

La dosimétrie physique, mesurer pour optimiser

Pr Didier PAUL

Faculté de Médecine, Service de Médecine et Santé au Travail, EA 1784

Appareil de gammagraphie industrielle



Signal vert : Le projecteur est en position de stockage, la source rentrée et l'appareil verrouillé



Signal jaune : le projecteur est sur le chantier, la source rentrée et l'appareil déverrouillé par sa clé de sécurité



Signal rouge : l'exposition peut être réalisée, l'obturateur est ouvert après action sur le loquet d'armement prévu à cet effet, la source est éjectée ou prête à être éjectée.



Signal rouge, point blanc: en phase d'incident, la rentrée du porte-source est incomplète.



© OMIRIS 2004



Charte de bonnes pratiques

- 1996 :

- « Limitation optimisée » : passage de 50 à 20 mSv
- Dosimétrie passive : FILM

- CE + MT + OPRI

- GO : $H_p(10) > H_E$

- « 0 » mSv $\leq H_p(10) \leq 51,6$ mSv
 $H_{\text{moyen}} = 18$ mSv

- 2005 :

- Optimisation des expositions (nouvelle réglementation)
- Dosimétrie passive : FILM + TLD
- Dosimétrie opérationnelle (électronique) + Dosimétrie prévisionnelle (MERCURAD)
- CE + MT + PCR + IRSN + DGSNR

- GO : $H_p(10), H_p(10) > E, E$
 $H_p(0,07), H_p(0,07) > H, H_{\text{peau}}$

Réf : I. Sari-Minodier et al./MutationResearch 521 (2002) 37-46

Annexe de l'arrêté du 30 décembre 2004

Modalités du suivi dosimétrique individuel (1)

Dosimétrie passive (mesure en temps différé de l'exposition externe à partir de dosimètres passifs)

- Zone surveillée ou contrôlée (CE)
- Dosimètres compatibles avec les conditions de travail envisagées
- Dosimètre obligatoirement porté à la poitrine (à la ceinture si impossible), sous les équipements individuels de protection (le cas échéant). Durée du port : mensuelle (A), trimestrielle (B)
- Mesure de l'équivalent de dose individuel $H_p(10)$ assimilé à la dose reçue par le corps entier + $H_p(0,07)$
- Port de dosimètres supplémentaires lorsque l'exposition est inhomogène
- Mesures et restitution des résultats individuelles et nominatives
- Plus petite dose non nulle enregistrable $< 0,1$ mSv ($0,2$ mSv pendant 3 ans)
- Pas d'enregistrement $< 0,05$ mSv

Annexe de l'arrêté du 30 décembre 2004

Modalités du suivi dosimétrique individuel (2)

Dosimétrie opérationnelle (mesure en temps réel de l'exposition externe à l'aide d'un dosimètre individuel opérationnel)

- Zone contrôlée (CE)
- MO : PCR
- Performances des dosimètres (mesure des \neq types de rayonnements, variations dues à l'environnement, interférences, taille, poids, résistance mécanique)
- Dispositifs d'alarme
- Affichage continu des doses reçues ou à chaque sortie de la zone de travail
- Durée du port : temps d'intervention sous R.I.
- Mesures et restitution des résultats individuelles et nominatives : identification du travailleur, nature de la surveillance (corps entier ou organe), période d'intégration de la dose, équivalent de dose individuel)
- GO : Hp(10) ou Hp(0,07)
- Plus petite dose non nulle enregistrable $< 0,01$ mSv
- Pas d'enregistrement $< 0,001$ mSv

