

Dosimétrie opérationnelle

Dosimétrie extrémités



P. Froment

Expert agréé (CI I) en radioprotection
AV Controlatom - UCL
10 novembre 2011

- ✓ Dosimètre OSL IBA

- ✓ Dosimétrie opérationnelle

- ✓ Dosimétrie des extrémités

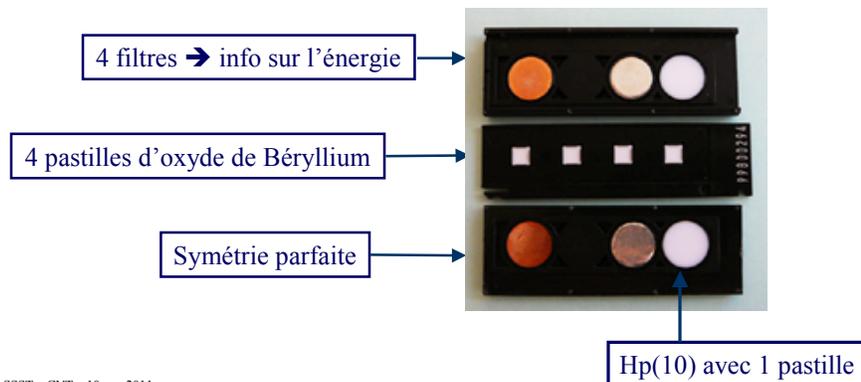
Dosimètre OSL IBA

SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimètre OSL IBA

Pastilles de BeO → tissu équivalent

- pas de calcul entre les différents filtres
- conforme à la norme IEC (aussi pour les faibles énergies et tous les angles)

