

IRSN

INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Faire avancer la sûreté nucléaire



Utilisation des dosimètres opérationnels en radiologie/cardiologie interventionnelle : résultats du projet européen ORAMED

I. Clairand¹, J-M. Bordy², E. Carinou³, J. Daures², J. Debroas¹, M. Denozière²,
L. Donadille¹, M. Ginjaume⁴, C. Itié¹, C. Koukorava⁴, S. Krim⁵, A-L. Lebacqz⁵,
P. Martin⁶, L. Struelens⁵, M. Sans-Mercé⁷ and F. Vanhavere⁵

1 Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN), France

2 CEA-LIST Laboratoire National Henri Becquerel (CEA LNHB), France

3 Greek Atomic Energy Commission (GAEC), Greece

4 Institute of Energy Technology, Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), Spain

5 Belgian Nuclear Research Centre (SCK•CEN), Belgium

6 MGP Intruments (MGPi), France

7 Institute of Radiation Physics (IRA), University Hospital Center and University of Lausanne, Switzerland



SFRP, Tours 2011

Le projet **ORAMED** (2008-2011) est un “Projet collaboratif” financé par la Communauté Européenne dans le cadre du 7^{ème} PCRD.

ORAMED: Optimization of **R**Adiation protection of **M**EDical staff
Coordination : Filip Vanhavere (SCK•CEN - Belgique)



WP3 : Optimisation de l'utilisation des dosimètres opérationnels en radiologie interventionnelle

OBJECTIFS

- étudier le **comportement** de dosimètres opérationnels (DO) :
 - ✓ tests en **laboratoire** auprès de champs de RX continus et pulsés
 - ✓ tests dans des **hôpitaux** (fantômes + opérateurs)
- établir des **recommandations** pour le choix et l'utilisation des DO en RI

Les procédures de radiologie interventionnelle peuvent être assez complexes et conduire à **des doses relativement élevées** pour le personnel qui est principalement exposé au champ de rayonnement **diffusé** par le patient.



Pour réaliser une dosimétrie adéquate de ces photons diffusés, les dosimètres opérationnels doivent être capables de :

- détecter des **photons de basse énergie** (20-100 keV)
- de donner une réponse satisfaisante **en champ pulsé**.

Les dosimètres opérationnels disponibles sur le marché ne sont pas véritablement conçus pour être utilisés dans ces conditions particulières.



**MGPi
DMC2000XB**



**Thermo
EPD Mk2.3**



**Dosilab
EDM III**



**Polimaster
PM1621A**



**Rados
DIS-100**



**Unfors
EDD 30**



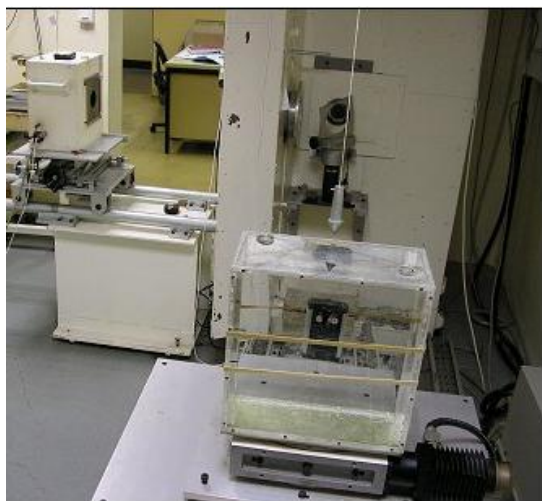
**Atomtex
AT3509C**



**Philips
DoseAware**

Laboratoires d'étalonnage (SCK•CEN, Belgique et IRSN, France)

