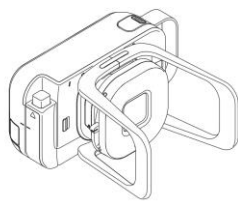


Évaluation des risques - Délimitation des zones Étude dosimétrique

Le 15 janvier 2024

Système mobile FUJIFILM - FDR Xair



Essais réalisés, à la demande de la société FUJIFILM HEALTHCARE, par la société :

Nom de l'établissement : Groupe BIOMEDIQA


Adresse : 99C rue Parmentier
59650 Villeneuve d'Ascq


Tél. : 03 28 55 51 18

Physicien Médical : Monsieur Fouad MAALOUL

Conseiller(s) en radioprotection : Monsieur Julien ROUX
Monsieur Alexandre RAMET

Référence du rapport : 20240111_ri_rp_er_dz+étudedosimétrique_FUJIFILM
FDR Xair.

| RÉDACTION | | | | |
|-----------|-------------------------------|----------------|------------|---|
| Version | Rédacteur / Fonction | Description | Date | Signature |
| 1 | M. Alexandre RAMET | Etude Initiale | 15/01/2024 |  |
| | Conseiller en radioprotection | | | |

| VALIDATION | | |
|------------|-------------|--|
| Fonction | CRP INTERNE | Physicien Médical |
| Nom | | Fouad MAALOUL |
| Date | | 07/02/2024 |
| Signature | | Fouad MAALOUL  Signature numérique de Fouad MAALOUL Date : 2024.02.20 11:56:14 +01'00' |

SOMMAIRE

| | |
|---|---------|
| I) INTRODUCTION | page 4 |
| 1/ Le contexte réglementaire | page 4 |
| 2/ Les différentes zones délimitées | page 4 |
| 3/ Méthodologie de calcul | page 6 |
| II) INFORMATIONS TECHNIQUES | page 7 |
| 1/ Inventaire | page 7 |
| 2/ Description du dispositif utilisé pour la définition de la zone d'opération | page 7 |
| 3/ Activité & charge de travail | page 8 |
| IV) MESURAGES | page 9 |
| 1/ Mobile de graphie | page 9 |
| A/ Mesures des doses dans les conditions maximales d'acquisition | page 9 |
| B/ Calcul de la limite de la zone d'opération | page 9 |
| C/ Analyse de l'irradiation autour de la source (avec le rayonnement diffusé) : | page 10 |
| D/ Analyse des doses reçues au centre du faisceau | page 11 |
| V) ANNEXES | page 12 |
| 1/ Matériel utilisé | page 12 |

I) INTRODUCTION

1/ Le contexte réglementaire

Cette étude est réalisée dans le cadre de l'évaluation des risques, conformément à l'article L. 4121-3 du CDT. Le chef d'établissement a sollicité les experts de BIOMEDIQA afin de réaliser la délimitation des zones radiologiques.

Pour rappel, l'évaluation des risques radiologiques se compose de plusieurs études :

- 1 - L'évaluation de l'exposition aux postes de travail
- 2 - La délimitation des zones
- 3 - Les plans de délimitation des zones
- 4 - Les consignes d'accès en zones délimitées

Dans ce présent rapport, nous réaliserons les points 2, 3 et 4 de l'évaluation des risques.

Nous étudierons à quelles zones règlementées sont susceptibles d'être confronté les travailleurs exposés :

