

ANNEXE 1 Détermination de la dose absorbée dans l'eau D_{eau,Q_0} dans un faisceau de photons γ du cobalt 60 – Calcul d'incertitudes

Physicien : *Bonnemesure*
Boncentre

Date : *27 mars 2002*

Centre :

I) Appareil de traitement :

Qualité du faisceau : *cobalt 60*

II) Instrument de mesure

Chambre d'ionisation : Constructeur : *Bonnechambre* type : *AAA* N° de série : *001*

Gaine d'étanchéité : *chambre étanche* Matériau : Epaisseur : *g.cm⁻²*

Electromètre : Constructeur : *Bonélectromètre* type : *III* N° de série : *009*

III) Conditions de référence pour la détermination de D_{eau}

Obtention de N_{D,eau,Q_0} du laboratoire officiel d'étalonnage : *Bonlabo*

certificat étalonnage n° : *999 998* date : *25 mars 2002*

Coefficient d'étalonnage : $N_{D,\text{eau},Q_0} = 9,43 \cdot 10^{-2} \text{ Gy} \cdot \text{UL}^{-1}$ (UL : *nC*) (*valeur obtenue au centre géométrique*)

Incertitude relative élargie $U(N_{D,\text{eau},Q_0}) / N_{D,\text{eau},Q_0} = 1,5 \%$ pour $k = 2$

Dont les conditions de références sont : $t_0 = 20,0 \text{ °C}$ et $p_0 = 101,325 \text{ kPa}$

Polarité et tension de polarisation : $V_1 = -403 \text{ V}$

Corrections pour les grandeurs d'influence appliquées lors de l'étalonnage :

humidité : *non*

polarité : *oui*

recombinaison : *oui*

NB : Les corrections pour les grandeurs d'influence effectuées lors de l'étalonnage sont à déterminer lors de la mesure par l'utilisateur.

IV) Réponse de l'instrument de mesure et correction pour les grandeurs d'influence

Conditions expérimentales d'étalonnage du faisceau

Fantôme d'eau : *oui*

Fenêtre de la cuve d'eau : Matériau :

Epaisseur : g.cm^{-2}

Dimensions du champ : 10 cm x 10 cm à la distance de référence : 80 cm (source - point de mesure)

Profondeur de référence : $z_{\text{réf}} = 5$ cm eau

Profondeur du centre géométrique de la cavité : $z_c = 5$ cm eau

Réponse de l'instrument de mesure

- Polarité et tension de polarisation : $V_1 = - 403$ V
- Mesures en l'absence d'irradiation (mouvement propre)
Durée : 5 minutes $M_{\text{mp}} = - 0,300 \cdot 10^{-3} \text{ nC} \cdot \text{min}^{-1}$
- Mesures en présence d'irradiation
Réponses non corrigées du mouvement propre:

$M_{\text{nc}} = 13,51$ UL (UL : nC) pour $\Delta t = 1$ min

$M_{\text{nc}} = 13,51$ UL (UL : nC) pour $\Delta t = 1$ min

$M_{\text{nc}} = 13,50$ UL (UL : nC) pour $\Delta t = 1$ min

$M_{\text{nc}} = 13,52$ UL (UL : nC) pour $\Delta t = 1$ min

$M_{\text{nc}} = 13,50$ UL (UL : nC) pour $\Delta t = 1$ min

$M_{\text{nc}} = 13,50$ UL (UL : nC) pour $\Delta t = 1$ min

$M_{\text{nc}} = 13,51$ UL (UL : nC) pour $\Delta t = 1$ min

$M_{\text{nc}} = 13,51$ UL (UL : nC) pour $\Delta t = 1$ min

$M_{\text{nc}} = 13,51$ UL (UL : nC) pour $\Delta t = 1$ min

$M_{\text{nc}} = 13,51$ UL (UL : nC) pour $\Delta t = 1$ min

Moyenne $M_{\text{nc}} = 13,508$ UL (UL : nC) pour $\Delta t = 1$ min $s = 0,05$ %