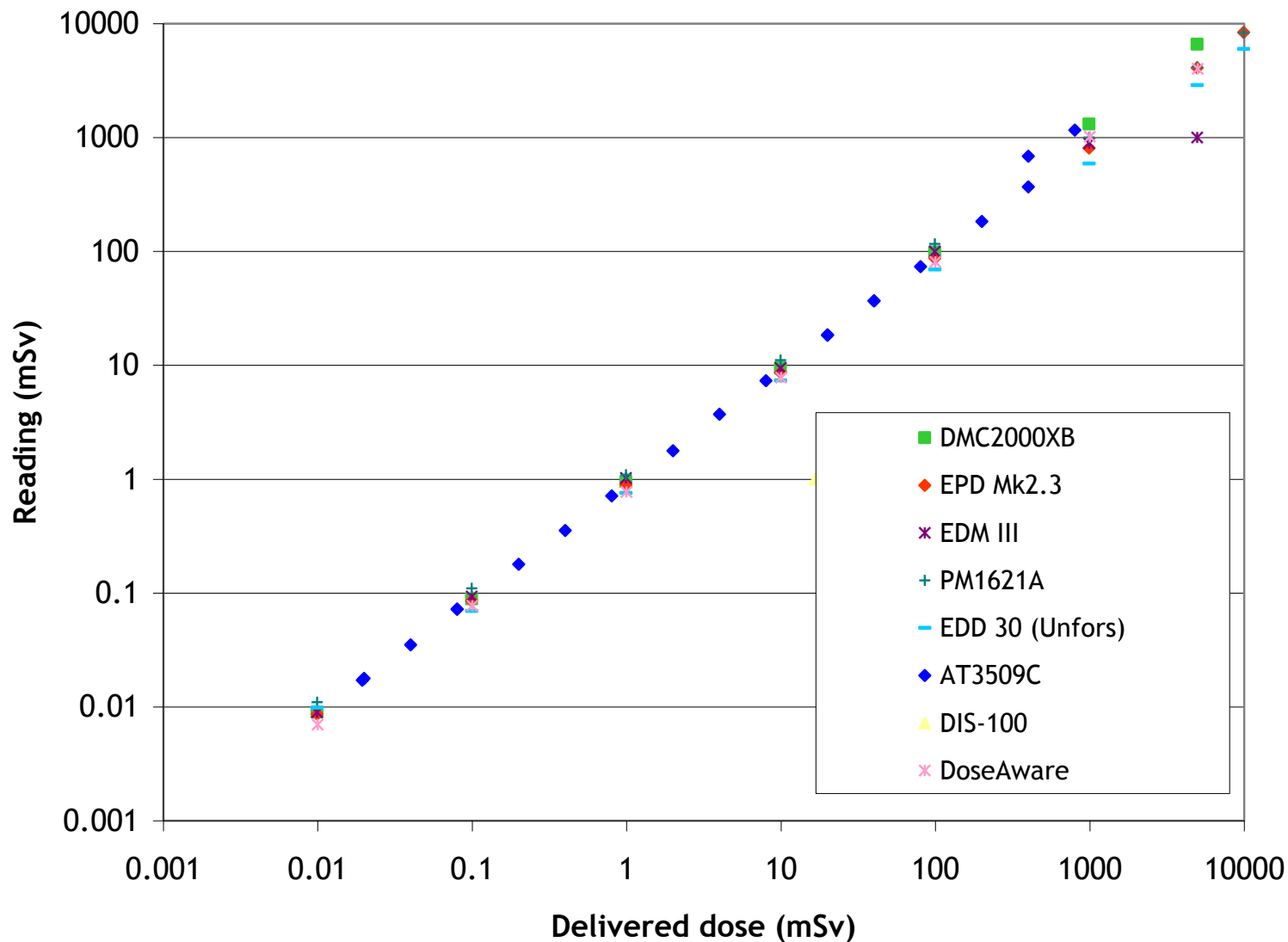
| Test | Gamme | Qualité de faisceau |
|--|---|--|
| Réponse en fonction de l'équivalent de dose | 0 - 500 mSv | S-Co (N-150 pour DoseAware) |
| Réponse en fonction du débit de l'équivalent de dose | 0 to 10 Sv.h ⁻¹ | S-Co (H-100 pour EDD30, N-150 pour DoseAware) |
| Réponse en fonction de l'énergie | N-15, N-20, N-25, N-30, N-40, N-60, N-80, N-100, N-120, S-Cs et S-Co (N-30 à S-Cs pour DoseAware) | |
| Réponse angulaire | +/- 60° | N-25, N-30, N-40, N-60 et N-80 |