- 1 - Zones surveillées, contrôlées
- 2 - Zone d'extrémités
- 3 - Zone radon

2/ Les différentes zones délimitées

Zones surveillée et contrôlées - Code du travail : article R.4451 - 23/24

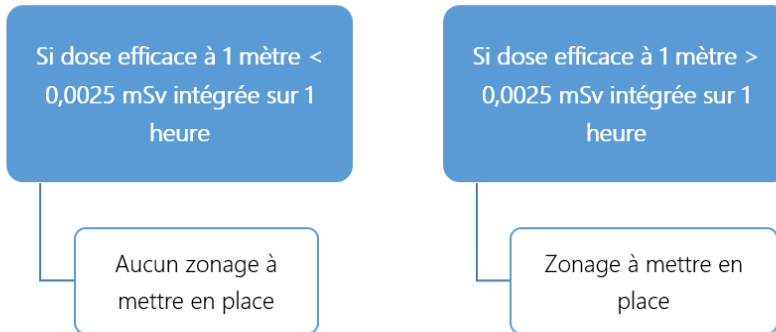
| | | | | | |
|---|--|--|---|--|---|
| Zone non délimitée $< 0,08 \text{ mSv}$ (1 mois) | Zone surveillée $< 1,25 \text{ mSv}$ (sur 1 mois) | Zone contrôlée verte $< 4 \text{ mSv}$ (sur 1 mois) | Zone contrôlée jaune $< 2 \text{ mSv}$ (sur 1 heure) | Zone contrôlée orange $< 100 \text{ mSv}$ (sur 1 heure) | Zone contrôlée rouge $> 100 \text{ mSv}$ (sur 1 heure) |
|---|--|--|---|--|---|

Zone d'extrémités - Code du travail : article R.4451 - 23/24

L'employeur délimite une zone d'extrémités lorsque les zones surveillée et contrôlées (ci-dessus) ne permettent pas de maîtriser l'exposition des extrémités et de garantir le respect des valeurs limites d'exposition professionnelle prévues aux articles R. 4451-6 et R. 4451-8 ($> 500 \text{ mSv}$).

| | |
|--|---|
| Zone non délimitée $< 4 \text{ mSv}$ (1 mois) | Zone d'extrémités $> 4 \text{ mSv}$ (1 mois) |
|--|---|

Code du travail : article R.4451 - 27/28 - Installations radiologiques mobiles



| | |
|--|--|
| Zone non délimitée < 0,025 mSv (1 heure) | Zone d'opération > 0,025 mSv (1 heure) |
|--|--|

3/ Méthodologie de calcul

Charge de la mesure :

Les paramètres d'acquisitions retenus pour réaliser les mesurages sont déterminés après analyse de constantes d'examens délivrés sur des patients ayant un IMC élevés.

$$W_{\text{mesure}} = \text{mAs mesure} / 60$$

Charge de travail par heure :

L'estimation de la charge de travail maximale horaire est estimée en estimant le nombre maximal d'examen pouvant être réalisé en 1 heure.

$$W_{\text{heure}} = \text{mAs max examen} \times \text{Nbr max d'examen en 1 heure} / 60$$

Charge de travail par mois :

L'estimation de la charge de travail radiologique maximale mensuelle est estimée après analyse de l'activité réalisé sur un dans les conditions maximales représentative de l'activité.

$$W_{\text{mois}} = \text{mAs max} \sum \text{examens sur 1 mois} / 60$$

Charge de travail par an :

L'estimation de la charge de travail radiologique maximale annuelle est estimée en multipliant la charge de travail mensuelle par 12.

$$W_{\text{annuel}} = W_{\text{mois}} \times 12$$

Dose maximale sur une heure :

Le calcul de la dose maximale sur une heure de travail à un mètre du milieu diffusant en μSv se fait en réalisant un produit en croix entre la dose de la mesure et la charge de travail maximale en 1 heure.

$$D_{\text{heure}} = W_{\text{heure}} \times D_{\text{mesure}} / W_{\text{mesure}}$$

Dose maximale sur un mois :

Le calcul de la dose maximale sur un mois de travail à un mètre du milieu diffusant en μSv se fait en réalisant un produit en croix entre la dose de la mesure et la charge de travail maximale en 1 mois.

$$D_{\text{mois}} = W_{\text{mois}} \times D_{\text{mesure}} / W_{\text{mesure}}$$