Moyenne corrigée de M_{mp} $M = 13,508300$ UL pour $\Delta t = 1$ min

Correction pour les grandeurs d'influence

Conditions atmosphériques

$t_{\text{eau}} = 19,90$ °C $p = 99,717$ kPa

Température de l'air $t_{\text{air}} = 20,2$ °C

Humidité relative = 56 %

$k_{\text{Tp}} = (101,325 / p) \times [(273,15 + t_{\text{eau}}) / 293,15] = 1,015779$

Correction de polarité

Les valeurs de M_1 et M_2 sont des résultats de moyennes.

$V_1 = - 403$ V $M_1 = 13,508$ UL (UL : nC)

$V_2 = + 403$ V $M_2 = - 13,500$ UL (UL : nC)

$$k_{\text{pol}} = [\text{ABS}(M_1) + \text{ABS}(M_2)] / [2 \times \text{ABS}(M_1)] = (13,508 + 13,500) / (2 \times 13,508) = 0,999704$$

Correction pour l'effet de recombinaison (méthode double tension)

$$V_1 = -403 \text{ V} \quad M_1 = 13,508 \text{ UL (UL : nC)}$$

$$V_2 = -201 \text{ V} \quad M_2 = 13,470 \text{ UL (UL : nC)}$$

$$V_1 / V_2 = 2,004975$$

$$M_1 / M_2 = 1,002821$$

$$k_{\text{rec}} = \frac{(V_1/V_2)^2 - 1}{(V_1/V_2)^2 - (M_1/M_2)} = 1,000935$$

Réponse corrigée pour V_1 et pour $\Delta t = 1 \text{ min}$

$$M_c = M \cdot k_{\text{Tp}} \cdot k_{\text{pol}} \cdot k_{\text{rec}} = 13,508300 \times 1,015779 \times 0,999704 \times 1,000935 = 13,730212 \text{ nC}$$

V) Débit de dose absorbée dans l'eau à la profondeur de référence $z_{\text{réf}}$

$$\dot{D}_{\text{eau}}(z_{\text{réf}}) = (M_c / \Delta t) \times N_{\text{D,eau,Qo}} = 13,730212 \times 9,43 \cdot 10^{-2} = 1,294759 \text{ Gy.min}^{-1}$$

L'application de $N_{\text{D,eau,Qo}}$ suppose que le centre de la cavité est situé à la profondeur de référence $z_{\text{réf}} = z_c$.

Calcul d'incertitudes

Origine de l'incertitude	Incertitude type (%)	
	Type A	Type B
$N_{\text{D,eau,Qo}}$ du certificat d'étalonnage		0,75
mesure de courant	0,05	
$k_{\text{rec}} \cdot k_{\text{pol}}$		0,4
mesure de t		0,2
mesure de p		0,2
hygrométrie		0,2
Stabilité de la chambre d'ionisation à long terme		0,3
mesure de la distance/positionnement		0,1
mesure de la profondeur de référence		0,2
Incertitude type combinée (%)	0,99	
INCERTITUDE ÉLARGIE (k = 2) (%)	2,0	

$$\dot{D}_{\text{eau}}(z_{\text{réf}}) = 1,295 \text{ Gy.min}^{-1} \quad - \quad U(\dot{D}_{\text{eau}}) / (\dot{D}_{\text{eau}}) = 2,0 \% \text{ pour } k = 2$$

ANNEXE 2 Détermination de la dose absorbée dans l'eau $D_{\text{eau},Q}$ dans un faisceau de photons de haute énergie de qualité Q – Calcul d'incertitudes : exemple

Physicien : *Bonnemesure*

Date : *27 mars 2002*

Centre : *Boncentre*

I) Appareil de traitement

Accélérateur : *SATURNE 43* Tension d'accélération nominale : *12 MV*

Débit de dose affiché : *200* UM.min⁻¹ (UM : Unité Moniteur)

