

La dosimétrie passive par thermoluminescence (TLD)

(André REGIBEAU*)

Adieu les dosimètres film-badges

(Tihange, 10 novembre 2011)

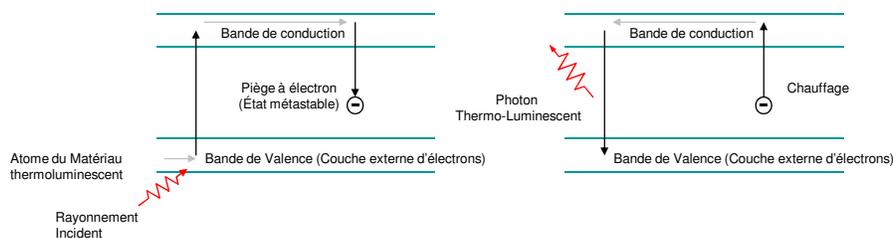
* Dosi-Tech : Centre de dosimétrie de l'UCL

Principe de la thermoluminescence

Fluorescence: émission de lumière pendant ou immédiatement après l'irradiation du matériau luminescent (quelques fractions de seconde). Cette réaction n'est pas particulièrement utile pour la TLD

Phosphorescence: émission de lumière après la période d'irradiation. Ce délai peut varier de quelques secondes à quelques semaines ou mois.

La TLD utilise la phosphorescence pour détecter les rayonnements



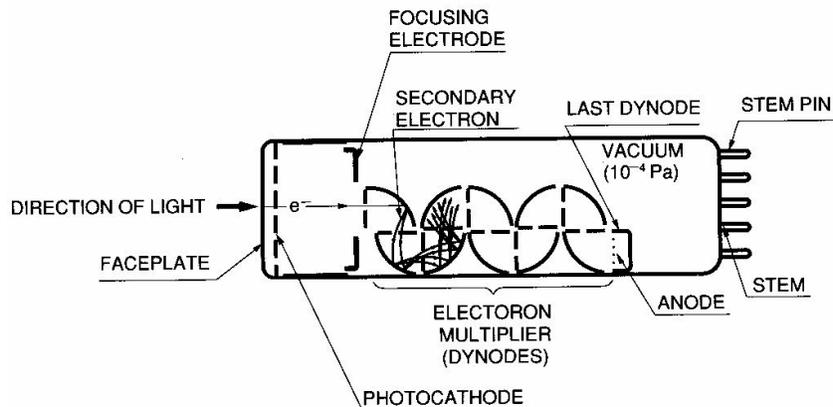
Dosi-Tech

Comment transformer les photons produits
par la désexcitation du dosimètre en un
signal électrique exploitable ?