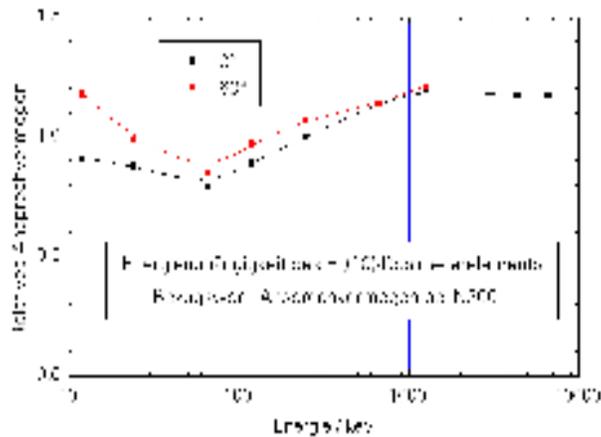


SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimètre OSL IBA



Réponse en énergie et angulaire

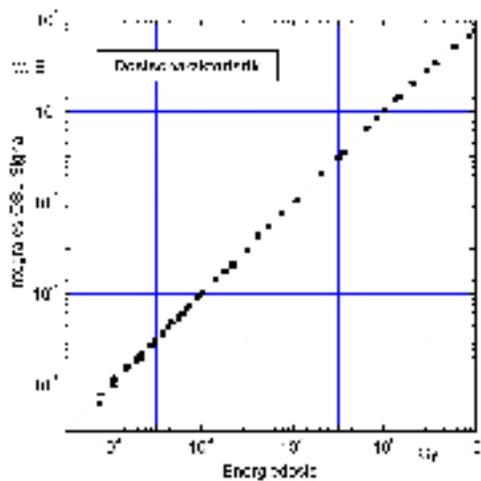


SSST - CNT - 10 nov 2011

Dosimètre OSL IBA



Linéarité



SSST - CNT - 10 nov 2011

Dosimètre OSL IBA



Grand rendement de lumière à la lecture

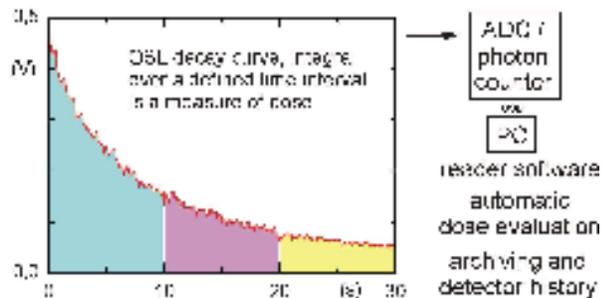
- Seule une petite partie de l'énergie stockée doit être libérée pour mesurer avec précision.
- on peut 'répéter' la mesure, les données restent présentes jusqu'à ce qu'elles soient effacées
- Correction pour le signal 'perdu'
~~> puce RFID 'retient' l'information

SSST - CNT - 10 nov 2011

Dosimètre OSL IBA



Grand rendement de lumière à la lecture



SSST - CNT - 10 nov 2011

Dosimètre OSL IBA



Puce RFID

→ certitude sur l'état du dosimètre (lecture, reset ...)



SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimètre OSL IBA



Emballage automatique = pas d'erreur humaine

Numéro du dosimètre

Société et service



Nom et prénom personne

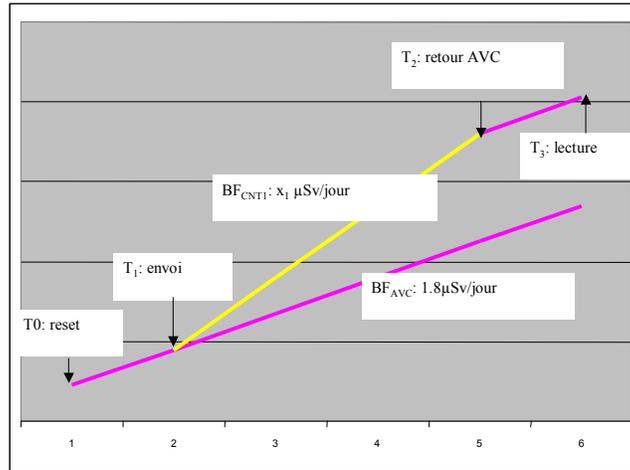
Période de port
→ différentes couleurs!

SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimètre OSL IBA



Déduction du bruit de fond



SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimètre OSL IBA



Hp(10)	Dose pour la période Mesure pour dose effective Seuil de communication = 50 µSv
Hp(0.07)	Dose surfacique (peau) Uniquement communiqué si plus élevé que Hp(10)
Dose pour la période	- Limite de dose opérationnelle - 20% au-dessus de la moyenne → Alarme vers contrôle physique!

SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie opérationnelle

SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie opérationnelle

Textes réglementaires (A.R. 20/07/01)

Public : 1 mSv/an (art.20.1.)

Personnes prof. Exposées

20 mSv/12 m.c.g. Corps entier

500 mSv/12 m.c.g. Organes

150 mSv/12 m.c.g. Cristallin

➔ dosimètre « passif » (art. 30.6.)

SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie opérationnelle



Si la personne est susceptible de recevoir une dose supérieure à 500 microsievert par semaine, elle porte également à hauteur de la poitrine un dosimètre à lecture directe ou permettant d'évaluer au moins journalièrement la dose reçue. Le système opérationnel mis en place dans ces cas doit permettre une gestion des doses sur une base au moins journalière.