Indice de qualité ($I = \text{TPR}_{10}^{20}$) $I = 0,743$

II) Instrument de mesure

Chambre d'ionisation : Constructeur : *Bonnechambre* type : *AAA* N° de série : *001*

Gaine d'étanchéité : *chambre étanche* Matériau : Epaisseur : g.cm⁻²

Electromètre : Constructeur : *Bonélectromètre* type : *III* N° de série : *009*

Cas n°1 : Obtention de N_{D,eau,Q_0}

III) Conditions de référence pour la détermination de D_{eau}

Laboratoire officiel d'étalonnage : *Bonlabo*

certificat étalonnage n° : *999 998* date : *25 mars 2002*

Coefficient d'étalonnage : $N_{D,\text{eau},Q_0} = 9,43 \cdot 10^{-2}$ Gy.UL⁻¹ (UL : *nC*)
(*valeur obtenue au centre géométrique*)

Qualité du faisceau : Q_0 correspond à celle du cobalt 60

Conditions de références sont : $t_0 = 20,0$ °C et $p_0 = 101,325$ kPa

Incertitude relative élargie $U(N_{D,\text{eau},Q_0}) / N_{D,\text{eau},Q_0} = 1,5$ % pour $k = 2$

Polarité et tension de polarisation : $V_1 = -403$ V

Corrections pour les grandeurs d'influence appliquées lors de l'étalonnage :

humidité : *non*

polarité : *oui*

recombinaison : *oui*

NB : Les corrections pour les grandeurs d'influence effectuées lors de l'étalonnage sont à déterminer lors de la mesure par l'utilisateur.

IV) Réponse de l'instrument de mesure et correction pour les grandeurs d'influence

Conditions expérimentales d'étalonnage du faisceau

Fantôme d'eau : *oui*

Fenêtre de la cuve d'eau : Matériau : Epaisseur : g.cm⁻²

Dimensions du champ : 10 cm x 10 cm à la distance de référence : 100 cm (source - point de mesure)

Profondeur de référence : $z_{\text{réf}} = 10$ cm eau

Profondeur du centre géométrique de la cavité : $z_c = 10$ cm eau

Réponse de l'instrument de mesure

• Polarité et tension de polarisation : $V_1 = - 403$ V

• Mesures en présence d'irradiation

Réponses corrigées du mouvement propre :

M = 18,73	UL (UL : nC)	pour 200 UM
M = 18,67	UL (UL : nC)	pour 200 UM
M = 18,60	UL (UL : nC)	pour 200 UM
M = 18,67	UL (UL : nC)	pour 200 UM
M = 18,73	UL (UL : nC)	pour 200 UM
M = 18,67	UL (UL : nC)	pour 200 UM
M = 18,73	UL (UL : nC)	pour 200 UM
M = 18,73	UL (UL : nC)	pour 200 UM
M = 18,67	UL (UL : nC)	pour 200 UM
M = 18,67	UL (UL : nC)	pour 200 UM

Moyenne M = 18,687000 UL (UL : nC) pour 200 UM $s = 0,23$ %

Correction pour les grandeurs d'influence

Conditions atmosphériques

$t_{\text{eau}} = 20,00$ °C $p = 99,880$ kPa

Température de l'air $t_{\text{air}} = 20,4$ °C

Humidité relative = 43 %

$k_{Tp} = (101,325 / p) \times [(273,15 + t_{\text{eau}}) / 293,15] = 1,014467$

Correction de polarité

Les valeurs de M_1 et M_2 sont des résultats de moyennes.

