

LA DOSIMÉTRIE DU CRISTALLIN

ASPECTS PRATIQUES

Congrès National de Radioprotection / bordeaux / juin 2013
J.M. Bordy ; J. Daures; J. Gouriou

list

Laboratoire National
Henri Becquerel

LNE-LNHB



LNE
Le progrès, une passion à partager

Chronologiquement :


Etudes biologique / épidémiologie

ORAMED (2007-2011) *LNHB / ENEA / RADCARD*

état des lieux / proposition de solution (grandeur, test de type, dosimètre) 

CIPR (2011)


Décision 20 mSv

ISO / CEI (2011) 

Normalisation des conditions d'étalonnage / tests de type / guides pratiques

ICRU (2012

Préconisation de la grandeur adaptée

AIEA (2013) 

Guide pratique

Choisir les meilleurs G.O. en fonction de l'énergie **et** de l'angle d'incidence des photons



Caractéristiques théoriques des GO / $H_{\text{cristallin}}$

pour une mesure « directe » & précise $H_p(3)$ cylindre (Tête) & $H'(3)$

Contrainte d'ajouter un dosimètre porté au niveau de l'œil !

pour une « évaluation » indirecte
parfois grossière

$H_p(0,07)$, $H'(0,07)$,
 $H_p(3)$ cube (tronc)
 $H_p(10)$, $H^*(10)$

1. Choisir les meilleurs C.O. en fonction

Pratique

Choix de la méthode et du dosimètre (3)

Dépend des conditions d'utilisation

partois grossiere

$H_p(10)$, $H^*(10)$

2 - Evaluer au poste de travail la dosimétrie la mieux adaptée notamment en fonction du besoin en termes de précision

Etude de poste

Cartographie 3D et « temporelle »

Expérimentations & calculs

Utilisation d'un dosimètre adapté et **ÉTALONNÉ** pour la GO à mesurer ($H_p(3)$, $H'(3)$)
(sensibilité, réponse en énergie, réponse angulaire, .../... **test de type**)

Plus de sévérité, 20 mSv ! Expositions proches de la limite

Grandeur d'influence	ORAMED propositions	ISO 12794	IEC 62387-1	
	Tous passif cristallin	TLD, Extrémité et cristallin $H_p(0,07)$ and $H_p(3)$	Tous passif $H_p(0,07)$	Tous passif; $H_p(10)$
Energie du Rayonnement	(15 keV à 3 MeV) $0,6 \leq \text{réponse} \leq 1,4$ (20 keV à 100 keV) $0,7 \leq \text{réponse} \leq 1,3$	(15 keV to 3 MeV) $0,5 \leq \text{réponse} \leq 1,5$	Energie 30 keV to 250 keV et angle (0 à 60°): $0,71 \leq \text{réponse} \leq 1,67$	Energie 80 keV to 1,25 MeV et angle (0 à 60°): $0,71 \leq \text{réponse} \leq 1,67$
Angle d'incidence	$0,85 \leq \text{réponse} \leq 1,15$ (0° à 60°) $0,7 \leq \text{réponse} \leq 1,3$ (0° à 75°)	0 à 60° at 60 ± 5 keV: $0,85 \leq \text{réponse} \leq 1,15$		
Seuil	0.2 mSv	1 mSv	0.01 mSv (tiré du chapitre "scope and objet")	
Linearité	0,2 mSv à 1 Sv $0,9 \leq \text{réponse} \leq 1,1$	1 mSv à 1 Sv: $0,9 \leq \text{réponse} \leq 1,1$	1 mSv à 3 Sv $0,91 \leq \text{réponse} \leq 1,11$	0,1 mSv à 1 Sv $0,91 \leq \text{réponse} \leq 1,11$

Constat

Si on ne sait rien du champ de rayonnements

La méthode la plus précise pour évaluer $H_{\text{cristallin}}$
est d'utiliser un dosimètre :

- mesurant $H_p(3)$
- porté au niveau de l'œil
- étalonné sur un fantôme représentatif de la tête (cyl.)

