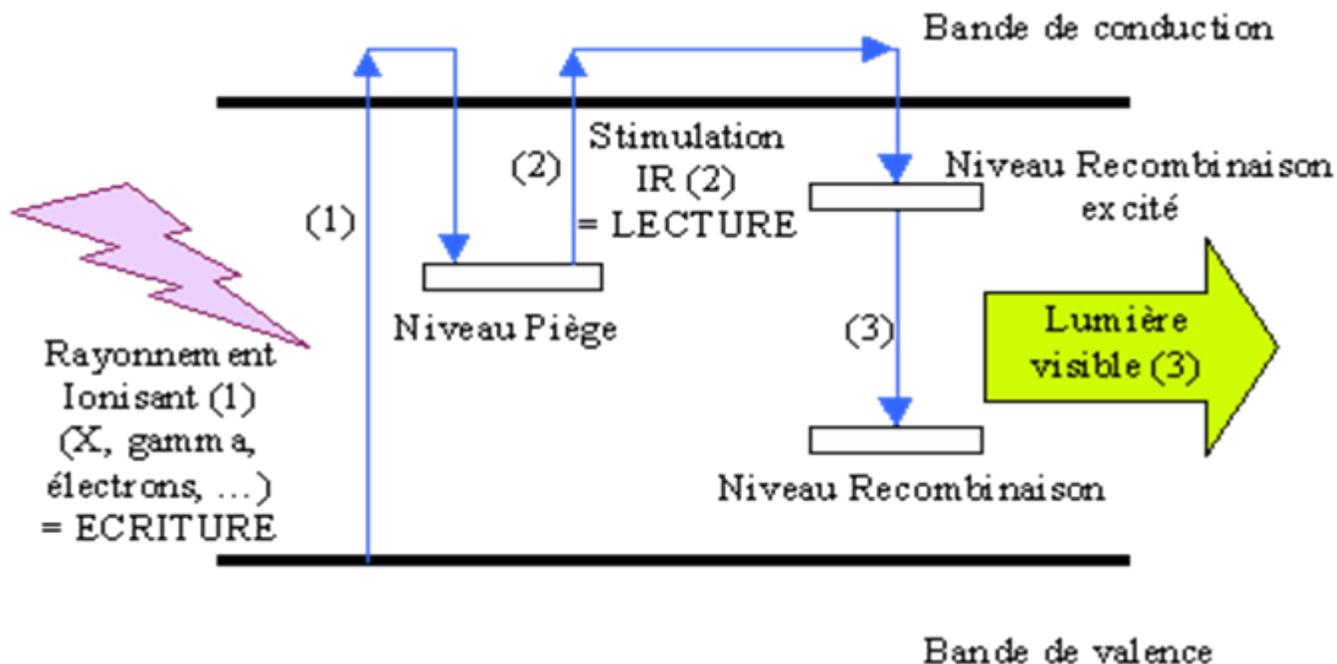
- Poitrine, poignet ou bague
- Gamma, X et  $\beta$
- Sur réponse à basse énergie pour certains
- Utilisation de filtres pour caractériser le rayonnement

