Manuel d'assurance qualité
SYSTÈME ZAP-X
RÉV. A

Système de radiochirurgie Zap-X

Manuel d'assurance qualité

Zap Surgical Systems
590 Taylor Way, Suite A
San Carlos, CA 94070, États-Unis

Préface

Zap Surgical Systems offre ce guide sans garantie de quelque nature que ce soit, implicite ou explicite, y compris, sans s'y limiter, les garanties implicites de qualité marchande et d'adéquation à une utilisation particulière. Zap Surgical Systems et ses directeurs, ses dirigeants, ses filiales, ses employés, ses agents, ses héritiers et ayants droit n'assument aucune responsabilité ou obligation, explicite ou implicite, pour toute blessure, tout décès ou toute perte pour les clients, les utilisateurs ou le personnel de service résultant d'une manipulation inappropriée des produits de radiochirurgie par du personnel non autorisé, non formé ou autrement non qualifié. Zap Surgical Systems se dégage expressément de toute responsabilité ou obligation en cas d'abus, de négligence, de mauvaise utilisation ou de modification des composants du système de radiochirurgie par des personnes non autorisées, non formées ou non associées à Zap Surgical Systems.

Si tout produit est modifié d'une façon quelconque, toutes les garanties associées à un tel produit deviendront nulles et non avenues. Zap Surgical Systems décline toute responsabilité et toute obligation quant à la modification ou la substitution non autorisée des sous-systèmes ou des composants.

Avec des soins et un entretien appropriés, la durée de vie utile attendue du système est 10 ans.

Ce manuel s'applique au système de radiochirurgie Zap-X («Le système» ou «Système Zap-X»). Ce document a été rédigé en anglais.

Introduction

Ce manuel décrit les appareils fournis par Zap qui peuvent être utiles lors des procédures d'assurance qualité (AQ) ainsi que les instructions pour leur utilisation. Le manuel décrit également les fonctionnalités du logiciel qui peuvent être utiles lors de l'AQ.

Les activités d'assurance qualité relèvent de la responsabilité du physicien médical du site ou de son représentant et peuvent avoir une portée plus large que celles énumérées dans les manuels.

Informations sur le système

Mise en garde : aux États-Unis, la loi limite la vente de cet appareil par un médecin ou sur son ordonnance.

Avis :

Le manuel de l'utilisateur contient des instructions pour plusieurs fonctionnalités du système de radiochirurgie Zap-X. Étant donné que certaines fonctionnalités du système de radiochirurgie sont en option, certaines des instructions dans ce manuel peuvent ne pas s'appliquer à votre système.

La disponibilité des options dépend des autorisations réglementaires dans un pays donné et varie d'un pays à l'autre.

Zap Surgical Systems se réserve le droit de réviser ce document et d'en modifier le contenu, de temps à autre selon le besoin, pour garantir le bon déploiement et la bonne utilisation du système de radiochirurgie Zap-X.

Veuillez vous référer au Manuel d'administration de traitement (E0920-0035) pour les informations suivantes :

- Description du dispositif
- Indications d'emploi
- Élimination du dispositif
- Classification réglementaire
- Liste des autres manuels
- Conventions utilisées pour les boutons de la souris, les affichages numériques et les affichages de date

Mesures de sécurité et mises en garde

Avertissement : le système peut émettre des doses létales de rayonnement à haute énergie. Les équipements contiennent des circuits à haute tension qui peuvent produire des décharges électriques mortelles. Toujours observer les consignes de sécurité lors de l'utilisation ou au moment de réaliser des travaux sur le système de radiochirurgie.

Avertissement : quelle que soit la traduction, toutes les données numériques que vous saisissez ou qui sont affichées dans le logiciel utilisent le point (.) comme séparateur décimal. Tenez compte de cette convention de notation lors de l'interprétation ou de la saisie de données numériques. La saisie incorrecte de données numériques pourrait donner lieu à un traitement incorrect ou un préjudice pour le patient.

L'utilisation en toute sécurité du système de radiochirurgie exige une attention toute particulière aux dangers graves associés à l'utilisation d'accélérateurs linéaires et d'autres équipements de radiochirurgie et de radiothérapie complexes, et aux façons d'éviter ou de minimiser les dangers, et une connaissance des procédures d'urgence. L'utilisation imprudente, ou sans avoir reçu de formation au système de radiochirurgie, risque d'endommager le système, ses composants ou d'autres biens, d'entraîner une performance médiocre ou de causer des dommages corporels, voire la mort. Quiconque opère, répare, entretient ou est autrement lié au système de radiochirurgie doit lire, comprendre et connaître parfaitement les informations contenues dans ce manuel, et prendre des précautions pour se protéger, protéger ses collègues, les patients et l'équipement. À chaque étape de l'installation, des avertissements et des mises en garde spécifiques sont donnés en guise de précisions.

Le personnel doit recevoir une formation de Zap-X Surgical Systems avant que le système de radiothérapie ne soit utilisé à des fins cliniques.

La réparation et l'entretien des composants matériels doivent être confiés uniquement à du personnel d'entretien qualifié. Si vous estimez que les composants matériels du système de radiothérapie ou les fonctionnalités ou les fonctions du système de planification de traitement associées ne fonctionnent pas comme prévu, ou qu'ils produisent des résultats qui ne sont pas cohérents avec vos protocoles cliniques habituels, contactez Zap Surgical Systems, Inc.

Symboles des avertissements, des mises en gardes et des remarques

Ce manuel utilise des notations spéciales ci-dessous pour attirer votre attention sur les informations importantes.

Avertissement : il s'agit d'une indication qui avertit l'utilisateur de la possibilité de blessure, de décès ou d'autres effets indésirables graves liés à l'utilisation ou à la mauvaise utilisation du dispositif.

Mise en garde : il s'agit d'une indication qui signale à l'utilisateur la possibilité d'un problème avec le dispositif associé à son utilisation ou à sa mauvaise utilisation. L'indication de mise en garde inclut la précaution qui devrait être prise pour éviter le danger.

Remarque : fournit des informations supplémentaires sur un sujet donné.

Table des matières

Chapitre 1: Introduction 9
1.1 Assurance qualité 9
1.2 Objectif 9
1.3 Résultats attendus 9
1.4 Organisation 9
Chapitre 2: Fonctions de sécurité 10
2.1 Introduction 10
2.2 Description des fonctions de sécurité 10
2.2.1 Arrêts d'urgence (E-Stops) 10
2.2.2 Mise hors tension d'urgence (EPO) 11
2.2.3 Clé 11
2.2.4 Capteurs de proximité externes 12
2.2.5 Détection de collision de collimateur 12
2.2.6 Surveillance audio/visuelle des patients 13
2.3 Procédures de test suggérées 14
2.3.1 Tests des fonctions de sécurité 14
Chapitre 3: Accélérateur linéaire 16
3.1 Introduction 16
3.2 Description des outils AQ Zap LINAC 16
3.2.1 Support F 16
3.2.2 Support d'isocentre de table du patient 20
3.3 Procédures de test suggérées 21
3.3.1 Chauffe 21
3.3.2 Sortie et débit de dose 23
3.3.3 Constance de sortie 28
3.3.4 Énergie du faisceau 29
3.3.5 Symétrie et forme du faisceau 31
3.3.6 Vérification du collimateur 32
3.3.7 Test de l'alignement du laser 32
3.3.8 Starshot 33
Chapitre 4: Sous-système d'imagerie 35
Chapitre 5: Planification de traitement 36
Chapitre 6: Tests au niveau du système 37
6.1 Flux de travail de la bille d'acier 37
6.1.1 Insert fantôme, bille de 4 mm 37

6.1.2 Conditions préalables 37
6.1.3 Procédure de test suggérée 37
6.2 Tests de bout en bout 40
Chapitre 7: Test de bout en bout 41
7.1 Introduction 41
7.2 Équipement et matériel pour les tests E2E 42
7.2.1 Bille-cube et films 42
7.2.2 Scanner de film 42
7.2.3 Apecu de la procédure de test E2E 42
7.3 Utilisation de la bille-cube dans les tests E2E 42
7.3.1 Utilisation de la bille-cube 42
7.4 Plans de traitement pour les tests E2E 43
7.4.1 Nouveau plan 43
7.4.2 Étape bille-cube 44
7.5 Administration de dose E2E 46
7.6 Analyse de film 47
7.6.1 Configuration 48
7.6.2 Traitement 49
7.6.3 Analyse 50

Chapitre 1: Introduction

1.1 Assurance qualité

Le but ultime de l'AQ en radiochirurgie est que les patients soient traités avec précision et efficacité. Pour atteindre cet objectif, un programme d'AQ efficace doit couvrir l'ensemble du processus de soins aux patients et nécessite la participation active de chaque membre de l'équipe de traitement.

Le système de radiochirurgie Zap-X joue un rôle essentiel dans l'administration précise du traitement et, en tant que tel, doit être inclus dans le plan global d'AQ. Ce document est destiné à être un outil pour aider à développer et à maintenir les parties du plan global d'AQ qui sont directement liées au fonctionnement du système Zap-X.

1.2 Objectif

Le but de ce manuel est de décrire les fonctionnalités du système de radiochirurgie Zap-X qui peuvent être utiles pendant les procédures d'AQ et les procédures suggérées pour leur utilisation. Ce manuel n'est pas conçu pour prescrire des tests ou des tolérances d'AQ. Un physicien médical qualifié doit consulter les directives des sociétés nationales et internationales ainsi que les réglementations locales pour déterminer le nombre et la fréquence des tests à effectuer, ainsi que les critères de réussite/échec appropriés et les plans d'action corrective.

1.3 Résultats attendus

Ce manuel ne contient ni les résultats attendus ni les tolérances. Un physicien médical qualifié doit consulter la documentation appropriée du produit ainsi que les directives nationales et locales pour déterminer ces valeurs.

1.4 Organisation

Ce manuel est organisé en sections basées sur les différents domaines d'intérêt du système Zap-X. Il s'agit notamment de la sécurité, de l'accélérateur linéaire, de l'imagerie et du système intégré.

Chapitre 2: Fonctions de sécurité

2.1 Introduction

Ce chapitre décrit les fonctions de sécurité du système de radiochirurgie Zap-X (Zap-X) et les procédures pour tester leur bon fonctionnement.

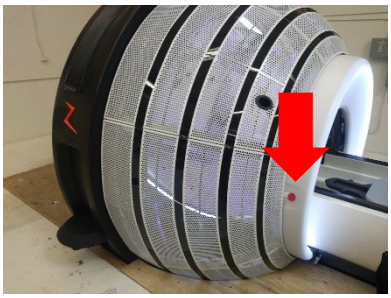
Le système Zap-X utilise plusieurs types de verrouillages de sécurité, notamment les arrêts d'urgence, l'interrupteur d'arrêt d'urgence (EPO), une clé, des systèmes de détection de collision et des capteurs d'état de porte. Une brève description de chacun d'entre eux sera donnée et accompagnée d'un aperçu des étapes qui pourraient être utilisées pour tester leur fonctionnalité appropriée.

2.2 Description des fonctions de sécurité

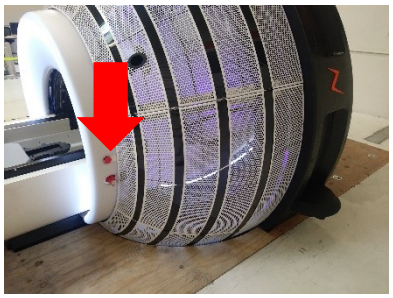
2.2.1 Arrêts d'urgence (E-Stops)

Le système Zap-X est équipé de cinq boutons d'arrêt d'urgence (voir Figure 2-1). Un de chaque côté de la machine, un au niveau de la console de l'opérateur, un au boîtier de commande suspendu et un à l'arrière de la machine (non représenté). Lorsqu'ils sont enfoncés, ces boutons maintiendront la machine pleinement sous tension, mais arrêteront tout mouvement, activité et rayonnement. Pendant que tous les moteurs sont désactivés, l'axe d'inclinaison de la table patient restera stationnaire tandis que l'autre axe de la table patient sera libre de se déplacer librement. Le faisceau et la haute tension seront désactivés.

Arrêt d'urgence à la console



Arrêt d'urgence à droite du patient



Arrêt d'urgence à gauche du patient

Figure 2-1. Emplacements des boutons d'arrêt d'urgence sur le système Zap-X.