Donc à utiliser pour l'étude de poste

Ensuite une précision dégradée peut être suffisante
en fonction des résultats de l'étude de poste

Expérimentations & calculs

Utilisation d'un dosimètre **adapté et ÉTALONNÉ** pour la GO à mesurer ($H_p(3)$, $H'(3)$)
(sensibilité, réponse en énergie, réponse angulaire, .../...
connaissance a priori du champs de ray. – **calculs, spectrométrie**)

Mesure dans les conditions habituelles de travail
(position & déplacement des travailleurs)

Mesure dans les conditions de port habituelles
(utilisation des fantômes représentatifs (**tête**), évaluation sur le personnel)

L'expérimentation est toujours meilleure que le calcul

le calcul permet de limiter le recours à l'expérience s'il est validé expérimentalement dans des conditions proches

Résultats étude de poste

Connaitre les distributions en énergie
et angulaire du champ de rayonnements

Connaitre les « niveaux » d'équivalent de dose

Réponse aux deux questions principales

le champ de rayonnement est-il homogène ?

Choix des conditions de port

Les équivalents de dose sont ils élevés (catégorie A ou B) ?

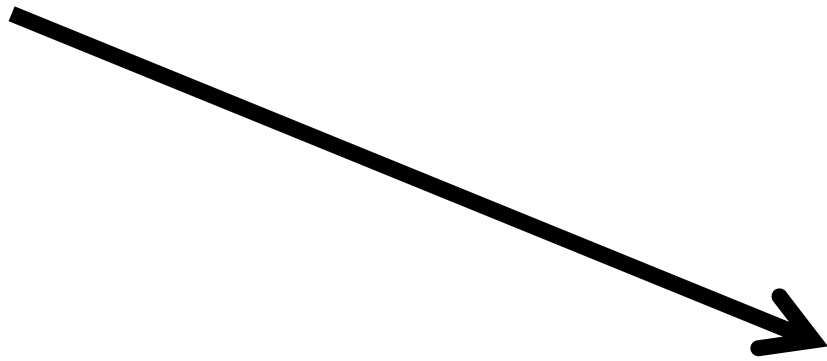
Conséquence sur la précision requise

Pour un dosimètre « tout terrains » énergie et angle

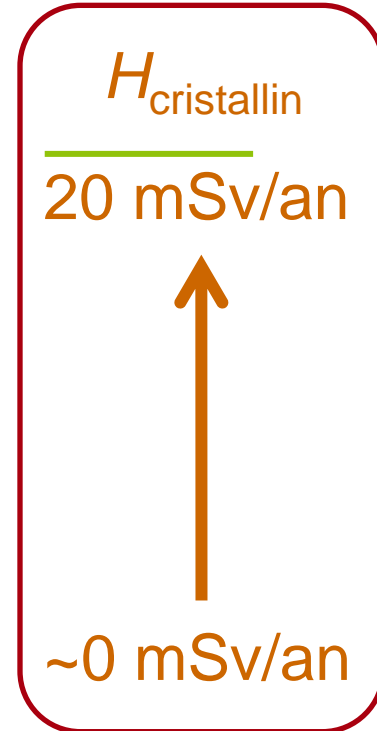
Champ de rayonnement

Non homogène → Homogène
Variable → Constant

Plus complexe



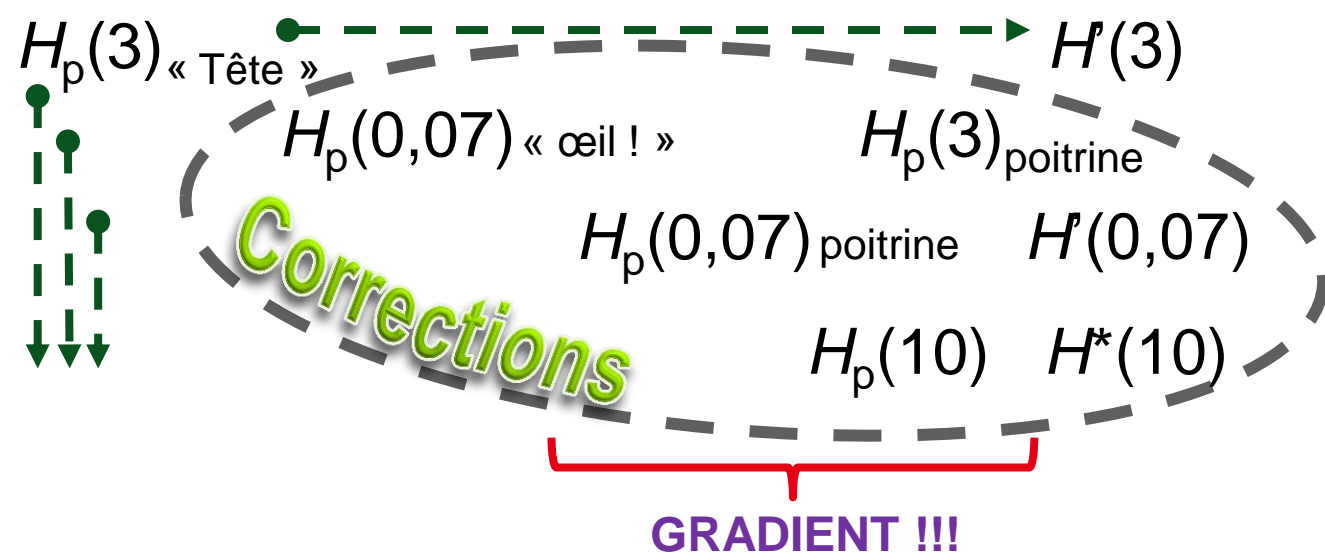
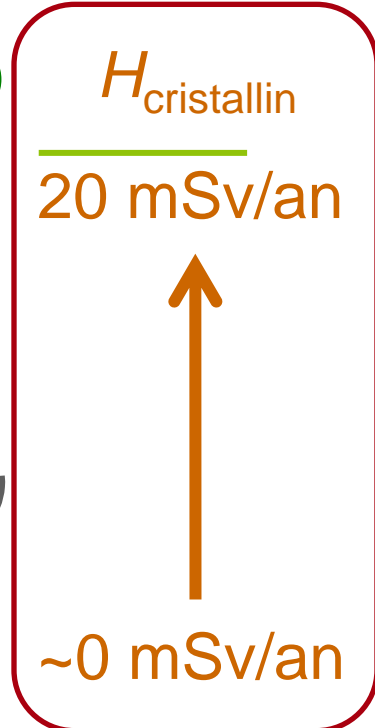
Plus simple



↑
Précision
↓

Pour un dosimètre « tout terrains » énergie et angle

- 1) A démontrer
- 2) A vérifier périodiquement