# Dosimétrie des photons et des bêta

=> Dosimètre OSL

Matériau

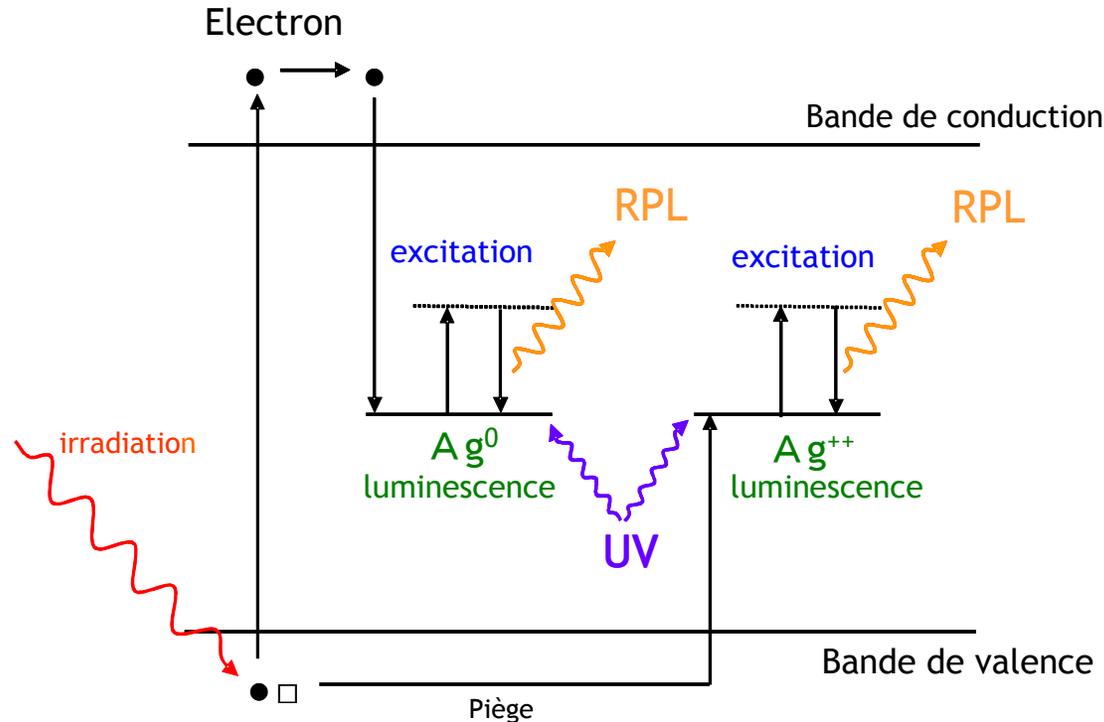
$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-xxx}$



- Poitrine
- Gamma, X et  $\beta$
- **Sur réponse à basse énergie pour certains**
- Utilisation de filtres pour caractériser le rayonnement

# Dosimétrie des photons et des bêta

=> Dosimètre radio photo luminescent (RPL)



Matériaux

Verre dopé Ag

- Poitrine
- Gamma, X,  $\beta$
- Sur réponse à basse énergie pour certains
- Utilisation de filtres pour caractériser le rayonnement

# Comparatif : dosimètres X, $\gamma$ et $\beta$

Résultats de tests réalisées par l'IRSN sur les dosimètres passifs disponibles en France

Caractéristiques	Film	TLD	OSL	RPL
<i>Rayonnement</i>	X, $\gamma$ , $\beta$	X, $\gamma$ , $\beta$	X, $\gamma$ , $\beta$	X, $\gamma$ , $\beta$
<i>Gamme de dose</i>	100-200 $\mu$ Sv 8 Sv	<100 $\mu$ Sv 10 Sv	50 $\mu$ Sv 10 Sv	50 $\mu$ Sv 10 Sv
<i>Réponse angulaire</i>	+	+	-	+
<i>Réutilisation</i>	non	oui	oui	oui
<i>Conservation de l'information</i>	oui	oui (thermogramme)	oui	oui
<i>Hp(10) et Hp(0,07)</i>	oui	oui	oui	oui
<i>Info faible énergie X, <math>\gamma</math></i>	+	+	+	+
<i>Info énergie <math>\beta</math></i>	-	-	-	+

# Dosimétrie des neutrons

=> Dosimètre TLD (FLi6/FLi7)