2.2.2 Mise hors tension d'urgence (EPO)

Il y a deux commutateurs EPO, l'un est situé sur la console de l'opérateur, l'autre sur l'unité de distribution électrique principale (PDU) située dans la salle d'équipement (voir Figure 2-2). Lorsque ce bouton est enfoncé, toute l'alimentation du système est coupée. Cela signifie qu'aucun moteur n'est disponible pour aider à déplacer une partie quelconque du système.

Bouton d'arrêt d'urgence sur la console

Bouton d'arrêt d'urgence au niveau de l'unité de distribution électrique

Figure 2-2 Emplacements des boutons d'arrêt d'urgence sur le système Zap-X.

2.2.3 Clé

Une clé doit être en place et tournée en position **ACTIVER** pour que la haute tension soit activée. Cette clé se trouve sur la console de l'opérateur (voir Figure 2-3).

Console, clé retirée

Console, clé activée

Figure 2-3 Clé pour activer le faisceau sur la console de l'opérateur du système Zap-X.

2.2.4 Capteurs de proximité externes

Le système Zap-X est équipé de deux capteurs de proximité externes situés de chaque côté du système (voir Figure 2-4). Ces capteurs détectent lorsqu'un objet se trouve dans la zone restreinte autour de la machine. Lorsqu'un objet est détecté dans cette zone, la machine entre dans un état d'arrêt d'urgence et toute activité de mouvement et de faisceau est empêchée.

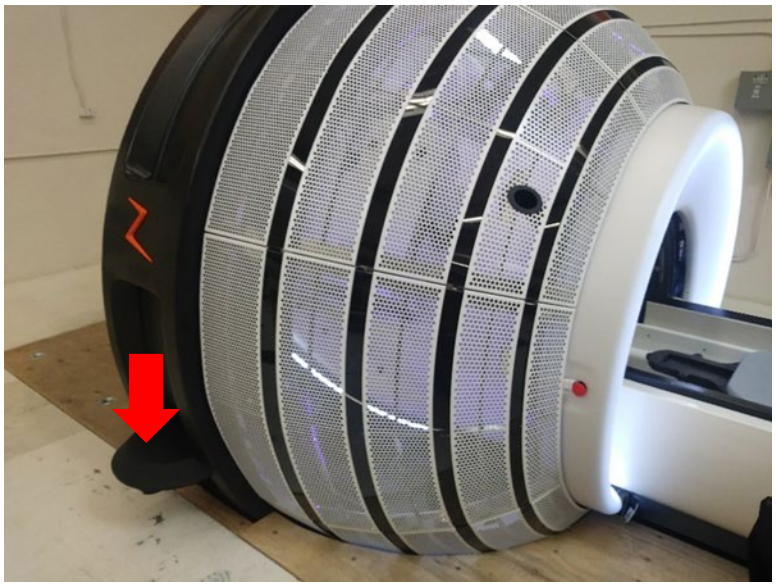


Figure 2-4 Capteur de proximité sur le côté du système Zap-X.

2.2.5 Détection de collision de collimateur

Le système Zap-X est équipé d'un scanner laser positionné immédiatement derrière le collimateur (voir Figure 2-5). Ce scanner est conçu pour détecter lorsqu'un objet

s'approche d'un endroit où il entrera en collision avec le collimateur. Si une collision potentielle est détectée, tous les mouvements du système seront interrompus.

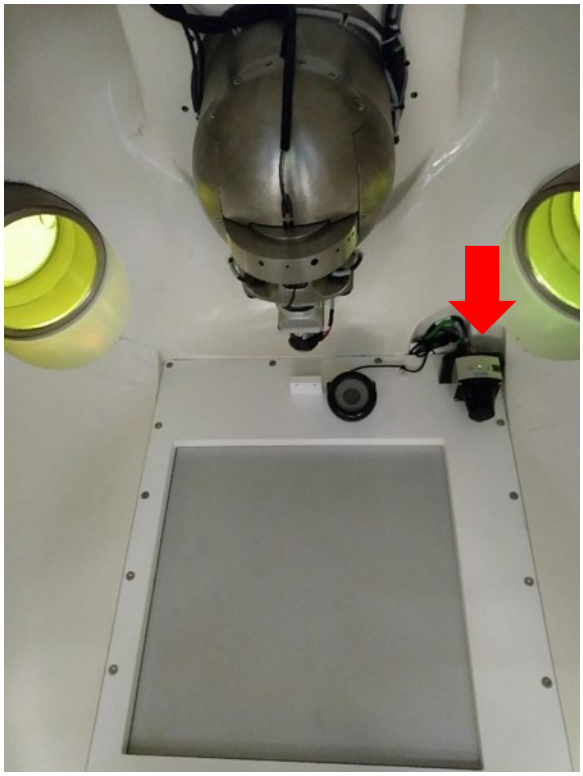


Figure 2-5 Scanner de détection de collision de collimateur.

2.2.6 Surveillance audio/visuelle des patients

Le système Zap-X est équipé de plusieurs caméras qui permettent de surveiller les patients à l'intérieur du système. Elles peuvent être consultées sur la console de l'opérateur.

Une communication audio bidirectionnelle est également fournie au niveau de la console (voir Figure 2-6).

Figure 2-6 Interface de communication audio sur la console de l'opérateur.

2.3 Procédures de test suggérées

2.3.1 Tests des fonctions de sécurité

En général, chaque fonction de sécurité du système Zap-X peut être testée en activant intentionnellement une fonction donnée et en vérifiant que le fonctionnement du système a été empêché.

- Pour tester les arrêts d'urgence :
  1. Appuyez sur l'un des boutons d'arrêt d'urgence.
  2. Vérifiez qu'un message d'arrêt d'urgence s'affiche à l'écran et que l'opération est désactivée.
  3. Vérifiez que la table du patient peut être déplacée manuellement.
- Pour tester l'arrêt d'urgence (E-off) :
  Remarque : La coupure soudaine de l'alimentation du système crée une contrainte sur certains composants du système. Par conséquent, il est suggéré que la fréquence de cette procédure soit limitée autant que possible.
  1. Appuyez sur le commutateur d'arrêt d'urgence.
  2. Vérifiez que toute l'alimentation du système est perdue.
     Cela peut être une excellente occasion de revoir et de mettre en pratique les procédures en cas de coupure de courant d'urgence. Veuillez vous reporter à la section Panne de courant du chapitre 1 du Manuel de l'utilisateur pour l'administration du traitement.
- Pour tester la clé :
  1. Retirez la clé de la console ou placez-la en position OFF.
  2. Chargez un plan de traitement non patient ou entrez dans l'onglet QA quotidien et essayez d'émettre un faisceau.
  3. Vérifiez que la haute tension n'est pas activée et qu'aucun faisceau n'est émis.
- Pour tester les capteurs de proximité :
  1. Effacez tous les verrouillages actifs du système.
  2. Placez un objet dans la zone protégée.

3. Vérifiez qu'un arrêt d'urgence est activé et que le fonctionnement du système est empêché.

➢ Pour tester la détection de collision de collimateur :

1. Placez un grand objet mou sur l'appui-tête (par exemple un oreiller).
2. Déplacez la machine vers la position de départ en cliquant sur le bouton Initialize (Initialiser) sur le tableau de bord.
3. Poussez délicatement la table du patient dans la machine jusqu'à ce que l'objet mou touche presque le collimateur.
4. Vérifiez que l'indicateur de collision sur l'écran change de couleur du vert au jaune, comme indiqué dans la Figure 2-7.

Figure 2-7 Indication de détection de collision sur l'interface utilisateur.

5. Cliquez sur le bouton Daily QA (AQ quotidien), puis cliquez sur le bouton Move (Déplacer) et vérifiez que le système ne commence pas le mouvement.
6. Retirez avec précaution la table du patient de la machine et retirez l'objet mou de l'appui-tête.

➢ Pour tester la surveillance A/V :

1. Vérifiez que les caméras et le flux audio fonctionnent.

Chapitre 3: Accélérateur linéaire

3.1 Introduction

Ce chapitre décrit les outils et méthodes développés par Zap Surgical Systems mis à la disposition du physicien médical pour l'aider à effectuer les mesures nécessaires pour évaluer les performances du sous-système d'accélérateur linéaire dans le système de radiochirurgie Zap-X. Nous soulignons que le physicien médical responsable doit consulter les directives locales et nationales applicables afin de déterminer les tests, la fréquence et les tolérances à utiliser.

Le reste du chapitre est divisé en deux sections. Tout d'abord, un bref aperçu des outils fournis avec le système Zap-X sera donné. Cela sera suivi d'un ensemble de procédures suggérées qui peuvent être utilisées pour accomplir certaines tâches d'AQ courantes.

3.2 Description des outils AQ Zap LINAC

3.2.1 Support F

Cet outil se fixe au collimateur du système Zap-X et permet le placement de divers dispositifs à des emplacements spécifiques le long de l'axe central du faisceau. Le support comprend plusieurs inserts qui peuvent être utilisés pour diverses tâches.

- Alignement laser : des inserts avec un trou de 3 mm sont placés à deux niveaux le long de l'axe central du faisceau.

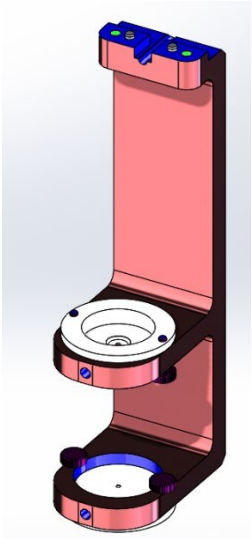


Figure 3-1 Support F Zap-X avec configuration d'alignement laser.

- Mesure de film/ un insert qui contient une portion de film radiochromique avec 6,5 Mm d'accumulation et 15,5 mm de rétrodiffusion placé à une SAD de 450 mm le long de l'axe central du faisceau.

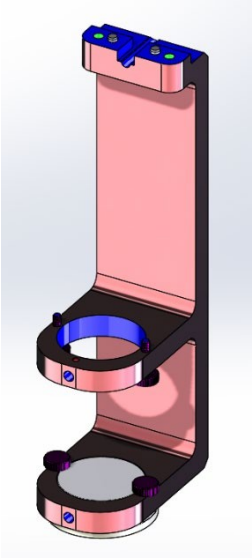


Figure 3-2 Support F Zap-X F-dans la configuration d'exposition du film.

- D10/D20 / une colonne solide en plastique acrylique avec des supports de chambre d'ionisation placés à une profondeur de 10 Cm et 20 Cm (SAD de 450 Mm) le long de l'axe central du faisceau.

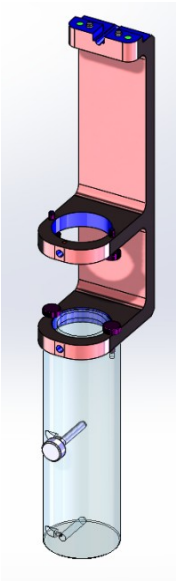


Figure 3-3 Support F Zap-X F-dans la configuration D10/D20.

- Dmax/D10/ Une colonne solide de plastique acrylique avec un support de chambre d'ionisation placé à une SAD de 450 mm avec une accumulation de 6,5 Mm. Un deuxième support de chambre d'ionisation est placé à une profondeur de 10 Cm.

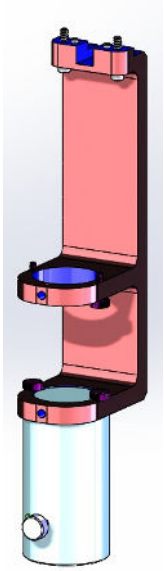


Figure 3-4 Support F Zap-X dans le Dm

- Mesure de sortie : un hémisphère solide avec un support de chambre d'ionisation placé à une SAD de 450 mm avec 6,5 mm d'accumulation. L'hémisphère a été conçu pour fournir une accumulation, un côté et une rétrodiffusion suffisants pour permettre des mesures de sortie précises.

