



Diplôme de Qualification en Physique Radiologique et Médicale

**Faisceaux d'électrons de haute énergie : étude de la
variation relative de la dose absorbée**

Fiche n°4

Alexandre RINTAUD

Encadrant :

Thomas MARSAC

Physicien médical, CENTRE RENÉ GAUDUCHEAU ICO, SAINT HERBLAIN

SEMESTRE 2 2023

Table des matières

1	Introduction	2
2	Matériels et méthodes	2
2.1	Facteurs correctifs	2
2.1.1	Pression et température	2
2.1.2	Polarisation	3
2.1.3	Recombinaisons ioniques	3
2.1.4	Humidité	3
2.2	Protocole TRS-277	3
2.3	Protocole TRS-398	3
2.4	Profils de dose	3
3	Résultats	5
3.1	Rendements en profondeur	5
3.1.1	Influence de l'énergie	5
3.1.2	Influence de la taille de champ	5
3.1.3	Influence de la DSP	6
3.1.4	Influence du détecteur	6
3.2	Profils de dose	6
3.2.1	Influence de l'énergie	6
3.2.2	Influence de la taille de champ	6
3.2.3	Influence de la DSP	6
3.2.4	Influence du détecteur	6
3.3	Facteurs d'ouverture du collimateur	7
	Références	10

1 Introduction

2 Matériels et méthodes

		Référence	Comparaisons
Rendement	Champ (cm ²)	10x10	6x6, 15x15, 20x20
	DSP (cm)	100	105, 110
	Energie (MV)	9	6, 12, 15, 18
	Détecteur	ROOS	CC13
Profils	Champ (cm ²)	10x10	6x6, 15x15, 20x20
	Energie (MV)	9	6, 12, 15, 18
	Détecteur	CC13	ROOS
	Orientation du profil	Crossline	Inline
	DSP (cm)	100	105, 110
FOC	Energie (MV)	6	15

TABLE 1 – Différentes mesures réalisées pour la dosimétrie relative

Matériel	Volume sensible (cm ²)	Matériau	Constructeur	N° de série
Chambre Farmer 30013	0,6	Air	PTW	011924
Chambre ROOS	0,35	Air	PTW	002030
Electromètre Unidos	/	/	PTW	20505
Cuve à eau Blue Phantom 2	/	/	IBA	8173
Clinac iX 2300 (Clinac 3)	/	/	Varian	H141033

TABLE 2 – Matériel utilisé lors des mesures

2.1 Facteurs correctifs

L'utilisation d'une chambre d'ionisation à cavité d'air étanche pour la mesure de la dose absolue engendre une fluctuation de la réponse du système de mesure en fonction de plusieurs paramètres. Il faut donc appliquer une correction de la mesure grâce à l'équation suivante :

$$M'_Q = M_Q \times k_{T,P} \times k_{pol} \times k_{rec} \times k_H \quad (1)$$

Avec M_Q la charge mesurée sur l'électromètre, $k_{T,P}$ le facteur correctif de la pression et de la température, k_{pol} le facteur correctif de la polarisation de la chambre, k_{rec} le facteur correctif de la recombinaison ionique et k_H le facteur correctif des conditions hygrométriques.

2.1.1 Pression et température

Le facteur $k_{T,P}$ permet de corriger de la pression et de la température et se calcule de la manière suivante :

$$k_{T,P} = \frac{P_0 T}{T_0 P} \quad (2)$$

Avec P_0 et T_0 la pression et la température de référence, respectivement égales à 1013,25 hPa et 273,15 K, P et T sont la pression et la température de la salle lors de la mesure.

N.B. : La température de référence lors de l'étalonnage de la chambre d'ionisation n'est pas forcément 273,15 K. Il faut utiliser celle mentionnée sur le certificat d'étalonnage.

