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

  - Hp (10) pour les rayonnements pénétrants
  - Hp (0,07) pour la peau, pour les rayonnements faiblement pénétrants
  - Hp (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 Ag+ dispersés dans la gélatine du film en argent métallique

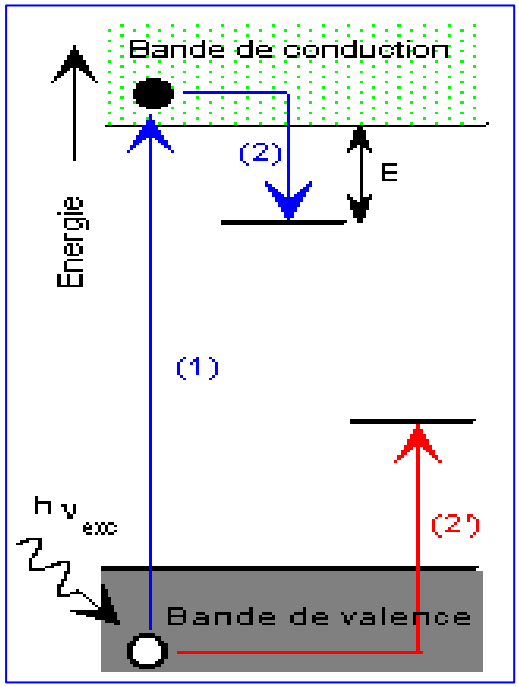
- Poitrine, poignet ou bague
- Gamma, X et β
- Sur réponse à basse énergie pour certains
- Utilisation de filtres pour caractériser le rayonnement

Dosimétrie des photons et des bêta

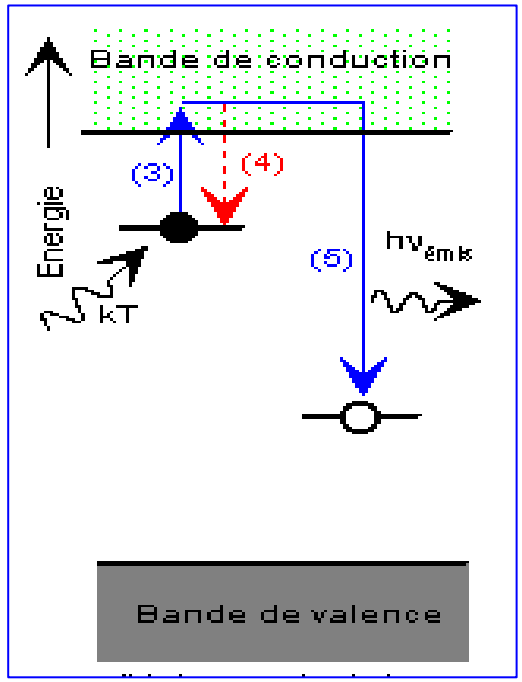
=> Dosimètre thermoluminescent (TLD)

