# Systèmes de sécurite

## Présence du faisceau *(5.1.1)*

But : vérifier que les indicateurs relatifs à la présence du faisceau au poste de commande ainsi que la signalisation lumineuse au-dessus de la porte d'accès et dans la salle de traitement fonctionnent correctement.

Fréquence : quotidienne.

Les voyants doivent être verts lorsque l’accélérateur est sous tension et sont rouges lorsque le faisceau fonctionne.

## Arrêts d’urgence *(5.1.2)*

Fréquence : mensuelle.

Machine éteinte, arrêt d’urgence enclenché, il doit être impossible de redémarrer la machine. Les arrêts d’urgence sont numérotés, un arrêt est contrôlé tous les mois par le technicien biomédical. Deux fois par an, tous les arrêts d’urgence sont contrôlés par Varian en présence du technicien biomédical.

## Applicateurs d’électrons *(5.1.5)*

Fréquence : mensuelle.

Aucune désinsertion ne doit être possible ou aucune déformation ne doit être visible.

# Caractéristiques mecaniques de l’accelerateur

## Correspondance axe mécanique du collimateur – axe du faisceau lumineux *(5.2.1)*

But : vérifier que l'axe mécanique du collimateur principal coïncide bien avec l'axe du faisceau lumineux.

Fréquence : mensuelle.

Se mettre à DSP 100 cm et le bras à 0°. Scotcher une feuille blanche sur la table et tracer la projection des axes du croisillon à collimateur 0°, 90° et 270° (important d’être précis 🡪 plus facile pour évaluer le décalage). Tracer également l’orientation de la feuille, la DSP + rotation du colli. Refaire le test à DSP 140 cm.

Relier les marques entre elles, celles-ci doivent être contenues dans un cercle ≤ 2 mm.

Si le résultat est en dehors des tolérances, contacter un physicien.

## Contrôle du système optique – alignement du champ lumineux *(supplémentaire)*

Le **miroir** est dépendant du collimateur.

But : Vérifier que la projection ne se déforme pas lorsqu’on tourne le collimateur.

On prend un objet indépendant pour contrôler le miroir qu’on place au plus près de la tête de l’accélérateur, ce qui explique pourquoi on monte la table au maximum et on utilise un bloc de PMMA.

Fréquence : mensuelle.

Mettre le bras à 0° et la taille de champ maximale. Monter la table au maximum et placer un bloc de PMMA debout en bout de table. Scotcher un réglet de 20 cm au centre du bloc (afin qu’il soit au centre du champ) et un réglet de 30 cm au bord (afin qu’il soit dans un des coins du champ). Placer une feuille au sol sur le socle de la table. Tracer l’orientation de la feuille. Mettre le collimateur à 0° et tracer les projections des deux réglets. Tracer ensuite les projections pour le collimateur à 90° et 270°. Les décalages doivent être ≤ 1.5 mm (acceptance Varian).

Table

Feuille au sol

## Détermination de la position de l’isocentre *(5.2.3)*

But : Vérifier la position de l’isocentre à chaque angulation de bras.

Fréquence : mensuelle.

Placer l’OBI en position P2 (position fréquente pendant le traitement, augmente la contrainte sur le bras) ou P3 (10 cm de plus pour passer) et le bras à 0° (à l’aide du niveau à bulle). Placer la tige sur la table et la pré-aligner en hauteur à l’aide des lasers (important car on ne sait pas si la table descend droit ou pas). Aligner la pointe sur la projection du croisillon au sol. Mettre le bras à 270° avec le niveau à bulle. Ajuster la hauteur de table pour que la pointe soit alignée sur la projection du croisillon. Noter le décalage. Refaire la mesure avec le bras à 180° et 90°. Le diamètre de l’enveloppe des variations de position de l’isocentre en fonction de la rotation du bras doit être ≤ 2 mm.

La référence est le bras à 0°. Pour le bras à 180°, noter le décalage en T/P et D/G. Pour le bras à 90° et 270°, noter le décalage en T/P.