2.1.2 Polarisation

Ce facteur correctif, noté k_{pol} , permet de corriger de l'effet de la polarité appliquée à la chambre lors de la mesure :

$$k_{pol} = \frac{|M_+| + |M_-|}{2M} \quad (3)$$

Avec M_+ et M_- les charges mesurées pour les tensions V_+ et V_- respectivement et M est la réponse pour la tension utilisée en clinique. Si la tension appliquée lors des mesures est la même que celle pour laquelle la chambre a été étalonnée, le facteur k_{pol} n'est pas à appliquer.

2.1.3 Recombinaisons ioniques

Le facteur de recombinaison permet de corriger la réponse de la chambre d'ionisation sur le nombre de charges collectées. La mesure est sous estimée car des paires d'ions sont recombinaisonnées et ne rentrent pas en compte dans la mesure.

$$k_{rec} = a_0 + a_1 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) + a_2 \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^2 \quad (4)$$

Avec M_1 et M_2 les réponses aux tensions V_1 et V_2 respectivement, et a_0 , a_1 et a_2 sont les facteurs tabulés en fonction du rapport $\frac{V_1}{V_2}$ fournis par le protocole TRS-398 [1].

N.B. : le facteur k_{rec} n'est pas appliqué si la tension utilisée lors des mesures est la même tension qui a été appliqué lors de l'étalonnage par le laboratoire primaire.

2.1.4 Humidité

Ce facteur est égale à 1 lorsque l'humidité de la salle est comprise entre 20% et 80%, sinon il faut lui attribuer la valeur de 0,997.

2.2 Protocole TRS-277

2.3 Protocole TRS-398

$$D_{eau, Q} = M'_Q N_{D_{eau, Q_0}} k_{Q, Q_0} \quad (5)$$

Avec :

- M'_Q la mesure de la charge corrigée des facteurs correctifs
- $N_{D_{eau, Q_0}}$ le coefficient d'étalonnage en terme de dose dans l'eau
- k_{Q, Q_0} le facteur correctif de l'indice de qualité du faisceau

2.4 Profils de dose

Les profils de dose permettent d'évaluer la répartition de la dose suivant les axes perpendiculaires à l'axe du faisceau. Les profils sont composés de trois régions principales (voir figure 1) :

- zone centrale
- pénombre
- dose hors champ

Pour évaluer les différents profils, plusieurs métriques sont à notre disposition :

- L'homogénéité permet d'évaluer la planéité de la zone centrale du profil. Cette métrique se calcule comme suit :

$$H = \frac{D_{max} - D_{min}}{D_{max} + D_{min}} \quad (6)$$

- La symétrie est définie de la manière suivante :

$$S = \max \left(\frac{D(-x)}{D(+x)}; \frac{D(+x)}{D(-x)} \right) \quad (7)$$

- La pénombre est la distance séparant le point à 20 % de la dose maximale et celui à 80 %. Il y a donc une valeur pour chacun des côtés du faisceau.