Calcul des limites des zones délimitées :

| | |
|--|---|
| Limite de zone surveillée (mètres) : | Limite ZS = $\sqrt{(D_{1\text{mois}} / 80)}$ |
| Limite de zone contrôlée verte (mètres) : | Limite ZCV = $\sqrt{(D_{1\text{mois}} / 1250)}$ |
| Limite de zone contrôlée jaune (mètres) : | Limite ZCJ = $\sqrt{(D_{1\text{mois}} / 4000)}$ |
| Limite de zone contrôlée orange (mètres) : | Limite ZCO = $\sqrt{(D_{1\text{h}} / 2000)}$ |
| Limite de zone interdite rouge (mètres) : | Limite ZIR = $\sqrt{(D_{1\text{h}} / 100000)}$ |

Zones non délimitées des locaux attenants : $D_{\text{mois}} < 80 \mu\text{Sv}$

II) INFORMATIONS TECHNIQUES

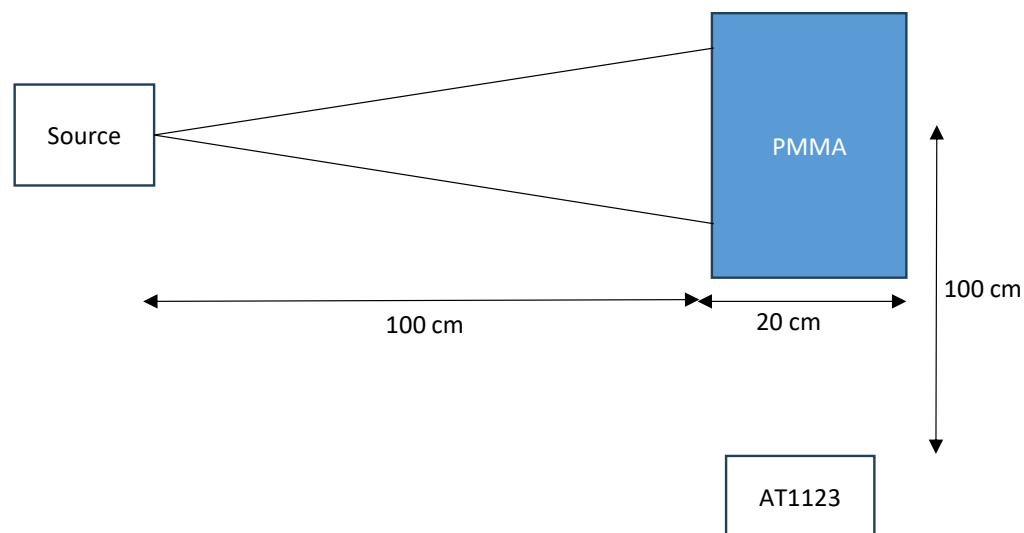
1/ Inventaire

Ci-dessous les informations concernant l'équipement concerné par cette étude :

| N° système | Type d'équipement | Marque | Modèle | N° série générateur | Mise en service | Localisation |
|------------|------------------------|----------|----------|---------------------|-----------------|--------------|
| - | Mobile de radiographie | FUJIFILM | FDR Xair | XDRH-6240 | 02/07/2022 | Mobile |

2/ Description du dispositif utilisé pour la définition de la zone d'opération

Conditions d'irradiation : 90kV ; 1mAs ; Taille de champs 36cm x 43cm



3/ Activité & charge de travail

A/ Mobile de graphie

| Procédure d'examen | Condition de réalisation | Tension | Charge | Nombre de cliché | Nombre d'examen/mois | Total (mA.min/mois) |
|--------------------|--------------------------|---------|--------|------------------|----------------------|---------------------|
| Thorax | - | 90 kV | 1 mAs | 1 | 100 | 1,7 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

| | | | |
|------------------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------|
| Charge de travail mensuelle totale | 1,7 mA.min/mois | Charge de travail annuelle totale | 20,0 mA.min/an |
|------------------------------------|-----------------|-----------------------------------|----------------|

IV) MESURAGES

1/ Mobile de graphie

| | |
|---|---------|
| Procédure d'examen retenue comme la plus irradiante : | Thorax |
| Nombre maximal d'examen en 1 heure : | 1 actes |