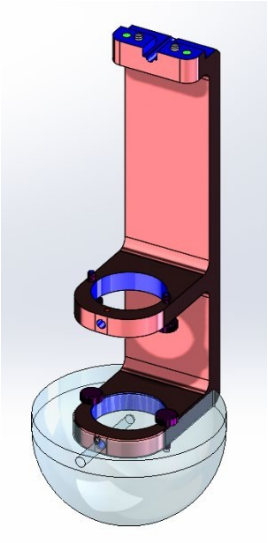


Figure 3-5 Support F Zap-X avec l'hémisphère attaché.

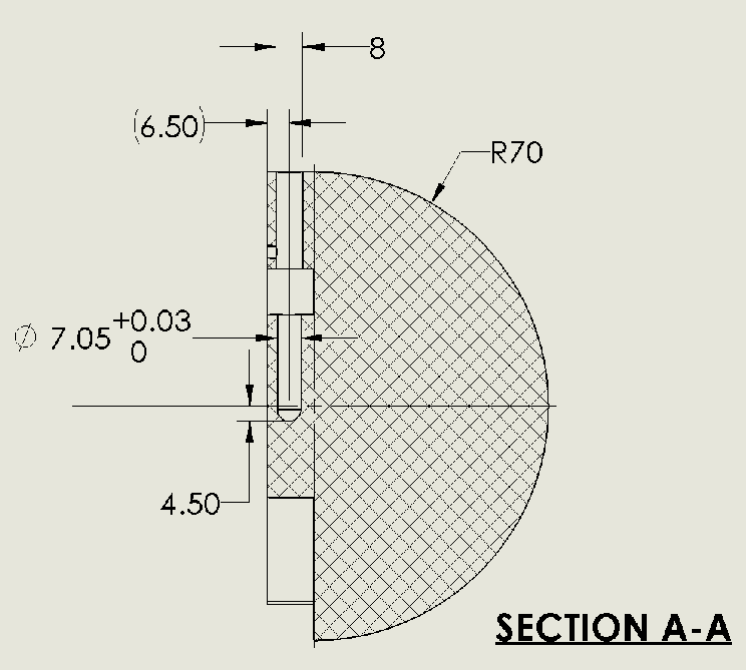


Figure 3-6 Schéma de l'hémisphère du support F Zap-X montrant les dimensions de la cavité de la chambre ionique.

- Mesure de sortie à une SAD de 500 mm : une sphère solide avec un support de chambre d'ionisation placé à une SAD de 500 mm avec 50 mm d'accumulation d'équivalent eau (44 mm acrylique) et 50 mm de côté acrylique et rétrodiffusion.

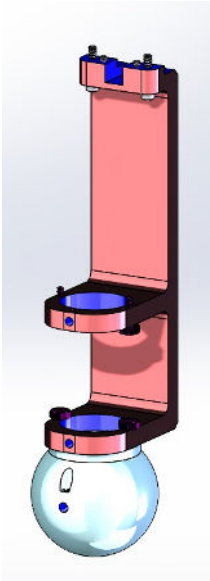


Figure 3-7 Support F Zap-X avec la sphère à une SAD de 500 mm attachée.

3.2.2 Support d'isocentre de table du patient

Cet outil se fixe à la table du patient du système Zap-X et permet le placement de divers dispositifs au niveau ou à proximité de l'isocentre du système.

L'outil comprend une bille en acier de 19 mm placée au niveau de l'isocentre lorsque la table du patient est déplacée vers l'emplacement de l'isocentre désigné. La bille en acier peut être retirée et remplacée par une chambre ionique, si on le souhaite.

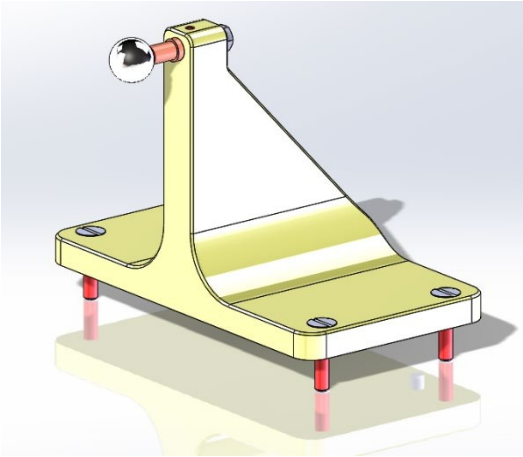


Figure 3-8 Support d'isocentre de la table du patient.

L'isocentre est placé à une distance de 24,5 mm de la face avant de l'outil.

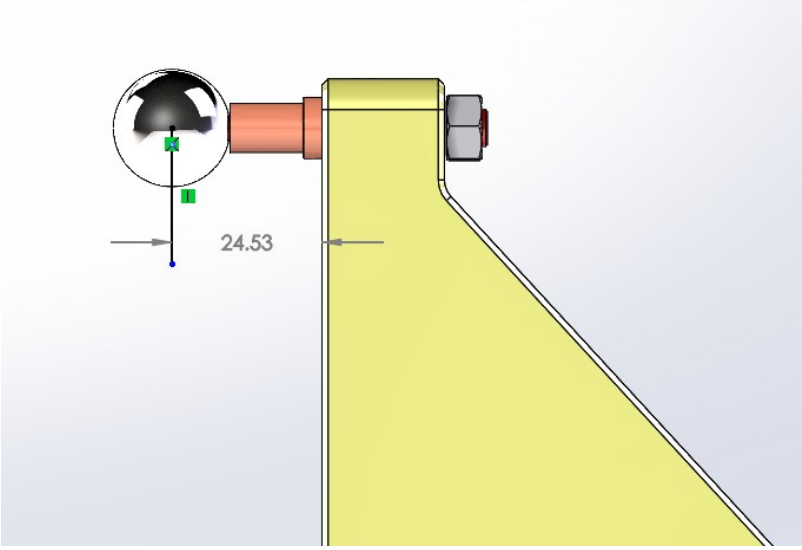


Figure 3-9 Schéma montrant la distance entre la face avant du support et l'emplacement idéalisé de l'isocentre.

De plus, un support Starshot est fourni et peut être fixé à la place de la bille d'acier. Ce support peut être utilisé pour maintenir une portion de film radiochromique dans le plan de l'isocentre. Il a un axe de rotation qui passe à travers l'isocentre de sorte qu'il peut être ajusté pour effectuer des mesures starshot dans divers plans, correspondant généralement aux deux axes du portique du système Zap-X.

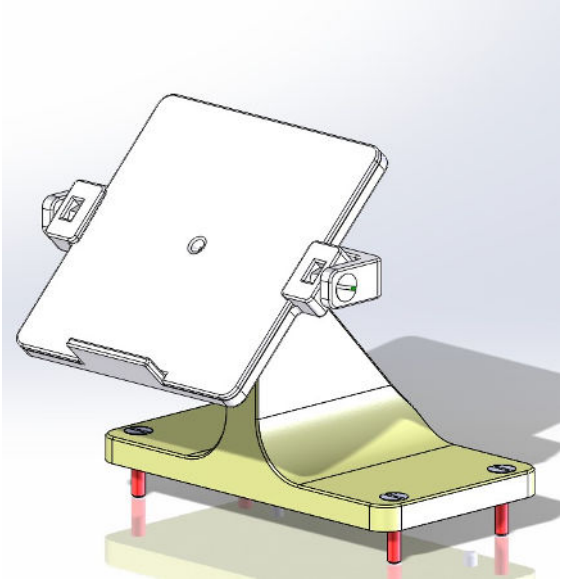


Figure 3-10 Support isocentre de la table du patient Zap-X avec support Starshot attaché.

3.3 Procédures de test suggérées

3.3.1 Chauffe

Le LINAC doit être exécuté sur 6000 UM avant que des tests supplémentaires ne soient effectués.

➢ **Pour chauffer le système Zap-X :**

1. Connectez-vous à la console de traitement.
2. Si la machine n'a pas été mise sous tension et initialisée, effectuez ces deux opérations.
3. Cliquez sur l'icône **Daily QA** (AQ quotidienne).

Figure 3-11 Tableau de bord du système affichant l'icône Daily QA (AQ quotidienne).

4. Sélectionnez la page **Daily QA** (AQ quotidienne) et l'onglet **Table and Gantry** (Table et portique). Cliquez sur le bouton **Move to Iso** (Déplaer à Iso) pour déplacer la table du patient dans la machine. Ensuite cliquez sur les boutons **Close Shell** (Fermer la coque) et **Close Door** (Fermer la porte) pour fermer la porte et la coque.

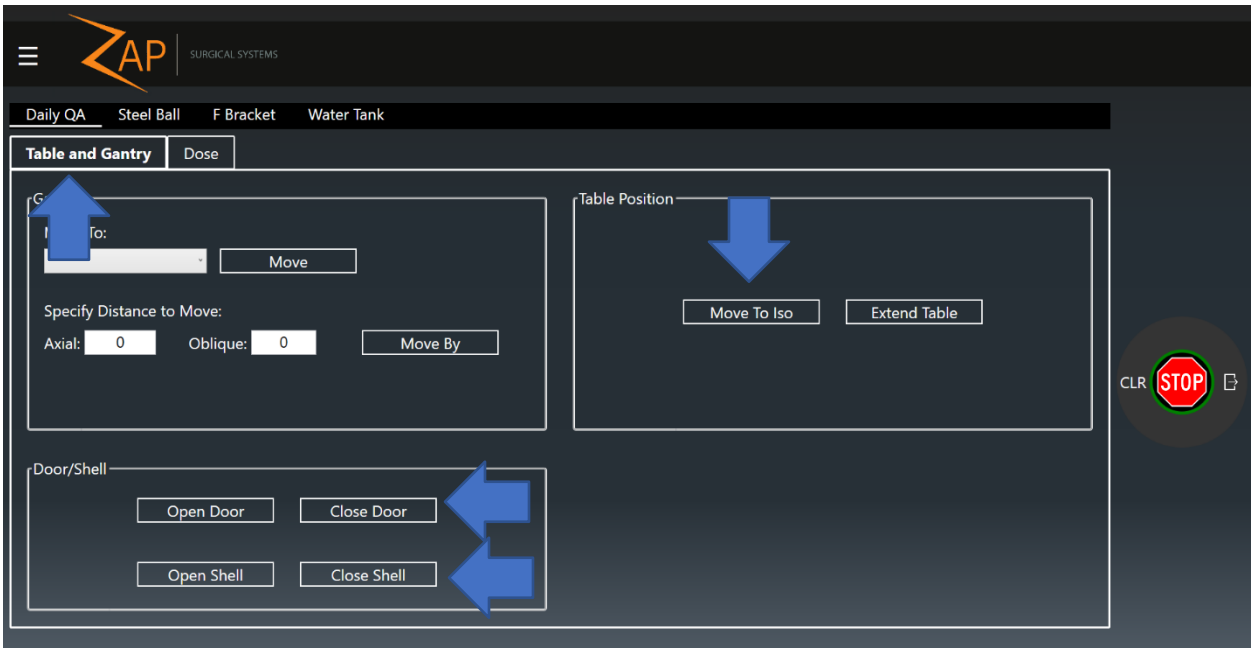


Figure 3-12. Page Daily QA (AQ quotidienne), onglet Table and Gantry (Table et portique). Les flèches mettent les boutons en surbrillance pour déplacer la table dans la machine et fermer la coque et la porte.