Tout coefficients de **correction** dégradent la précision

Corrections

Position du dosimètre ; Déplacement du travailleur

Conversion de grandeur (Energie & Angles)

.../...

Case	Dose	Energy	Quantity	Calibration phantom	Dosemeter	Additional calculations required	Remarks
Non homogeneous radiation fields (with or without the use of protective equipment) Or homogeneous radiation field when protective equipment are used	"High and low dose" (categories A & B)	All energies	Hp(3)cyl	Right Cylinder (Diam. 20 cm)	Design for Hp(3)cyl	No	Best accuracy
			H'(3)	Free in air	Design for H'(3)	Yes	Large error possible, higher uncertainty
	Hp(10)	Slab	Design for Hp(10)	Yes			
	"Low dose" (category B)	Hp(10) cannot be used below about 20 keV	Hp(3)slab	Slab	Design for Hp(3)slab	Yes	
			Hp(0.07)	rod or pillar	Design for Hp(0.07)	Yes	
			H*(10)	Free in air	Design for H*(10)	Yes	
	H'(0.07)	Free in air	Design for H'(0.07)	Yes	Large error possible, highest uncertainty		
Homogeneous radiation fields	"High and low dose" (categories A & B)	All energies	Hp(3)cyl	Right Cylinder (Diam 20 cm)	Design for Hp(3)cyl	No	Best accuracy
			Hp(3)slab	Slab	Design for Hp(3)slab	No	Good accuracy Care must be taken that the radiation fields remain homogeneous
			H'(3)	Free in air	Design for H'(3)	No	
	"Low dose" (category B)	Hp(10) cannot be used below about 20 keV	Hp(10)	Slab	Design for Hp(10)	Yes	Large error possible, higher uncertainty Care must be taken that the radiation fields remain homogeneous
			Hp(0.07)	rod or pillar	Design for Hp(0.07)	Yes	
			H*(10)	Free in air	Design for H*(10)	Yes	
			H'(0.07)	Free in air	Design for H'(0.07)	Yes	