Lorsque le bras est à 270°, noter le décalage en vertical par rapport au bras à 90° (on a aligné la pointe en hauteur à 90° et on regarde à 270° s’il y a un décalage).

Si le résultat est en dehors des tolérances, contacter un physicien.

## Télémètre *(5.2.4)*

But : Vérifier que la distance indiquée par le télémètre correspond à la distance réelle à l'isocentre.

Fréquence : mensuelle.

Mettre le bras à 0° et la DSP à 100 cm. Aligner le trait de la feuille blanche sur la projection du croisillon. Tourner la table à ± 60° et régler la hauteur de la table pour ajuster. Relever la valeur numérique du « vertical » sur l’écran. Se mettre à DSP 100 cm avec le télémètre et noter le décalage obtenu.

Pour la DSP 80 cm, poser le bloc de PMMA verticalement sur la table. Se placer à DSP 100 cm sur le dessus de la plaque. Scotcher un réglet (le 20 cm sur le laser vert en haut) et monter la table de 20 cm en s’aidant du réglet et du laser. Noter la DSP lue.

Pour la DSP 120 cm, mettre la table à DSP 100 cm. (Poser le bloc de PMMA verticalement sur la table. Scotcher un réglet et descendre la table de 20 cm en s’aidant du réglet et du laser). On peut également tenir un réglet et descendre de 20 cm. Noter la DSP lue.

L'écart entre la distance indiquée par le télémètre et la distance réelle mesurée à l'isocentre ne doit pas dépasser deux fois celui mesuré lors du contrôle de qualité interne initial. Ici, ± 1.5 mm pour la DSP 100 cm et ± 5 mm pour DSP 80 et 120 cm.

Si le résultat est en dehors des tolérances, contacter un physicien.

## Orthogonalité et symétrie des éléments des collimateurs *(5.2.5)*

But : vérifier que les mâchoires soient bien orthogonales entre elles.

Fréquence : mensuelle (bras 0°), semestrielle (bras 90° et 270°).

Mettre le bras et le collimateur à 0°. Mettre la taille de champ 30 cm x 30 cm et rétracter le MLC. Mettre à DSP 100 cm et placer une feuille de papier millimétrée sur la table. Noter l’écart angulaire maximal observé entre deux mâchoires formant un angle de 90°. Elles doivent former un angle de 90° ± 1°.

En semestriel, le contrôle est réalisé à 90° et 270°.

Si le résultat est en dehors des tolérances, contacter un physicien.

## Affichage des dimensions de champ d’irradiation *(5.2.6)*

But : vérifier, pour différentes tailles de champ, la correspondance entre les distances affichées et mesurées pour les quatre mâchoires X1, X2, Y1 et Y2.

Fréquence : mensuelle et semestrielle en angulation.

Mettre le bras et le collimateur à 0°. Mettre la table à DSP 100 cm et placer une feuille de papier millimétrée dessus. Charger les différents champs et noter les décalages entre la valeur théorique et la valeur lue. Evaluer les tailles de champ en ouverture et en fermeture. Pour chaque mâchoire, l’écart doit être ± 1 mm.

En semestriel, le contrôle est réalisé à 90° et 270°. Disposer verticalement le bloc de PMMA sur la table. Aligner sa surface à l’isocentre à l’aide du laser sagittal. Aligner la feuille de papier millimétrée sur la projection du croisillon.

## Exactitude et répétabilité du positionnement des lames *(5.2.7)*

But :

Fréquence : mensuelle (MLC) et semestrielle (MLC et portal).

Mettre le bras et le collimateur à 0° et la taille de champ maximale. Mettre la table à DSP 100 cm. Aligner la feuille de papier millimétrée sur la projection du croisillon. Sur « MLC Millenium », ouvrir « Stat ML 120 » et programmer les champs de fermeture des bancs de lame A et B. Noter le décalage maximal des lames observé par rapport à la ligne radiale du croisillon. La position réelle de chaque lame doit être ± 1 mm par rapport à la position prescrite. Selon le mois pair ou impair, effectuer également la mesure à une angulation de 90° ou 270°.