5. Cliquez sur l'onglet **Dose** et la page Daily QA (AQ quotidienne).

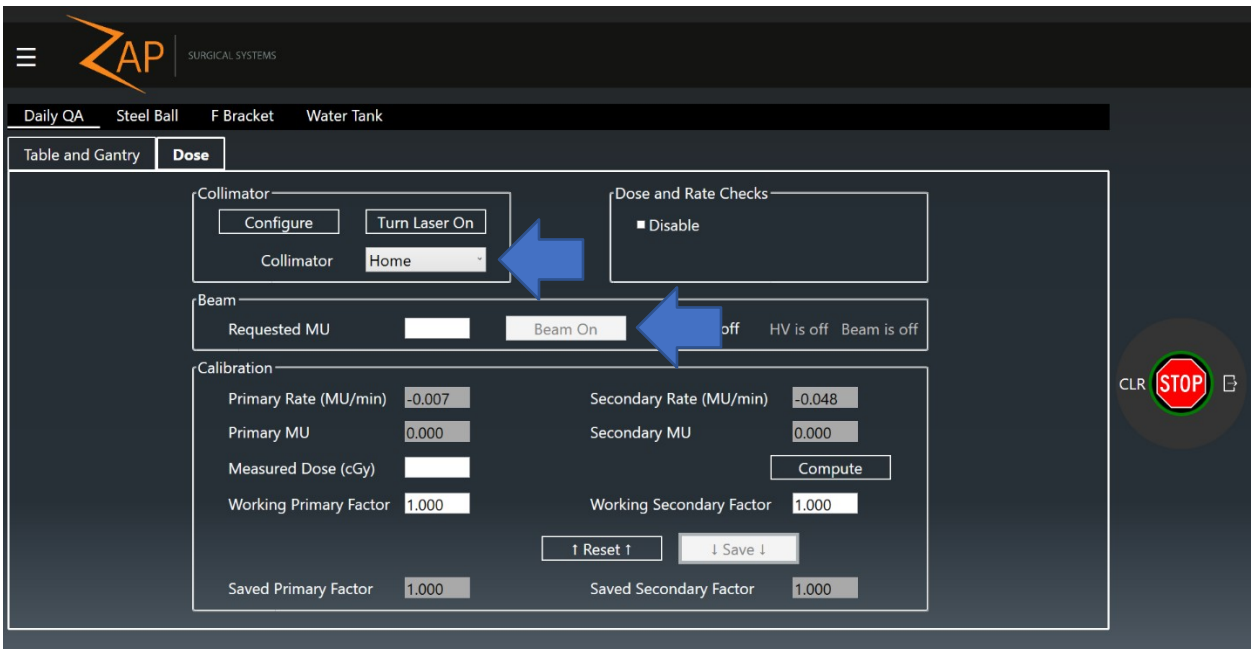


Figure 3-13 Page Daily QA (AQ quotidienne) et onglet Dose. Les flèches mettent en surbrillance l'entrée pour la sélection du collimateur et le réglage de l'exposition.

6. Sélectionnez les options Home (départ) dans l'onglet Collimator Selection (Sélection du collimateur).
7. Entrez 6000 dans la boîte **Requested MU** (UM demandée).

8. Appuyez sur le bouton **HV ON** (HT activée) sur la console
9. Cliquez sur le bouton **Beam On** (Faisceau activé).
10. Attendez que l'émission soit terminée.

3.3.2 Sortie et débit de dose

Le support F Zap-X et l'accessoire de mesure de sortie ont été conçus pour simplifier les mesures de sortie et de débit de dose sur le système de radiochirurgie Zap-X. Cet accessoire place la chambre ionique à une SDA de 450 mm avec 6,5 mm d'accumulation et un côté et une rétrodiffusion adéquats. La sphère à une SAD de 500 mm peut également être utilisée à la place de l'accessoire de mesure de sortie.

Remarque : Des facteurs de correction pour le matériau acrylique fantôme sont nécessaires pour les mesures absolues. Cette configuration est donc la plus appropriée comme mesure de constance ou abrégée et n'est pas recommandée pour l'étalonnage absolu.

➢ **Pour mesurer la sortie ou le débit de dose du système Zap-X :**

1. Connectez-vous à la console de traitement.
2. Si la machine n'a pas été mise sous tension et initialisée, effectuez ces deux opérations.
3. Vérifiez que le système est à la position de départ sinon, cliquez sur l'icône **Daily QA** (AQ quotidienne). Sélectionnez ensuite la page **F Bracket** (Fixation F) et l'onglet **Table and Gantry** (Table et portique). Dans la liste déroulante de **Gantry, Move To :** (Portique, déplacer vers :), sélectionnez Home (départ) puis cliquez sur **Move** (Déplacer) (voir Figure 3-14).

   Attention : Une fois la fixation installée, le portique et la table ne fonctionneront pas à moins que le scanner de collision interne ne soit éteint. Dans cet état, la vitesse de déplacement du système sera considérablement réduite et il est de la seule responsabilité de l’opérateur de s’assurer qu’aucune collision ne se produit. Il est donc suggéré de placer le système dans la position souhaitée avant d'installer le la fixation F.

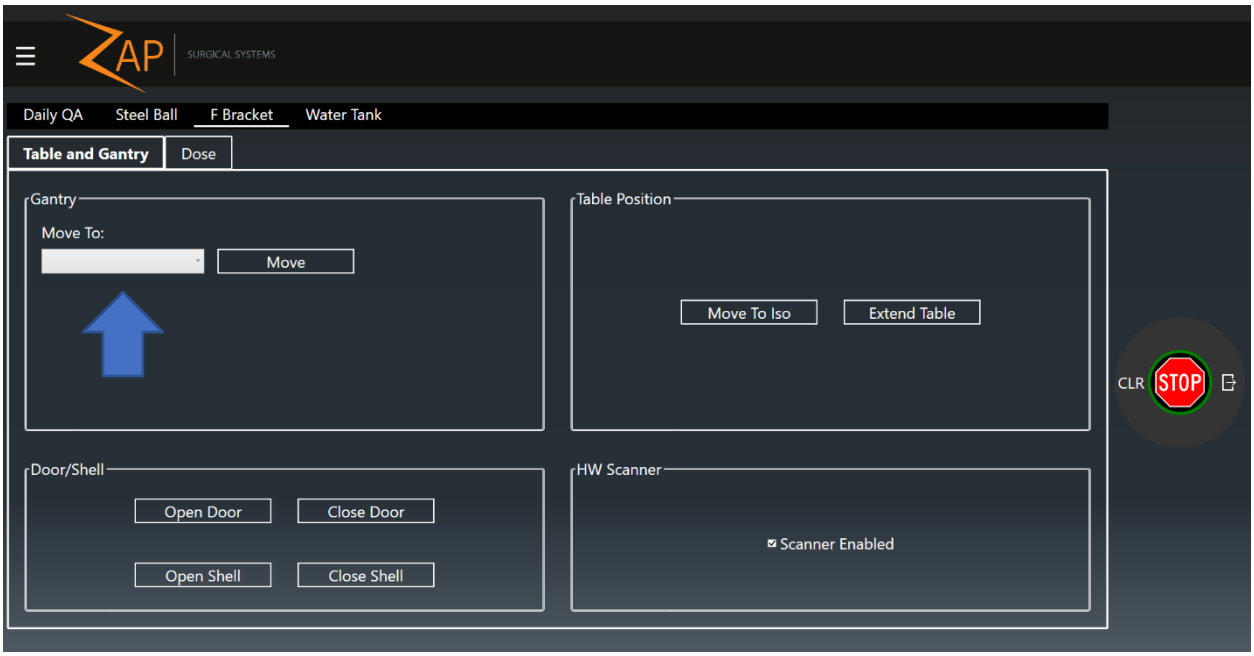


Figure 3-14 Page F Bracket (fixation F), onglet Table and Gantry (Table et portique). La flèche met en surbrillance la sélection de la position souhaitée du portique.

4. Appuyez sur le bouton **E-Stop** (Arrêt d'urgence) sur la console de l'utilisateur
5. Installez la fixation F sur le collimateur du système Zap-X en alignant la fixation F avec les points de montage sur le boîtier du collimateur et en serrant les deux vis (voir Figure 3-15 et Figure 3-16).

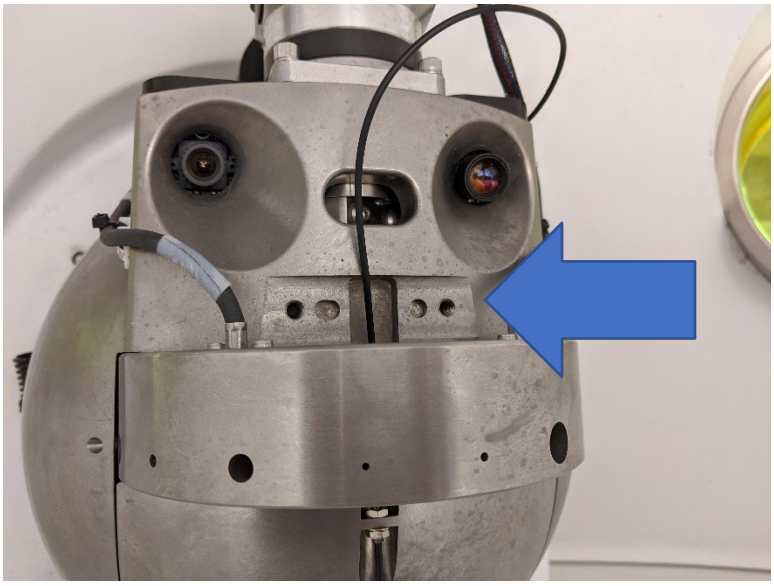


Figure 3-15 Photo du collimateur Zap-X et du boîtier du collimateur. La flèche met en surbrillance la zone de montage de la fixation F.

Figure 3-16 Photos du collimateur Zap-X et du boîtier du collimateur avec l'attache F installée.

6. Installez l'accessoire de mesure de sortie ou la mesure de sortie à la fixation à une SAD de 500 mm sur l'attache F en le plaçant sur le niveau inférieur de l'attache F et en serrant les deux vis à oreilles.

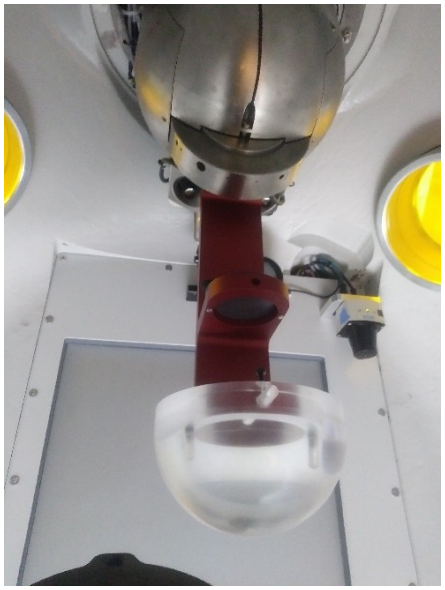


Figure 3-17 Photo montrant l'accessoire de mesure de sortie sur l'attache F.

7. Faites passer en prenant des précautions la chambre ionique dans la machine à travers le trou d'accès au câble près de la porte, en veillant à fournir suffisamment de câble pour garantir un fonctionnement correct (voir Figure 3-18).

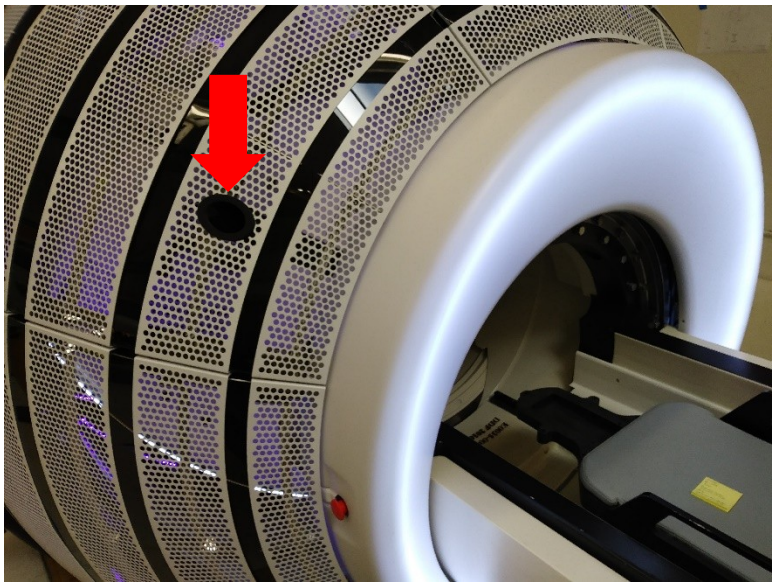


Figure 3-18 Port de localisation pour le passage des câbles dans le système Zap-X.

8. Insérez une chambre à ions de taille appropriée dans le support (chambre à cartouche de 0,125 cm^3 avec point de référence à 4,5 mm de la pointe, référence PTW 31010).
9. Assurez-vous que la chambre est correctement située dans le support et fixez-la en serrant la vis de réglage.
10. Poussez manuellement la table dans la machine jusqu'à ce que toutes les parties de la table soient dégagées de la porte.
11. Relâchez le bouton **E-stop** (arrêt d'urgence), supprimez l'arrêt d'urgence et utilisez le boîtier de commande suspendu pour déplacer la table du patient dans la machine et fermez la porte et la coque.
12. Cliquez sur l'icône **Daily QA** (AQ quotidienne) sur le tableau de bord (voir Figure 3-11). Sélectionnez la page **F Bracket** (Fixation F).
13. Sélectionnez l'onglet **Table and Gantry** (Table et portique). Cliquez sur les boutons **Close Door** (Fermer la porte) et **Close Shell** (Femer la coque) pour fermer la machine.

