



Des grandeurs de protection aux grandeurs de mesures

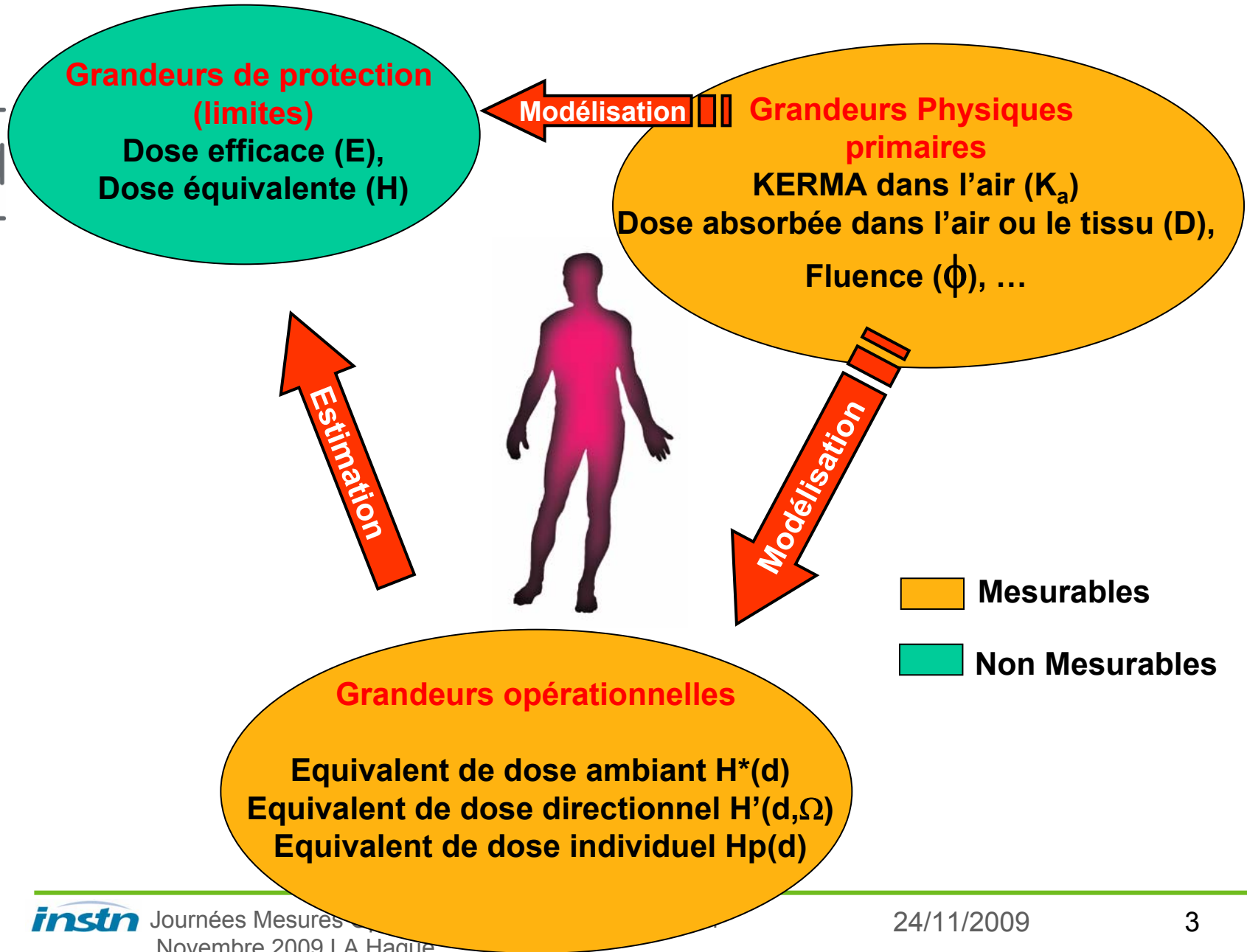
Alain PIN
CEA / INSTN / AECO

Sommaire



- **Les grandeurs utilisées dans la protection contre les rayonnements ionisants.**
- **Les grandeurs de protections**
- **Les grandeurs opérationnelles**
- **Lien entre les grandeurs de protection et les grandeurs opérationnelles**
- **Conclusion**

Les grandeurs utilisées dans la protection contre les rayonnements ionisants



DOSE EQUIVALENTE à l'organe

$$H_T = \sum_R D_{T,R} W_R$$

UNITE : Le Sievert (Sv)

H_T = dose équivalente dans le tissu T

W_R = facteur de pondération du rayonnement

$D_{T,R}$ = dose absorbée moyenne dans le tissu ou l'organe T, due au rayonnement R

$W_R = 1$ pour les photons quelque soit l'énergie et pour les électrons.