## Echelles angulaires du bras et du collimateur *(5.2.8)*

But : vérifier que les valeurs affichées par l'accélérateur concernant les rotations du bras et du collimateur correspondent aux valeurs réelles.

Fréquence : mensuelle.

Placer le niveau à bulle magnétique à la base du collimateur, ajuster la position du bras pour se placer à 0°. Vérifier l’affichage digital affiché sur l'accélérateur et le noter. Noter également la valeur de l’affichage mécanique. Refaire ce test pour les rotations de bras : 90°, 180° et 270° (faire le bras à 0°, 180°, 270° et finir par le 90° pour évaluer le collimateur).

Pour le collimateur, mettre le niveau à bulle de niveau (avec une feuille de papier). Monter la table pour placer le niveau en-dessous de la projection du croisillon sur le mur. Mettre le collimateur parallèle au niveau à bulle. Relever la valeur de l’affichage digital et mécanique.

La tolérance sur les valeurs de l’angle affichée est de ± 1°.

Si le résultat est hors tolérance, contacter un physicien et l’équipe biomédicale.

## Répétabilité *(supplémentaire)*

But :

Fréquence : mensuelle.

Mettre le bras et le collimateur à 0° et la table à DSP 100 cm. Mettre la taille de champ maximale. Aligner la feuille de papier millimétrée sur la projection du croisillon et la scotcher. Sur « MLC Millenium », ouvrir « Stat ML 120 » et programmer le champ « Repetability ». Programmer d’autres champs et revenir sur le champ « Repetability ». Les lames doivent retrouver la même position que lors de la première programmation.

## Contrôle du MLC en mode modulation d’intensité : DLS – X6 *(supplémentaire)*

But : Evaluer la dose entre lames lorsqu’elles sont fermées, celles-ci ayant un bout arrondi.

Fréquence : mensuelle.

Mettre le bras et le collimateur à 0°. Mettre un champ 10 cm x 10 cm avec les mâchoires et charger le fichier champ MLC du fichier DLS sur « MLC millenium ». Placer le bloc de PMMA + plaque IMRT + 0.8 cm de plaques RW3 (X6). Placer la chambre IMRT dans la plaque et mettre une tension de 400V. Se placer à DSP sur la dernière plaque. Irradier de 200 UM avec les mâchoires fermées. Relever la valeur de charge lue sur l’électromètre. Irradier avec des gaps de 0,5 à 20 mm.

L’écart entre la valeur mesurée de DLS et celle mesurée à la recette doit être de ± 0,2 mm.

## Etoile pour rotation du bras : SPOKE SHOT *(supplémentaire)*

But :

Fréquence : semestrielle.

Mettre les mâchoires X à 0,6 cm et Y à 40 cm. Ouvrir le champ MLC Spoke Shot dans MLC Millenium. Placer un film dans l’objet « Spoke shot » et le positionner verticalement sur la table. A l’aide des lasers verts, aligner le centre du film à l’isocentre. Irradier le film de 900 UM pour chaque angulation de bras : 0°, 45°, 90° et 315°. La tolérance est de 2 mm.

# caracteristiques du faisceau en mode statique

## Transmission et fuite interlames *(5.3.4)*

But : Evaluer la quantité de rayonnement transmis à travers et entre les lames.

Fréquence : mensuelle et semestrielle.

Faire l’acquisition de la plaque de billes et du pointeur WL et les analyser avec Artiscan.

## Correspondance entre le faisceau lumineux et le faisceau de rayonnement *(5.3.1)*

But :

Fréquence : mensuelle et semestrielle en angulation.

Mettre le bras et le collimateur à 0°. Mettre les mâchoires avec un champ 10 cm x 10 cm et rétracter le MLC. Scotcher un film RTQA sur le bloc de PMMA et mettre à DSP 100 cm sur le film. Dessiner les bords du champ lumineux sur le film. Mettre des plaques de RW3 (1.5 cm pour le X6 et 3 cm pour le X23 : profondeur du maximum de dose). Irradier de 400 UM.

Evaluer également avec le MLC : mettre les mâchoires à 11 cm x 11 cm et le MLC à 10 cm x 10 cm.