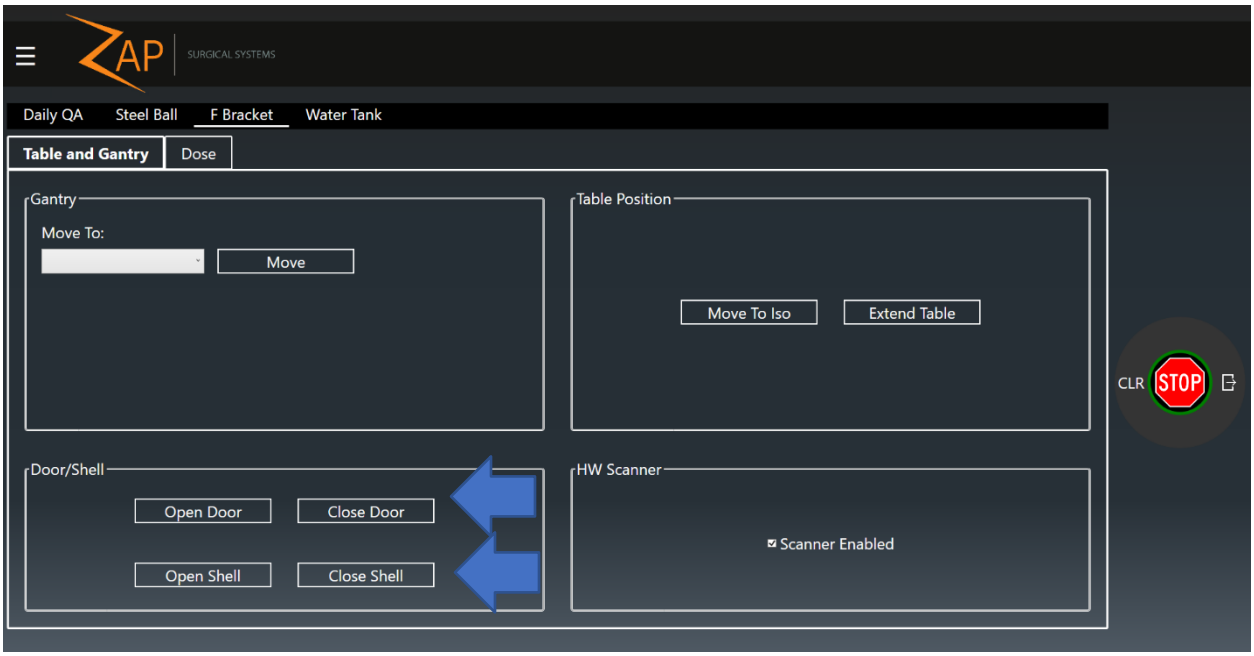


Figure 3-19 Page F Bracket (fixation F), onglet Table and Gantry (Table et portique). Les boutons fléchés en surbrillance ferment la porte et la coque.

14. Maintenant, sélectionnez l'onglet **Dose**.
15. Sélectionnez le collimateur souhaité dans la boîte de sélection du collimateur.
16. Entrez le nombre d'UM souhaité dans la boîte **Requested MU** (UM demandée).
17. Appuyez sur le bouton **HV ON** (HT activée) sur la console.
18. Cliquez sur le bouton **Beam On** (Faisceau activé).

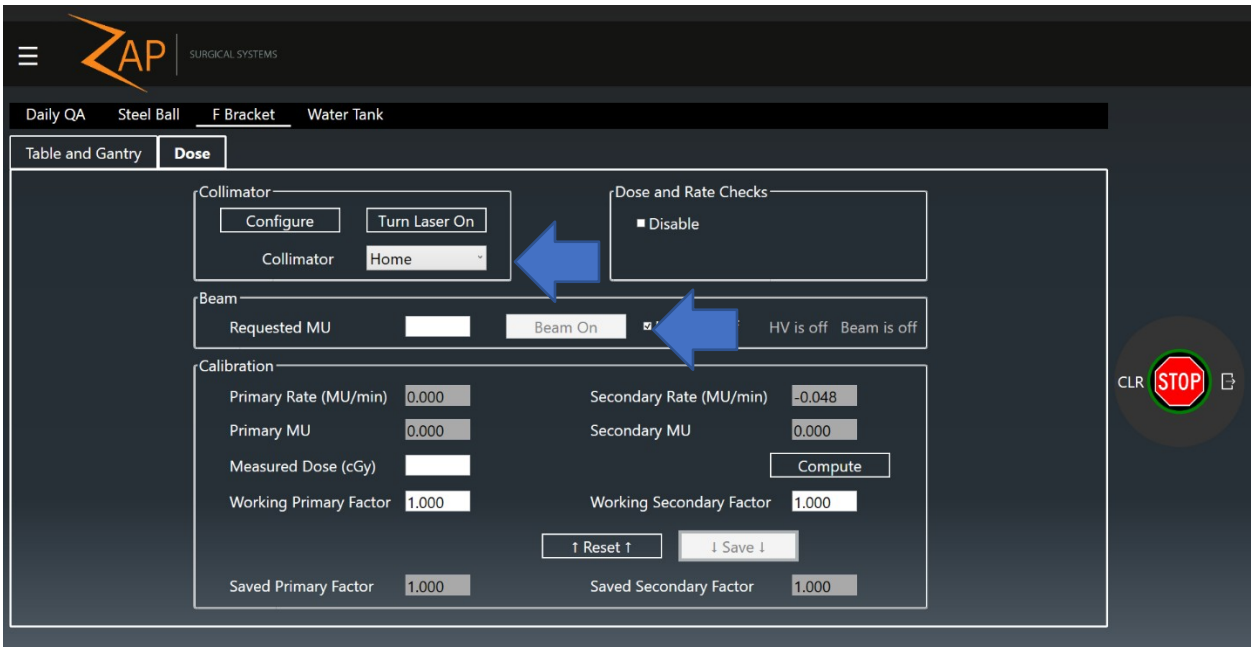


Figure 3-20 Page F Bracket (Fixation F) et onglet Dose. Les flèches mettent en surbrillance l'entrée pour la sélection du collimateur et le réglage de l'exposition.

19. Attendez que l'émission soit terminée. Si la boîte **HV Auto-off** (Désactivation auto HT) est cochée, la HT sera désactivée à la fin du faisceau. Si vous préférez garder la HT activée lors d'expositions répétées, décochez cette case.
20. Notez toutes les mesures souhaitées et répétez les étapes 13 à 17 si nécessaire.
21. Si la haute tension n'a pas été désactivée automatiquement, désactivez la haute tension en appuyant sur le bouton **HV OFF** (HT désactivée) sur la console.
22. Ouvrez la porte et la coque en retournant à l'onglet **Table and Gantry** (Table et portique) et en cliquant sur les boutons **Open Door** (Ouvrir la porte) et **Open Shell** (Ouvrir la coque).
23. La table peut être supprimée de la machine manuellement ou en cliquant sur le bouton Extend Table (Étendre la table).
24. Appuyez sur le bouton **d'arrêt d'urgence**.
25. Retirez doucement la chambre à ions de la fixation F et de la machine.
26. Retirez doucement la fixation F.

3.3.3 Constance de sortie

Le support d'isocentre de la table Zap-X peut être utilisé pour effectuer des mesures de cohérence de sortie lorsque la bille est remplacée par une chambre ionique. Un physicien médical qualifié doit évaluer soigneusement comment ces données sont collectées et analysées, mais le matériel fournit une méthode simple pour positionner une chambre dans le système.

➢ **Pour mesurer la constance de sortie du système Zap-X :**

1. Connectez-vous à la console de traitement.
2. Si la machine n'a pas été mise sous tension ou initialisée, effectuez ces deux opérations.
3. Placez le support d'isocentre de la table Zap-X sur la table du patient.
4. Fixez une chambre ionique appropriée dans le support.
5. Faites passer soigneusement les câbles nécessaires dans les ports appropriés du système (voir Figure 3-18).
6. Connectez le câble à la chambre ionique.
7. Utilisez le boîtier de commande suspendu pour déplacer le canapé en position iso-centrale et fermez la porte et la coque. Vous pouvez également cliquer sur l'icône **Daily QA** (AQ quotidienne) sur le tableau de bord (voir Figure 3-11), puis cliquer sur la page **Daily QA** (AQ quotidienne) et sur l'onglet **Table and Gantry** (Table et portique) (voir Figure 3-12). Cliquez sur les boutons **Move to Iso**, **Close Door** et **Close Shell**.
8. Si vous le souhaitez, sélectionnez une position de portique dans la liste déroulante et cliquez sur le bouton **Move** (Déplacer) pour positionner le portique à la position souhaitée.
9. Cliquez sur l'onglet **Dose** (voir Figure 3-13).
10. Entrez un nombre approprié d'UM dans la case MU.
11. Appuyez sur le bouton **HV ON** (HT activée) sur la console.
12. Cliquez sur le bouton Beam On (Faisceau activé).
13. Attendez que l'émission soit terminée. Si la boîte **HV Auto-off** (Désactivation auto HT) est cochée, la HT sera désactivée à la fin du faisceau. Si vous préférez garder la HT activée lors d'expositions répétées, décochez cette case.
14. Notez toutes les mesures souhaitées et répétez les étapes 10 à 13 si nécessaire.
15. Si la haute tension n'a pas été désactivée automatiquement, désactivez la haute tension en appuyant sur le bouton **HV OFF** (HT désactivée) sur la console.
16. Ouvrez la porte et la coque en retournant à l'onglet **Table and Gantry** (Table et portique) et en cliquant sur les boutons **Open Door** (Ouvrir la porte) et **Open Shell** (Ouvrir la coque).
17. Retirez la chambre ionique du dispositif isocentre de table.
18. Retirez le support d'isocentre de la table de la table du patient.

3.3.4 Énergie du faisceau

La fixation F Zap-X et l'accessoire Dmax/D10 ou D10/D20 peuvent être utilisés pour évaluer l'énergie du faisceau du système de radiochirurgie Zap-X sans nécessiter l'installation d'un fantôme d'eau. L'accessoire Dmax/D10 place une chambre ionique à une SAD de 450 mm avec 6,5 mm d'accumulation acrylique et une seconde chambre à une profondeur de 10 cm. L'accessoire D10/D20 place une colonne de plastique acrylique à une SAD de 450 avec des supports de chambre ionique situés à une profondeur de 10 cm et 20 cm. Le ratio de la dose délivrée à ces deux emplacements peut être utilisé pour évaluer l'énergie du faisceau de rayonnement.

REMARQUE : Comme pour tout fantôme fabriqué à partir d'un matériau autre que l'eau, il faut prendre corriger le matériau fantôme si une mesure absolue est nécessaire. Il est donc suggéré que ces outils soient plutôt utilisés pour mesurer la constance dans le temps et ne conviennent pas pour l'étalonnage ou la mise en service de la machine.

➢ **Pour mesurer l'énergie du faisceau du système Zap-X :**

1. Connectez-vous à la console de traitement.
2. Si la machine n'a pas été mise sous tension ou initialisée, effectuez ces deux opérations.
3. Vérifiez que le système est à la position Pôle nord sinon, cliquez sur l'icône **Daily QA** (AQ quotidienne). Sélectionnez ensuite la page **F Bracket** (Fixation F) et l'onglet **Table and Gantry** (Table et portique). Dans la liste déroulante de **Gantry, Move To :** (Portique, déplacer vers :), sélectionnez **North Pole** (Pôle nord) puis cliquez sur **Move** (Déplacer) (voir Figure 3-14).

   Attention : Une fois la fixation installée, le portique et la table ne fonctionneront pas à moins que le scanner de collision interne ne soit éteint. Dans cet état, la vitesse de déplacement du système sera considérablement réduite et il est de la seule responsabilité de l'opérateur de s'assurer qu'aucune collision ne se produit. Il est donc suggéré de placer le système dans la position souhaitée avant d'installer le la fixation F.