$W_R = 2$ pour les protons quelle que soit leur énergie.

W_R varie de 5 à 20 pour les neutrons (des formules empiriques sont préconisées plutôt que les valeurs discrètes. **l'utilisation d'une fonction continue est recommandée en remplacement d'une fonction en marche d'escalier**).

$W_R = 20$ pour les α , fragments de fission, noyaux lourds

Les grandeurs de protection – Estimation du risque pour un individu

DOSE EFFICACE

$$E = \sum_T H_T W_T$$

UNITE : Le Sievert (Sv)



Valeurs du facteur de pondération en fonction de l'organe *
ou du tissu (CIPR publication 26 de 1977, 60 de 1991 et 103 de 2007).

Organe ou tissu	w _T		
	CIPR 26 (1977)	CIPR 60 (1991)	CIPR 103 (2007)
Muscles	0,25	0,20	0,08
Sein	0,15	0,05	0,12
Colon	0,12	0,12	0,12
Estomac		0,12	0,12
Moelle osseuse (rouge)	0,12	0,12	0,12
Poumon		0,12	0,12
Thyroïde		0,05	0,04
Œsophage		0,05	0,04
Stomac			0,01
Intestin grêle			0,04
Intestin épais			0,04
Rectum			0,01
Glandes salivaires			0,01
Cerveau			0,01
Reste de l'organisme	0,30 *	0,05 **	0,12 ***

CIPR 26
6 facteurs de pondérations spécifiés

CIPR 60
12 facteurs de pondérations spécifiés

CIPR 103
14 facteurs de pondérations spécifiés

* Incluant les 5 organes les plus irradiés avec une pondération de 0,06 chacun.

** Incluant 10 organes : la glande surrénale, le cerveau, le gros intestin, l'intestin grêle, les reins, les muscles, le pancréas, la rate, le thymus et l'utérus.

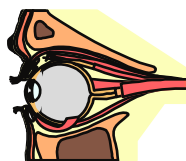
*** Incluant 15 organes : Tissus adipeux, la glande surrénale, le tissu conjonctif, les voies aériennes extra thoraciques (fosse nasale, larynx, pharynx et bouche), le muscle cardiaque, les reins, la vésicule biliaire, les ganglions lymphatiques, les muscles, le pancréas, la prostate, la rate, le thymus, l'utérus et son col.

Les grandeurs opérationnelles

Le concept de base retenu est celui de **l'équivalent de dose en un point, dans une sphère réceptrice** (sphère ICRU), et ramené aux conditions d'utilisation des appareils :

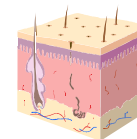
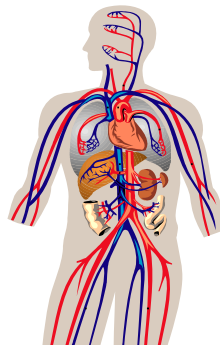
- La surveillance des zones de travail et de l'environnement (dosimétrie de zone ou d'ambiance).
- La surveillance individuelle (dosimétrie individuelle).

L'ICRU a défini des **épaisseurs de tissus de référence** (d en mm) pour l'évaluation des risques associée à une exposition aux rayonnements ionisants :



Cristallins
d = 3 mm

Organes profonds
d = 10 mm



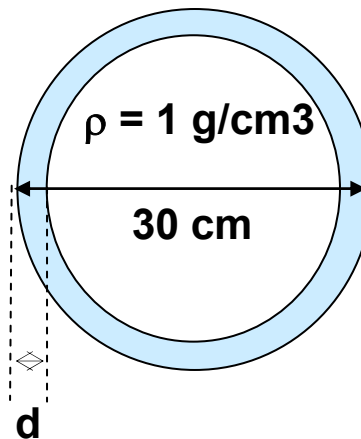
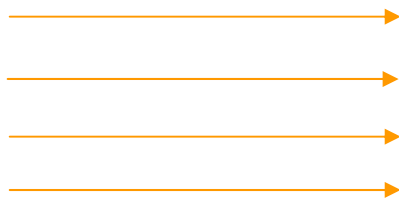
Couche basale de la peau
d = 0,07 mm

Grandeurs pour la surveillance des zones et de l'environnement

Équivalent de dose ambient, $H^*(d)$:

Équivalent de dose en un point d'un champ de rayonnement qui serait produit par le champ expansé et unidirectionnel correspondant dans la sphère de l'ICRU à une profondeur « d » sur le rayon opposé à la direction du champ unidirectionnel. L'unité de l'équivalent de dose ambient est le sievert (Sv).