En semestriel, le contrôle est réalisé à 90° et 270°. Disposer verticalement le bloc de PMMA sur la table. Aligner sa surface à l’isocentre à l’aide du laser sagittal. Scotcher le film sur le bloc et rajouter des plaques de RW3 (1,5 cm en X6 et 3 cm en X23).

L’écart entre le faisceau lumineux et de rayonnement doit être ≤ 2 mm.

# dispositifs de centrage et d’aide au positionnement

## Vérification des lasers *(5.8)*

But : vérifier la coïncidence entre l'intersection des trois nappes de lasers orthogonaux situés dans la salle de traitement avec l'isocentre de l'accélérateur et l’alignement des lasers pour des points situés à +/-20cm de cet isocentre.

Fréquence : mensuelle.

Contrôle des lasers verts : pour le contrôles des lasers droite/gauche, mettre le bras à 90° ou 270° selon le mois pair ou impair et le collimateur à 0° avec le niveau à bulle. Allumer les lasers et prendre une feuille de papier blanche pour contrôler l’alignement horizontal et vertical du laser par rapport au croisillon à ± 20 cm de l’isocentre. Noter le décalage maximal observé, celui-ci doit être ≤ 1 mm.

Contrôle des lasers rouges : Mettre le bras à 0° à l’aide du niveau à bulle et poser un bloc de PMMA verticalement sur la table dans le plan de l’isocentre. A l’aide d’un réglet, vérifier le parallélisme et mesurer la distance entre le laser rouge et vert. Noter le décalage par rapport à la distance attendue de 20 cm sous l’isocentre. La tolérance est de 20 cm ± 0.1 cm.

## Superposition des lasers *(5.8)*

But :

Fréquence : mensuelle.

Test à réaliser pour les lasers verts et rouges : Mettre le bras à 0° avec le niveau à bulle. A l’aide d’une feuille blanche, dans le plan de l’isocentre et à ± 20 cm, vérifier que les lasers gauche et droite se superposent bien dans les deux directions. Noter l’écart maximal observé, celui-ci doit être ≤ 2 mm.

# Table de traitement

## Déplacement vertical *(5.7.1)*

But :

Fréquence : semestrielle.

Mettre le bras, le collimateur et la table à 0°. Enlever toutes les charges de la table. Scotcher une feuille blanche sur la table et tracer la projection du croisillon pour trois hauteurs de table : DSP 100 cm, 120 cm et 140 cm. Mesurer les décalages en T/P et D/G de la projection du croisillon par rapport au tracé de la DSP 100 cm. Le décalage ne doit pas excéder ± 2 mm.

## Rotation isocentrique de la table *(5.7.2)*

But :

Fréquence : semestrielle.

Mettre le bras, le collimateur et la table à 0°. Enlever toutes les charges de la table. Scotcher une feuille blanche sur la table et tracer la projection du croisillon. Déplacer le socle de la table à 90° et tracer la projection du croisillon. Répéter cette étape pour le socle de table à 270°. Mesurer le diamètre du cercle décrit par les tracés, celui-ci doit être ≤ 2 mm.

## Rigidité de la table et horizontalité du plateau *(5.7.3)*

But :

Fréquence : semestrielle.

Mettre le bras, le collimateur et la table à 0°. Mettre une charge de 50 kg à l’extrémité de la table côté statif. Choisir une position verticale de la table sous l’isocentre (entre 1 et 19 cm pour un réglet de 20 cm). Positionner un réglet verticalement sur la table et noter la valeur affichée par le laser sur le réglet au niveau de l’isocentre et à ± 20 cm de l’isocentre dans le sens longitudinal. Faire un contrôle en butée minimale et maximale dans le sens longitudinal. Refaire le même test dans le sens transversal. L’écart entre les hauteurs du plateau de table ne doit pas excéder 5 mm.

## Echelle de position de la table de traitement : échelles linéaires *(5.7.4)*

But :

Fréquence : semestrielle.