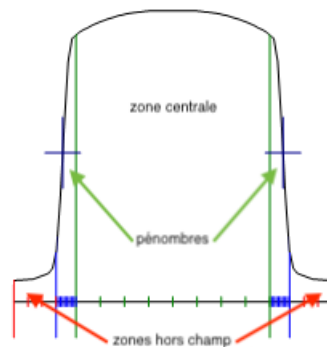


FIGURE 1 – Différentes régions d'un profil de dose

3 Résultats

3.1 Rendements en profondeur

3.1.1 Influence de l'énergie

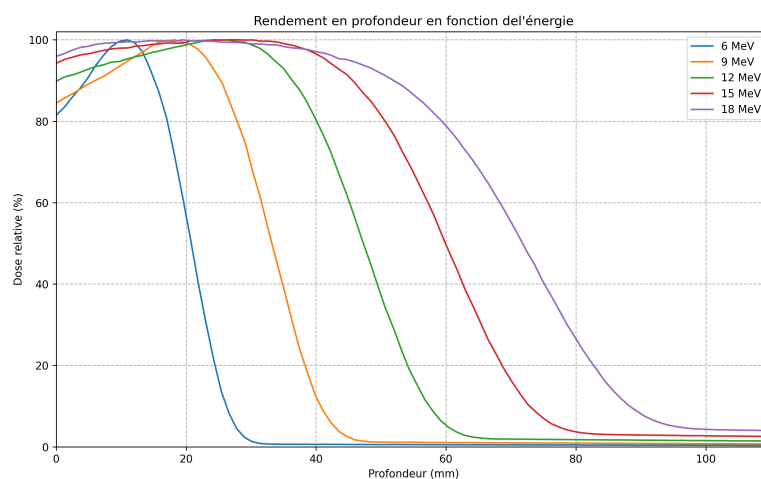


FIGURE 2 – Influence de l'énergie du faisceau d'électrons sur le rendement en profondeur

3.1.2 Influence de la taille de champ

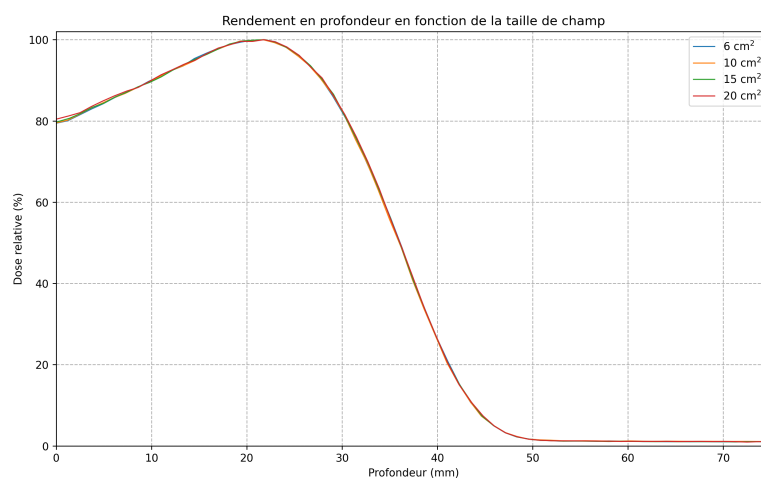


FIGURE 3 – Influence de la taille de champ du faisceau d'électrons sur le rendement en profondeur