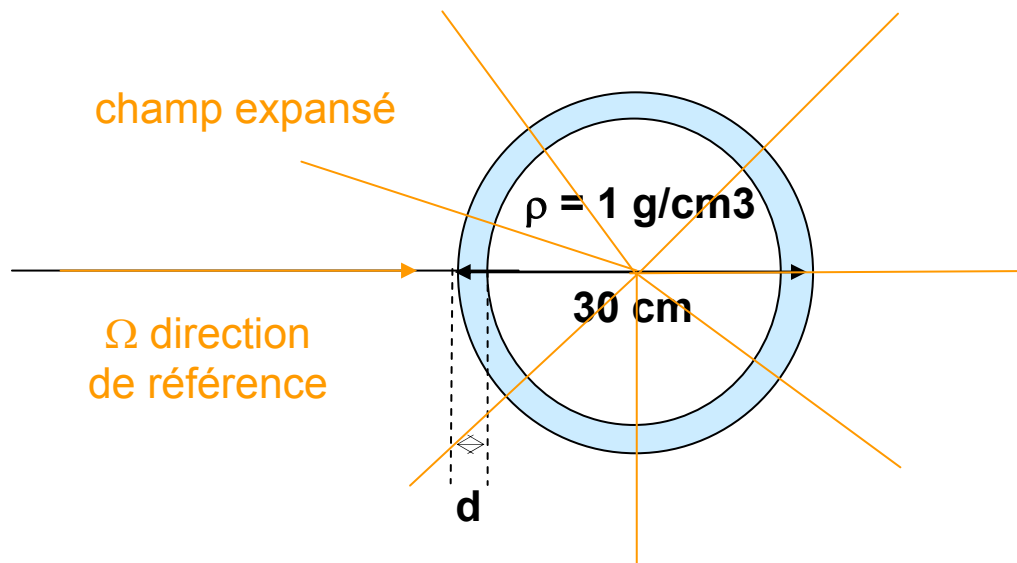
champ de rayonnements
expansé et unidirectionnel



Equivalent de dose en 1 point
donné dans la sphère ICRU
(76,2 % O, 11,1 % C, 10,1 % H, 2,6 % N)

Équivalent de dose directionnel, $H'(d, \Omega)$

Équivalent de dose en un point dans un champ de rayonnement qui serait produit par le champ expansé correspondant dans la sphère de l'ICRU à une profondeur d , sur un rayon dans une direction donnée, Ω . L'unité de l'équivalent de dose directionnel est le sievert (Sv).



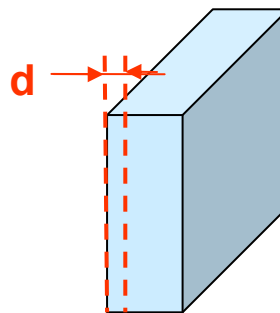
**Équivalent de dose en 1 point
donné dans la sphère ICRU
(76,2 % O, 11,1 % C, 10,1 % H, 2,6 % N)**

Grandeurs pour la surveillance individuelle

Équivalent de dose individuel, $H_p(d)$:

Équivalent de dose dans les tissus mous à une profondeur appropriée d , en dessous d'un point spécifié sur le corps humain. L'unité de l'équivalent de dose individuel est le sievert (Sv). Le point spécifié est habituellement donné par la position où l'individu porte son dosimètre.

champ de rayonnements
expansé et unidirectionnel



Fantôme PMMA (poitrine)
30 x 30 x 15

Lien grandeurs opérationnelles – grandeurs de protection (en résumé)