$V_1 = - 403$ V $M_1 = 18,687$ UL (UL : nC)

$V_2 = + 403$ V $M_2 = -18,730$ UL (UL : nC)

$k_{\text{pol}} = [\text{ABS}(M_1) + \text{ABS}(M_2)] / [2 \times \text{ABS}(M_1)] = (18,687 + 18,730) / (2 \times 18,687) = 1,001151$

Correction pour l'effet de recombinaison (méthode double tension)

$$V_1 = -403 \text{ V} \quad M_1 = 18,687 \text{ UL (UL : nC)}$$

$$V_2 = -201 \text{ V} \quad M_2 = 18,670 \text{ UL (UL : nC)}$$

$$V_1 / V_2 = 2,004975$$

$$M_1 / M_2 = 1,000911$$

Faisceau de type : *pulsé*

$$a_0 = 2,337 \quad a_1 = -3,636 \quad a_2 = 2,299 \quad (\text{AIEA TRS 398-2000 table 9 p 54})$$

$$k_{\text{rec}} = a_0 + a_1 (M_1/M_2) + a_2 (M_1/M_2)^2 = 1,000877$$

$$M_c = M \cdot k_{\text{Tp}} \cdot k_{\text{pol}} \cdot k_{\text{rec}} = 18,687000 \times 1,014467 \times 1,001151 \times 1,000877 = 18,995809$$

UL pour 200 UM

$$\text{soit } M_c = 9,4979 \cdot 10^{-2} \text{ UL} \cdot \text{UM}^{-1} \text{ soit } 9,4979 \cdot 10^{-2} \text{ nC} \cdot \text{UM}^{-1} \text{ (UL=nC)}$$

V) Débit de dose absorbée dans l'eau par unité moniteur à la profondeur de référence $z_{\text{réf}}$

Facteur de correction de qualité de faisceau pour la qualité Q du faisceau de l'utilisateur :

$$k_{Q,Q_0} = 0,980 \text{ pour } I = 0.74$$

$$k_{Q,Q_0} = 0,975 \text{ pour } I = 0.76 \text{ (AIEA TRS 398-2000 table 14 p 72 à 74)}$$

(nous utilisons ici à titre d'exemple la chambre PTW type 31003 flexible)

$$\text{En effectuant une interpolation linéaire entre ces 2 points on obtient } k_{Q,Q_0} = 0,97925 \text{ pour } I = 0,743$$

$$\dot{D}_{\text{eau}}(z_{\text{réf}}) = M_c \times N_{D,\text{eau},Q} \times k_{Q,Q_0} = 9,4979 \cdot 10^{-2} \times 9,43 \cdot 10^{-2} \times 0,97925 = 8,770672 \cdot 10^{-3} \text{ Gy} \cdot \text{UM}^{-1}$$

L'application de N_{D,eau,Q_0} suppose que le centre de la cavité est situé à la profondeur de référence $z_{\text{réf}} = z_c$.

Calcul d'incertitudes

Origine de l'incertitude	Incertitude type (%)	
	Type A	Type B
N_{D,eau,Q_0} du certificat d'étalonnage		0,75
mesure de courant	0,23	
$k_{rec} \cdot k_{pol}$		0,4
mesure de t		0,2
mesure de p		0,2
hygrométrie		0,2
Stabilité de la chambre d'ionisation à long terme		0,3
mesure de la distance/positionnement		0,1
mesure de la profondeur de référence		0,2
k_{Q,Q_0} du protocole TRS 398 (p 80)		1,0
Incertitude type combinée (%)	1,43	
INCERTITUDE ÉLARGIE (k = 2) (%)	2,9	

$$\dot{D}_{eau}(z_{réf}) = 8,77 \cdot 10^{-3} \text{ Gy} \cdot \text{UM}^{-1} - U(\dot{D}_{eau}) / (\dot{D}_{eau}) = 2,9 \% \text{ pour } k = 2$$