A/ Mesures des doses dans les conditions maximales d'acquisition

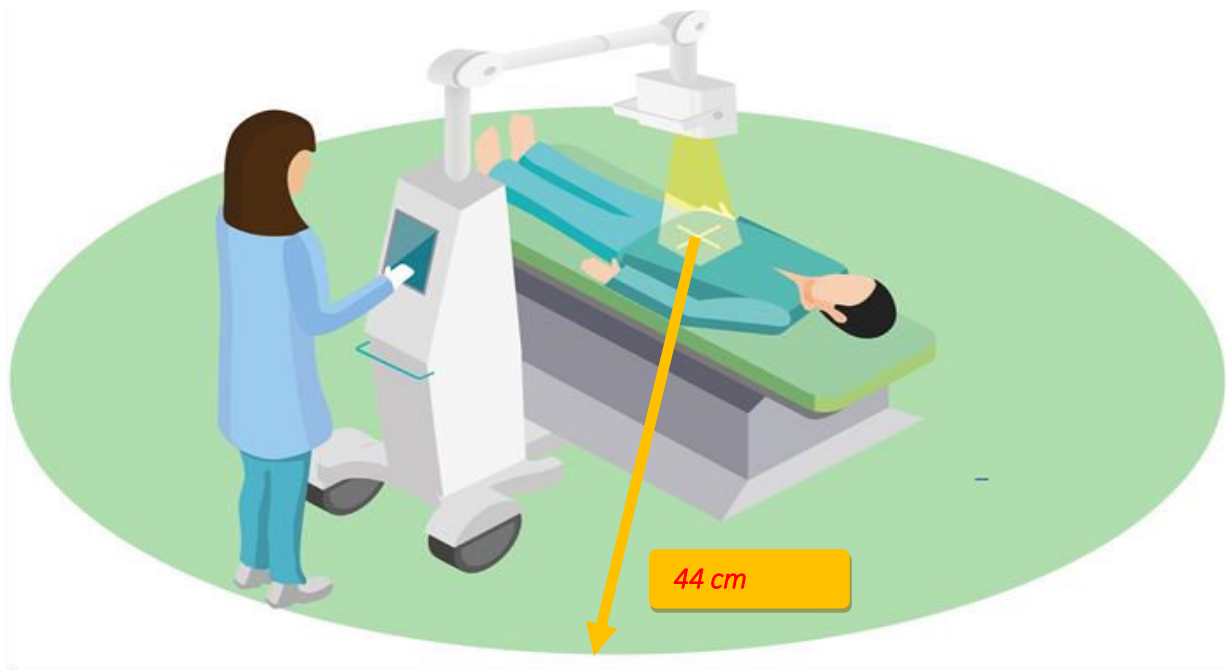
Les paramètres d'acquisitions maximaux ont été déterminés après analyse des constantes d'examens réalisés sur des patients ayant un IMC élevé.

| Tension | Charge | Nombre de cliché |
|---------|----------|------------------|
| 90 kV | 1,00 mAs | 1 |

| | Point 1 |
|-------------------------------|---------------|
| Doses mesurées à 1,0m : | 0,48 μ Sv |
| Doses pour 1 examen à 1,0m : | 0,48 μ Sv |
| Doses max. par heure à 1,0m : | 0,48 μ Sv |