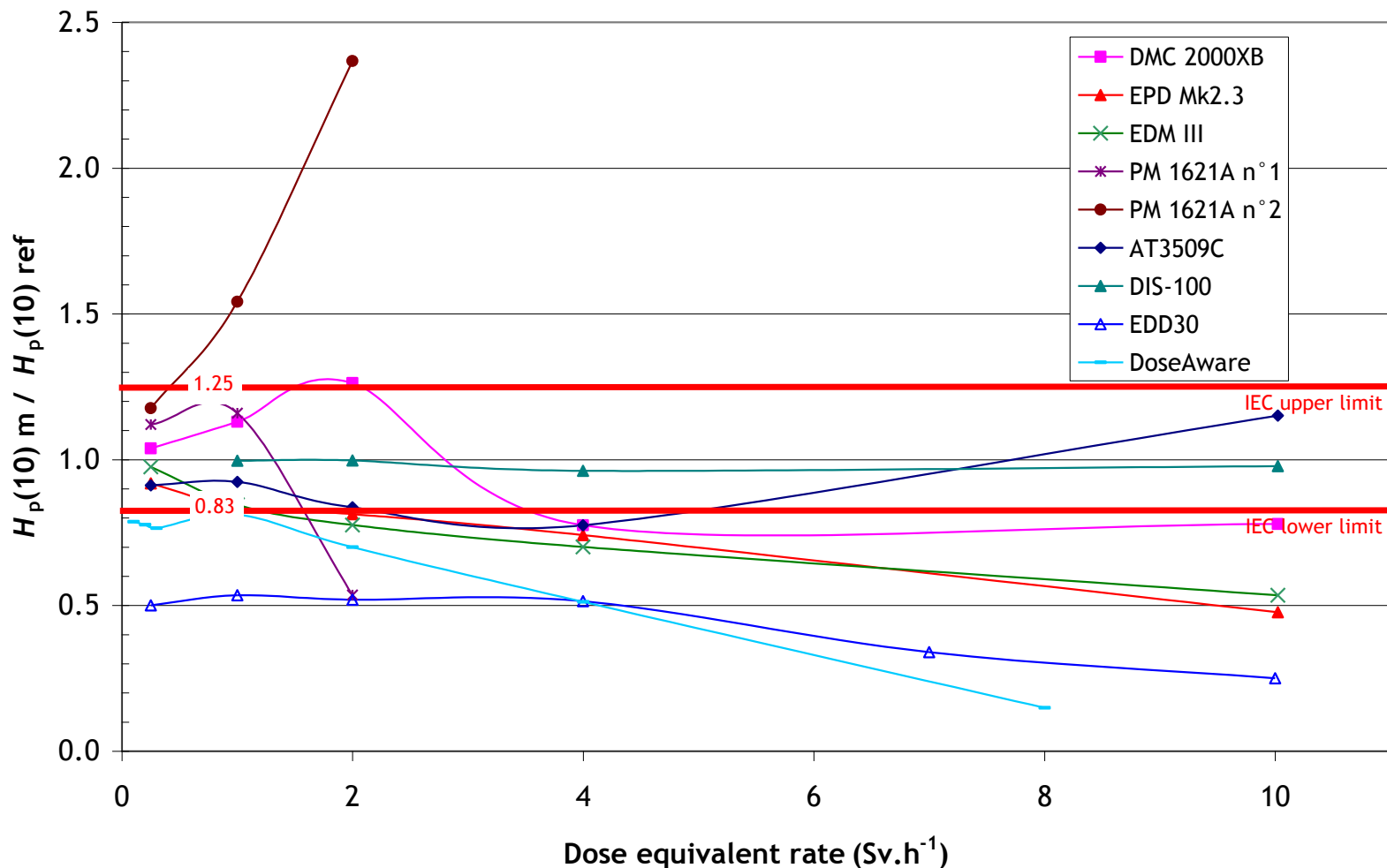


➔ 3 mesures par DO ont été réalisées
2 dosimètres de chaque type ont été testés

➔ Norme CEI 61526 standard (2010-07)