4. Appuyez sur le bouton **E-Stop** (Arrêt d'urgence) sur la console.
5. Installez la fixation F sur le collimateur du système Zap-X en alignant la fixation F avec les points de montage sur le boîtier du collimateur et en serrant les deux vis (voir Figure 3-15 et Figure 3-16).
6. Installez l'accessoire Dmax/D10 ou D10/D20 sur la fixation F.
7. Faites passer en prenant des précautions la chambre ionique dans la machine à travers le trou d'accès au câble près de la porte, en veillant à fournir suffisamment de câble pour garantir un fonctionnement correct (voir Figure 3-18).
8. Insérez une chambre à ions de taille appropriée dans un des supports (chambre à cartouche de 0,125 cm^3 avec point de référence à 4,5 mm de la pointe, référence PTW 31010). Placez la fiche dans l'autre support.
9. Assurez-vous que la chambre est correctement située dans le support et fixez-la en serrant la vis de réglage.
10. Remettez soigneusement la table du patient dans la machine en veillant à ce qu'elle n'entre pas en collision avec la fixation F.
11. Relâchez le bouton **E-Stop** (Arrêt d'urgence) et effacez l'arrêt d'urgence sur le PC de la console.
12. Cliquez sur les boutons **Close Shell** (Fermer la coque) et **Close Door** (Fermer la porte) pour fermer la porte et la coque.
13. Cliquez sur l'onglet **Dose**.
14. Sélectionnez le collimateur souhaité dans la boîte de sélection du collimateur.
15. Entrez le nombre d'UM souhaité dans la boîte **Requested MU** (UM demandée).

16. Appuyez sur le bouton **HV ON** (HT activée) sur la console.
17. Cliquez sur le bouton **Beam On** (Faisceau activé).
18. Attendez que l'émission soit terminée. Si la boîte **HV Auto-off** (Désactivation auto HT) est cochée, la HT sera désactivée à la fin du faisceau. Si vous préférez garder la HT activée lors d'expositions répétées, décochez cette case.
19. Notez toutes les mesures souhaitées et répétez les étapes 14 à 18 si nécessaire.
20. Si la haute tension n'a pas été désactivée automatiquement, désactivez la haute tension en appuyant sur le bouton **HV OFF** (HT désactivée) sur la console.
21. Ouvrez la porte et la coque en retournant à l'onglet **Table and Gantry** (Table et portique) aet en cliquant sur les boutons **Open Door** (Ouvrir la porte) et **Open Shell** (Ouvrir la coque).
22. Appuyez sur le bouton **d'arrêt d'urgence** le plus proche.
23. Retirez délicatement la chambre à ions et le bouchon des supports et placez la chambre à ions dans l'autre trou et le bouchon dans le trou D10.
24. Répétez les étapes 9-21.
25. Retirez doucement la chambre à ions de la fixation F et de la machine.
26. Retirez doucement la fixation F.

3.3.5 Symétrie et forme du faisceau

La fixation F Zap-X peut être utilisée avec l'accessoire de support de film pour mesurer la symétrie et la forme du faisceau. La fixation est placée dans la machine et un morceau de film radiochromique est placé dans le support. Le support positionnera le film à une SAD de 450 mm avec 6,5 mm d'accumulation et 15 mm de rétrodiffusion.

➢ **Pour obtenir des données de symétrie et de forme de faisceau :**

1. Connectez-vous à la console de traitement.
2. Si la machine n'a pas été mise sous tension et initialisée, effectuez ces deux opérations.
3. Vérifiez que le système est à la position désirée, sinon cliquez sur l'icône **Daily QA** (AQ quotidienne). Sélectionnez ensuite la page **F Bracket** (Fixation F) et l'onglet **Table and Gantry** (Table et portique). Dans la liste déroulante de Gantry, Move To : (Portique, déplacer vers :), sélectionnez l'endroit désiré puis cliquez sur Move (Déplacer) (voir Figure 3-14).

   Attention : Une fois la fixation installée, le portique et la table ne fonctionneront pas à moins que le scanner de collision interne ne soit éteint. Dans cet état, la vitesse de déplacement du système sera considérablement réduite et il est de la seule responsabilité de l’opérateur de s’assurer qu’aucune collision ne se produit. Il est donc suggéré de placer le système dans la position souhaitée avant d'installer le la fixation F. Appuyez sur le bouton **E-Stop** (Arrêt d'urgence) sur la console.
4. Installez la fixation F sur le collimateur du système Zap-X en alignant la fixation F avec les points de montage sur le boîtier du collimateur et en serrant les deux vis (voir Figure 3-15 et Figure 3-16).

5. Placez un morceau de film radiochromique prédécoupé dans le support.
6. Installez l'accessoire du support de film sur la fixation F.
7. Relâchez le bouton **E-stop** (arrêt d'urgence), supprimez l'arrêt d'urgence et utilisez le boîtier de commande suspendu pour déplacer la table du patient dans la machine et fermez la porte et la coque.
8. Cliquez sur l'onglet **Dose**.
9. Sélectionnez le collimateur souhaité dans la boîte de sélection du collimateur.
10. Entrez le nombre d'UM souhaité dans la boîte MU.
11. Appuyez sur le bouton **HV ON** (HT activée) sur la console.
12. Cliquez sur le bouton **Beam On** (Faisceau activé).
13. Attendez que l'émission soit terminée. Si la boîte **HV Auto-off** (Désactivation auto HT) est cochée, la HT sera désactivée à la fin du faisceau. Si vous préférez garder la HT activée lors d'expositions répétées, décochez cette case.
14. Si la haute tension n'a pas été désactivée automatiquement, désactivez la haute tension en appuyant sur le bouton **HV OFF** (HT désactivée) sur la console.
15. Cliquez sur l'onglet **Gantry and Table** (Portique et table) et ouvrez la porte et la coque en cliquant sur les boutons correspondants.
16. Appuyez sur le bouton **d'arrêt d'urgence** le plus proche.
17. Retirez délicatement le film du support.
18. Si nécessaire, placez un nouveau film dans le support et répétez les étapes 8 à 17 si nécessaire.
19. Retirez la fixation F de la machine.
20. Retirez doucement la fixation F.
21. Utilisez un scanner et un logiciel appropriés pour numériser les films exposés et mesurer les valeurs souhaitées.

3.3.6 Vérification du collimateur

➢ **Pour tester la détection du collimateur :**

1. Connectez-vous à la console de traitement.
2. Cliquez sur l'onglet Daily QA (AQ quotidienne).
3. Utilisez la case Collimator Selection (Sélection du collimateur) pour sélectionner un collimateur.
4. Entrez un nombre de UM dans la case MU.
5. Activez la haute tension et appuyez sur le bouton de mise en marche du faisceau.
6. Confirmez que le collimateur souhaité peut être sélectionné et que la dose peut être administrée.

3.3.7 Test de l'alignement du laser

La fixation F Zap-X peut également être utilisée pour évaluer l'alignement du laser du système. Deux disques sont insérés dans le support. Chacun a un petit trou au centre

de 3 mm de diamètre. Cela permet d'évaluer à la fois l'emplacement du laser et sa colinéarité avec l'axe central du faisceau.

➢ **Pour tester l'alignement laser avec le pointeur isocentre :**

1. Cliquez sur le bouton Daily QA (AQ quotidienne) sur le tableau de bord.
2. Sélectionnez le collimateur de 4,0 mm dans le menu déroulant **Collimator Selection** (Sélection du collimateur).
3. Cliquez sur la boîte **Move** (Déplace)r pour déplacer le collimateur vers une position directement au-dessus de l'isocentre de la machine.
4. Montez la fixation F équipée de disques de centrage de faisceau laser sur le collimateur (voir Figure 3-1). Chaque disque contient un petit trou au centre. Placez un morceau de ruban adhésif de couleur bloquant le trou central du disque inférieur afin que la position du laser soit visible dans le trou.
5. Cliquez sur le bouton **Turn Laser On** (Allumer le laser).
6. Évaluez l'emplacement du laser par rapport au trou de 3mm.

3.3.8 Starshot

L'accessoire starshot Zap-X peut être utilisé pour effectuer une mesure de la déviation de l'axe central du faisceau par rapport à l'isocentre mécanique lorsque le portique tourne dans un seul plan. Notez que si Zap fournit un accessoire pour effectuer cette mesure, le physicien du site est responsable de l'approvisionnement et de l'analyse du film.

➢ **Pour effectuer une mesure starshot :**

1. Cliquez sur le bouton **Daily QA** (AQ quotidienne) sur le tableau de bord.
2. Sélectionnez la page **Daily QA** (AQ quotidienne) et l'onglet **Table and Gantry** (Table et portique).
3. Cliquez sur le bouton **Move To Iso** (Déplacer à Iso). Attendez que le mouvement de la table se termine.
4. Retirez manuellement la table de la machine.
5. Fixez l'accessoire starshot au canapé.
6. Utilisez un niveau pour ajuster l'angle du support de film à la verticale pour une mesure d'axe axial ou à 45 degrés pour une mesure d'axe oblique.

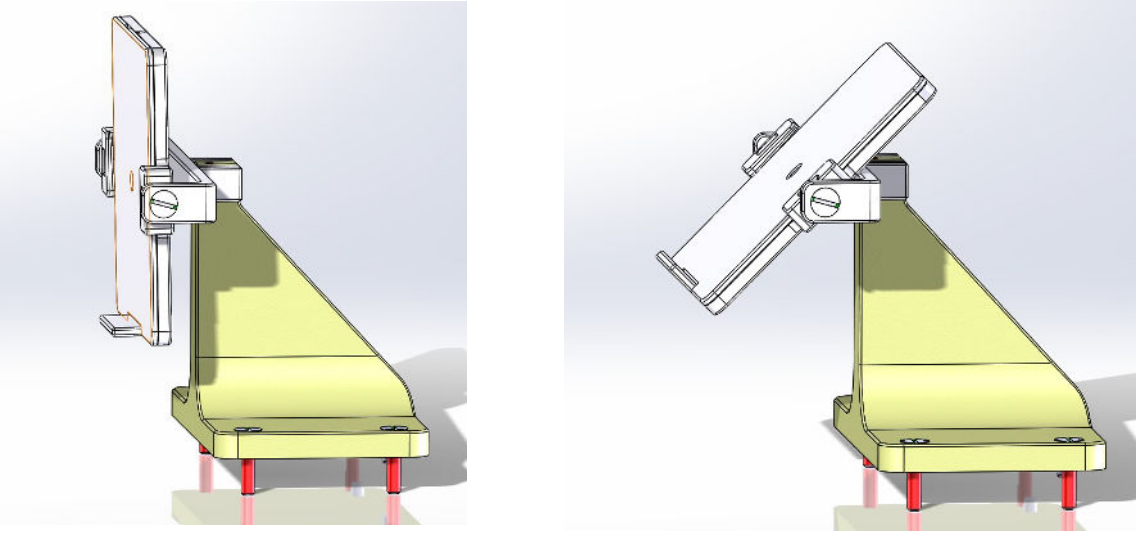


Figure 3-21 L'accessoire starshot configuré pour une mesure de portique axial (à gauche) et une mesure de portique oblique (à droite).

7. Déplacez la table dans la machine en cliquant sur le bouton **Move to Iso** (Déplacer à Iso). Fermez la coque et la porte à l'aide des boutons correspondants.
8. Pour une mesure de portique axial, déplacez le portique sur axial 270, oblique 90. Pour une mesure de portique oblique. Déplacer le portique sur axial 0, oblique 180.
9. Cliquez sur l'onglet **Dose**. Sélectionnez le collimateur souhaité dans la boîte déroulante.
10. Entrez l'UM demandée, appuyez sur le bouton **HV ON** (HT activée) de la console, puis cliquez sur **Beam On** (Faisceau activé).
11. Une fois l'exposition terminée, revenez à l'onglet **Table and Gantry** (Table et portique) et déplacez le portique vers la position souhaitée suivante. Répétez les étapes 9 et 10 pour exposer le film sous ce nouvel angle. Répétez comme vous le souhaitez.
12. Retirez la table de la machine et retirez l'accessoire starshot de la table.

Chapitre 4: Sous-système d'imagerie

Le système Zap-X contient un détecteur kV à écran plat et une source de rayons X kV. Veuillez consulter un ingénieur du service chirurgical Zap agréé pour obtenir les images nécessaires à l'évaluation de ces systèmes.