## Principe physique :

$^7\text{LiF}$  => sensible aux neutrons et aux photons

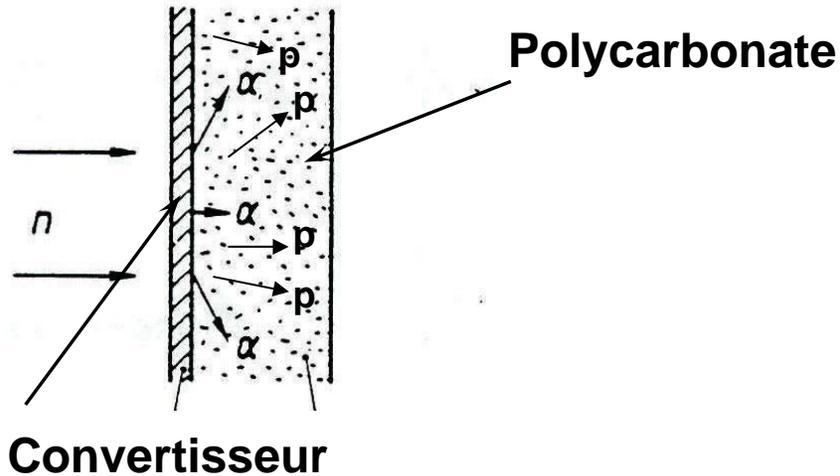
$^6\text{LiF}$  => sensible uniquement aux photons

=> Dose neutron obtenue par soustraction

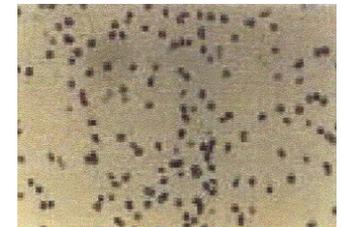
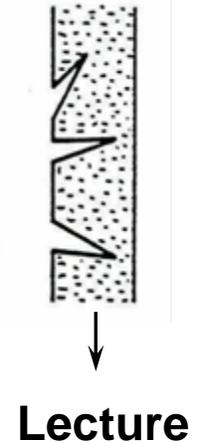
- Poitrine
- Neutrons, sensible aux photons
- Forte dépendance spectrale => nécessité de caractériser le champ de neutron des postes de travail

# Dosimétrie des neutrons

=> Dosimètre à traces (CR39)



Développement par  
attaque chimique



- Poitrine
- Neutrons, insensible aux photons
- Attaque chimique + comptage des traces
- bonne sensibilité possible pour  $E > \text{qq dizaine de keV}$
- Sensibilité au thermique à l'aide de convertisseurs

## Comparatif : dosimètres neutrons

Caractéristiques	TLD	traces
<i>Gamme énergie</i>	< 1 MeV	> ~ 0,1 MeV + thermiques possibles
<i>Seuil en dose</i>	100 $\mu$ Sv	100-200 $\mu$ Sv
<i>Réutilisation</i>	non	non
<i>Conservation de l'information</i>	non	oui

# Les principales normes

Type de rayonnements	Norme CEI	Norme ISO
Photon/bêta	IEC 62387 (toutes techniques, corps entier) IEC 61066 (TLD, corps entier)	ISO 1757 (film, corps entier) ISO 12794 (TLD, extrémités)
neutrons		ISO 21909 (TLD, dosi-bulles, dosimètres à traces)