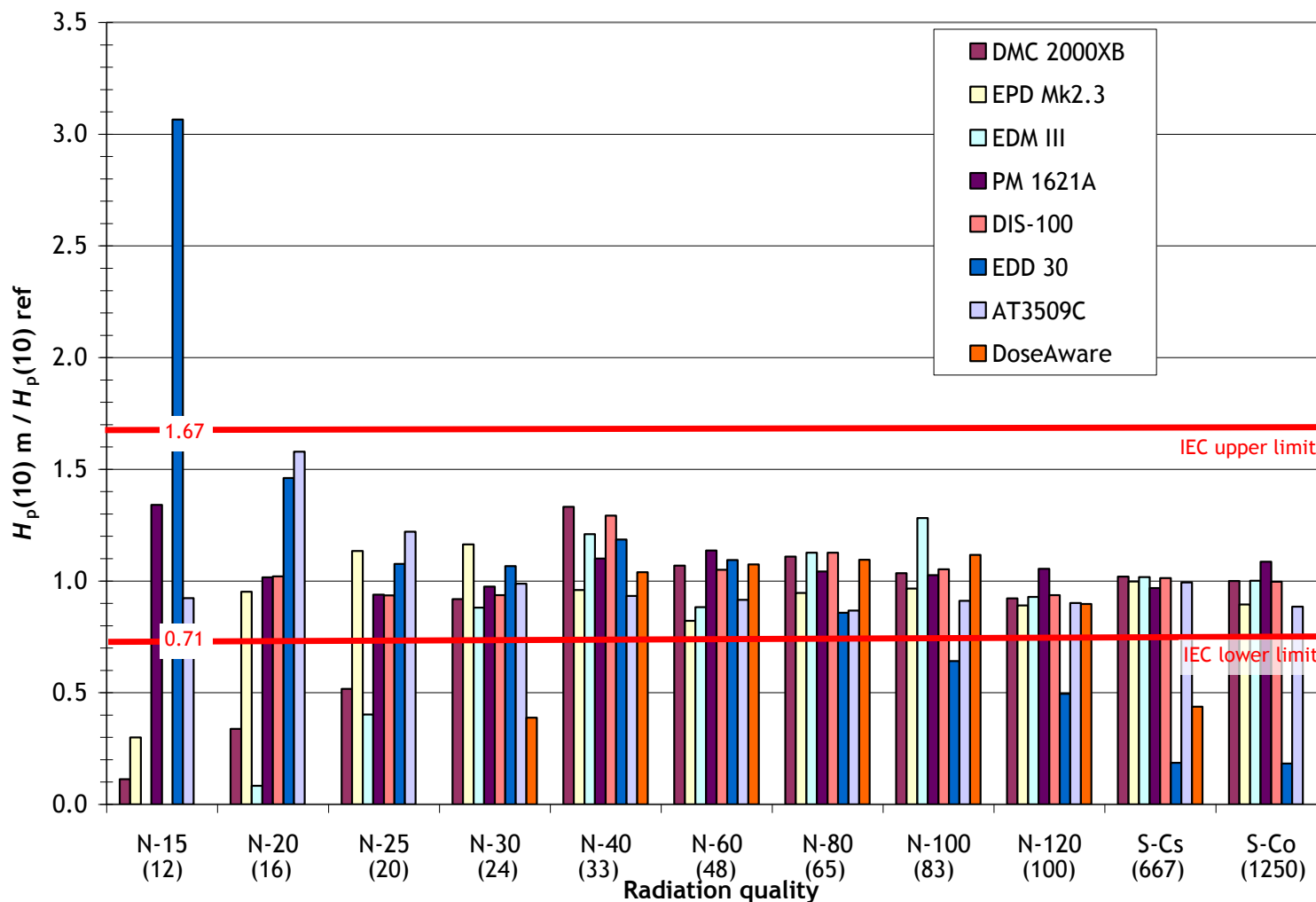
International Electrotechnical Commission. Radiation protection instrumentation. measurement of personal dose equivalent $H_p(10)$ and $H_p(0.07)$ for X, gamma, neutron and beta radiation: **direct reading personal dose equivalent and/or dose equivalent rate dosimeters (2010 - 07) IEC 61526 Geneva: IEC**