Le tube photomultiplicateur

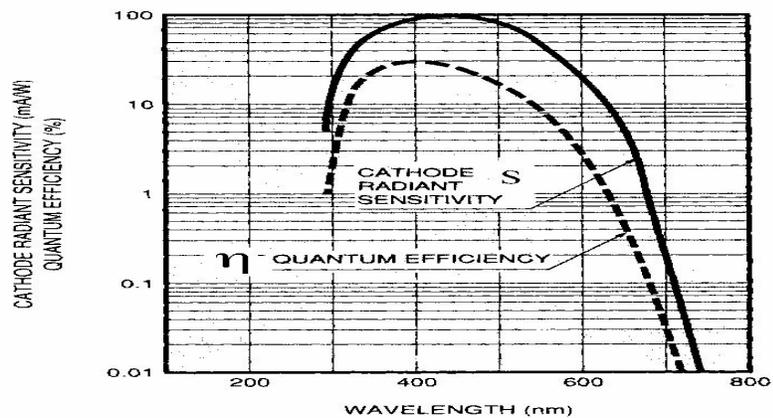
Dosi-Tech

Cross-Section of Head-On Type PMT

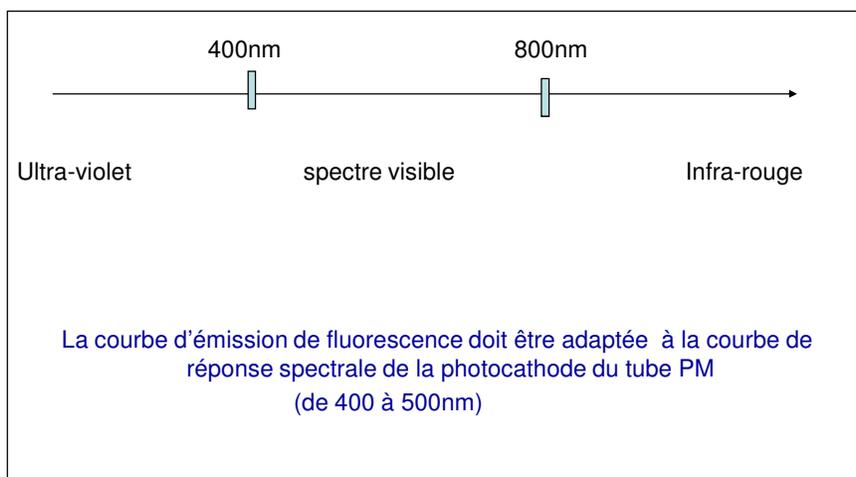


Dosi-Tech

Typical Spectral Response of (Head-On, Bialkali Photocathode)



Dosi-Tech



Dosi-Tech

Quelle est la longueur d'onde des photons de scintillation ?

On sait que : ΔE est comprise entre 2,5 eV et 3 eV

$$\Delta E = h\nu \text{ et } \lambda\nu = c$$

$$\text{On déduit que : } \lambda = c / \nu \text{ ou } \lambda = c \cdot h / \Delta E$$

On sait que :

$$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Joule}$$

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$$

$$\text{D'où : } \lambda = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1} \times 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J.s} / 2,8 \times 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 4,48 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$\text{D'où } \lambda = 450 \text{ nm}$$

Dosi-Tech

Caractéristiques du PMT

- **Courbe de réponse spectrale**
450 nm OK
- **Rendement quantique**
+- 20% (5 photons sont nécessaires pour arracher un photo-électron)
- **Gain**
10⁶ à 10⁸

Dosi-Tech

• Choix du matériau thermoluminescent

Spectre d'émission de fluorescence

ΔE comprise entre 2,5 et 3 eV

Rendement lumineux

Le plus élevé possible

(Energie des hv (Nb de photons X 2,8 eV) / Energie du rayonnement)

Linéarité

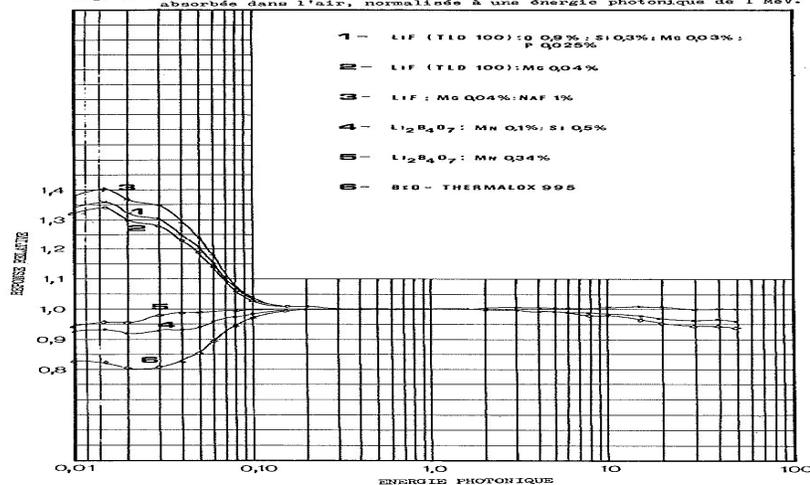
Invariance du rendement lumineux avec l'énergie du rayonnement

Fading

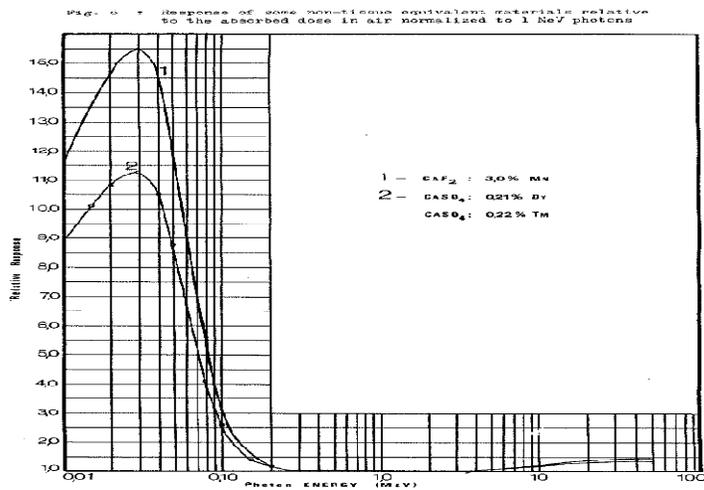
Faible effacement du phénomène avec le temps