Matériaux

FLi-xxx
$CaSO_4$-xxx
Al_2O_3-xxx



Irradiation



Thermostimulation

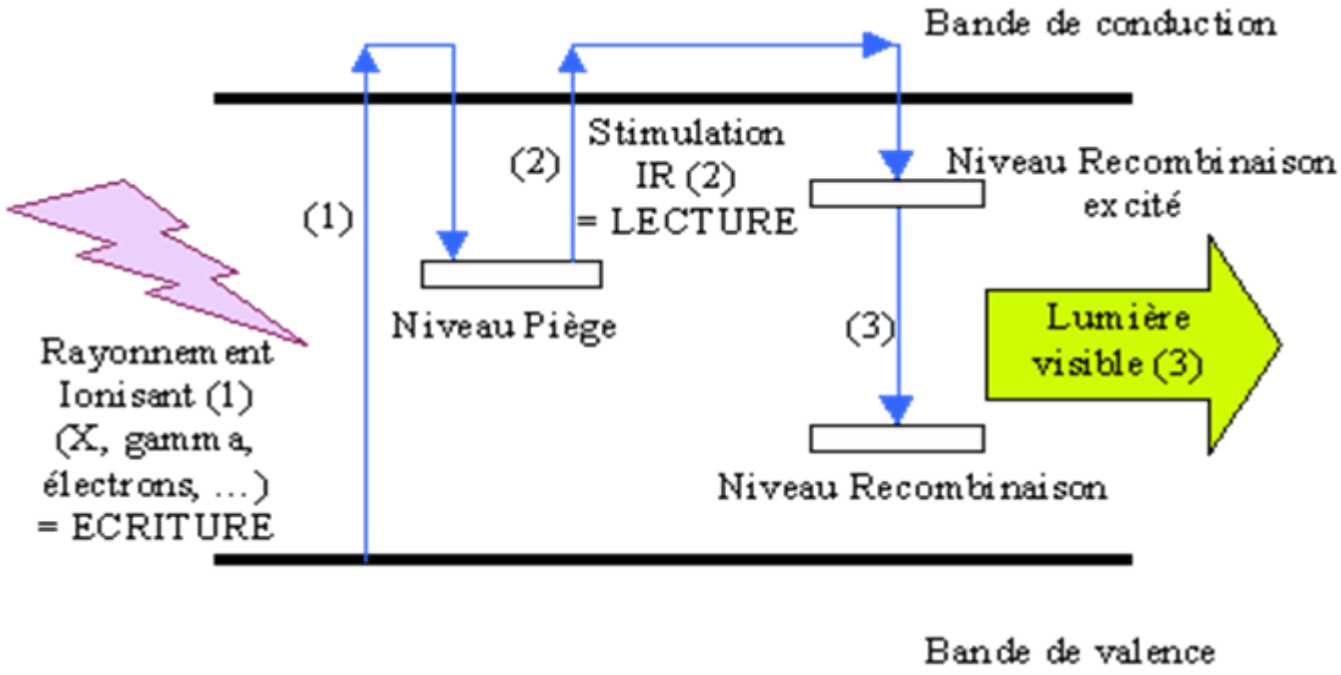
- Poitrine, poignet ou bague
- Gamma, X et β
- Sur réponse à basse énergie pour certains
- Utilisation de filtres pour caractériser le rayonnement