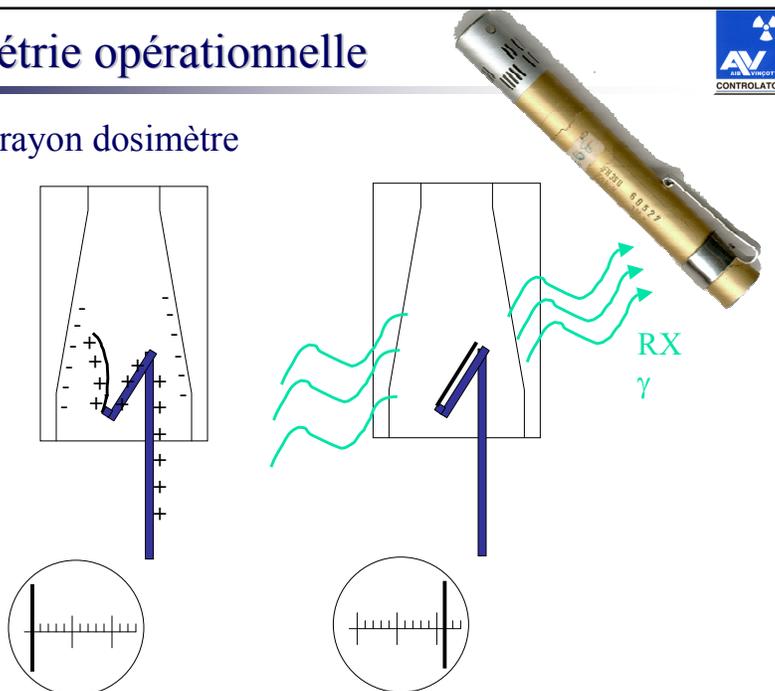
→ dosimètre { « actif »
à lecture directe
électronique, EPD, DEP ...

SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie opérationnelle



Stylo / crayon dosimètre



SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie opérationnelle



Stylo / crayon dosimètre



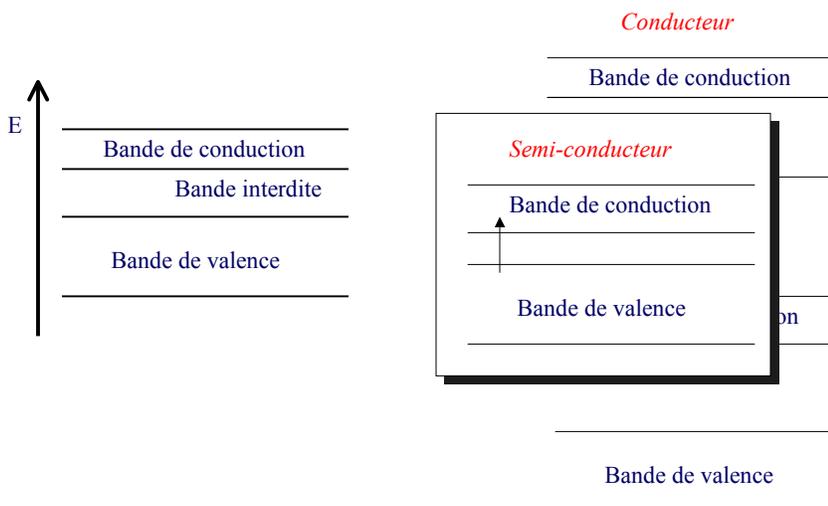
- Gamme de mesure : ~ 50 μSv à 10 Sv
- Fragile (! chocs)
- Pas d'enregistrement possible
- Sensible aux rayonnements extérieurs (cosmiques et électriques)

SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie opérationnelle



Diode silicium Semi-conducteur = ?



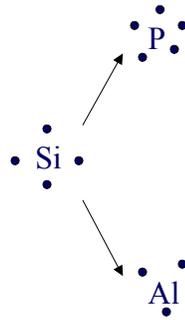
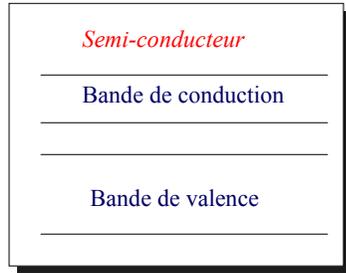
SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie opérationnelle



Diode silicium

Semi-conducteur = ?