Cas n°2 : Obtention de $N_{D,eau,Q}$

III) Conditions de référence pour la détermination de D_{eau}

Laboratoire officiel d'étalonnage : *Trèsbonlabo*

certificat étalonnage n° : 999 999 date : 27 mars 2002

Coefficient d'étalonnage : $N_{D,eau,Q} = 93,0 \cdot 10^{-3} \text{ Gy} \cdot \text{UL}^{-1}$ (UL : nC) (valeur obtenue au centre géométrique)

Qualité du faisceau Q : 12 MV Indice de qualité ($I = \text{TPR}_{10}^{20}$) $I = 0,743$

Incertitude relative élargie $U(N_{D,eau,Q}) / N_{D,eau,Q} = 2,2 \%$ pour $k = 2$

Dont les conditions de références sont : $t_0 = 20,0^\circ\text{C}$ et $p_0 = 101,325 \text{ kPa}$

Polarité et tension de polarisation : $V_1 = -403 \text{ V}$

Corrections pour les grandeurs d'influence appliquées lors de l'étalonnage :

humidité : *non*

polarité : *oui*

recombinaison : *oui*

Correction pour l'effet de recombinaison (méthode double tension)

$$V_1 = - 403 \text{ V} \quad M_1 = 18,687 \text{ UL (UL : nC)}$$

$$V_2 = - 201 \text{ V} \quad M_2 = 18,670 \text{ UL (UL : nC)}$$

$$V_1 / V_2 = 2,004975$$

$$M_1 / M_2 = 1,000911$$

Faisceau de type : *pulsé*

$$a_0 = 2,337 \quad a_1 = -3,636 \quad a_2 = 2,299 \quad (\text{AIEA TRS 398-2000 table 9 p 54})$$

$$k_{\text{rec}} = a_0 + a_1 (M_1/M_2) + a_2 (M_1/M_2)^2 = 1,000877$$

$$M_c = M \cdot k_{\text{Tp}} \cdot k_{\text{pol}} \cdot k_{\text{rec}} = 18,687000 \times 1,014467 \times 1,001151 \times 1,000877 = 18,995809$$

UL pour 200 UM

$$\text{soit } M_c = 9,4979 \cdot 10^{-2} \text{ UL} \cdot \text{UM}^{-1} \text{ soit } 9,4979 \cdot 10^{-2} \text{ nC} \cdot \text{UM}^{-1} \text{ (UL=nC)}$$

V) Débit de dose absorbée dans l'eau par unité moniteur à la profondeur de référence $z_{\text{réf}}$

$$\dot{D}_{\text{eau}}(z_{\text{réf}}) = M_c \times N_{\text{D,eau,Q}} = 9,4979 \cdot 10^{-2} \times 93,0 \cdot 10^{-3} = 8,833047 \cdot 10^{-3} \text{ Gy} \cdot \text{UM}^{-1}$$

L'application de $N_{\text{D,eau,Q}}$ suppose que le centre de la cavité est situé à la profondeur de référence $z_{\text{réf}} = z_c$.

Calcul d'incertitudes

Origine de l'incertitude	Incertitude type (%)	
	Type A	Type B
$N_{\text{D,eau,Q}_0}$ du certificat d'étalonnage		1,1
mesure de courant	0,23	
$k_{\text{rec}}, k_{\text{pol}}$		0,4
mesure de t		0,2
mesure de p		0,2
hygrométrie		0,2
Stabilité de la chambre d'ionisation à long terme		0,3
mesure de la distance/positionnement		0,1
mesure de la profondeur de référence		0,2
Incertitude type combinée (%)	1,30	
INCERTITUDE ÉLARGIE (k = 2) (%)	2,6	

$$\dot{D}_{\text{eau}}(z_{\text{réf}}) = 8,83 \cdot 10^{-3} \text{ Gy} \cdot \text{UM}^{-1} - U(\dot{D}_{\text{eau}}) / (\dot{D}_{\text{eau}}) = 2,6 \% \text{ pour } k = 2$$