Chapitre 5: Planification de traitement

Le système Zap-X comprend également des fonctionnalités de planification de traitement. Il est essentiel que la fonctionnalité de ces outils soit régulièrement évaluée. Un physicien médical qualifié doit consulter les directives appropriées pour déterminer comment et quand tester ces fonctions et les fonctions qui doivent être testées.

Chapitre 6: Tests au niveau du système

6.1 Flux de travail de la bille d'acier

Cette section décrit un test de positionnement et d'isocentrisme simplifié qui peut être effectué rapidement et facilement sur le système Zap-X.

6.1.1 Insert fantôme, bille de 4 mm

L'insert Phantom, bille de 4 mm, est un cube de plastique qui contient une seule bille de tungstène de 4 mm en son centre. Ce cube est destiné à être inséré dans un fantôme anthropomorphe. Ce fantôme peut alors être positionné dans le système. Les faisceaux sont ensuite émis et l'ombre de la bille sur l'imageur MV est utilisée pour déterminer la position de la bille par rapport à l'isocentre de la machine ainsi que la déviation de l'axe central du faisceau par rapport à l'isocentre de la machine.

6.1.2 Conditions préalables

➢ **Pour préparer le système à exécuter le flux de travail de bille d'acier :**

1. Placez l'insert fantôme dans un fantôme anthropomorphe. Assurez-vous que l'insert est solidement fixé au fantôme. Tout mouvement relatif entre l'insert et le fantôme causera des erreurs dans les données fournies par le flux de travail. Idéalement, l'insert doit être laissé en permanence dans le fantôme. Si cela n'est pas possible, des efforts doivent être faits pour s'assurer que l'insert peut être placé de manière répétée dans le fantôme.
2. Obtenez un TDM du fantôme en utilisant une immobilisation et des paramètres qui reflètent, aussi bien que possible, ceux du flux de travail clinique standard.
3. Importez le TDM dans le système de planification Zap.
4. Placez soigneusement un seul isocentre au centre de la bille de 4 mm.
5. Enregistrez le plan.
6. Consultez un ingénieur de service Zap pour configurer votre système afin d'utiliser le plan préparé pour le flux de travail de la bille d'acier.

6.1.3 Procédure de test suggérée

➢ **Pour exécuter le flux de travail de bille d'acier :**

1. Placez l'insert fantôme dans le fantôme anthropomorphe qui a été utilisé pour acquérir le TDM et mettez le fantôme sur la machine en utilisant la même immobilisation qui a été utilisée pendant le TDM.
2. Accédez au logo **Daily QA** (AQ quotidienne), à la page **Steel Ball** (bille d'acier), **onglet Table and Gantry** (Table et portique).

3. Déplacez la table dans la machine en cliquant sur **Move To Iso**(Déplacer vers Iso) et fermez la coque et la porte en cliquant sur **Close Shell** (Fermer la coque) et **Close Door** (Fermer la porte).

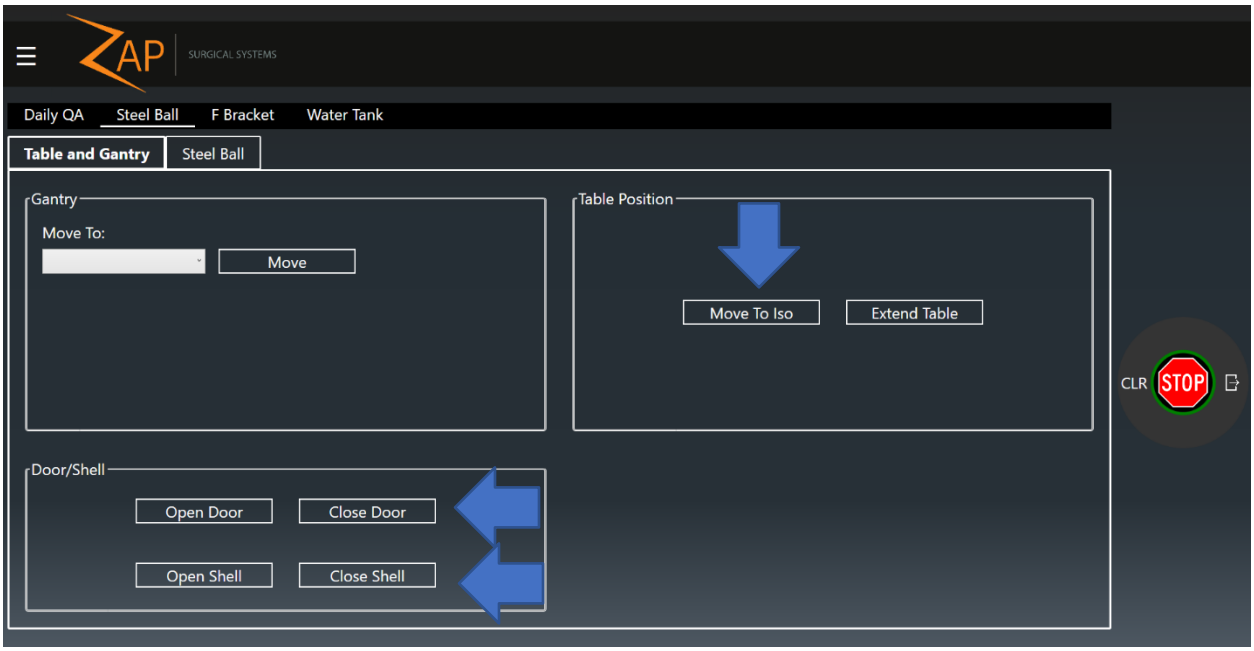


Figure 6-1 Page Steel Ball (bille d'acier), onglet Table and Gantry (Table et portique). Les flèches mettent les étapes en surbrillance pour déplacer la table dans la machine et fermer la coque et la porte.

4. Cliquez sur l'onglet **Steel Ball** (Bille d'acier) et cliquez sur le bouton **Start** (Démarrage). Le système exécutera la même séquence d'alignement automatique que celle utilisée lors de l'administration du traitement. Ensuite, le système émettra des faisceaux à partir des emplacements suivants : Départ, AP, latéral gauche, PA, latéral droit. Pour chaque faisceau, une image MV est capturée et analysée pour déterminer le décalage entre le centre du champ et le centre de l'ombre de la bille de 4 mm.

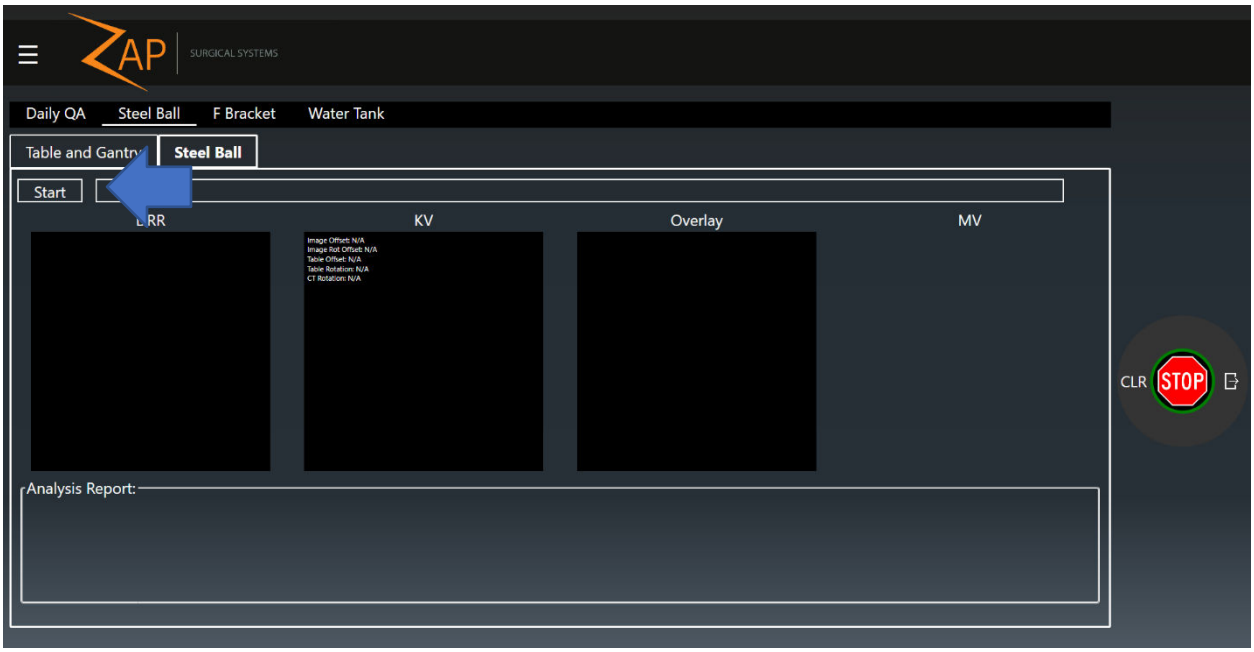


Figure 6-2 Page Steel Ball (Bille d'acier), onglet Steel Ball (Bille d'acier). La flèche met en surbrillance le bouton pour lancer le flux de travail de la bille d'acier.

5. Une fois que les cinq expositions sont terminées, une analyse est présentée. L'analyse comprend les éléments suivants :
   - Décalage cible DoseLab 3D : calcul de l'emplacement de la bille par rapport à l'isocentre mécanique de la machine calculé à l'aide d'équations d'une géométrie de portique à bras en C traditionnelle.
   - Décalage cible Zap 3D : calcul de l'emplacement de la bille par rapport à l'isocentre mécanique de la machine calculé à l'aide d'équations propres à la géométrie du système Zap-X.
   - Décalage du faisceau Zap 2D : calcul de la déviation de l'axe central du faisceau par rapport à l'isocentre mécanique calculé à l'aide d'équations propres à la géométrie du système Zap-X.

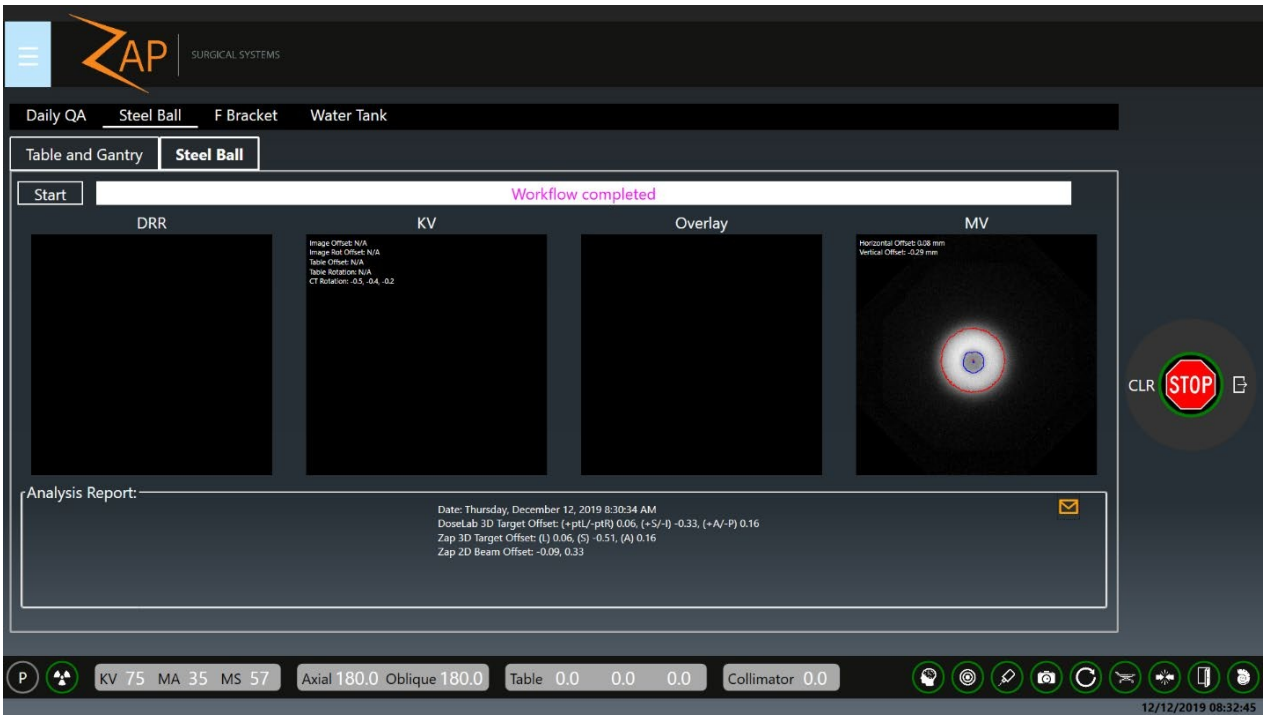


Figure 6-3 Page Steel Ball (Bille d'acier), onglet Steel Ball (Bille d'acier). Exemple d'achèvement de flux de travail avec les résultats renseignés dans la section Rapport d'analyse de l'écran.