B/ Calcul de la limite de la zone d'opération

Limite de la zone d'opération à 0,44 m

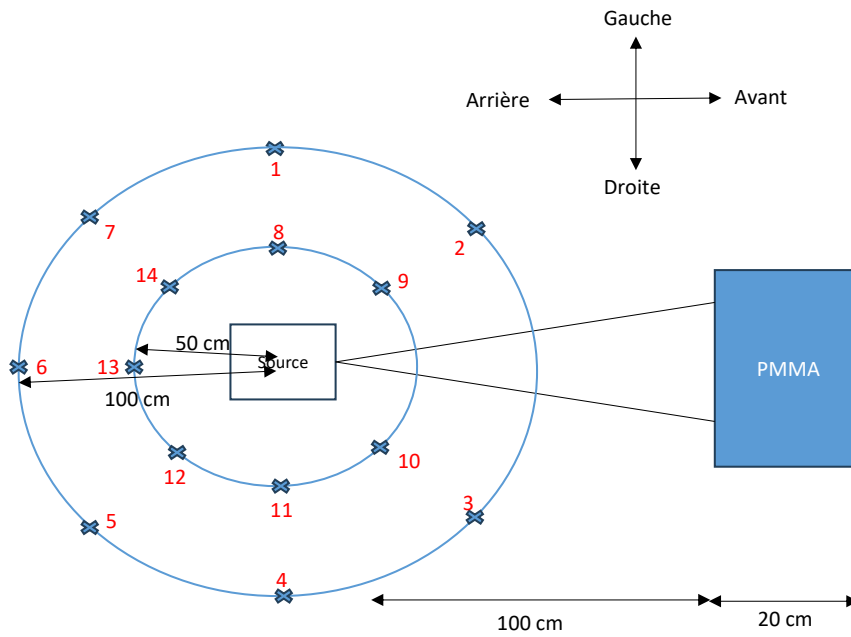


C/ Analyse de l'irradiation autour de la source (avec le rayonnement diffusé) :

Rappel des paramètres d'irradiation :

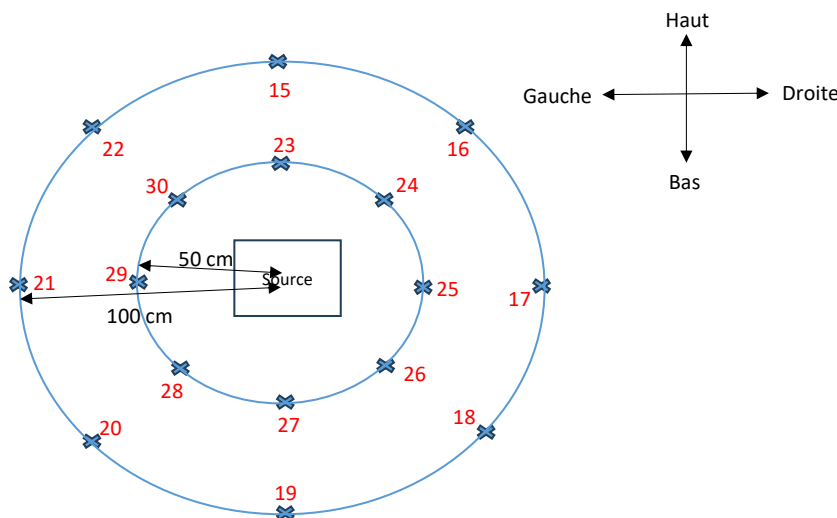
| Tension | Charge | Nombre de cliché | Taille de champ |
|---------|----------|------------------|-----------------|
| 90 kV | 1,00 mAs | 1 | 36cm x 43cm |

Description du dispositif et récapitulatif des résultats (vue du dessus) :



| Vue du dessus | |
|-----------------|-----------|
| Point de mesure | Résultats |
| 1 | 0,44 µSv |
| 2 | 0,97 µSv |
| 3 | 0,97 µSv |
| 4 | 0,50 µSv |
| 5 | 0,30 µSv |
| 6 | 0,04 µSv |
| 7 | 0,30 µSv |
| 8 | 0,95 µSv |
| 9 | 1,80 µSv |
| 10 | 1,80 µSv |
| 11 | 1,04 µSv |
| 12 | 0,60 µSv |
| 13 | 0,04 µSv |
| 14 | 0,58 µSv |

Description du dispositif et récapitulatif des résultats (vue de profil) :