ANNEXE 3 : feuille de calcul Détermination de la dose absorbée dans l'eau D_{eau,Q_0} dans un faisceau de photons γ du cobalt 60 Calcul d'incertitudes

Physicien :

Date :

Centre :

I) Appareil de traitement :

Qualité du faisceau :

II) Instrument de mesure

Chambre d'ionisation : Constructeur : type : N° de série :

Gaine d'étanchéité : Matériau : Epaisseur : g.cm⁻²

Electromètre : Constructeur : type : N° de série :

III) Conditions de référence pour la détermination de D_{eau}

Obtention de N_{D,eau,Q_0} du laboratoire officiel d'étalonnage :

certificat étalonnage n° : date :

Coefficient d'étalonnage : $N_{D,\text{eau},Q_0} =$ Gy.UL⁻¹ (UL :) (valeur obtenue au centre géométrique)

Incertitude relative élargie $U(N_{D,\text{eau},Q_0}) / N_{D,\text{eau},Q_0} =$ % pour $k = 2$

Dont les conditions de références sont : $t_0 = 20, 0$ °C et $p_0 = 101, 325$ kPa

Polarité et tension de polarisation : $V_1 =$

Corrections pour les grandeurs d'influence appliquées lors de l'étalonnage :

humidité :

polarité :

recombinaison :

NB : Les corrections pour les grandeurs d'influence effectuées lors de l'étalonnage sont à déterminer lors de la mesure par l'utilisateur.

IV) Réponse de l'instrument de mesure et correction pour les grandeurs d'influence

Conditions expérimentales d'étalonnage du faisceau

Fantôme d'eau :

Fenêtre de la cuve d'eau : Matériau : Epaisseur : g.cm⁻²

Dimensions du champ : cm x cm à la distance de référence : cm (source - point de mesure)

Profondeur de référence : $z_{\text{réf}} =$ cm eau

Profondeur du centre géométrique de la cavité : $z_c =$ cm eau

Réponse de l'instrument de mesure

- Polarité et tension de polarisation : $V_1 =$
- Mesures en l'absence d'irradiation (mouvement propre)

$$\text{Durée : } M_{mp} = \text{UL} \cdot \text{min}^{-1}$$

- Mesures en présence d'irradiation

Réponses non corrigées du mouvement propre:

$$M_{nc} = \text{UL (UL :)} \quad \text{pour } \Delta t = \text{min}$$

$$M_{nc} = \text{UL (UL :)} \quad \text{pour } \Delta t = \text{min}$$

$$M_{nc} = \text{UL (UL :)} \quad \text{pour } \Delta t = \text{min}$$

$$M_{nc} = \text{UL (UL :)} \quad \text{pour } \Delta t = \text{min}$$

$$M_{nc} = \text{UL (UL :)} \quad \text{pour } \Delta t = \text{min}$$

$$M_{nc} = \text{UL (UL :)} \quad \text{pour } \Delta t = \text{min}$$

$$M_{nc} = \text{UL (UL :)} \quad \text{pour } \Delta t = \text{min}$$

$$M_{nc} = \text{UL (UL :)} \quad \text{pour } \Delta t = \text{min}$$

$$M_{nc} = \text{UL (UL :)} \quad \text{pour } \Delta t = \text{min}$$

$$M_{nc} = \text{UL (UL :)} \quad \text{pour } \Delta t = \text{min}$$

$$\text{Moyenne } M_{nc} = \text{UL (UL :)} \quad \text{pour } \Delta t = \text{min} \quad s = \quad \%$$

$$\text{Moyenne corrigée de } M_{mp} \quad M = \text{UL} \quad \text{pour } \Delta t = \text{min}$$