Dosi-Tech

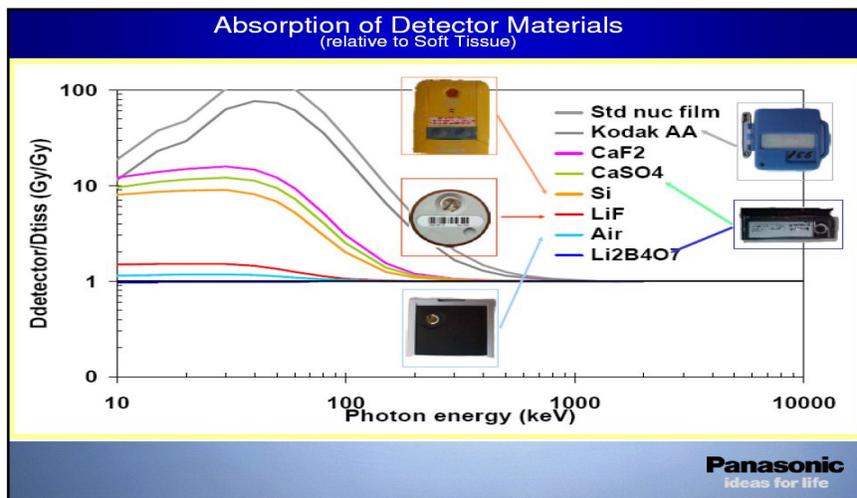
Fig. 4 : Réponse de quelques matériaux équivalents au tissu à la dose absorbée dans l'air, normalisée à une énergie photonique de 1 MeV.



Dosi-Tech

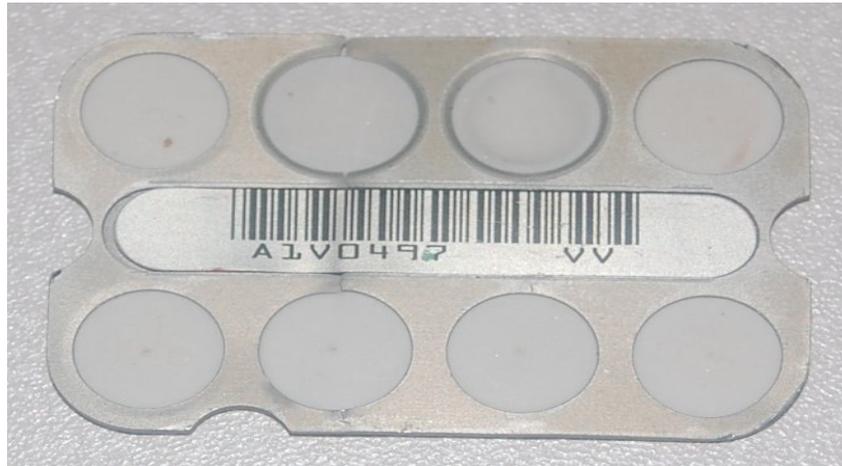


Dosi-Tech



Dosi-Tech

- Plaquette Teledyne/Rexon ($\text{CaSO}_4(\text{Dy})$)



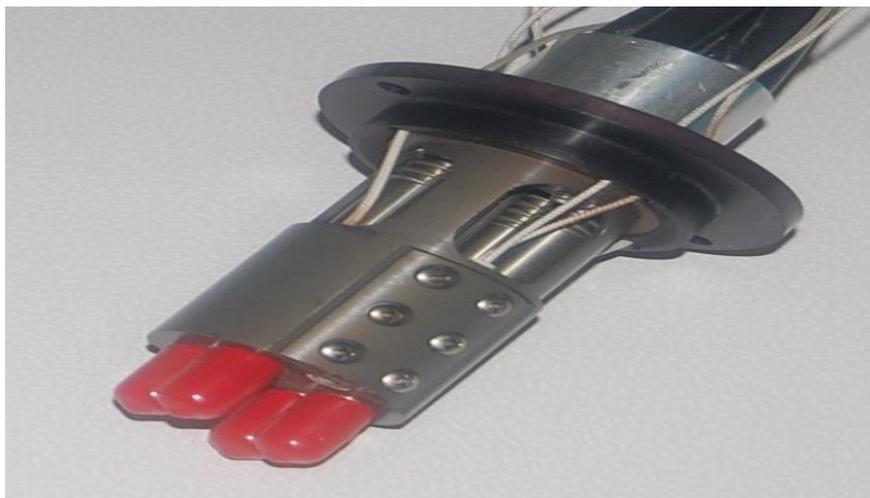
Dosi-Tech

- Pastille 1 : fenêtre de 7 mg/cm² -> hp(0.07)
- Pastille 2 : disque Teflon 3.2 mm (écran bêta)
- Pastilles 3 et 4 : filtres spéciaux pour compenser l'hypersensibilité du CaSO_4