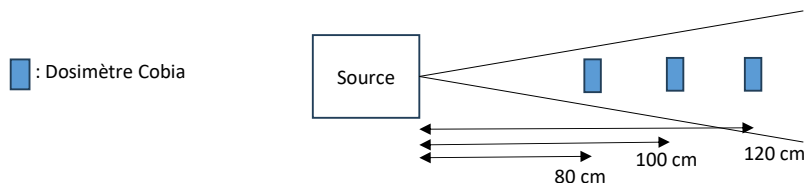


| Vue de profil | |
|-----------------|-----------|
| Point de mesure | Résultats |
| 15 | 0,51 µSv |
| 16 | 0,54 µSv |
| 17 | 0,50 µSv |
| 18 | 0,54 µSv |
| 19 | 0,51 µSv |
| 20 | 0,46 µSv |
| 21 | 0,44 µSv |
| 22 | 0,46 µSv |
| 23 | 0,88 µSv |
| 24 | 1,20 µSv |
| 25 | 1,04 µSv |
| 26 | 1,20 µSv |
| 27 | 0,88 µSv |
| 28 | 0,98 µSv |
| 29 | 0,95 µSv |
| 30 | 0,98 µSv |

D/ Analyse des doses reçues au centre du faisceau

Description du dispositif :

Conditions d'irradiation : voir chaque tableau récapitulatif des résultats



Rapport dose mesurée/dose affichée : 95%

Voici le récapitulatif des résultats avec le détecteur situé à 100cm du tube :

| Taille de champ : 36cm x 43cm | | | | |
|-------------------------------|-----|---------------------|--------------------|---|
| kV | mAS | Dose affichée (μGy) | Dose mesurée (μGy) | PDS (μGy.cm ²) (Dose mesurée) |
| 50 | 0,5 | 9,7 | 8,8 | 13578 |
| 50 | 2,5 | 48,7 | 46,3 | 71657 |
| 70 | 0,5 | 22,8 | 20,7 | 32059 |
| 70 | 2,5 | 114 | 105,6 | 163469 |
| 90 | 0,5 | 35,9 | 34,2 | 52864 |
| 90 | 2,5 | 179 | 172,9 | 267649 |

| Taille de champ : 20cm x 20cm | | | | |
|-------------------------------|-----|---------------------|--------------------|---|
| kV | mAS | Dose affichée (μGy) | Dose mesurée (μGy) | PDS (μGy.cm ²) (Dose mesurée) |
| 50 | 0,5 | 9,7 | 8,5 | 3392 |
| 50 | 2,5 | 48,7 | 44,7 | 17899 |
| 70 | 0,5 | 22,8 | 20,0 | 8008 |
| 70 | 2,5 | 114 | 102,1 | 40834 |
| 90 | 0,5 | 35,9 | 33,0 | 13205 |
| 90 | 2,5 | 179 | 167,1 | 66857 |

| Taille de champ : 10cm x 10cm | | | | |
|-------------------------------|-----|---------------------|--------------------|---|
| kV | mAS | Dose affichée (μGy) | Dose mesurée (μGy) | PDS (μGy.cm ²) (Dose mesurée) |
| 50 | 0,5 | 9,7 | 8,1 | 812 |
| 50 | 2,5 | 48,7 | 42,6 | 4259 |
| 70 | 0,5 | 22,8 | 19,4 | 1937 |
| 70 | 2,5 | 114 | 98,0 | 9796 |
| 90 | 0,5 | 35,9 | 31,8 | 3179 |
| 90 | 2,5 | 179 | 161,9 | 16190 |

Voici le récapitulatif des résultats avec le détecteur situé à 80cm du tube :

| Taille de champ : 36cm x 43cm | | | | |
|-------------------------------|-----|---------------------|--------------------|---|
| kV | mAS | Dose affichée (μGy) | Dose mesurée (μGy) | PDS (μGy.cm ²) (Dose mesurée) |
| 50 | 0,5 | 9,7 | 13,9 | 13761 |
| 50 | 2,5 | 48,7 | 71,6 | 70982 |
| 70 | 0,5 | 22,8 | 32,3 | 32018 |
| 70 | 2,5 | 114 | 165,1 | 163519 |
| 90 | 0,5 | 35,9 | 53,4 | 52947 |
| 90 | 2,5 | 179 | 270,9 | 268366 |