Les DO étudiés ont une réponse exploitable jusqu'à $10 Sv.h^{-1}$, exceptés:

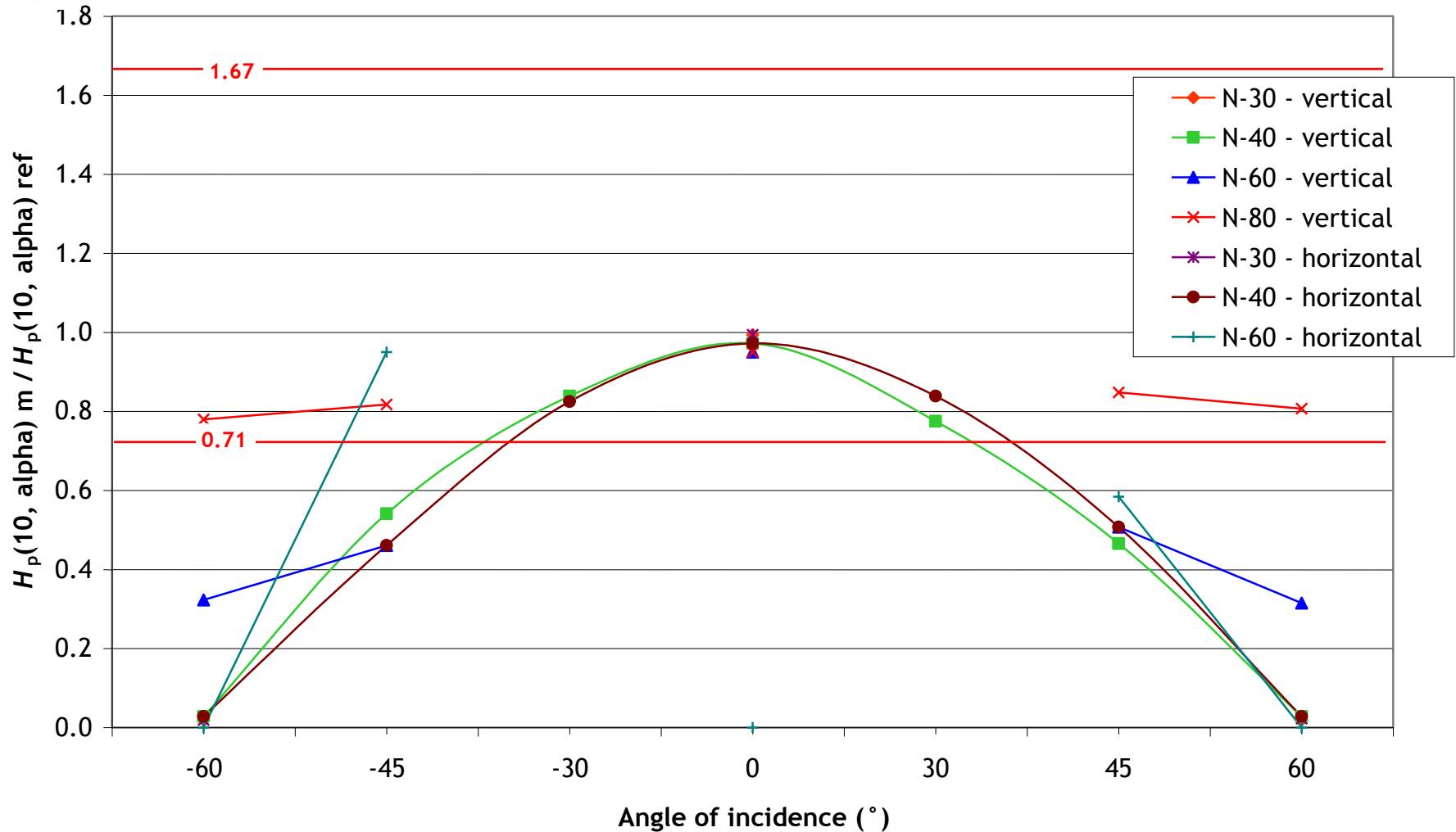
- PM1621A : sa réponse diverge rapidement dès $1 Sv.h^{-1}$
- EDD30 : saturation au-delà de $2 Sv.h^{-1}$
- DoseAware : saturation au-delà de $4 Sv.h^{-1}$



