
Grandeurs et unités en radiodiagnostic

GRANDEURS ET UNITÉS EN RADIODIAGNOSTIC

1. DOSE DANS L'AIR (D_{AIR}) - Gray

C'est la dose dans l'air. Elle est facilement mesurée à l'aide d'une chambre d'ionisation. Elle correspond au nombre de charges électriques produites par le rayonnement par unité de masse d'air : elle est exprimée en coulombs par kilogramme (C/kg) ou kerma dans l'air (en grays, Gy).

Dans le nouveau système international (SI), selon la Commission électronique internationale, le KERMA dans l'air (en Gray) remplace l'exposition (en Roentgen) comme mesure d'irradiation. (**KERMA** = Kinetic Energy Released in **MATter**).

Certains appareils de mesure donnent les doses en Roentgens. On peut alors effectuer la conversion:

$$\begin{aligned} 1 \text{ roentgen (R)} &\approx 8,73 \text{ mGy} \\ 1 \text{ mR} &\approx 8,73 \text{ }\mu\text{Gy} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ Gy} &\approx 115 \text{ R} \\ 1 \text{ mGy} &\approx 115 \text{ mR} \end{aligned}$$

Note : On peut écrire roentgen ou röntgen.

2. DOSE ABSORBÉE (énergie absorbée, D_{TR} : dose tissus rayonnement) - Gray

Énergie absorbée dans le corps humain par suite de l'exposition au rayonnement. Elle se mesure grâce à une unité appelée le gray (Gy). Un gray correspond à l'énergie d'un joule déposée dans un kilogramme de matière. (CCSN) En radiologie, nous utilisons plus fréquemment le mGy. La dose absorbée est utilisée pour déterminer les effets déterminants au patient.

Dose d'exposition - radiation au récepteur = dose absorbée par le patient et l'air (DTR)

D_{TR} : dose absorbée moyenne dans le tissu ou l'organe T, à cause du rayonnement R.

L'ancienne unité de mesure utilisée était le Rad.

$$\begin{aligned} 1 \text{ rad} &= 0,01 \text{ gray (Gy)} \\ 100 \text{ rads} &= 1 \text{ gray} \\ 100 \text{ mrad} &= 1 \text{ mGy} \end{aligned}$$

3. DOSE À LA SURFACE D'ENTRÉE DANS L'AIR OU DOSE D'ENTRÉE DANS L'AIR (DE_{AIR})

Dose déposée dans l'air à l'entrée de la peau du patient.

4. DOSE À LA PEAU (DAP) OU DOSE À LA SURFACE D'ENTRÉE OU DOSE D'ENTRÉE (DE)

Quantité de rayonnement absorbée par la peau du patient sous le faisceau de rayonnement, y compris celle causée par la rétrodiffusion.

Dose à l'entrée dans l'air x facteur de rétrodiffusion
--

5. DOSE EN PROFONDEUR

Dose absorbée à une profondeur déterminée par rapport à la surface d'entrée au niveau du rayon central. Elle est mesurable sur fantôme anthropomorphe mais pas chez un patient (exception : certaines mesures sont possibles en endocavitaire). Elle est donc généralement calculée à partir de la dose d'entrée en tenant compte de l'atténuation.

6. DOSE À L'ORGANE

Il s'agit aussi d'une dose en profondeur. Dose moyenne déposée au niveau d'un organe ou d'un tissu. Cette dose est difficile à mesurer et à calculer. Elle est déterminée par simulation.

7. DOSE AUX GONADES (DG)

La dose aux gonades est la dose délivrée aux gonades d'un individu en particulier.

Cette dose peut varier selon le sexe compte tenu de l'emplacement des gonades chez l'homme et chez la femme. Chez l'homme, les gonades sont situées à l'extérieur de l'abdomen, à la partie inférieure du bassin, et ne sont protégées que par quelques millimètres de peau. Chez la femme, elles sont dans l'abdomen, au niveau du petit bassin, à environ 10 cm de profondeur de la partie antérieure de l'abdomen.