| Taille de champ : 20cm x 20cm | | | | |
|-------------------------------|-----|---------------------|--------------------|---|
| kV | mAS | Dose affichée (μGy) | Dose mesurée (μGy) | PDS (μGy.cm ²) (Dose mesurée) |
| 50 | 0,5 | 9,7 | 13,7 | 3494 |
| 50 | 2,5 | 48,7 | 70,4 | 18025 |
| 70 | 0,5 | 22,8 | 31,8 | 8131 |
| 70 | 2,5 | 114 | 162,2 | 41523 |
| 90 | 0,5 | 35,9 | 52,5 | 13445 |
| 90 | 2,5 | 179 | 266,2 | 68147 |

| Taille de champ : 10cm x 10cm | | | | |
|-------------------------------|-----|---------------------|--------------------|---|
| kV | mAS | Dose affichée (μGy) | Dose mesurée (μGy) | PDS (μGy.cm ²) (Dose mesurée) |
| 50 | 0,5 | 9,7 | 12,9 | 826 |
| 50 | 2,5 | 48,7 | 74,5 | 4768 |
| 70 | 0,5 | 22,8 | 33,6 | 2151 |
| 70 | 2,5 | 114 | 171,6 | 10984 |
| 90 | 0,5 | 35,9 | 55,6 | 3557 |
| 90 | 2,5 | 179 | 281,7 | 18027 |

Voici le récapitulatif des résultats avec le détecteur situé à 120cm du tube :

| Taille de champ : 36cm x 43cm | | | | |
|-------------------------------|-----|---------------------|--------------------|---|
| kV | mAS | Dose affichée (μGy) | Dose mesurée (μGy) | PDS (μGy.cm ²) (Dose mesurée) |
| 50 | 0,5 | 9,7 | 6,4 | 14157 |
| 50 | 2,5 | 48,7 | 32,3 | 71989 |
| 70 | 0,5 | 22,8 | 14,5 | 32420 |
| 70 | 2,5 | 114 | 74,0 | 164892 |
| 90 | 0,5 | 35,9 | 24,1 | 53610 |
| 90 | 2,5 | 179 | 122,5 | 273016 |

| Taille de champ : 20cm x 20cm | | | | |
|-------------------------------|-----|---------------------|--------------------|---|
| kV | mAS | Dose affichée (μGy) | Dose mesurée (μGy) | PDS (μGy.cm ²) (Dose mesurée) |
| 50 | 0,5 | 9,7 | 6,1 | 3537 |
| 50 | 2,5 | 48,7 | 31,2 | 17983 |
| 70 | 0,5 | 22,8 | 14,1 | 8099 |
| 70 | 2,5 | 114 | 71,5 | 41190 |
| 90 | 0,5 | 35,9 | 23,3 | 13392 |
| 90 | 2,5 | 179 | 118,4 | 68198 |

| Taille de champ : 10cm x 10cm | | | | |
|-------------------------------|-----|---------------------|--------------------|---|
| kV | mAS | Dose affichée (μGy) | Dose mesurée (μGy) | PDS (μGy.cm ²) (Dose mesurée) |
| 50 | 0,5 | 9,7 | 5,9 | 847 |
| 50 | 2,5 | 48,7 | 29,9 | 4307 |
| 70 | 0,5 | 22,8 | 13,5 | 1940 |
| 70 | 2,5 | 114 | 68,5 | 9866 |
| 90 | 0,5 | 35,9 | 22,3 | 3208 |
| 90 | 2,5 | 179 | 113,4 | 16336 |

V) ANNEXES

1/ Matériel utilisé

Diffuseur 1

PMMA : 30 cm x 30 cm x 20 cm

| | Marque | Modèle | S/N | Prochain étalonnage |
|------------|--------|--------|--------------|---------------------|
| Radiamètre | APVL | AT1123 | 54945 | oct-24 |
| Dosimètre | RTI | Cobia | CB5-23080040 | juin-24 |