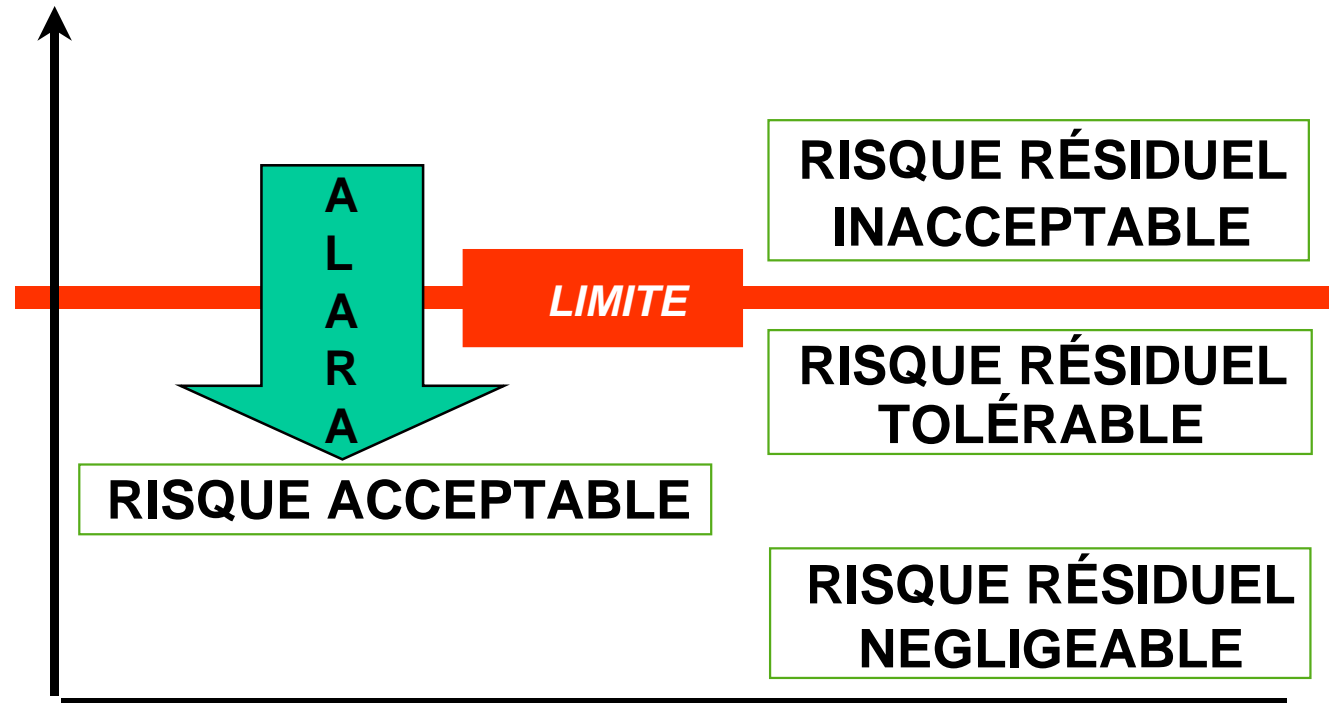
Le principe d'optimisation

Les expositions professionnelles individuelles et collectives aux rayonnements ionisants doivent être maintenues en deçà des limites prescrites par les dispositions de la présente section au niveau le plus faible qu'il est raisonnablement possible d'atteindre (Art. R. 231-75.-I.)