Mettre le bras, le collimateur et la table à 0°. Mettre une charge de 50 kg à l’extrémité de la table côté statif. Scotcher une feuille de papier millimétrée sur la table à DSP 100 cm et l’aligner sur la projection du croisillon. Déplacer la table de 20 cm dans le sens longitudinal/transversal à l’aide du papier millimétré et de la projection du croisillon. Noter les valeurs digitales en début et fin de déplacement.

Pour le déplacement vertical, monter ou descendre la table de 20 cm en s’aidant du réglet. Noter également les valeurs digitales en début et fin de déplacement. La tolérance pour le déplacement est de 20 cm ± 2,5 mm.

## Echelle de position de la table de traitement : échelles circulaires *(5.7.4)*

But :

Fréquence : semestrielle.

Mettre le bras, le collimateur et la table à 0°. Mettre une charge de 50 kg à l’extrémité de la table côté statif. Scotcher une feuille de papier millimétrée sur la table à DSP 100 cm et l’aligner sur la projection du croisillon. Déplacer le socle de table à 90° et 270° à l’aide du papier millimétré et de la projection du croisillon. Noter l’écart maximal de rotation de table observé en fin de déplacement. La tolérance est de ± 1°.

# Caracteristiques du faisceau en mode statique

## Homogénéité, symétrie et pénombre des champs *(5.3.2, 5.3.3)*

But :

Fréquence : mensuelle pour l’homogénéité et la symétrie et annuelle pour la pénombre.

Placer la cuve à DSP 100 cm et les mâchoires à un champ 30 cm x 30 cm (MLC rétracté). Mettre la chambre à une profondeur de 10 cm. Réaliser un profil en inplane et crossplane avec un débit de 400 UM/min en X6 et X23. Noter la symétrie, l’homogénéité, le centrage du champ et la pénombre.

La tolérance pour la symétrie est de ± 1,5%, ± 3% pour l’homogénéité, ± 1 mm pour le centrage du champ et de ± 2 mm pour la pénombre.

## Stabilité de l’énergie *(5.3.5)*

But :

Fréquence : mensuelle.

Placer la cuve à DSP 100 cm et les mâchoires à un champ 10 cm x 10 cm (MLC rétracté). Effectuer un rendement en profondeur en X6 et X23 avec un débit de 400 UM/min. Noter le R100, R5, D10 et D20. L’indice de qualité (D20/D10) est alors calculé, la tolérance est de ± 1%.

## Transmission du filtre en coin *(5.3.4)*

But :

Fréquence : mensuelle.

Mettre les mâchoires X1, X2, Y1 et Y2 à 10 cm (MLC rétracté) et le collimateur à 90°. Mettre un filtre dynamique de 60°, le sens du filtre change tous les mois (Y1 in/Y2 out). Placer la chambre à 10 cm de profondeur et la brancher à l’électromètre. Irradier la chambre de 200 UM avec un débit de 400 UM/min. Noter la valeur avec et sans filtre pour les mâchoires à 0 cm et désaxé de 8 cm. La tolérance est de ± 2%.

# contrôle du débit de reference

## Contrôle et réglage du débit de référence *(5.5.2)*

But :

Fréquence : mensuelle.

Placer la cuve à DSP 90 cm et les mâchoires à un champ 10 cm x 10 cm (MLC rétracté). Placer la chambre à une profondeur de 10 cm (DSA 100 cm). Irradier la chambre de 200 UM avec un débit de 400 UM/min en X6 et X23. La tolérance est de ± 2%.

# système de surveillance de la dose

## Cohérence des chaînes primaire et secondaire *(5.6.1.1)*

But :

Fréquence : mensuelle.

Pendant l’acquisition du test précédent, relever les valeurs d’UM des deux chambres en X6 et X23. La tolérance est de ± 10% (20 UM) entre les deux chambres.

## Reproductibilité des unités moniteur *(5.6.1.2)*

But :

Fréquence :

## Proportionnalité des unités moniteur avec la dose *(5.6.1.3)*

But :

Fréquence :

# système d’imagerie portal

## Systèmes anti-collision *(5.9.1)*

But :

Fréquence : mensuelle.