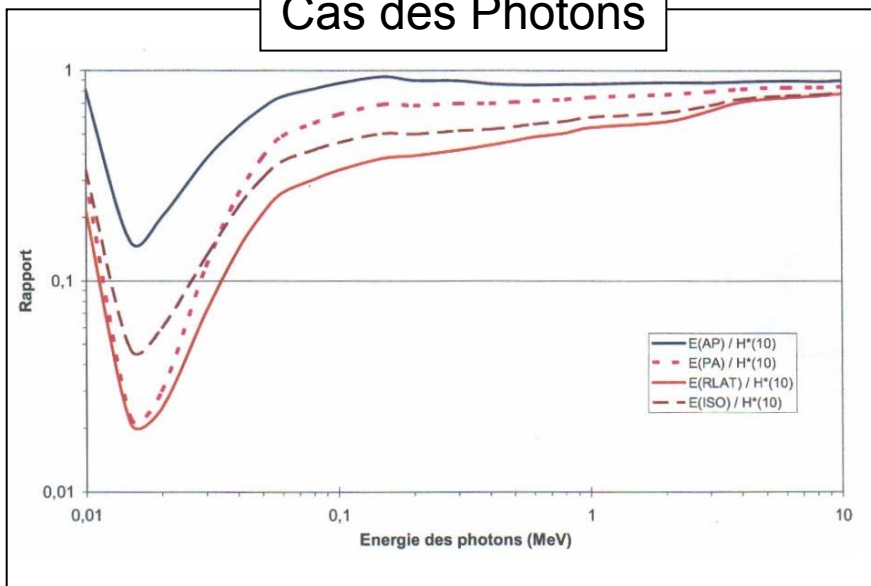


	Pouvoir de pénétration du rayonnement	Grandeurs opérationnelles	Grandeurs de protection
Dosimétrie de zone ou d'ambiance	Fort	Equivalent de dose ambiant $H^*(10)$ (Isotrope)	Dose efficace E
	Faible	Equivalent de dose directionnel $H'(0,07)$ (Isodirectionnelle)	Dose équivalente H_T
Dosimétrie individuelle	Fort	Equivalent de dose individuel $H_p(10)$ (Isodirectionnelle)	Dose efficace E
	Faible	Equivalent de dose individuel $H_p(0,07)$ (Isodirectionnelle)	Dose équivalente H_T

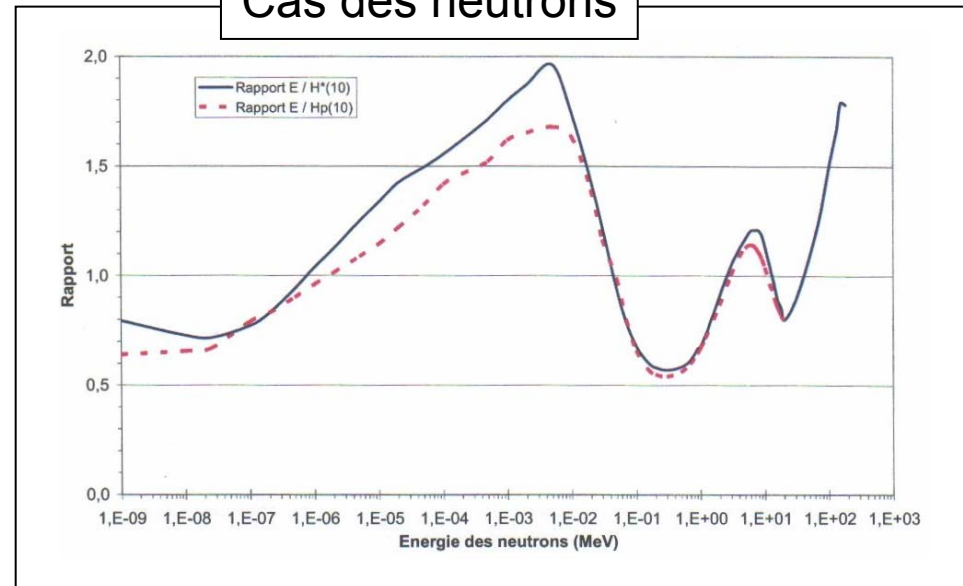
Des grandeurs de protections aux grandeurs opérationnelles (Rapports ICRU 57 – ICRP 74)

La cohérence des grandeurs opérationnelles avec les grandeurs de protection a fait l'objet d'un groupe de travail ICRP/ICRU et d'une publication commune : la publication 74 de la CIPR (1996) et le rapport 57 (1998) de l'ICRU portant sur les facteurs de conversion utilisés en protection radiologique (irradiation externe). Des exemples de sont donnés ci-dessous :