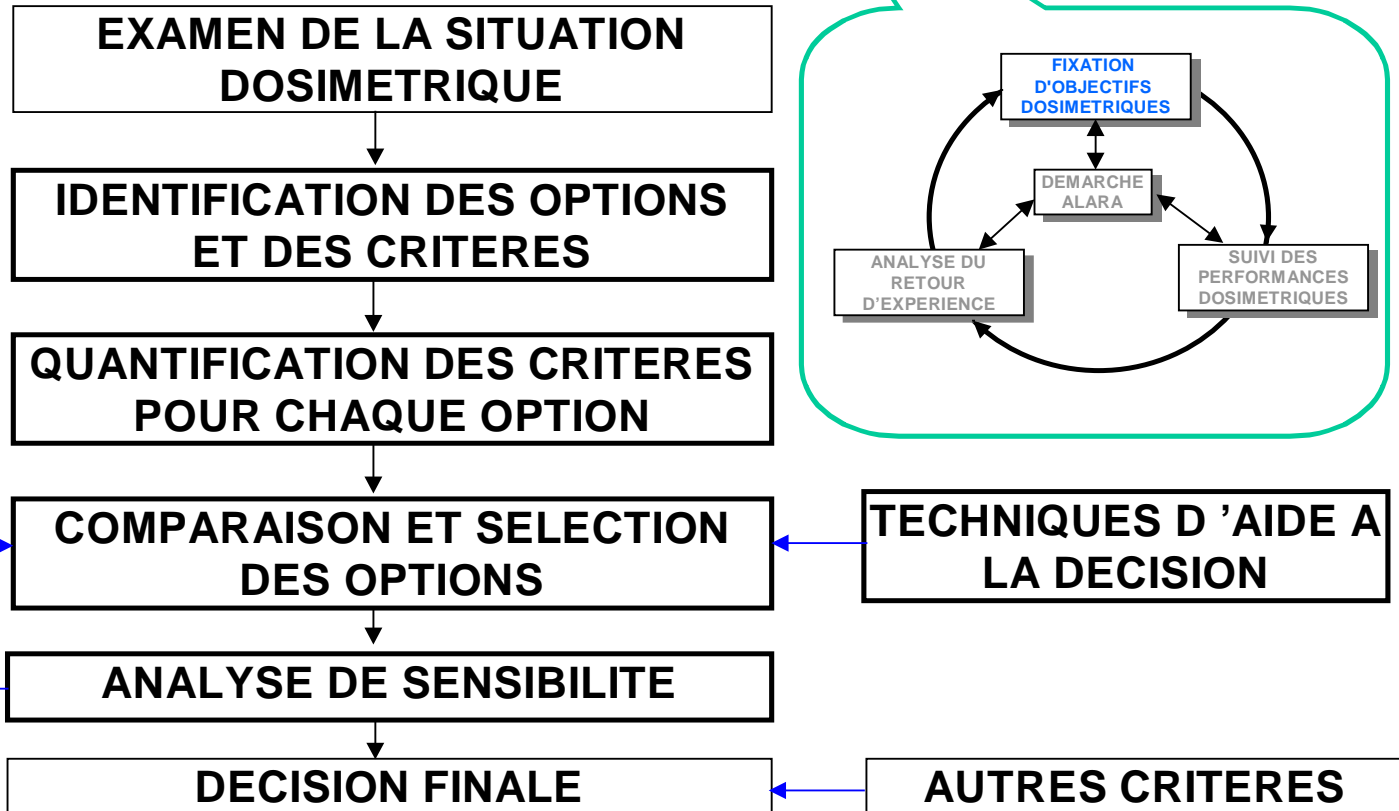
NIVEAU

D'EXPOSITION

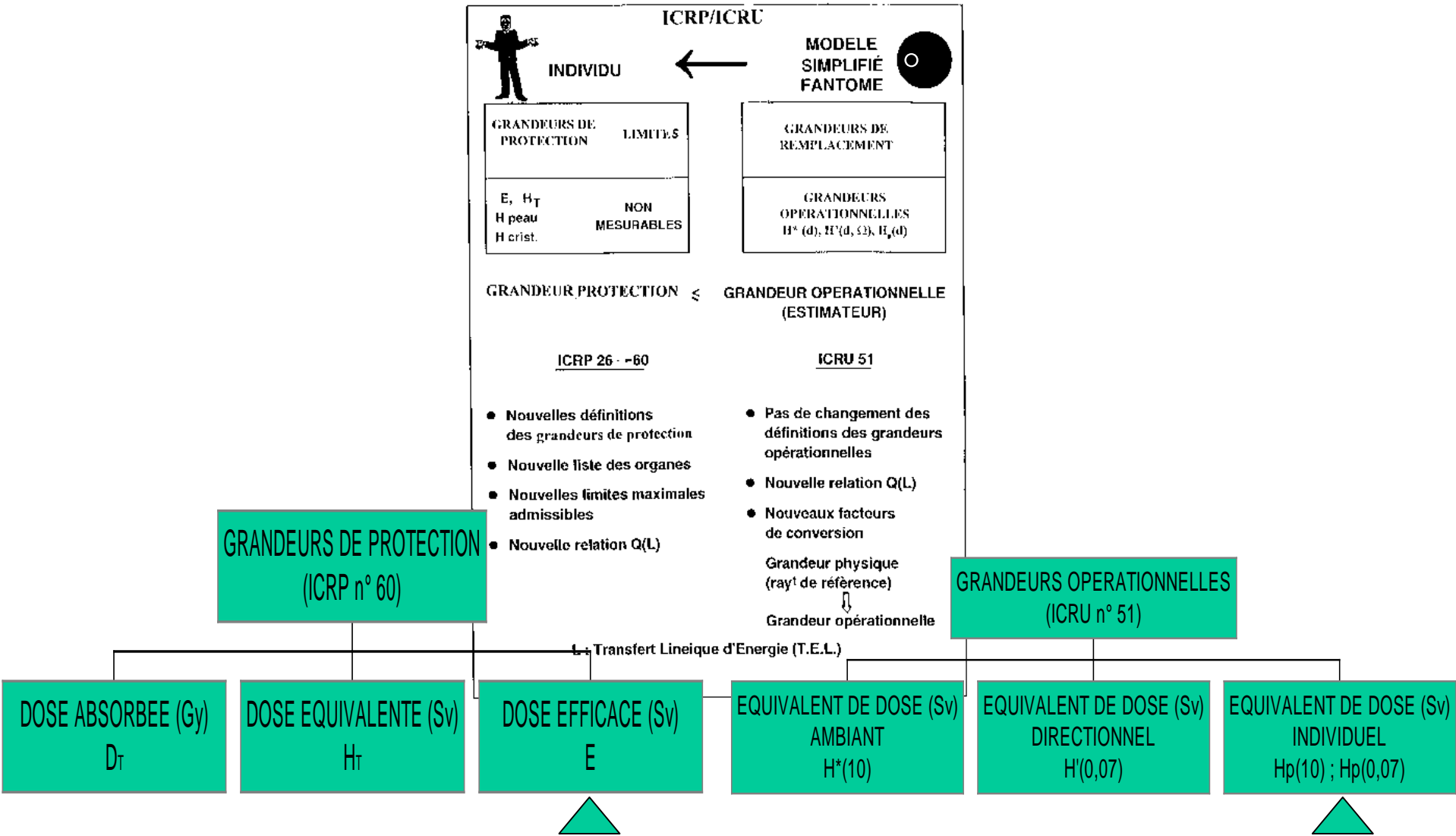
INDIVIDUEL



Démarche ALARA : objectifs dosimétriques

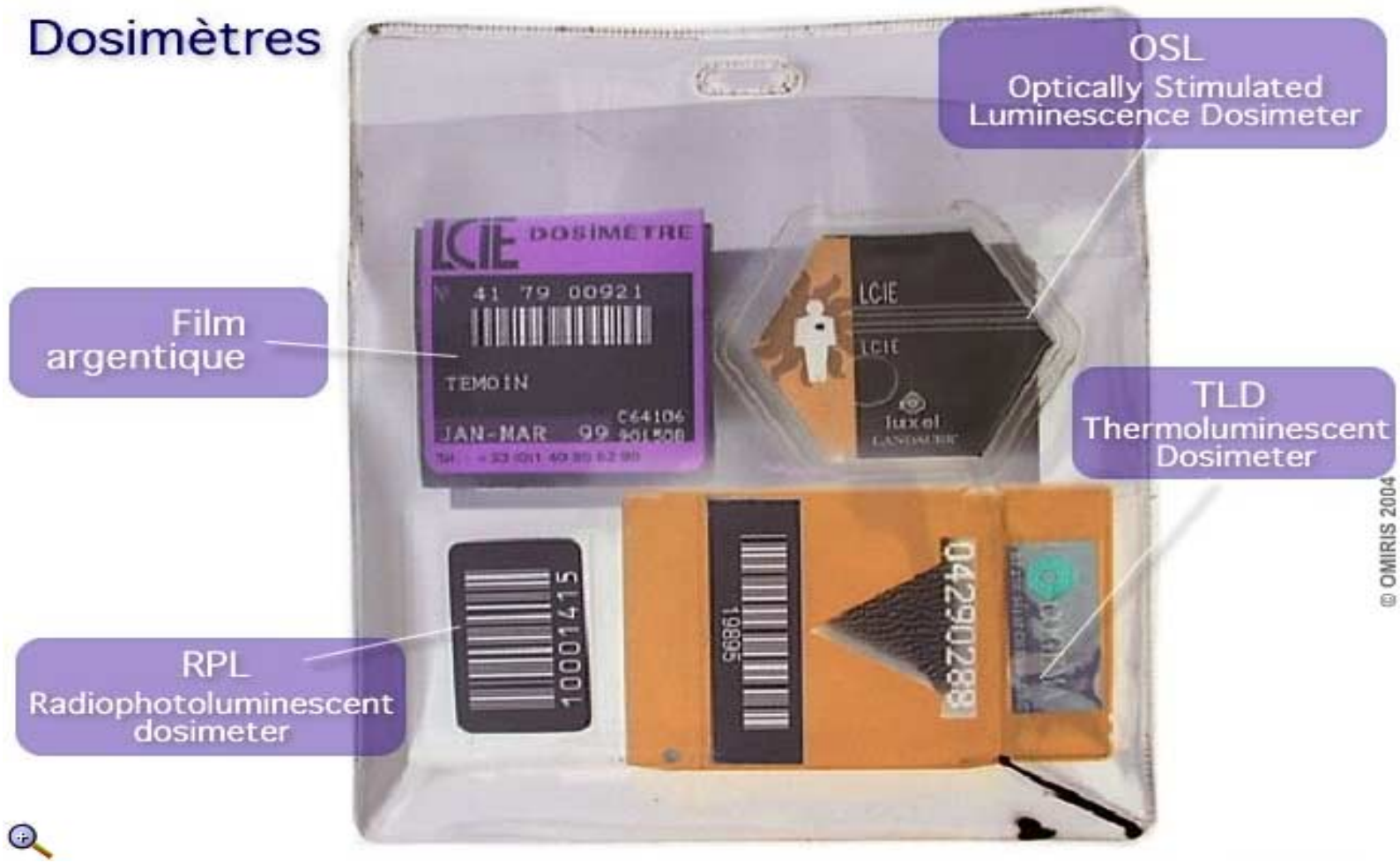


Grandeurs et unités ICRP / ICRU

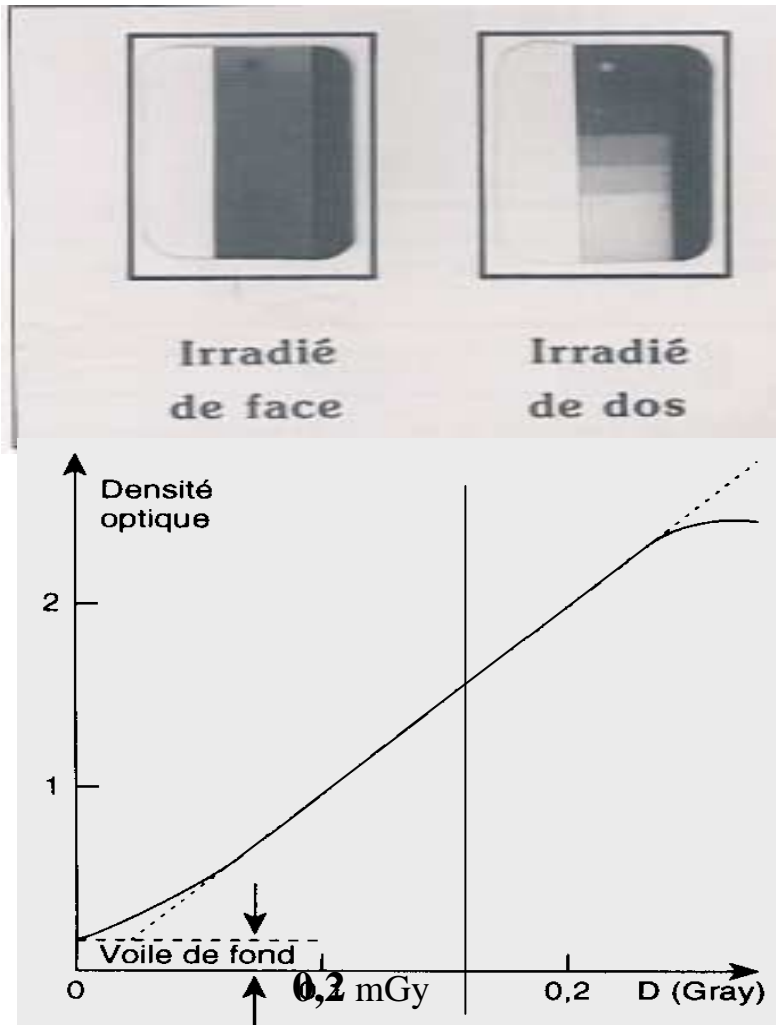


Dosimétrie passive

Dosimètres



Le film dosimétrique



- Très économique
- Lourd à exploiter: développement par bain thermostatés
- Constitue une archive après développement
- Peut être exploité finement pour déceler des informations particulières : Taches de contamination, irradiation par faisceau, sens d'irradiation etc...
- Subit un voile thermique,
- Limite de détection médiocre, de l'ordre de $150 \mu\text{Sv}$
- Saturation au delà de 1 Sv
- Placé dans un boîtier sous écrans multiples, donne la gamme d'énergie pour le calcul final de la dose subie