Dosi-Tech

- Teledyne/Rexon : Doigts chauffants



Dosi-Tech

- Teledyne/Rexon : guides de lumière vers les PMT

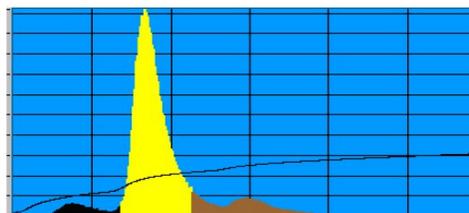


Dosi-Tech

The Ideal Glowcurve Shape

Very distinct, separate peaks

*Very steep rise at **start** of main peak*



*As close to zero as possible at **end** of main peak*

Low Valleys

Panasonic
ideas for life

Dosi-Tech

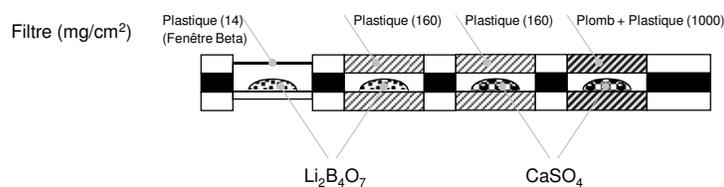
Dosimètre TLD Teledyne-Rexon

- Avantages :
 - Indépendant du sens d'irradiation 'recto/verso'
 - Faible fading (<10%/an à 23 °C)
 - Insensible à la lumière et aux UV
 - Grande sensibilité
 - Insensible à l'énergie après compensation

- Inconvénients :
 - Pas équivalent tissu,
 - Salissable (pas emballé)

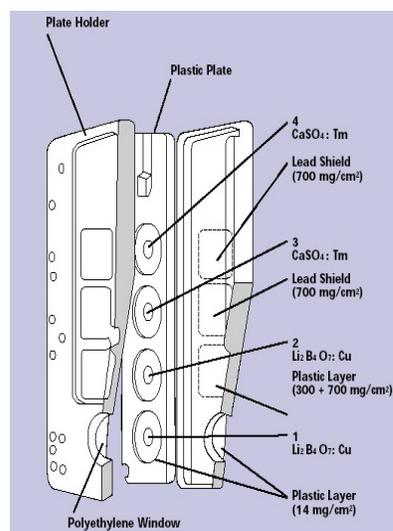
Dosi-Tech

Dosimètre Panasonic / Dosi-Tech (UCL)



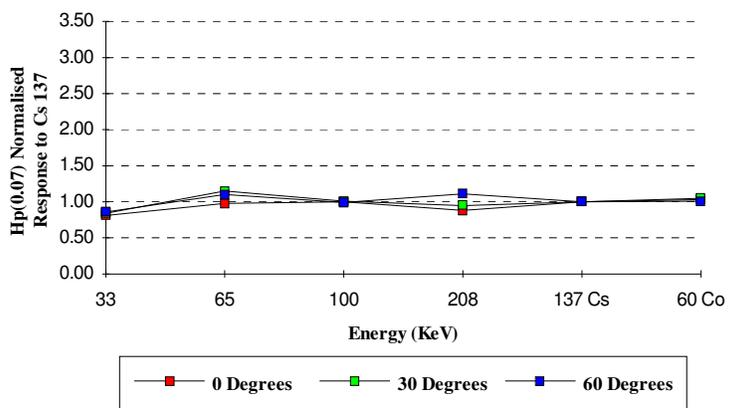
Dosi-Tech

- TLD à 4 éléments
 - $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$: CU
Matériau équivalent tissu
 - CaSO_4 : Tm
Matériau très sensible
- Domaine $10\mu\text{Sv} - 10 \text{ Sv}$
- Plusieurs combinaisons de matériaux et d'écrans
 - Équivalent de dose
 - en profondeur - Hp(10)
 - surface - Hp(0.07)
 - Permet la détermination de l'énergie
 - Grande précision (<5% à 1mSv 2σ)
 - Robuste et insensible à la lumière