**=> Harmonisation/simplification nécessaire**

**+ normes pour l'établissement des champs de référence**

# La situation dans les pays européens

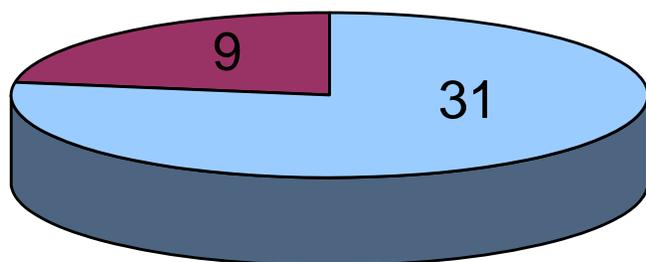
## => Le nombre de travailleurs suivies

Pays	No. de laboratoires	Nombre de personnes suivies	Dosimétrie corps entier			Dosimétrie extrémités		
			photons	neutrons	betas	photons	neutrons	betas
A	4	35 500	35 000	250	—	2 000	—	—
B	13	43 500	43 500	350	—	—	—	—
CH	10	62 000	62 000	5 000	60 000	1 500	—	1 500
<b>D</b>	<b>6</b>	<b>288 000</b>	<b>288 000</b>	<b>6 600</b>	—	<b>12 000</b>	—	<b>320</b>
DK	3	11 000	11 000	155	11 000	50	—	50
E	20	87 000	87 000	~ 5 000	~3 000	~3 000	—	~300
EL	1	7 000	7 000	100	—	100	—	—
<b>F</b>	<b>7</b>	<b>280 000</b>	<b>280 000</b>	<b>16 700</b>	<b>29 800</b>	<b>16 300</b>	<b>7 250</b>	<b>9 600</b>
FIN	3	12 000	12 000	80	—	370	—	—
<b>I</b>	<b>80</b>	<b>130 000</b>	<b>128 000</b>	<b>2 000</b>	—	<b>30 000</b>	—	—
IRL	3	5 850	5 850	80	—	250	—	40
L	1	1 100	1 100	—	1 100	—	—	—
NL	5	34 000	34 000	—	3 500	—	—	—
P	2	9 000	9 000	—	—	100	—	—
S	12	20 000	20 000	2 000	—	—	—	—
<b>UK</b>	<b>28</b>	<b>150 000</b>	<b>150 000</b>	<b>25 000</b>	<b>150 000</b>	<b>10 000</b>	—	<b>10 000</b>
Total	198	1 155 950	1 173 450	63 315	258 400	76 670	7 250	21 810

# Répartition des différents types de dosimètres individuels utilisés en Europe

## *Résultats d'une enquête IRSN en 2005*

- Un peu plus de  $\frac{3}{4}$  des établissements interrogés ont recours aux dosimètres passifs uniquement