Le dosimètre thermoluminescent (TLD)



- L'intensité de lumière émise est proportionnelle à la dose absorbée dans le milieu
- Bon dosimètres, adaptés à tous les rayonnements (étalonnage individuel)
- La lecture détruit le signal dosimétrique du cristal (le chauffage vide les pièges)
- Instrumentation souvent très onéreuse, lourde maintenance
- Le dosimètre est réutilisable.
- Bonne LD de l'ordre de $10 \mu\text{Sv}$ voire mieux selon les matériaux
- Le signal s'efface lentement (20% an)

Dosimétrie opérationnelle (1)



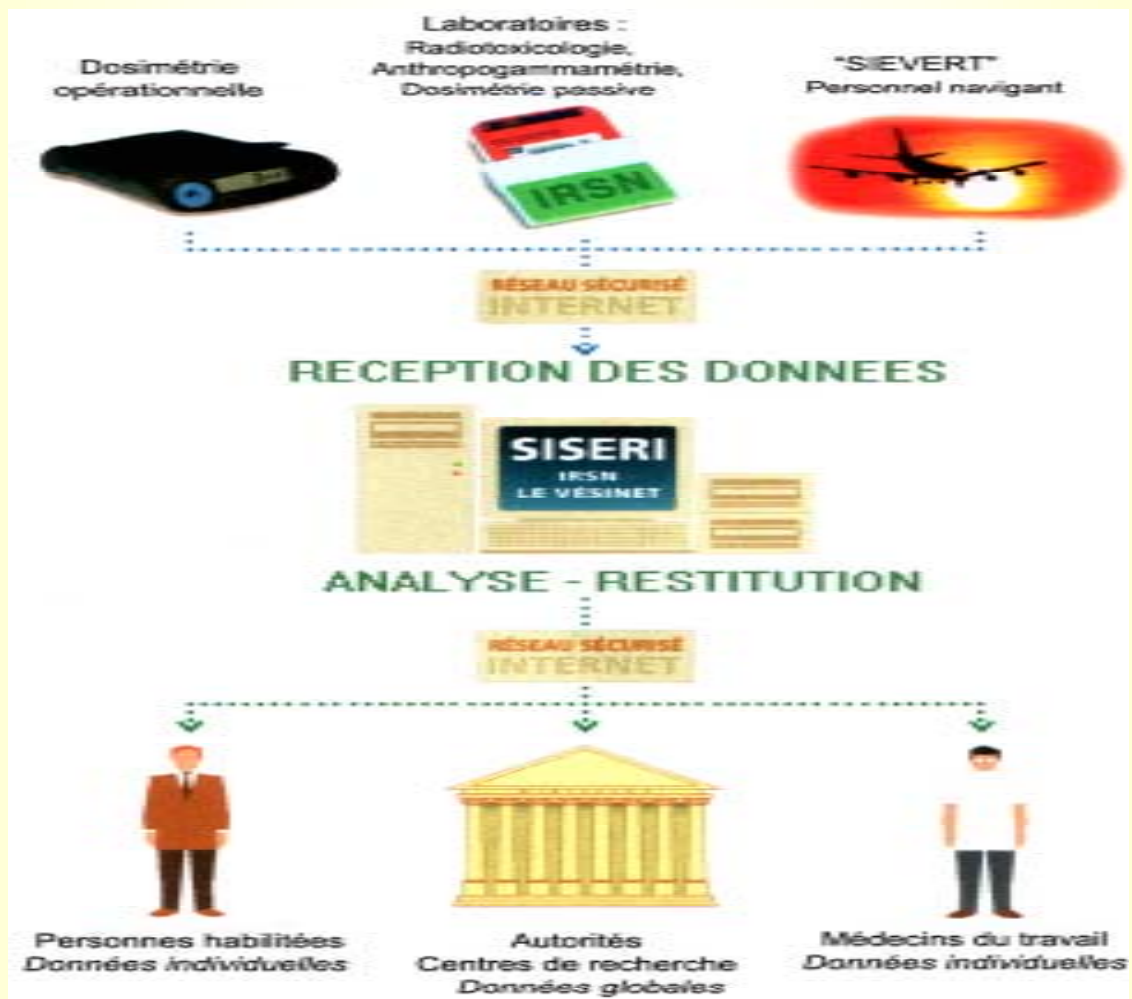
	Eurysis Mesures Dosicard	MGP DMC 100	MGP DMC 2000 XB	Saphymo Dox Si-2G
Nature du détecteur	Diode Silicium	Diode Silicium	Diode Silicium	Diode Silicium
Gamme d'énergie	60 keV à 1,25 MeV	60 keV à 3 MeV	20 keV à 6 MeV	48 keV à 1,5 MeV
Grandeur mesurée		H _p (10)	H _p (10) et H _p (0,07)	H _p (10)
Gamme de dose	1 μSv à 10 Sv	1 μSv à 10 Sv	1 μSv à 10 Sv	1 μSv à 0,1 Sv
Gamme de débit de dose	1 μSv/h à 1 Sv/h	10 μSv/h à 1 Sv/h	0,1 μSv/h à 10 Sv/h	10 μSv/h à 8 Sv/h
Alarmes	Sonore et visuelle	Sonore et visuelle	Sonore et visuelle	Sonore
Dimensions	89x57x8 mm ³	106x58x22 mm ³	84x48x17,5 mm ³	105x70x30 mm ³
Poids	50 g	110 g	70 g	160 g
Alimentation	Pile Lithium	Pile Lithium	Pile Lithium	Pile Lithium
Autonomie	3000 h en utilisation normale	18 mois	9 mois	18 mois en utilisation normale