Note : It must be proven that the radiation field is homogeneous

Case	Dose	Energy	Quantity	Calibration phantom	Dosemeter	Additional calculations required	Remarks
Non homogeneous radiation fields (without the use of shielding thick enough for stopping beta radiations)	"High and low dose" (categories A & B)	All energies above 0.7 MeV	Hp(3)cyl	Right Cylinder (Diam. 20 cm)	Design for Hp(3)	No	Best accuracy
			H'(3)	Free in air	Design for H'(3)	Yes	Large error possible, higher uncertainty
	Hp(3)slab		Slab	Design for Hp(3)slab	Yes		
	Hp(0.07)		rod or pillar	Design for Hp(0.07)	Yes		
	H'(0.07)		Free in air	Design for H'(0.07)	Yes		
Non homogeneous radiation fields (with the use of shielding thick enough for stopping beta radiations)	Consider "photon radiation" as the beta particles are completely absorbed in the shielding						
Homogeneous radiation fields Note : It must be proven that the radiation field is homogeneous	"High and low dose" (categories A & B)	All energies above 0.7 MeV	Hp(3)cyl	Right Cylinder (diam 20 cm)	Design for Hp(3)	No	Best accuracy
			Hp(3)slab	Slab	Design for Hp(3)slab	No	Good accuracy Care must be taken that the radiation fields remain homogeneous
			H'(3)	Free in air	Design for H'(3)	No	
	"Low dose" (category B)		Hp(0.07)	rod or pillar	Design for Hp(0.07)	Yes	Large error possible, higher uncertainty Care must be taken that the radiation fields remain homogeneous
			H'(0.07)	Free in air	Design for H'(0.07)	Yes	

$H_p(10)$: Poitrine

$H_p(0.07)$: Poitrine / (extrémités)

$H_p(3)_{\text{Tronc}}$: Poitrine

$H_p(3)_{\text{tête}}$: Dépend de la situation de travail & *prendre en compte la « contrainte »*

- Entre les deux yeux au niveau du front
- Sur le coté de la tête le plus exposé, au niveau de l'œil

Principle for the design of radiation protection dosimeters for operational and protection quantities, J.M. Bordy, G. Gualdrini, J. Daures and F. Mariotti, *Radiation protection dosimetry*, (2011) 144(1-4): 257-261

Proposals for the type tests and calibration methodology of passive eye lens dosimeters in interventional cardiology and radiology workplaces, J.M. Bordy, J. Daures, M. Denozière, G. Gualdrini, M. Guijaume, E. Carinou, F. Vanhavere, *Radiation Measurements* [doi:10.1016/j.radmeas.2011.07.035](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2011.07.035) |

The new eye-dTM dosimeter for measurements of Hp(3) for medical staff, P. Bilski, J-M. Bordy, J. Daures, M Denoziere, E. Fantuzzi, P. Ferrari, G. Gualdrini, M. Kopec, F. Mariotti, F. Monteventi, S. Wach, *Radiation Measurements*, [doi:10.1016/j.radmeas.2011.04.031](https://doi.org/10.1016/j.radmeas.2011.04.031) |

Monte carlo determination of the conversion coefficients $H_p(3)/K_a$ in a right cylinder phantom with penelope code. comparison with "mcnp" simulations“ J. Daures, J. Gouriou, J.M. Bordy, *Radiation Protection Dosimetry* (2011) 144(1-4): 37-42

ENEA extremity dosimeter based on LiF(Mg,Cu,P) to evaluate $H_p(3,\alpha)$, Mariotti, E. Fantuzzi, B. Morelli, G. Gualdrini, M. C. Botta, G. Uleri, J.M. Bordy, and M. Denoziere, *Radiation Protection Dosimetry* (2011) 144(1-4): 187-191