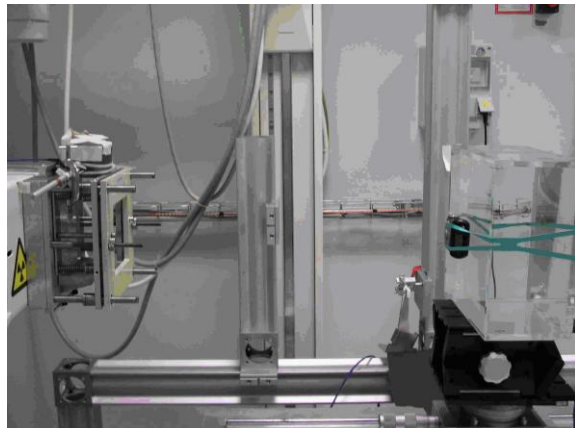
La réponse en fonction de l'énergie se situe dans l'intervalle [0,71 - 1,67] requis par la norme CEI 61526 de l'énergie du ¹³⁷Cs jusqu'à 24 keV pour tous les DO, exceptés EDD30 et DoseAware. Pour ces deux DO, les résultats sont bien cohérents avec les données fournies par les constructeurs.



Atomtex
AT3509C

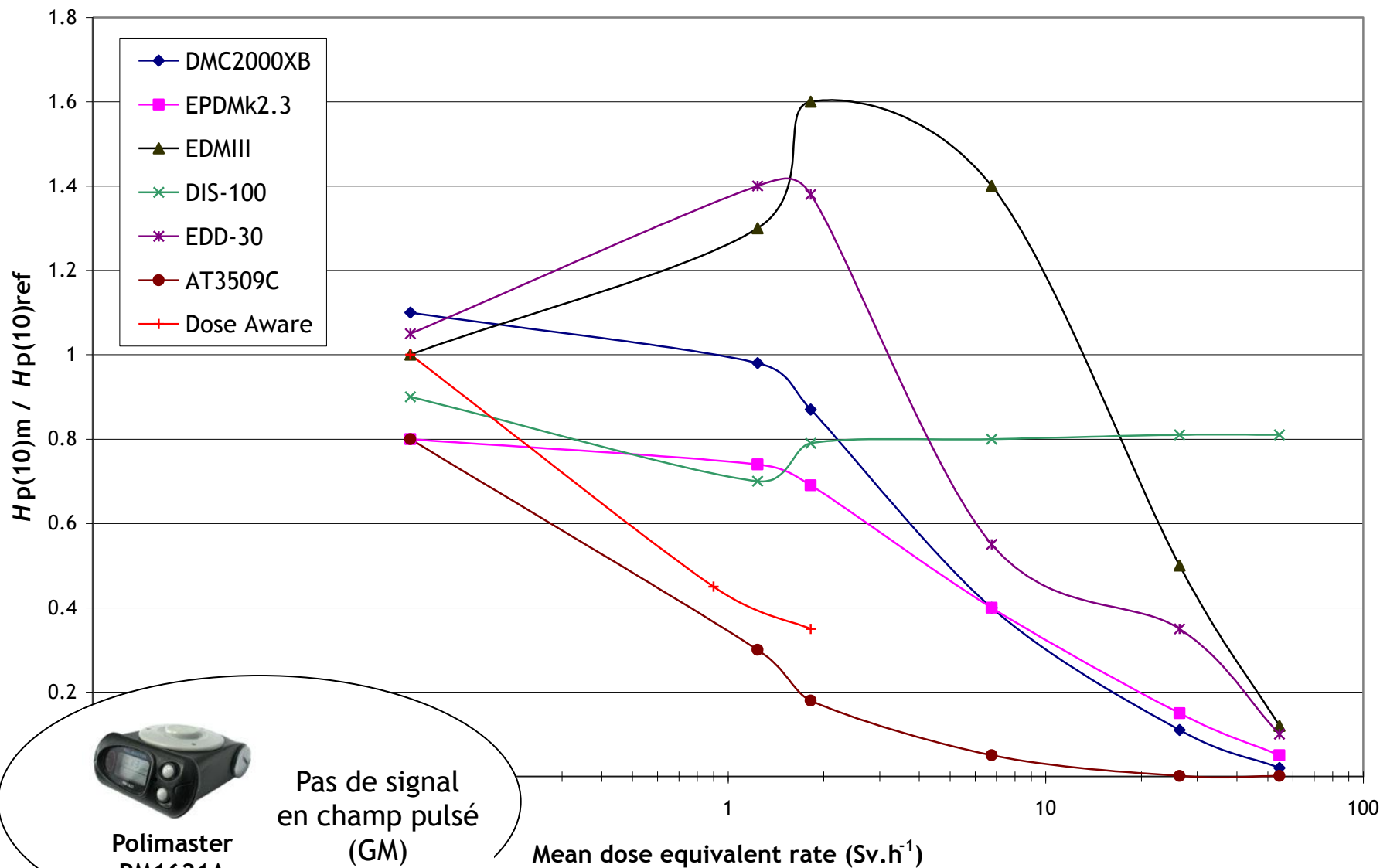


Laboratoire primaire (CEA LIST - LNE LNHB, France)



- GEHC PHASIX 80,
- Haute tension : 70 kV,
- Filtration totale : 4,5 mm Al + 0,2 mm Cu,
- CDA : 5,17 mm Al.

| Test | Durée de l'impulsion (ms) | Fréquence (s ⁻¹) | $H_p(10)$ (Sv.h ⁻¹) moyenné sur la durée de l'impulsion |
|-------------------------------------|---------------------------|---|---|
| Effet du débit d'équivalent de dose | 20 | 10 | 0,1 à 50 (max 1,8 pour DoseAware) |
| Effet de la fréquence | 20 | 1, 10 et 20 (1 et 10 pour DoseAware) | 1,8 to 6,8 (0,9 et 1,8 pour DoseAware) |
| Effet de la durée de l'impulsion | 20 à 1000 | Mode « mono impulsion » | 1,8 |




 Pas de signal
 en champ pulsé
 (GM)