Dosimétrie opérationnelle (2)



	MTE Rados ELD	MTE Rados ELD	MTE Rados RAD 52	APVL Siemens	ARIES Dositec L36
Nature du détecteur	DIS Chambre d'ionisation	DIS + Lecteur PDU	Diode Silicium	Diode Silicium	Diode Silicium
Gamme d'énergie	H _p (10) 15 keV à 9 MeV H _p (0,07) 6 keV à 9 MeV	H _p (10) 15 keV à 9 MeV H _p (0,07) 6 keV à 9 MeV	60 keV à 3 MeV	H _p (10) 20 keV à 6 MeV H _p (0,07) 250 keV à 1,5 MeV	60 keV à 6,2 MeV
Grandeur mesurée	H _p (10) H _p (0,07)	H _p (10) H _p (0,07)	H _p (10)	H _p (10) H _p (0,07)	H _p (10)
Gamme de dose	H _p (10) 1 µSv à 40 Sv H _p (0,07) 10 µSv à 40 Sv	H _p (10) 1 µSv à 40 Sv H _p (0,07) 10 µSv à 40 Sv	1 µSv à 1 Sv	1 µSv à 16 Sv	1 µSv à 9,99 Sv
Gamme de débit de dose	-	Calculé à partir du lecteur PDU	5 µSv/h à 3 Sv/h	1 µSv/h à 4 Sv/h	10 µSv/h à 1 Sv/h
Alarmes	-	Sonore et visuelle	Sonore et visuelle	Sonore et visuelle	Sonore et visuelle
Dimensions	44x41x9 mm ³	90x62x14 mm ³	78x67x22 mm ³	85x63x19 mm ³	48x70x17 mm ³
Poids	20 g	120 g	80 g	95 g	77 g
Alimentation	-	Pile type AA	Pile alcaline	Pile alcaline ou lithium	Pile Lithium
Autonomie	> 10 ans	2,5 mois en utilisation normale	2,5 mois en utilisation normale	Alcaline : 2 mois Lithium : 5 mois	6 mois