Correction pour les grandeurs d'influence

Conditions atmosphériques

$$t_{\text{eau}} = \quad ^\circ\text{C} \quad p = \quad \text{kPa}$$

$$\text{Température de l'air } t_{\text{air}} = \quad ^\circ\text{C}$$

$$\text{Humidité relative} = \quad \%$$

$$k_{Tp} = (101,325 / p) \times [(273,15 + t_{\text{eau}}) / 293,15] =$$

Correction de polarité

Les valeurs de M_1 et M_2 sont des résultats de moyennes.

$$V_1 = \quad M_1 = \quad \text{UL (UL :)}$$

$$V_2 = \quad M_2 = \quad \text{UL (UL :)}$$

$$k_{\text{pol}} = [\text{ABS}(M_1) + \text{ABS}(M_2)] / [2 \times \text{ABS}(M_1)] =$$

Correction pour l'effet de recombinaison (méthode double tension)

$$V_1 = \quad M_1 = \quad \text{UL (UL :)}$$

$$V_2 = \quad M_2 = \quad \text{UL (UL :)}$$

$$V_1 / V_2 =$$

$$M_1 / M_2 =$$

$$k_{rec} = \frac{(V_1/V_2)^2 - 1}{(V_1/V_2)^2 - (M_1/M_2)} =$$

Réponse corrigée pour V_1 et pour $\Delta t = \quad \text{min}$

$$M_c = M \cdot k_{Tp} \cdot k_{pol} \cdot k_{rec} = \quad \text{nC}$$

V) Débit de dose absorbée dans l'eau à la profondeur de référence $z_{réf}$

$$\dot{D}_{eau}(z_{réf}) = (M_c / \Delta t) \times N_{D_{eau,Q_0}} = \quad \text{Gy.min}^{-1}$$

L'application de $N_{D_{eau,Q_0}}$ suppose que le centre de la cavité est situé à la profondeur de référence $z_{réf} = z_c$.

Calcul d'incertitudes

Origine de l'incertitude	Incertitude type (%)	
	Type A	Type B
$N_{D_{eau,Q_0}}$ du certificat d'étalonnage		
mesure de courant		
$k_{rec} \cdot k_{pol}$		
mesure de t		
mesure de p		
hygrométrie		
Stabilité de la chambre d'ionisation à long terme		
mesure de la distance/positionnement		
mesure de la profondeur de référence		
Incertitude type combinée (%)		
INCERTITUDE ÉLARGIE (k = 2) (%)		

$$\dot{D}_{eau}(z_{réf}) = \quad \text{Gy.min}^{-1} \quad - \quad U(\dot{D}_{eau}) / (\dot{D}_{eau}) = \quad \text{n\%} \quad \text{pour } k = 2$$

Faisceau de type :

$$a_0 = \quad a_1 = \quad a_2 = \quad (\text{AIEA TRS 398-2000 table 9 p 54})$$

$$k_{\text{rec}} = a_0 + a_1 (M_1/M_2) + a_2 (M_1/M_2)^2 =$$

Réponse corrigée pour V_1 et pour UM

$$M_c = M \cdot k_{\text{Tp}} \cdot k_{\text{pol}} \cdot k_{\text{rec}} = \quad \text{UL pour} \quad \text{UM}$$

$$\text{soit } M_c = \quad \text{UL} \cdot \text{UM}^{-1}$$

V) Débit de dose absorbée dans l'eau par unité moniteur à la profondeur de référence $z_{\text{réf}}$

Facteur de correction de qualité de faisceau pour la qualité Q du faisceau de l'utilisateur :

$$k_{Q,Q_0} = \quad \text{pour } I =$$

$$k_{Q,Q_0} = \quad \text{pour } I = \quad (\text{AIEA TRS 398-2000 table 14 p 72 à 74})$$

En effectuant une interpolation linéaire entre ces 2 points on obtient $k_{Q,Q_0} = \quad \text{pour } I =$

$$\dot{D}_{\text{eau}}(z_{\text{réf}}) = M_c \times N_{D,\text{eau},Q} \times k_{Q,Q_0} = \quad \text{Gy} \cdot \text{UM}^{-1}$$

L'application de N_{D,eau,Q_0} suppose que le centre de la cavité est situé à la profondeur de référence $z_{\text{réf}} = z_c$.