Pourcentage de variation de la réponse des DO entre 1 to 20 s⁻¹

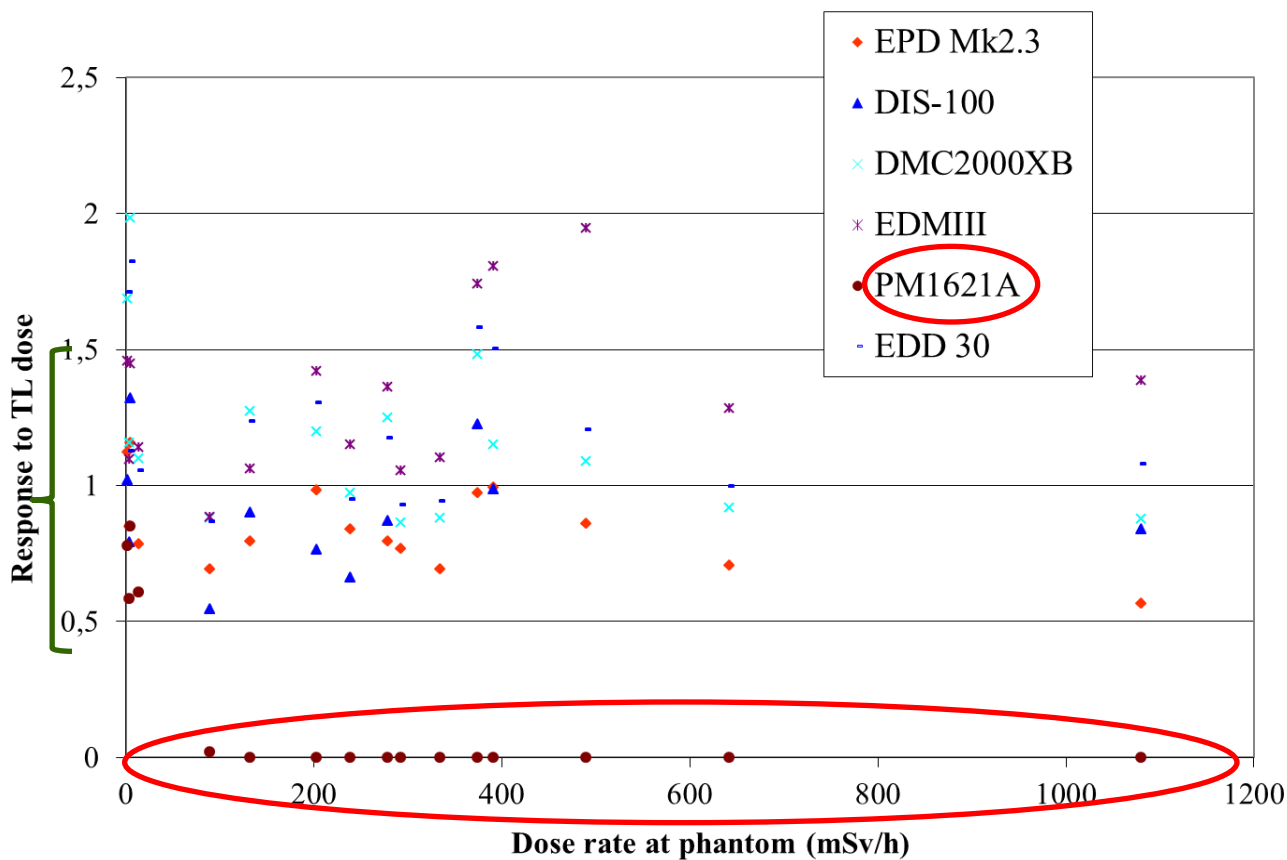
| Dosimètre | Variation de la réponse (%) |
|------------|-----------------------------|
| DMC 2000XB | 25-30 |
| EPD MK2.3 | 30-40 |
| EDM III | < 10 |
| PM1621A | PAS DE SIGNAL |
| DIS-100 | 30 |
| EDD30 | 10 |
| AT3509C | 30 |
| DoseAware | < 10 |



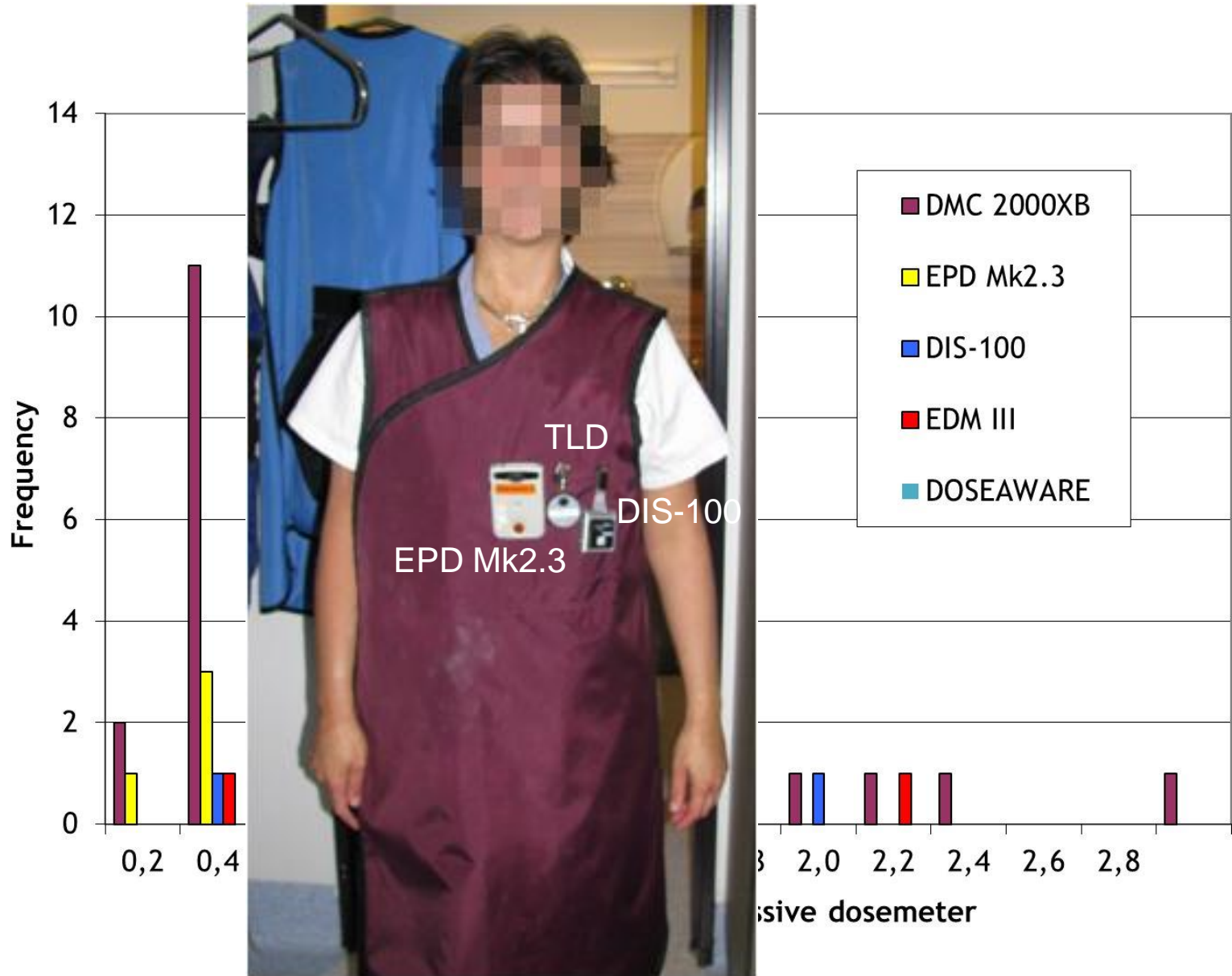
HUB (Hogeschool Universiteit Brussel),
Bruxelles.
Générateur : Philips Optimus 50 Tube RX:
Philips RO 1750
Filtration inhérente : 3.5 mm Al.
Filtration additionnelle : 1 mm Al + 0,2 mm Cu.