Semi-conducteur n

Bande de conduction

Bande de valence

Semi-conducteur p

Bande de conduction

(+)

Bande de valence

SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie opérationnelle

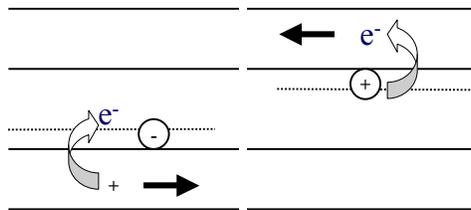


Diode silicium

Jonction p/n

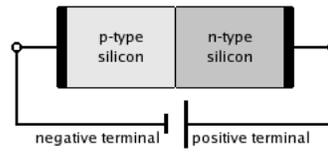
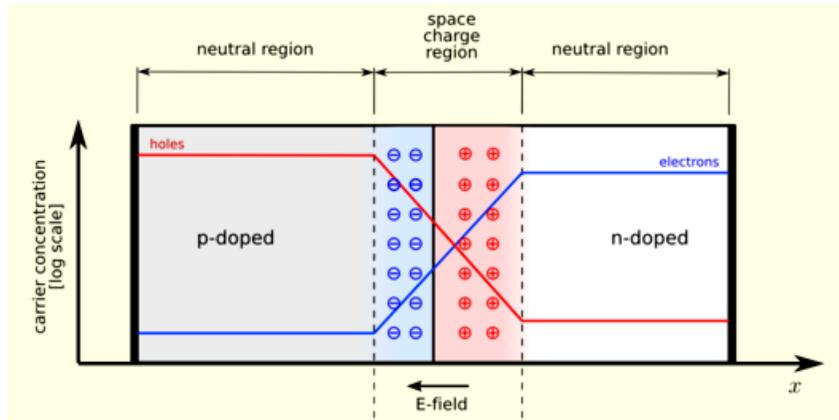
Semi-conducteur p

Semi-conducteur n



SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie opérationnelle

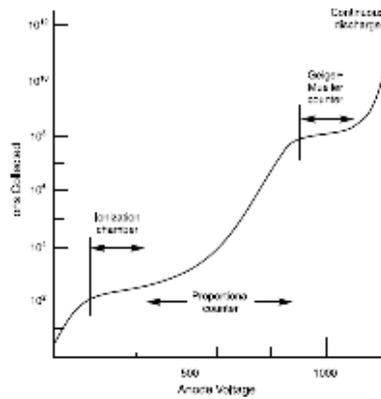
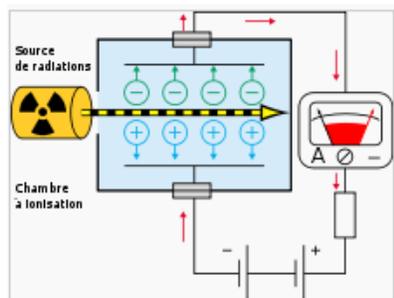


SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie opérationnelle



Geiger



SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie opérationnelle



Quelques exemples courants en Belgique

MGP ex : DMC 2000 S

Détecteur : S : Single diode

Rayonnement : gamma – RX

Dose : 1 μ Sv à 10 Sv ; débit de dose : 0,1 μ Sv/h à 10 Sv/h.

Energie : 50 keV – 6 MeV

Précision : $< \pm 5\%$ en ^{137}Cs Temps réponse : < 5 s

Affichage :

Dose 0,001 à 9999 μ Sv, puis 10 à 9999 mSv, et au-delà clignotement et alarme.

Débit 0,001 mSv/h à 10 Sv/h.

Alarmes réglables (sonore et visuelle):

Dose jour : 10 μ Sv à 10 Sv.

Débit de dose : 10 μ Sv/h à 1 Sv/h..



SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie opérationnelle



Quelques exemples courants en Belgique

Dosicard de Canberra

Détecteur : diode Si

Rayonnement : gamma – RX

Dose : 1 μ Sv à 10 Sv ; débit de dose : 1 μ Sv/h à 1 Sv/h.