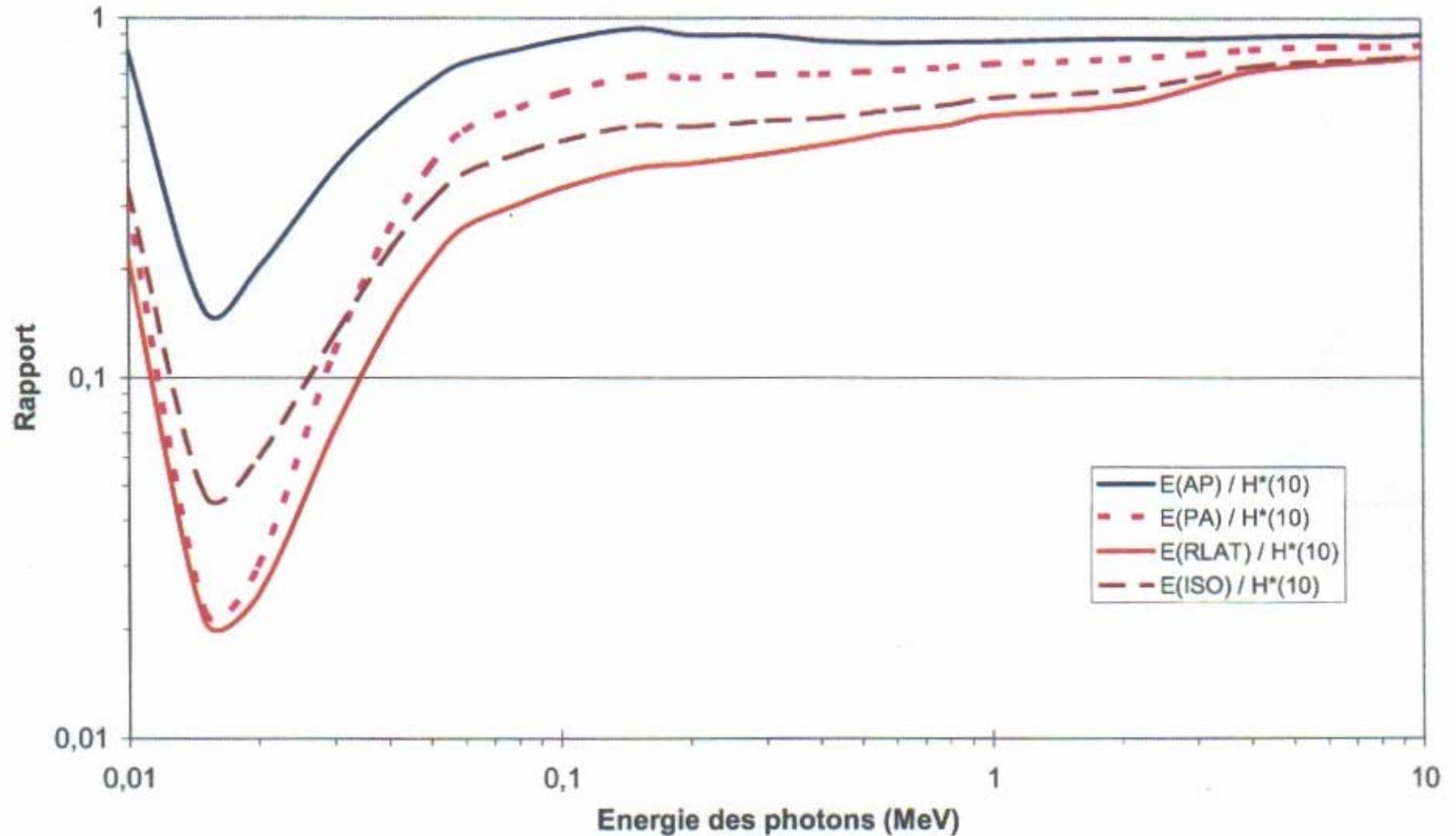
Cas des Photons



Cas des neutrons

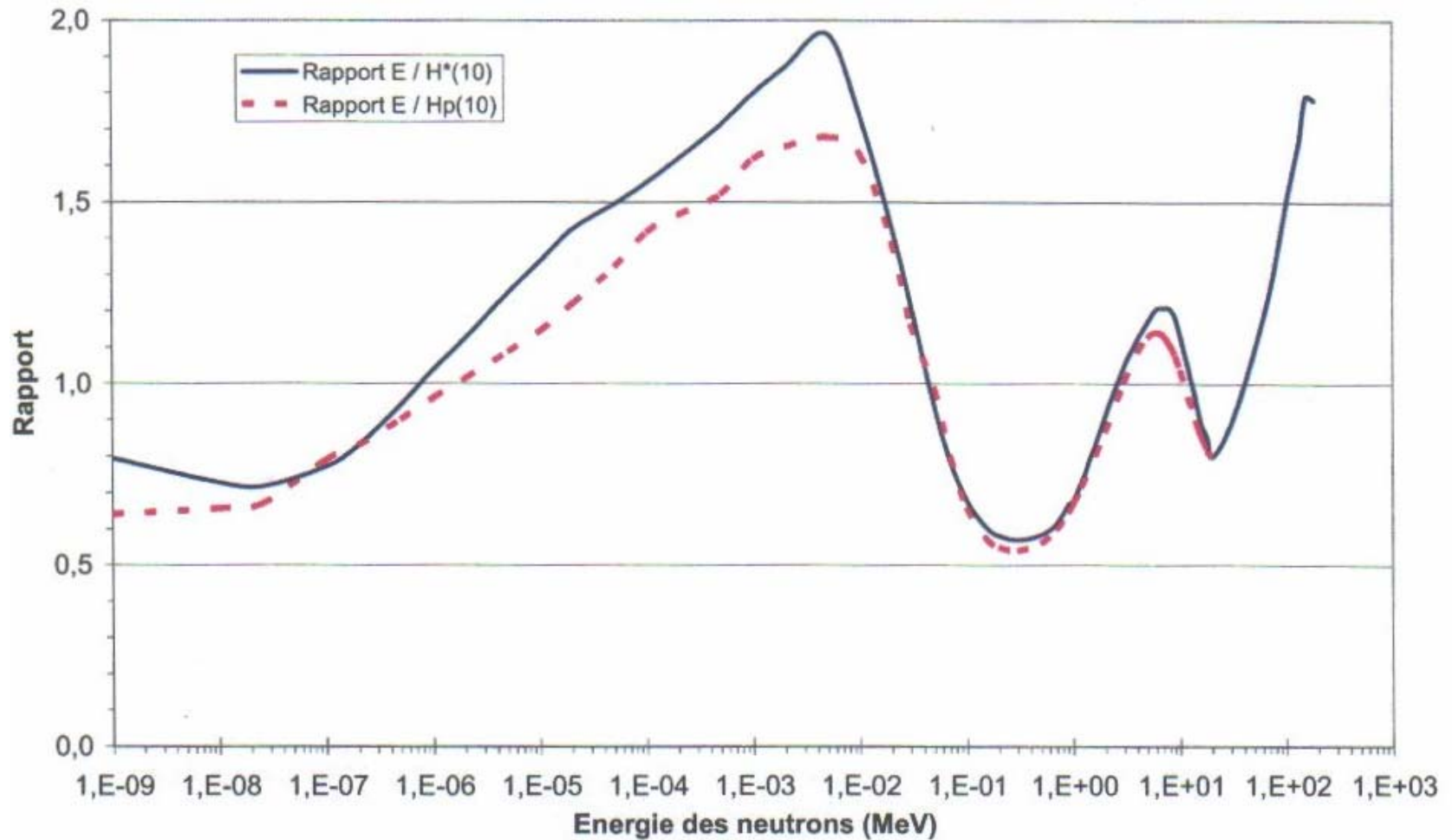


Rapport de la dose efficace à l'équivalent de dose en fonction de l'énergie des photons (ICRU 57)*



AP : antéro postérieur
PA : Postéro antérieur
RLAT : Latéral droite
ISO : Isotrope

Rapport de la dose efficace à l'équivalent de dose en fonction de l'énergie des neutrons (ICRU 57)*



Conclusion

Le radioprotectionniste dispose d'un **ensemble cohérent de grandeurs qui lui permet d'estimer les risques** associés à une exposition aux rayonnements ionisants à faible dose.

Comme le précise le groupe de travail ICRP/ICRU, en conclusion dans leur rapport commun, dans **la plupart des situations réellement rencontrées** :

- les **grandeurs opérationnelles constituent une bonne base** pour les mesures de protection radiologique relativement à une exposition externe **avec une surestimation « raisonnable » (20 % ou plus pour les photons)**.
- Des cas de sous estimation existent (notamment pour les neutrons), mais ils correspondent à des champs de rayonnements rarement rencontrés.



Merci pour votre attention