Dosimétrie des photons et des bêta

=> Dosimètre OSL

Matériau

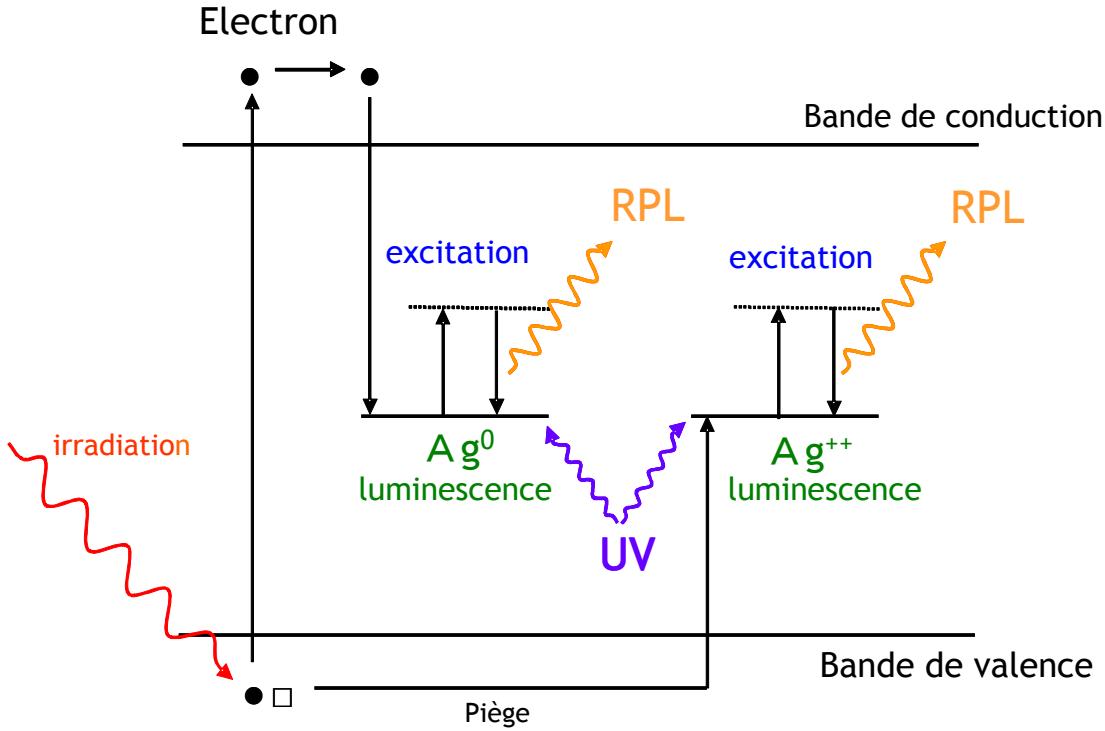
Al_2O_3-xxx



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

Comparatif : dosimètres X, γ et β

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

Caractéristiques	Film	TLD	OSL	RPL
Rayonnement	X, γ, β	X, γ, β	X, γ, β	X, γ, β
Gamme de dose	100-200 µSv 8 Sv	<100 µSv 10 Sv	50 µSv 10 Sv	50 µSv 10 Sv
Réponse angulaire	+	+	-	+
Réutilisation	non	oui	oui	oui
Conservation de l'information	oui	oui (thermogramme)	oui	oui
Hp(10) et Hp(0,07)	oui	oui	oui	oui
Info faible énergie X , γ	+	+	+	+
Info énergie β	-	-	-	+

Dosimétrie des neutrons

=> Dosimètre TLD (FLi6/FLi7)

Principe physique :

^{7}LiF => sensible au neutrons et aux photons

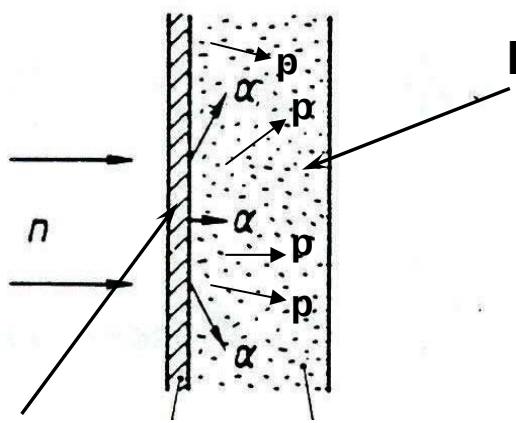
^{6}LiF => sensible uniquement aux photons

=> Dose neutron obtenue par soustraction

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

Dosimétrie des neutrons

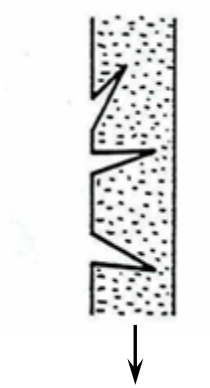
=> Dosimètre à traces (CR39)



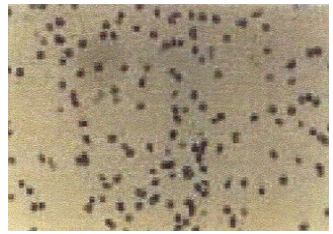
Polycarbonate

Convertisseur

Développement par attaque chimique



Lecture



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

Comparatif : dosimètres neutrons

Caractéristiques	TLD	traces
Gamme énergie	< 1 MeV	> ~ 0,1 MeV + thermiques possibles
Seuil en dose	100 µSv	100-200 µSv
Réutilisation	non	non
Conservation de l'information	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