## Affichage de la distance source-détecteur *(5.9.2)*

But :

Fréquence : mensuelle.

Sortir le portal. Pour la position P1, mesurer la distance entre le portal et l’isocentre (laser vert). La distance est de 47 cm ± 5 mm. Pour la position P2, mesurer la distance avec le télémètre sur le portal. La distance est de 117 cm ± 5 mm. Pour la position P3, mesurer également la distance avec le télémètre sur le portal. La distance est de 97 cm ± 5 mm.

## Jeu mécanique en fonction du déplacement vertical du support *(5.9.3)*

But :

Fréquence : semestrielle.

## Jeu mécanique ne fonction de la rotation du bras de l’appareil de traitement *(5.9.4)*

But :

Fréquence : semestrielle.

## Concordance de l’image avec le champ d’irradiation *(5.9.5)*

But :

Fréquence : semestrielle.

## Contraste et résolution spatiale *(5.9.6)*

But :

Fréquence : semestrielle.

## Bruit *(5.9.7)*

But :

Fréquence : semestrielle.

## Homogénéité de l’image *(5.9.8)*

But :

Fréquence : semestrielle.

## Vérification de l’image portale *(supplémentaire)*

But :

Fréquence : mensuelle.

## Position de la croix matérialisant l’isocentre sur l’écran *(supplémentaire)*

But :

Fréquence : mensuelle.

## Outil de mesure de distance sur l’écran *(5.9.9)*

But :

Fréquence : semestrielle.

## Distorsion spatiale *(5.9.10)*

But :

Fréquence : semestrielle.

# système d’imagerie embarque (obi)

## Systèmes anti-collision

But :

Fréquence : mensuelle.

## SAD check : contrôle de la position verticale de la source et du détecteur

But :

Fréquence : mensuelle.

Mettre le bras à 90° (tube kV en haut) et l’OBI en position P2. Enlever le filtre sur le tube et mesurer la distance entre le tube et l’isocentre (laser vert). La distance mesurée doit être de 85,2 cm ± 2 mm.

Placer ensuite la plaque « blade » (règle radio-opaque) sur la table à l’isocentre. Programmer le faisceau OBI kV0 et activer le mode « suivi ». Réaliser une image OBI en choisissant Extrémités. Mesurer la distance entre les marques 20 cm en droite/gauche. La tolérance est de 20 cm ± 1 mm.

## Contrôle de la calibration des blades

But :

Fréquence : mensuelle.

Mettre les blades en position X1 = X2 = Y1 = Y2 = 5 cm. Pour cela, décocher « suivi » et rentrer les valeurs puis cliquer sur « Téléchargement axes ». Réaliser une image OBI en choisissant Thorax-AP. Sur Offline review, avec l’outil profil linéaire, évaluer l’écart entre le bord du champ et le repère de la plaque pour les quatre côtés. La tolérance est de 5 cm ± 1 cm.

## Concordance des isocentres de traitement et d’imagerie

But :

Fréquence : mensuelle.

Centrer l’outil Winston-Lutz sur les lasers. Réaliser une image de type kV/kV en choisissant Thorax-AP (bras à 0° et 90°) puis un CBCT Head. Sur Offline review, avec l’outil profil linéaire, repérer précisément le centre de la bille (diamètre 5 mm). Pour l’iamge kV/kV, mesurer l’écart entre le pixel central repéré par le réticule et le centre de la bille. La tolérance est de ± 1,5 mm. Pour le CBCT, relever les coordonnées du pixel du centre de la bille. Les coordonnées théoriques sont 255, 255, 79 ± 3 pixels.

## Fusion / recalage

But :

Fréquence : mensuelle.

Placer le cube Variant sur la table. Se centrer sur la croix décalée de 1 cm. Réaliser une image kV/kV Thorax-AP (bras à 0° et 90°). Recaler l’image de référence avec l’image du jour. Noter les décalages dans l’Excel et les appliquer. Refaire une deuxième acquisition et recaler une deuxième fois (on bouge la référence et on la replace). Noter les décalages résiduels. La tolérance est de ± 1 mm.