Energie : 50 keV – 2 MeV

Précision : $< \pm 15\%$ en ^{137}Cs , jusqu'à 1 Sv/h.

Affichage :

Dose 0 à 9999 μ Sv, puis 10 à 9999 mSv, et au-delà clignotement et alarme.

Débit 0 à 9999 μ Sv/h, puis 10 à 999 mSv/h, et au-delà clignotement et alarme.

Alarmes réglables (sonore et visuelle) :

Dose courante, dose jour (depuis 0 h 00), dose mois, dose 3 mois : 10 μ Sv à 10 Sv.

Débit de dose : 10 μ Sv/h à 1 Sv/h..



SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie opérationnelle



Quelques exemples courants en Belgique

Tracerco

Détecteur : Geiger

Rayonnements : gamma et RX

Dose : 0 à 10 Sv ; débit de dose : 0 à 100 mSv/h.

Energie : 33 keV – 1332 keV

Précision : ?

Affichage :

Dose 0 à 10 Sv

Débit 0 à 100 mSv/h.

Alarmes réglables (sonore et visuelle)



SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie opérationnelle



Attention : cas de neutrons !

MGP DMC 200GN

Détecteur : large diode

Neutrons : Affichage :

Dose 1 μ Sv à 10 Sv

Débit 0,1 mSv/h à 10 Sv/h.

Energie : 0,025 eV – 15 MeV

Gamma : Affichage :

Dose 1 μ Sv à 10 Sv

Débit 0,001 mSv/h à 10 Sv/h.

Energie : 50 keV – 6 MeV

Précision : 5 %



SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie opérationnelle

Utilisation sur Tihange

Système de mesure de la dose opérationnelle	
001	001
002	002
003	003
004	004
005	005
006	006
007	007
008	008
009	009
010	010
011	011
012	012
013	013
014	014
015	015
016	016
017	017
018	018
019	019
020	020
021	021
022	022
023	023
024	024
025	025
026	026
027	027
028	028
029	029
030	030
031	031
032	032
033	033
034	034
035	035
036	036
037	037
038	038
039	039
040	040
041	041
042	042
043	043
044	044
045	045
046	046
047	047
048	048
049	049
050	050
051	051
052	052
053	053
054	054
055	055
056	056
057	057
058	058
059	059
060	060
061	061
062	062
063	063
064	064
065	065
066	066
067	067
068	068
069	069
070	070
071	071
072	072
073	073
074	074
075	075
076	076
077	077
078	078
079	079
080	080
081	081
082	082
083	083
084	084
085	085
086	086
087	087
088	088
089	089
090	090
091	091
092	092
093	093
094	094
095	095
096	096
097	097
098	098
099	099
100	100

SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie opérationnelle

Utilisation sur Tihange

AV CONTROLATOM

SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie opérationnelle



Télédosimétrie



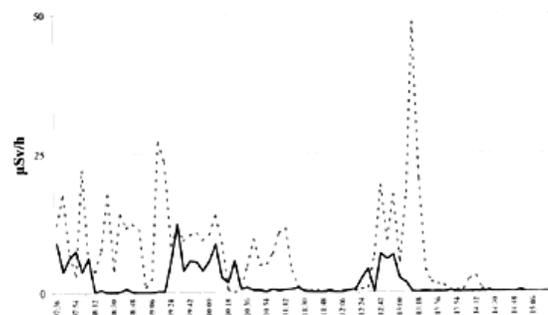
SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie opérationnelle



Avantages

- mesure en direct de la dose et du débit de dose
 - recommandé pour des nouveaux travailleurs
 - recommandé pour des travaux 'dosants'
- alarme en dose et en débit de dose
- suivi journalier / horaire



SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie opérationnelle



Inconvénients

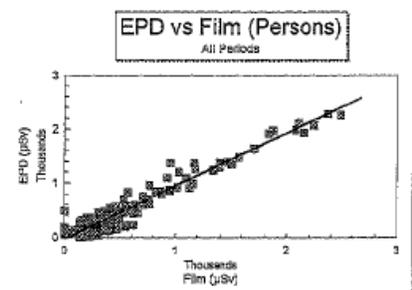
- mesure en direct de la dose et du débit de dose
- attention au déclenchement d'alarme
- temps de réponse
- encombrement supplémentaire

Difficultés

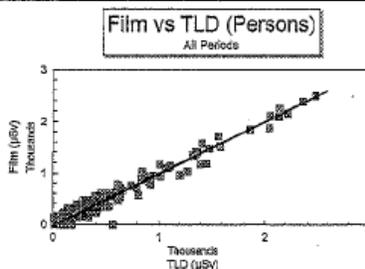
- comportement (port correct, utilisation, respect des seuils/alarmes)
- manipulation : on/off, alarme ... avec 1 seul bouton
- comparaison des doses

SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie opérationnelle



Comparaison « passif » - « actif »



SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie opérationnelle



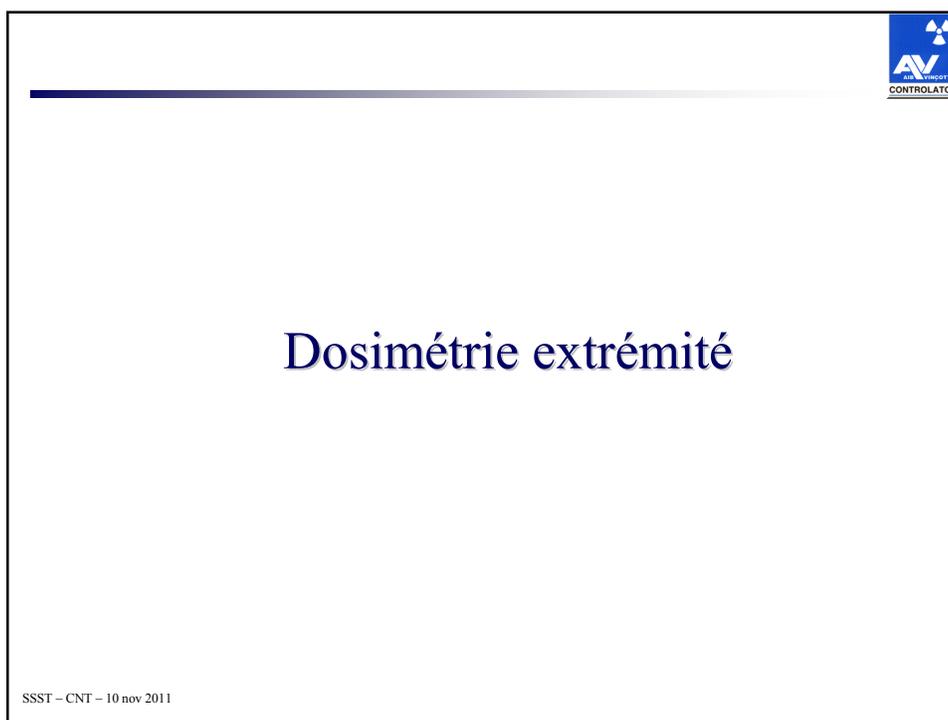
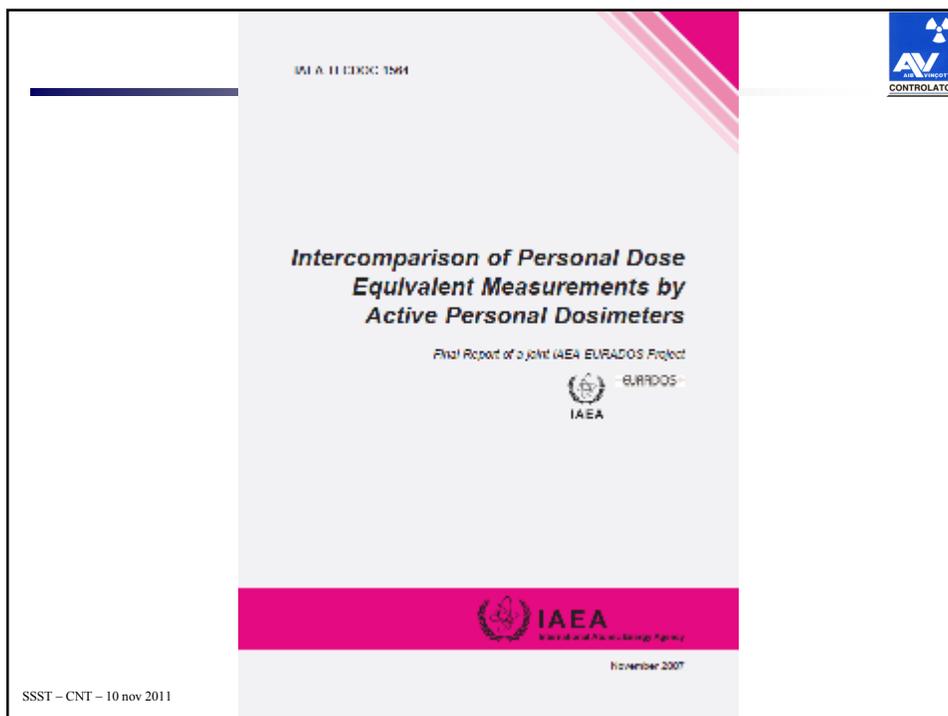
SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie opérationnelle