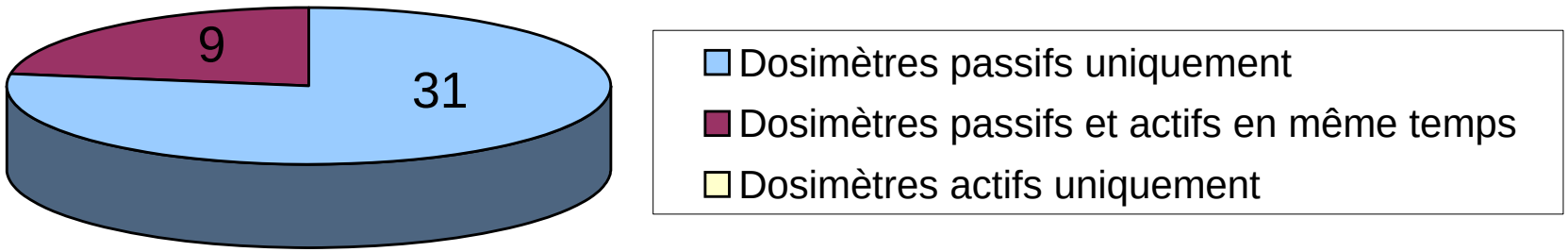
=> Le nombre de travailleurs suivies

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
D	**6**	**288 000**	**288 000**	**6 600**	**—**	**12 000**	**—**	**320**
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	—	—
F	**7**	**280 000**	**280 000**	**16 700**	**29 800**	**16 300**	**7 250**	**9 600**
FIN	3	12 000	12 000	80	—	370	—	—
I	**80**	**130 000**	**128 000**	**2 000**	**—**	**30 000**	**—**	**—**
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	—	—	—	—
UK	**28**	**150 000**	**150 000**	**25 000**	**150 000**	**10 000**	**—**	**10 000**
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

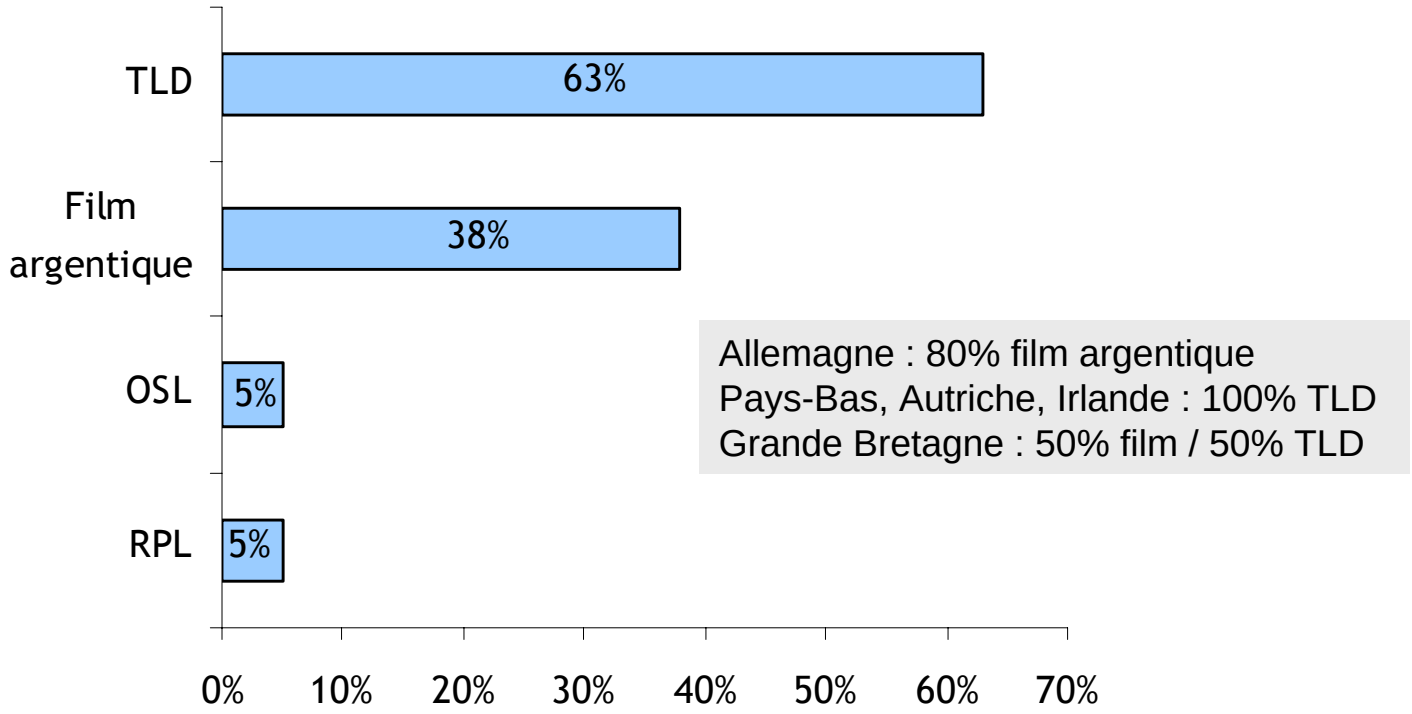
- **Un peu plus de ¾ des établissements interrogés ont recours aux dosimètres passifs uniquement**