Calcul d'incertitudes

Origine de l'incertitude	Incertitude type (%)	
	Type A	Type B
N_{D,eau,Q_0} du certificat d'étalonnage		
mesure de courant		
$k_{\text{rec}} \cdot k_{\text{pol}}$		
mesure de t		
mesure de p		
hygrométrie		
Stabilité de la chambre d'ionisation à long terme		
mesure de la distance/positionnement		
mesure de la profondeur de référence		
k_{Q,Q_0} du protocole TRS 398 (p 80)		
Incertitude type combinée (%)		
INCERTITUDE ÉLARGIE (k = 2) (%)		

$$\dot{D}_{\text{eau}}(z_{\text{réf}}) = \quad \text{Gy} \cdot \text{UM}^{-1} - U(\dot{D}_{\text{eau}}) / (\dot{D}_{\text{eau}}) = \quad \% \text{ pour } k = 2$$

M = UL (UL :) pour UM

Moyenne M = UL (UL :) pour UM s = %

Correction pour les grandeurs d'influence

Conditions atmosphériques

$t_{\text{eau}} =$ °C $p =$ kPa

Température de l'air $t_{\text{air}} =$ °C

Humidité relative = %

$k_{\text{Tp}} = (101,325 / p) \times [(273,15 + t_{\text{eau}}) / 293,15] =$

Correction de polarité

Les valeurs de M_1 et M_2 sont des résultats de moyennes.

$V_1 = M_1 =$ UL (UL :)

$V_2 = M_2 =$ UL (UL :)

$k_{\text{pol}} = [\text{ABS}(M_1) + \text{ABS}(M_2)] / [2 \times \text{ABS}(M_1)] =$

Correction pour l'effet de recombinaison (méthode double tension)

$V_1 = M_1 =$ UL (UL :)

$V_2 = M_2 =$ UL (UL :)

$V_1 / V_2 = M_1 / M_2 =$

Faisceau de type :

$a_0 = a_1 = a_2 =$ (AIEA TRS 398-2000 table 9 p 54)

$k_{\text{rec}} = a_0 + a_1 (M_1 / M_2) + a_2 (M_1 / M_2)^2 =$

Réponse corrigée pour V_1 et pour UM

$M_c = M \cdot k_{\text{Tp}} \cdot k_{\text{pol}} \cdot k_{\text{rec}} =$ UL pour UM

soit $M_c =$ UL.UM⁻¹

V) Débit de dose absorbée dans l'eau par unité moniteur à la profondeur de référence $z_{\text{réf}}$

$\dot{D}_{\text{eau}}(z_{\text{réf}}) = M_c \times N_{\text{D,eau,Q}} =$ Gy.UM⁻¹

L'application de $N_{\text{D,eau,Q}}$ suppose que le centre de la cavité est situé à la profondeur de référence $z_{\text{réf}} = z_c$.

Calcul d'incertitudes

Origine de l'incertitude	Incertitude type (%)	
	Type A	Type B
N _{D,eau,Qo} du certificat d'étalonnage		
mesure de courant		
k _{rec.} k _{pol}		
mesure de t		
mesure de p		
hygrométrie		
Stabilité de la chambre d'ionisation à long terme		
mesure de la distance/positionnement		
mesure de la profondeur de référence		
Incertitude type combinée (%)		
INCERTITUDE ÉLARGIE (k = 2) (%)		

$\dot{D}_{eau} (Z_{réf}) =$	$\text{Gy} \cdot \text{UM}^{-1}$	$- U(\dot{D}_{eau}) / (\dot{D}_{eau}) =$	$\%$ pour $k = 2$
-----------------------------	----------------------------------	--	-------------------