Dosi-Tech

Energy and Angular Response of nLi nB at Varying Angles (UD802 Design Badge)

**Dosi-Tech**

- Lecteur Panasonic UD-7900



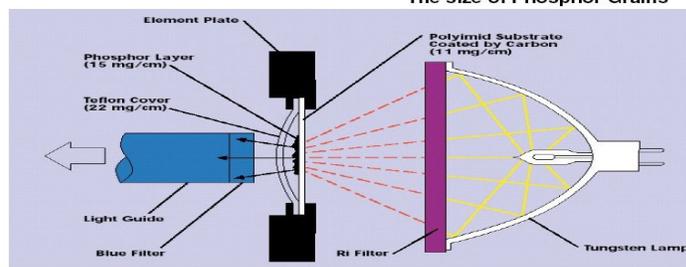
Dosi-Tech

Dosimeter Heating

Dosimeter Thermal Capacity variations are due to: **The Backing Tape**

The Glue Drop

The size of Phosphor Grains



These variations are **negligible in good heating**, but **significant in weak heating**

Panasonic
Ideas for life

Dosi-Tech

Test	Description	Incertitude/ Seuils
Réponse de dose	Linéarité 0,1mSv – 1Sv	< 5%
Reproductibilité	Moyenne de la déviation standard de la réponse	<7%
Fading	Atténuation de la réponse (en 90 jours) Avec correction	< 5% < 2%
Seuil de détection	Condition de laboratoire Niveau de confiance de 95%	0,01 mSv 0,04 mSv
Auto-Irradiation	Background après 30 j.	0,06-0,1 mSv
Signal TL résiduel	Signal résiduel après mesure (max)	0,02 mSv
Dépendance énergétique	15 keV – 2 MeV	<15%
Dépendance angulaire	20°, 40°, 60° irradiation référence Cs-137	< 10%

Dosi-Tech

- Les TLD sont emballés et identifiés individuellement
 - Nom - Prénom
 - Entreprise / Service
 - Période de port
 - Couleur différente chaque mois / trimestre

- L'emballage du TLD est en PET
 - Hautement résistant
 - Soudé sur toute la périphérie
 - Résistant à l'humidité / lumière / poussière / l'eau
 - Léger

Le badge TLD est correctement protégé



Dosi-Tech

- Supports : 5 couleurs au choix
 - Jaune, rouge, bleu, vert, translucide
 - 1 support + clip envoyé pour tout nouveau porteur

- Attaches : clip ou cordon

- Port bidirectionnel
 - Même filtration avant - arrière
 - Même qualité de mesure si le dosimètre est porté à l'envers



Dosi-Tech

- Les dosimètres sont disposés dans des boîtes bleues réutilisables
 - Jusqu'à 24 dosimètres par boîte
 - Chaque client ou service de l'hôpital est emballé individuellement
 - Chaque boîte bleue est munie d'une étiquette autocollante de retour
 - Listes d'emballage par boîte / colis
 - Liste des résultats du mois précédent



Dosi-Tech

Dosimètre TLD - Panasonic / Dosi-Tech

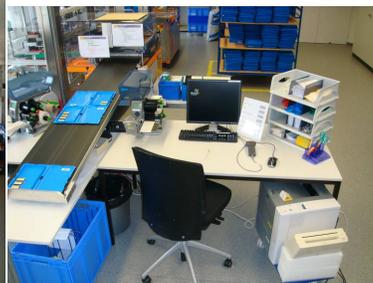
- Avantages :
 - Indépendant du sens d'irradiation 'recto/verso'
 - Faible fading
 - Insensible à la lumière et aux UV
 - Grande sensibilité
 - Réponse indépendante de l'énergie et de l'angle d'incidence
 - Agréé pour le rayonnement bêta
 - Insensible à la poussière (emballage)
 - Petit, léger, robuste, pratique
 - Gestion entièrement automatisée (réduction des erreurs humaines)
- Inconvénient :
 - Back-up de lecture manuel

TOM – ligne d'emballage

- Tout est automatisé, jusqu'à la mise dans les boîtes bleues
 - Evite l'erreur humaine



TOM – ligne d'emballage





Retour d'expérience

- Problèmes rencontrés
 - Déformations mécaniques des supports (machine à laver, chocs,...)
 - Encrassement des dosimètres
 - Panne de courant à la lecture
 - Manque de respect des utilisateurs
- Améliorations apportées
 - Information des utilisateurs
 - Emballage
 - Utilisation d'un UPS
 - ???



renseignements

cfr: :www.Dosi-Tech.be