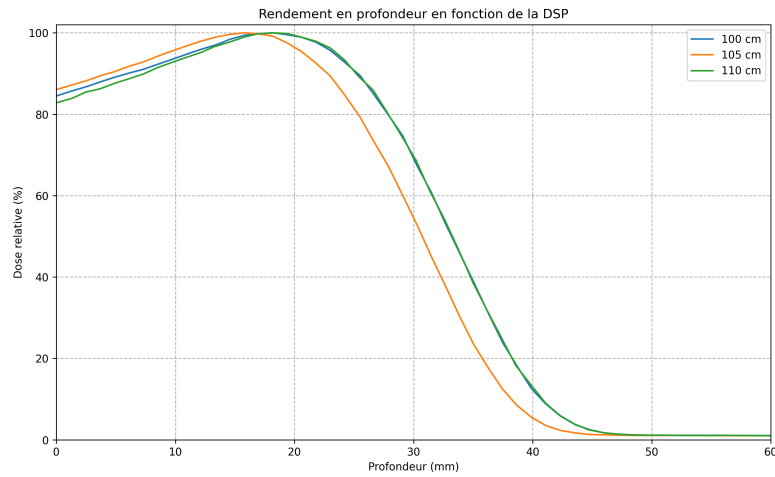


FIGURE 4 – Influence de la DSP sur le rendement en profondeur

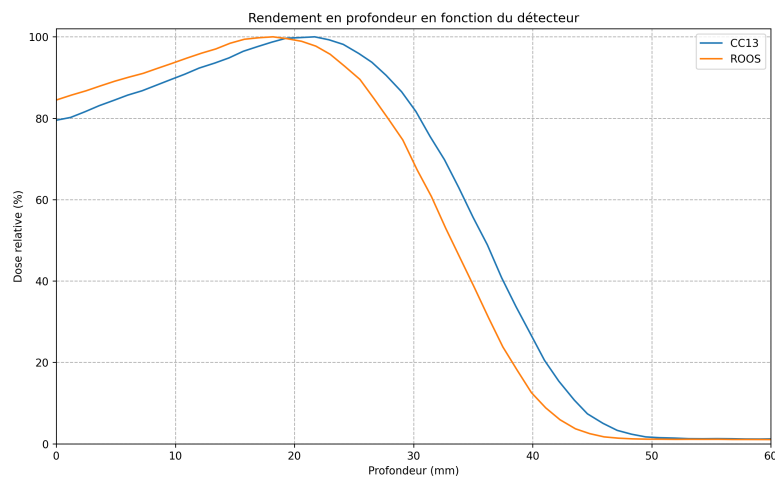


FIGURE 5 – Influence du détecteur sur le rendement en profondeur

3.1.3 Influence de la DSP

3.1.4 Influence du détecteur

3.2 Profils de dose

3.2.1 Influence de l'énergie

3.2.2 Influence de la taille de champ

3.2.3 Influence de la DSP

3.2.4 Influence du détecteur

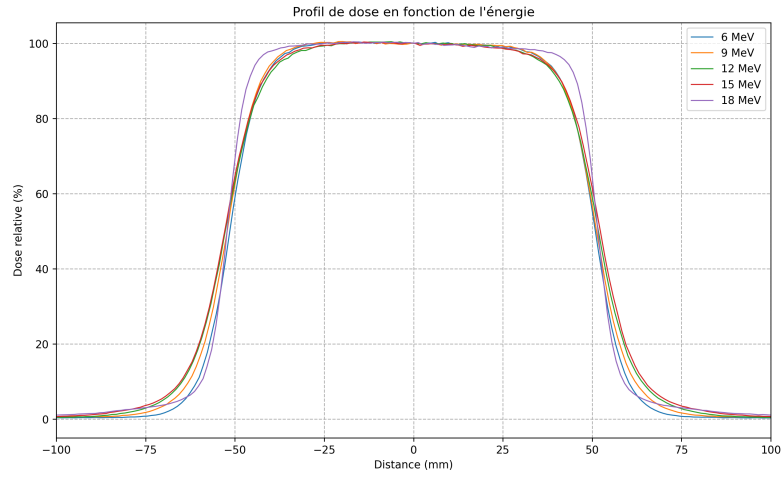


FIGURE 6 – Influence de l'énergie du faisceau d'électrons sur le profil de dose

3.3 Facteurs d'ouverture du collimateur

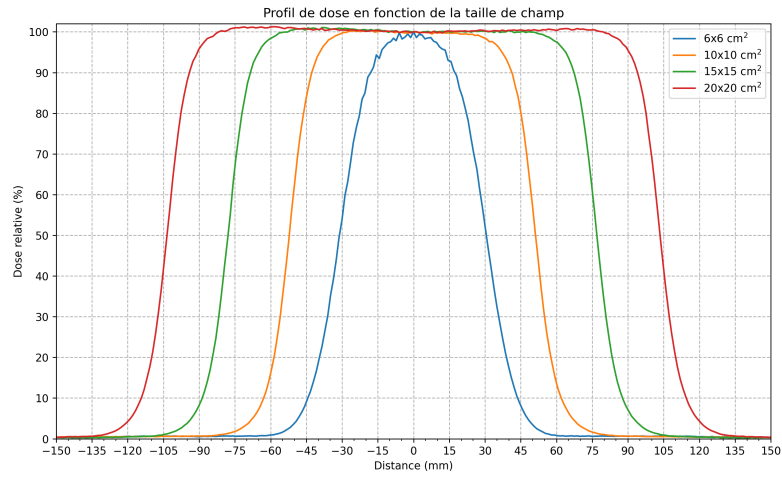


FIGURE 7 – Influence de la taille de champ du faisceau d'électrons sur le profil de dose