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

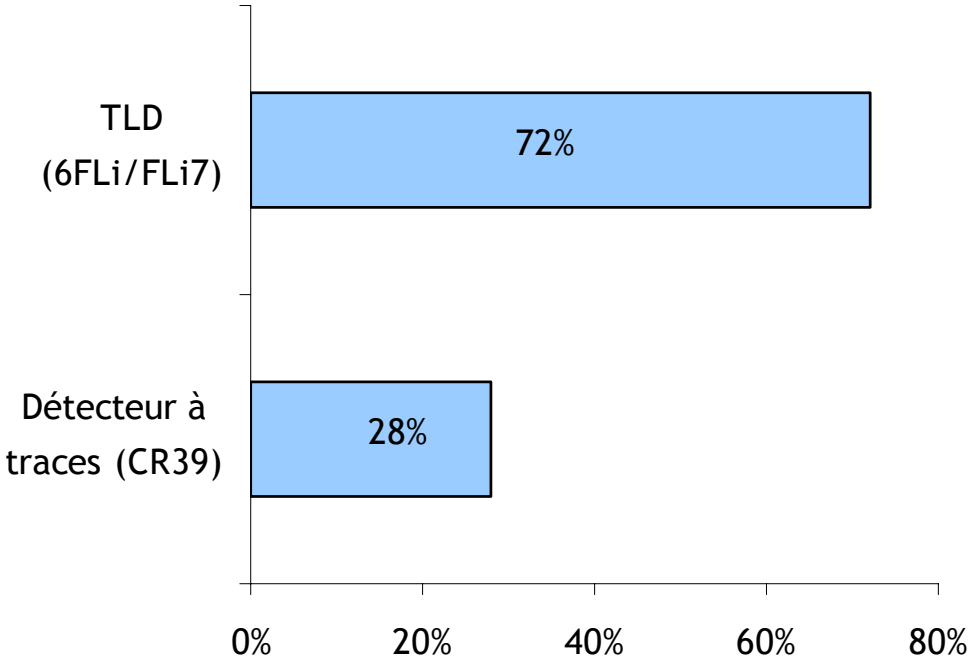


Allemagne : 80% film argentique
Pays-Bas, Autriche, Irlande : 100% TLD
Grande Bretagne : 50% film / 50% TLD

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