Centralisation des données dosimétriques

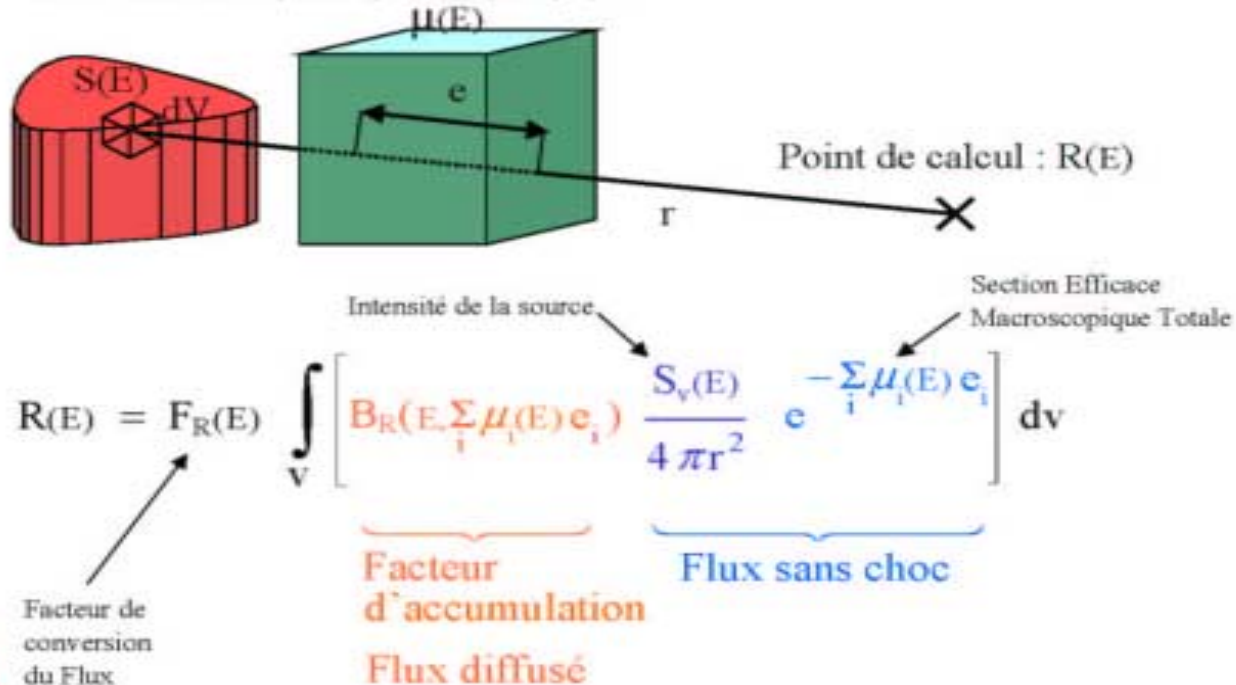


Dosimétrie prévisionnelle - Modélisation

Méthodologie de MERCURE 6.3

✓ Principe de l'atténuation en ligne droite

→ Pour une source volumique et des photons mono énergétiques



Code de calcul MERCURAD

A
CANBERRA

GT 1, 2, 3, 4, 5 : Stages 2005

- **Guillaume AZZOPARDI**
BTS en Radioprotection
INSTN / Cadarache
- Unité d'accueil : EA 1784 /
SPR CEA Cadarache
- Tuteur : Pr Didier PAUL
- Du 21 mars 2005 au 3 juin 2005
- Sujet :

Optimisation des moyens de
radioprotection dans le domaine
de la radiographie industrielle

- **Ozren KLEMENIC**
Elève Ingénieur ESAIP (3e)
- Unité d'accueil : EA 1784
- Tuteur : Pr François COLETTI
- Mars à septembre 2005
- Sujet :

Les risques professionnels en
radiographie industrielle et leur
prévention

Charte de bonnes pratiques : GT 1

Analyse de l'exposition du radiologue au poste de travail, dosimétrie

Animateurs : Didier PAUL, François COLETTI, Physiciens, Professeurs à l'Université de la Méditerranée, EA 1784

Objectif du Groupe de Travail :

Ce groupe se propose d'analyser le poste de travail d'un radiologue industriel en fonction des conditions suivantes :

1.Point sur la réglementation applicable aux radiologues industriels

- Radioprotection
- Travail sur chantier et en atelier
- Formation
- Intervention des entreprises extérieures

2.Etude sur le terrain

- Inventaire des situations de travail
- Mesure de l'équivalent de dose en fonction des interventions (dosimétrie passive et opérationnelle)

3.Optimisation de la dosimétrie et prévention

- Modélisation par calculs de doses prévisionnelles
- Méthodologie d'intervention

4.Propositions pour la révision de la charte de 1996

Public concerné :

radiologues industriels, personnes compétentes en radioprotection, médecins du travail, préventeurs.