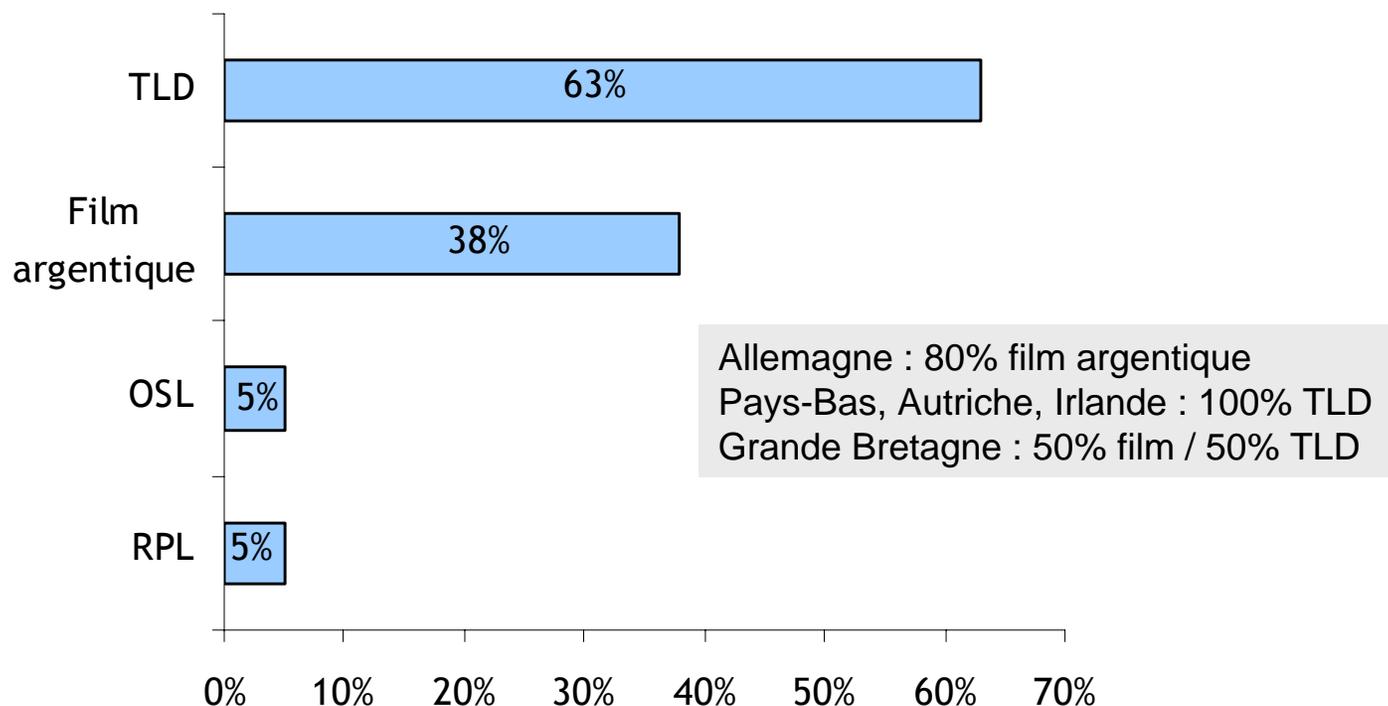


- Dosimètres passifs uniquement
- Dosimètres passifs et actifs en même temps
- Dosimètres actifs uniquement

# Répartition des différents types de dosimètres individuels utilisés en Europe

## ■ Dosimétrie photons et bêta :

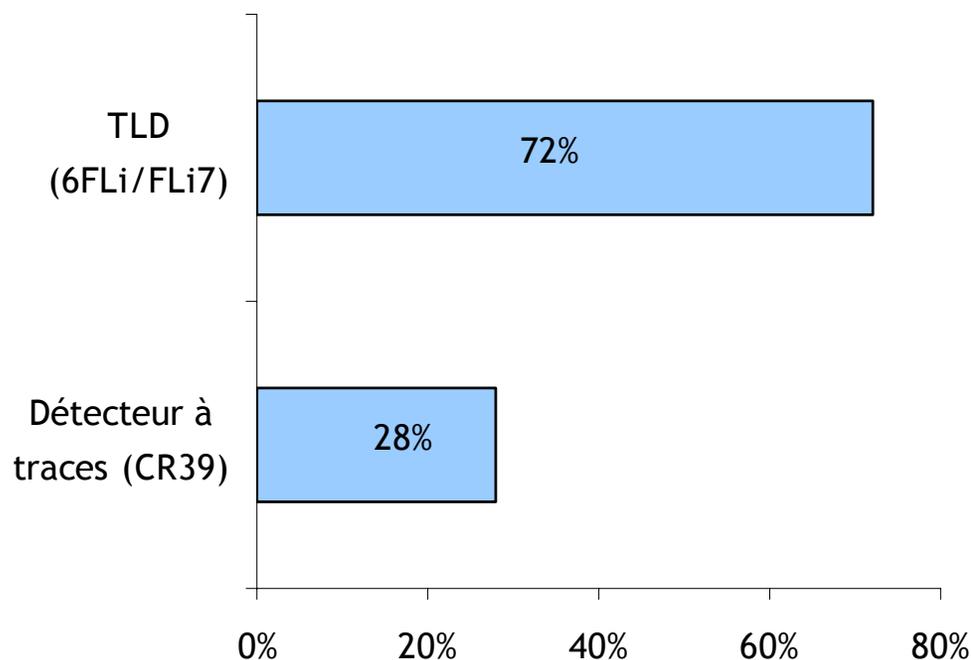
Sur l'ensemble des pays, près de 2/3 d'établissements utilisent les dosimètres TLD et 40% la technologie film



# Répartition des différents types de dosimètres individuels utilisés en Europe

## ■ Dosimétrie neutron

Sur l'ensemble des pays, plus de 2/3 d'établissements utilisent les dosimètres TLD (6FLi/7FLi) et environ 30 % les détecteurs à traces



# Les comparaisons internationales

- Irradiations selon les critères définis dans les normes
- moyen important d'harmonisation des pratiques
- **Comparaison menée par le WG2 de l'EURADOS «Harmonisation of Individual Monitoring » en 2008 :**
  - => participation attendue d'environ 30 à 70 laboratoires de dosimétrie (comparaison de la dosimétrie de routine corps entier)

## Conclusion

- Harmonisation progressive des techniques de dosimétrie passives en Europe-travail de l'EURADOS
  - Utilisation encore importante de la dosimétrie films surtout dans les laboratoires de taille modeste
  - Avancées techniques prévisibles pour la dosimétrie des neutrons
- + L'expérience montre que les techniques passives restent un élément important de fiabilité de la dosimétrie en cas d'incident/accident