Eye lens dosimetry: task 2 within the ORAMED project G. Gualdrini, F. Mariotti, S. Wach, P. Bilski, M. Denoziere, J. Daures, J.M. Bordy, P. Ferrari, F. Monteventi, and E. Fantuzzi; *Radiation Protection Dosimetry* (2011) 144(1-4): 473-477

Conversion coefficients from air kerma to personal dose equivalent, Hp(3) for eye-lens dosimetry, Daures, J., Gouriou, J. and Bordy, J.-M., ISSN/0429-3460, CEA-R-6235. CEA (2009)

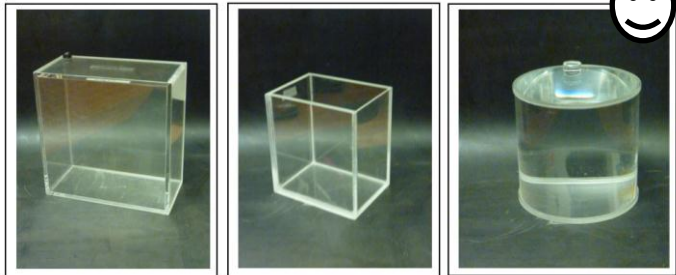
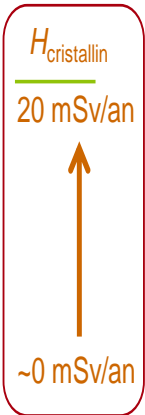
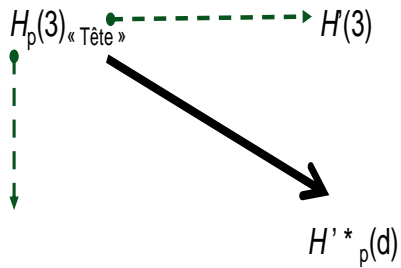
Principles for the Design and Calibration of Radiation Protection Dosimeters for Operational and Protection Quantities for Eye Lens, Bordy, J.-M., Gualdrini, G., Daures, J., Mariotti, F., *Dosimetry. Rad. Prot. Dosim.* 144, 257-261 (2011)

A new cylindrical phantom for eye lens dosimetry development, Gualdrini, G., Mariotti, F., Wach, S., Bilski, P., Denoziere, M., Daures, J., Bordy, J.-M., Ferrari, P., Monteventi, F., Fantuzzi, E., Vanhavere, F, *Rad. Meas.* 46, 1231-1234 (2011)

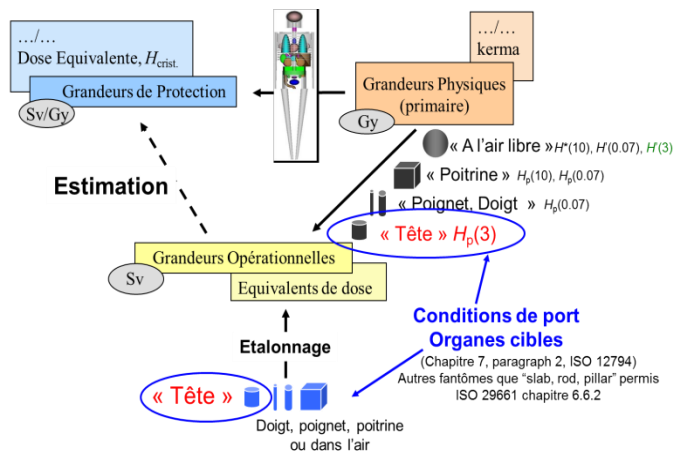
ORAMED project. Eyelens dosimetry. A new Monte Carlo approach to define the operational quantity Hp(3)., Marriotti, F. and Gualdrini, G., ISSN/0393-3016, RT/2009/1/BAS. ENEA (2009)

Dose conversion coefficients for photon exposure of the human eye lens, Behrens, R. and Dietze, G., 2011 *Phys. Med. Biol.* 56 415–437. .../...

Champ de rayonnement
 Non homogène → Homogène
 Variable → Constant



Je vous remercie pour
 votre attention



Laboratoire National Henri Becquerel
 Laboratoire de Métrologie de la Dose
 CEA Saclay
 Point courrier 104 Bâtiment 534
 91191 Gif sur Yvette Cedex