L'utilisation du cache-gonades n'est pas toujours possible. Il est plus facile de l'utiliser chez l'homme (ex. : bassin - hanche - tiers supérieur du fémur - abdomen). Chez la femme, les gonades sont plus souvent dans le faisceau sans que l'on puisse utiliser le cache-gonades; par contre, elles bénéficient d'une certaine protection assurée par les tissus mous.

Note : les ovocytes sont produits avant la naissance, alors que les spermatozytes sont produits à la puberté.

8. DOSE DE SORTIE

Dose absorbée par la surface où le faisceau émerge de la structure irradiée.

9. DOSE ÉQUIVALENTE (H_T) – Sievert, Sv

Les rayonnements n'ont pas tous la même capacité d'ionisation et ne provoquent donc pas les mêmes dommages biologiques. Il existe un facteur de pondération pour les rayonnements (W_R) qui permet de prendre en compte la capacité d'ionisation d'un rayonnement donné afin de mieux connaître l'impact de celui-ci.

Dose équivalente = dose absorbée \times facteur de pondération pour les rayonnements.

$$H_T = D_{TR} \times W_R$$

RADIATION	W_R
Photons (X, gamma)	1
Électrons, particules bêta	1
Protons	5
Neutrons	5 à 20 (selon l'énergie)
Alpha, noyaux lourds	20
Fragments de fission	20

L'ancienne unité était le Rem :

1 rem	= 0,01 sievert (Sv)
100 rems	= 1 sievert
100 millirems	= 1 mSv

10. DOSE EFFICACE (E) – Sievert, Sv

Les tissus n'ont pas tous la même radiosensibilité. Il est donc approprié de définir une autre grandeur, dérivée de la dose équivalente, pour exprimer le risque stochastique de cancer pour un patient : la dose efficace. La dose efficace est obtenue en multipliant la dose équivalente par un facteur de pondération pour les tissus, W_T . Ce dernier représente la contribution relative d'un organe ou tissu au détriment (dommage ou préjudice) total causé par les effets qui résulteraient d'une irradiation uniforme de tout le corps. Les W_T sont des valeurs moyennes pour les êtres humains pour les 2 sexes et tous âges confondus.

La dose efficace (E) est la somme des doses équivalentes pondérées dans tous les tissus et les organes du corps. Elle est donnée par l'expression :

$$E = \sum H_T \times W_T$$

Valeurs de W_T attribuées à certains organes ou tissus selon la CIPR 103, 2007.

Tissus	w_T	$\sum w_T$
Moelle osseuse (rouge), côlon, poumons, estomac, sein, tissus restants*	0,12	0,72
Gonades	0,08	0,08
Vessie, œsophage, foie, thyroïde	0,04	0,16
Surface osseuse, cerveau, glandes salivaires, peau	0,01	0,04
Total :		1,0

* Tissus restants : surrénales, région extrathoracique (ET), vésicule biliaire, cœur, reins, ganglions lymphatiques, muscle, muqueuse buccale, pancréas, prostate (σ), intestin grêle, rate, thymus, utérus/col de l'utérus (φ).

Le W_T pour les tissus restants (0,12) s'applique à la moyenne arithmétique des doses des treize organes et tissus pour chaque sexe (surrénales, région extrathoracique, vésicule biliaire, cœur, reins, ganglions lymphatiques, muscle, muqueuse buccale, pancréas, prostate (σ), intestin grêle, rate, thymus, utérus/col de l'utérus (φ)).

Donc la probabilité d'apparition d'effets stochastiques dépend :

- de la dose absorbée;
- du type de rayonnement ou énergie W_R ;
- du type de tissu W_T ;
- Au scan, de la VRA (valeur relative selon l'âge) au moment de l'irradiation (vu plus tard).