Modèle	Dosirad	DMC 2000 S	DMC 2000 XP*	Dosirac LM	RAD-62	EDS M-2	EDM El model
Fabricant	Barrys Nuvema	NEP Instruments	NEP Instruments	AHEIS	Radco	Roess	COMET
Distributeur	Barrys Nuvema	General Electric	General Electric	AHEIS	Sapotec	APPL	COMET
Nature du détecteur	Diode silicium	Diode silicium	Diode silicium	Diode silicium	Diode silicium	3 diodes silicium	2 diodes silicium
Gamme d'énergie photonique	50 keV à 2 MeV	50 keV à 5 MeV	30 keV à 6 MeV	10 keV à 6 MeV	60 keV à 3 MeV	15 keV à 5 MeV	15 keV à 3 MeV
Gamme d'énergie neutre	non	$E_{min} > 50 \text{ keV}$	$E_{min} > 40 \text{ keV}$	non	non	210 keV à 1.5 MeV	500 keV à 2 MeV
Gaz de mesure	H_2O_2	H_2O_2	H_2O_2 (H_2SO_4)	H_2O_2	H_2O_2	H_2O_2 (H_2SO_4)	H_2O_2
Gamme de dose	1 μSv à 10 Sv	0,1 μSv à 10 Sv	0,1 μSv à 10 Sv	1 μSv à 10 Sv	1 μSv à 1 Sv	1 μSv à 10 Sv	1 μSv à 5 Sv
Gamme de débit de dose	1 $\mu\text{Sv/h}$ à 1 Sv/h	0,1 $\mu\text{Sv/h}$ à 10 Sv/h	0,1 $\mu\text{Sv/h}$ à 10 Sv/h	1 $\mu\text{Sv/h}$ à 1 Sv/h	5 $\mu\text{Sv/h}$ à 5 Sv/h	1 $\mu\text{Sv/h}$ à 4 Sv/h	1 $\mu\text{Sv/h}$ à 50 Sv/h
Alarmes	Sonore et visuelle	Sonore et visuelle	Sonore et visuelle	Sonore et visuelle	Sonore et visuelle	Sonore et visuelle	Sonore, visuelle et vibreur
Communication	Lecteur	Lecteur au red	Lecteur au red	Lecteur	Lecteur	Lecteur	Lecteur au r
Dimension	89x75x38 mm	84x88x17,5 mm	84x88x17,5 mm	115x78x25 mm	78x67x22 mm	85x68x19 mm	70x30x15
Poids	50 g	70 g	70 g	120 g	60 g	55 g	120 g
Alimentation	Pile lithium	Pile lithium	Pile lithium	Pile lithium	Pile de zinc	Pile lithium (ou alcaline)	Pile lithium
Autonomie	1000 h	3 mois	3 mois	3 mois	1800 h	5 mois (20040)	36 mois