1. Variation du débit d'équivalent de dose

Débit :
 10 mSv.h^{-1}
 \downarrow
 1080 mSv.h^{-1}



2. Variation des kV et de la largeur de l'impulsion : pas d'influence



➔ **Le dosimètre doit répondre à la norme CEI 61526 et en particulier :**

- Réponse en fonction de l'énergie :
[-29% +67%] pour la gamme d'énergie 20 keV - 100 keV
- Réponse angulaire :
[-29% +67%] de 0° à 60° pour la gamme d'énergie 20 keV - 100 keV
- Gamme de fonctionnement en termes de débit d'équivalent de dose :
 - la norme CEI 61526 demande 1 Sv.h⁻¹.
 - à prendre en compte si le dosimètre peut fonctionner au-delà
 - dans tous les cas, le DO doit être capable de se mettre en alarme si le débit d'équivalent de dose est supérieur à 1 Sv.h⁻¹.

➔ **A défaut de norme adaptée à ce jour, il est nécessaire de connaître le comportement du DO en champ pulsé :**

- résultats du projet ORAMED
- résultats de tests fournis par le constructeur
- faire ses propres tests avec fantômes

- ➔ Le DO doit être périodiquement (selon la réglementation en vigueur) étalonnés en termes de $H_p(10)$ auprès d'un laboratoire d'étalonnage, les conditions d'étalonnage doivent être aussi proches que possible des conditions d'utilisation.
- ➔ Le DO étant considéré, pour cette application, comme un outil d'optimisation et de réduction de la dose (ALARA), le groupe recommande de le porter au-dessus du tablier de plomb.
- ➔ Le groupe ne recommande pas d'utiliser un DO comme le dosimètre légal en RI, la référence $H_p(10)$ doit toujours être donnée par un dosimètre passif.
- ➔ L'alarme doit être allumée (alarme visuelle si possible) afin de prévenir l'opérateur s'il/elle est trop proche du faisceau direct.

Tests en laboratoire / champ continu :

- réponse en fonction du débit d'équivalent de dose individuel : réponse exploitable pour tous les DO y compris pour des débits de dose élevés.
- réponse en fonction de l'énergie : OK pour tous les DO dans la gamme d'E d'intérêt

Tests en laboratoire / champ pulsé :

- en dehors du PM1621A, tous les DO sont capables de fournir une réponse exploitable
- les limitations de certains sont davantage dues au débit de dose élevé qu'à la fréquence des impulsions

Tests dans des hôpitaux :

- le comportement des DO a été confirmé
- le fonctionnement est meilleur car le débit était plus faible $< 1 \text{ Sv.h}^{-1}$
- tests portés par des opérateurs : tous les DO présentent une légère sous-réponse par rapport au dosimètre passif

Recommandations :



Informations disponibles à :
<http://www.oramed-fp7.eu>

Partenaires du projet ORAMED