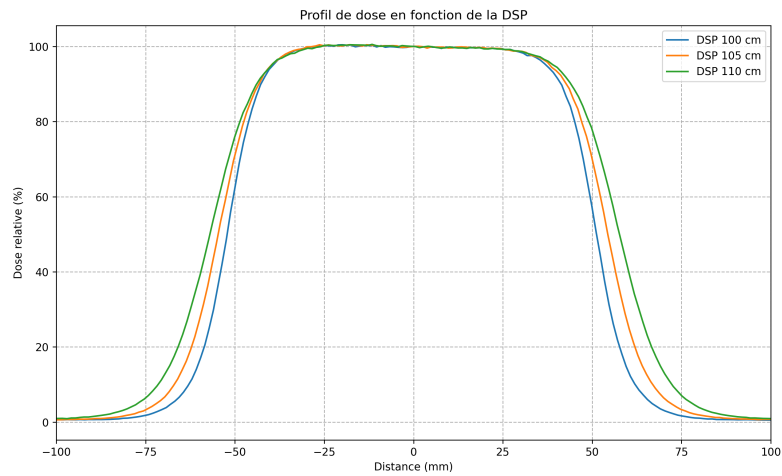


FIGURE 8 – Influence de la DSP sur le profil de dose

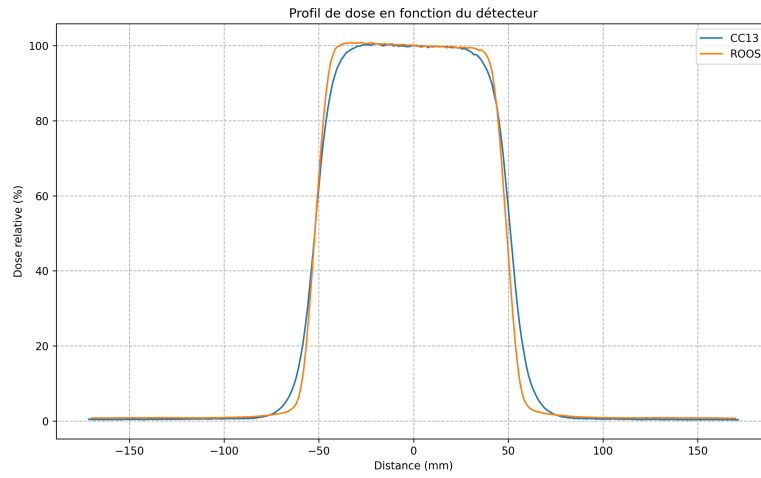


FIGURE 9 – Influence du détecteur sur le profil de dose

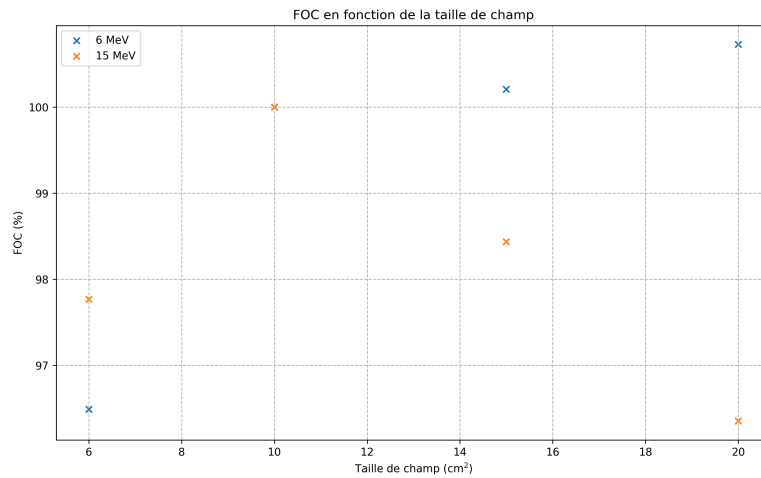


FIGURE 10 – Facteurs d'ouverture du collimateur

Références

- [1] *Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy*. Number 398 in Technical Reports Series. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Vienna, 2001.
- [2] Charlotte Robert. *Distribution de la dose absorbée dans un milieu : faisceau d'électrons de haute énergie*. Cours Master 2 Paris.