11. ACTIVITÉ D'UNE SOURCE RADIOACTIVE – Becquerel, Bq

L'activité d'une source radioactive correspond au nombre de désintégrations qui s'y produisent par unité de temps. Le becquerel correspond au nombre de désintégrations atomiques par seconde dans une substance radioactive.

L'ancienne unité était le Curie (Ci).

$1 \text{ curie (Ci)} = 3,7 \times 10^{10} \text{ becquerel (Bq)}$ $37\,000\,000\,000 \text{ Bq}$ $1 \text{ Bq} = 1 \text{ désintégration à la seconde}$
--

CORRESPONDANCE ENTRE LES VALEURS DU SYSTÈME INTERNATIONAL ET LES VALEURS EN USAGE ANTÉRIEUREMENT.

GRANDEUR	SYMBOLE DE L'UNITÉ SI	DÉFINITION	ANCIENNE UNITÉ ET SYMBOLE	RAPPORT ENTRE L'UNITÉ SI ET L'UNITÉ ANTÉRIEURE
Kerma dans l'air	gray (Gy ou C/kg)	J/kg	roentgen (R)	1 Gy = 115 R
Dose absorbée	gray (Gy)	J/kg	rad (rad)	1 Gy = 100 rads
Équivalent de dose	sievert (Sv)	J/kg	rem (rem)	1 Sv = 100 rems
Activité	becquerel (Bq)	s ⁻¹	curie (Ci)	1 Ci = 3,7 × 10 ¹⁰ Bq

TABLE DE CONVERSION

Le rad (rad) est remplacé par le gray (Gy)		
1 kilorad (krad)	=	10 grays (Gy)
1 rad (rad)	=	10 milligrays (mGy)
1 millirad (mrad)	=	10 micrograys (μ Gy)
1 microrad (μ rad)	=	10 nanograys (nGy)
Le gray (Gy) remplace le rad (rad)		
1 gray (Gy)	=	100 rads (rad)
1 milligray (mGy)	=	100 millirads (mrad)
1 microgray (μ Gy)	=	100 microrads (μ rad)
1 nanogray (nGy)	=	100 nanorads (nrad)
Le rem (rem) est remplacé par le sievert (Sv)		
1 kilorem (krem)	=	10 sieverts (Sv)
1 rem (rem)	=	10 millisieverts (mSv)
1 millirem (mrem)	=	10 microsieverts (μ Sv)
1 microrem (μ rem)	=	10 nanosieverts (nSv)
Le sievert (Sv) remplace par le rem (rem)		
1 sievert (Sv)	=	100 rems (rem)
1 millisievert (mSv)	=	100 millirems (mrem)
1 microsievert (μ Sv)	=	100 microrems (μ rem)
1 nanosievert (nSv)	=	100 nanorems (nrem)
Le curie (Ci) est remplacé par le becquerel (Bq)*		
1 kilocurie (kCi)	=	37 térabecquerels (TBq) $\times 10^{12}$
1 curie (Ci)	=	37 gigabecquerels (GBq) $\times 10^9$
1 millicurie (mCi)	=	37 mégabecquerels (MBq) $\times 10^6$
1 microcurie (μ Ci)	=	37 kilobecquerels (kBq) $\times 10^3$
1 nanocurie (nCi)	=	37 becquerels (Bq)
Le becquerel (Bq)* remplace le curie (Ci)		
1 térabecquerel (TBq)	=	27 curies (Ci)
1 gigabecquerel (GBq)	=	27 millicuries (mCi) $\times 10^{-3}$
1 mégabecquerel (MBq)	=	27 microcuries (μ Ci) $\times 10^{-6}$
1 kilobecquerel (kBq)	=	27 nanocuries (nCi) $\times 10^{-9}$
1 becquerel (Bq)	=	27 picocuries (pCi) $\times 10^{-12}$

- 1 Bq = 1 désintégration/seconde = 1 s⁻¹

Références

COMMISSION CANADIENNE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE, consulté en ligne :

<http://www.nuclearsafety.gc.ca/fra/resources/radiation/introduction-to-radiation/radiation-doses.cfm>