SSST – CNT – 10 nov 2011



Dosimétrie des extrémités



Si une irradiation non négligeable d'un tissu (par exemple le cristallin) ou d'un organe particulier ou d'une partie du corps spécifique (par exemple, les mains) est à craindre, la personne portera un ou plusieurs dosimètres supplémentaires permettant de contrôler les doses à ces endroits, sur proposition du service de contrôle physique et du médecin agréé. Ce ou ces dosimètres seront toujours portés si cette irradiation est susceptible de provoquer des doses supérieures aux trois dixièmes d'une des limites de dose fixées à l'article 20.1.3 pour le cristallin, la peau, les mains, les avant bras, les pieds et les chevilles.

→ dosimètre « passif » localisé

→ Si $> 150 \text{ mSv}/12 \text{ m.c.g.}$ Organes ou extrémités

SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie des extrémités



TLD - OSL



Avant aussi film poignet

SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie des extrémités



Bagues

Avantages

- Mesure extrémité 'réelle'
- Sous le gants = pas contaminé

Inconvénients

- Port avec des gants
 - mise en place et retrait
- Port correct (au doigt !)
- Sur le gant = contamination potentielle

Poignet

- Port plus aisé

- Pas une réelle extrémité
- Risque de contamination (?)

SSST – CNT – 10 nov 2011

SCK•CEX
Nuclear Medicine Research Center
Commissariat, Institut National de Recherche
Sclerieux, Avenue Croixvaux, 1300 Louvain-la-Neuve
Belgique

**Extremity Doses of
Medical Staff for
Complex Interventional
Procedures and in
Nuclear Medicine ExDos**
Final report, 2010

L. G. Verbeke, B. S. G. K. van
T. Verbeke

AV CONTROLATOM

Site AFCN

SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie des extrémités



Doses max observées :

quelques dizaines → 1000 $\mu\text{Sv}/\text{GBq}$ (Tc-99m)

quelques dizaines → 5000 $\mu\text{Sv}/\text{GBq}$ (F-18)

quelques mSv/GBq → 100 mSv/GBq (Y-90)

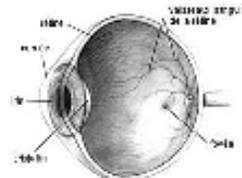
- Bonnes et mauvaises pratiques du personnel
- Optimisation possible (comportement + matériel)
- Importance de la contamination à prendre en compte !!
 - Port de gants !

SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie des extrémités



Quid du cristallin ?



ICRP 60 (1990) : 150 mSv/12 m.c.g.

Mais ICRP 103 (2007) et statement AIEA (21/04/11)

- 0,5 Gy : mise en évidence d'opacification du cristallin
- Nouvelle recommandation : 20 mSv/an en moyenne sur 5 ans, avec un max de 50 mSv/an

En discussion : cœur et système vasculaire cérébral

SSST – CNT – 10 nov 2011

Dosimétrie des extrémités



Dans les situations de ce type où le port d'un tablier plombé est indiqué, il y a en tout cas lieu de porter deux dosimètres, l'un au-dessus et l'autre en dessous du tablier.



SSST – CNT – 10 nov 2011

Questions



Merci de votre attention



SSST – CNT – 10 nov 2011