6. Si vous le souhaitez, cliquez sur l'icône **Envelope** (Enveloppe) pour envoyer par e-mail un rapport des données collectées à un destinataire prédéfini (consultez un ingénieur de service pour configurer cet e-mail).

6.2 Tests de bout en bout

Veuillez consulter le Chapitre 7 : Test de bout en bout pour plus de détails sur une procédure de test de bout en bout suggérée.

Chapitre 7: Test de bout en bout

7.1 Introduction

Ce chapitre décrit les procédures d'exécution des tests de bout en bout (E2E) sur le système Zap-X.

Contenu

Ce chapitre contient les sujets suivants :

- 7.2 Équipement et matériel pour les tests E2E
- 7.3 Utilisation de la bille-cube dans les tests E2E
- 7.4 Plans de traitement pour les tests E2E
- 7.5 Administration de dose E2E
- 7.6 Analyse de film

7.2 Équipement et matériel pour les tests E2E

Cette section décrit l'équipement et les matériaux utilisés pour effectuer les tests E2E.

7.2.1 Bille-cube et films

Cette procédure utilise un fantôme bille-cube et un film radiochromique. La bille cube est un cube qui permet à deux portions de film radiochromique d'être placées de manière répétée dans les plans sagittal et coronal à l'intérieur d'un fantôme de tête anthropomorphe. Le centre du cube contient une bille à haute densité qui peut aider au placement répétable de l'isocentre pendant la planification du traitement.

7.2.2 Scanner de film

Zap suggère l'utilisation d'un scanner Epson V600 ou équivalent.

7.2.3 Apeçu de la procédure de test E2E

La procédure de test E2E complète comprend les étapes générales suivantes :

1. Effectuez un TDM du ou des fantômes avec bille-cube qui sera utilisé dans le test E2E. Les fantômes doivent être chargés de films pendant les TDM. Suivez les directives de TDM répertoriées dans le Manuel de planification du traitement.
2. Importez les études d'images de TDM.
3. Dans le système de planification du traitement, identifiez la cible du traitement (c'est-à-dire le centre de la bille-cube). Ensuite, concevez un plan de traitement et enregistrez-le comme définitif.
4. Chargez les films dans la bille-cube et livrez le plan de traitement.
5. Une fois le plan émis, effectuez une analyse du film. Le logiciel d'analyse de film détermine la taille du film et effectue l'analyse appropriée en fonction de la taille du film numérisé. Le centroïde de la distribution de dose réelle délivrée sur le film exposé est comparé au centroïde de la distribution de dose prévue.

Le test E2E est utilisé pour déterminer l'erreur de position totale du système Zap-X.

7.3 Utilisation de la bille-cube dans les tests E2E

7.3.1 Utilisation de la bille-cube

Cette section décrit la façon d'insérer un film dans la bille-cube.

➢ **Pour insérer des films dans la bille-cube :**

1. Joignez les 2 portions de film au niveau des fentes de sorte que les deux films soient perpendiculaires l'un à l'autre.

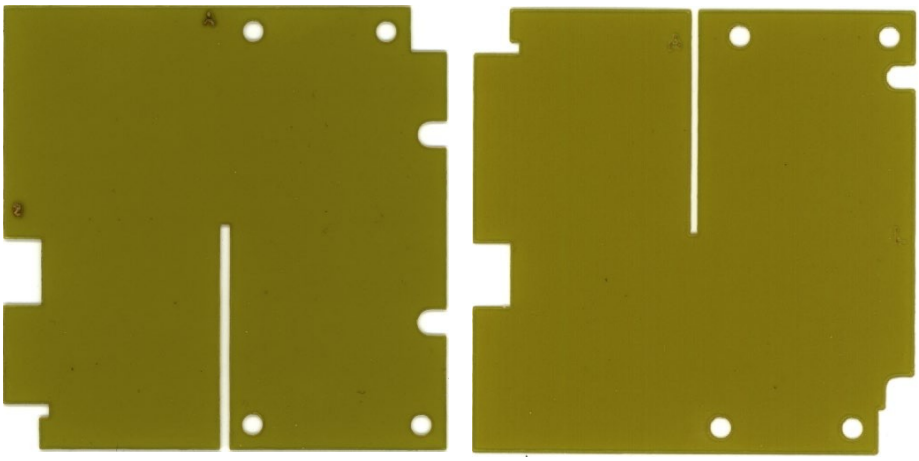


Figure 7-1 Films sagittaux (à gauche) et axiaux (à droite)

2. Dégagez les deux loquets en haut et en bas de la bille-cube.
3. Ouvrez la bille-cube en écartant les quatre sections du cube.
4. Insérez les films joints sur les broches d'alignement de la bille cube. Utilisez les directives d'alignement suivantes pour les films joints :
    - Film axial : aligné avec les bords antérieur et gauche de la bille-cube.
    - Film sagittal : aligné avec les bords antérieur et supérieur de la bille-cube.
5. Lorsque les films sont alignés avec les faces de la bille-cube, fermez la bille-cube et serrez les clips de la bille-cube pour sécuriser les films.
6. Mettez la bille-cube avec des films dans le fantôme de la tête.
7. Effectuez une TDM du fantôme de la tête et importez la TDM dans le logiciel de planification de traitement.

7.4 Plans de traitement pour les tests E2E

Cette section fournit des détails sur la planification du traitement pour les tests E2E utilisant une bille-cube avec des films.

7.4.1 Nouveau plan

1. Ouvrez le système de planification de traitement.
2. Connectez-vous.
3. Cliquez sur le patient souhaité depuis la page d'accueil.
4. Cliquez sur l’onglet **New Plan** (Nouveau plan).
5. Sélectionnez l'image TDM souhaitée.
6. Cliquez sur **Create New Plan** (Créer un nouveau plan) dans le coin supérieur droit.
    - Il y aura quatre quadrants avec des vues axiale, coronale, sagittale et 3D du TDM sélectionné et une roue au milieu sur l'écran suivant.
7. Cliquez sur la roue flottante pour accéder à vos outils

- Cette roue fournit les outils nécessaires pour créer un nouveau plan. Chaque icône révèle un deuxième anneau avec plus d'outils pour l'utilisateur. Passez la souris sur n'importe quelle icône pour voir le nom de l'outil.

7.4.2 Étape bille-cube

Remarque : Cette option n'est applicable que pour le TDM fantôme avec bille-cube.

Dans cette étape, vous créez un contour de la cible sphérique pour la bille à l'intérieur de la bille-cube.

➢ **Pour créer un volume d'intérêt (VOI) :**

1. Cliquez sur l'icône **Contour** pour commencer un nouveau contour.
2. Cliquez sur le signe plus pour nommer le nouveau contour et sélectionnez le type VOI dans le menu déroulant (Cible ou OAR).

   Une fois le contour nommé, les outils restants sont activés.

3. Utilisez les outils de contour tels que le stylo, les lignes, le cercle, la coupe et le butoir pour délimiter le contour de la bille. Activez ces outils à l'aide de la touche Ctrl comme décrit dans le Manuel de planification du traitement.
4. Faites défiler les tranches **AXIAL** pour délimiter le contour complet de la bille dans tout le volume TDM.

Après avoir tracé un contour pour la bille, vous pouvez procéder à l'ajout d'un isocentre.

➢ **Pour placer automatiquement un isocentre au centre de la bille:**

1. Cliquez sur l'icône **Plan** pour ajouter un isocentre (voir Figure 7-2).
2. Cliquez sur **Manually Add/Edit Isocenters** (Ajouter/modifier manuellement des isocentres) pour créer un isocentre à l'intérieur de la zone sphérique de l'image TDM fantôme.
   a. Choisissez collimateur de 25 mm.

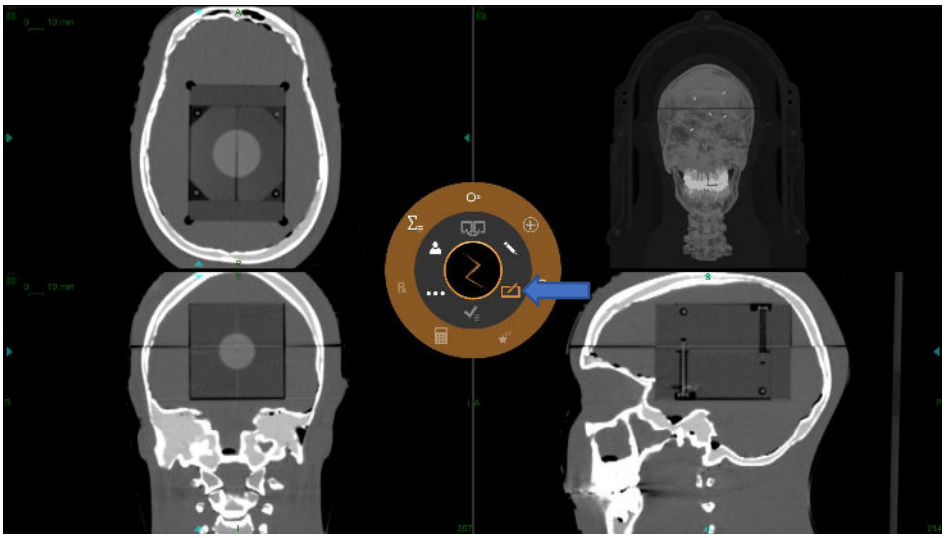


Figure 7-2 Icône Plan.

3. Cliquez sur **Auto ball center detection** (Détection automatique du centre de la bille) pour placer l'isocentre au centre de la bille (voir Figure 7-3).

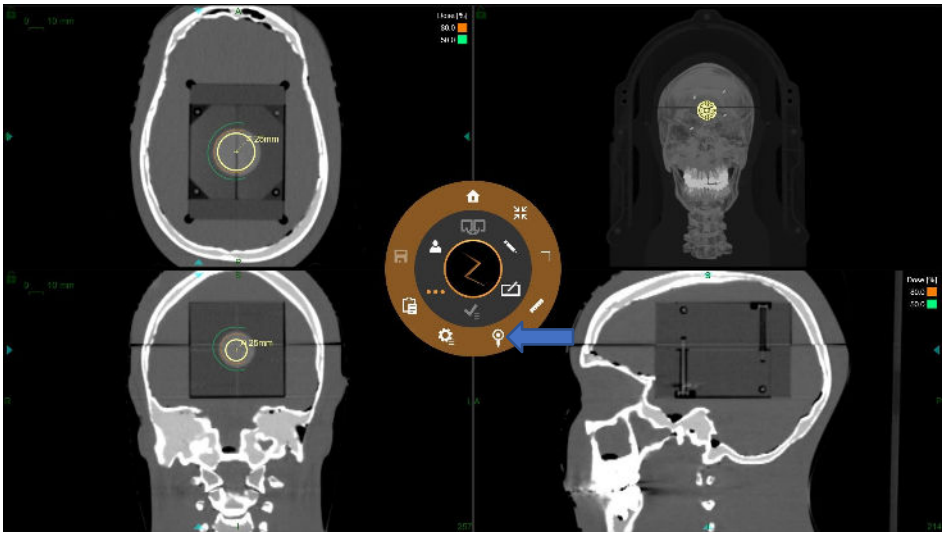


Figure 7-3 Étape bille-cube.

➢ **Pour créer un plan:**

1. Déplacez l'isocentre au besoin pour que son centre corresponde au centre de la bille cible.
   - Choisissez un collimateur de 25 mm.
2. Calculez la dose.
3. Prescrivez 420 cGy à la ligne d'isodose à 70 % *par fraction*.
4. Enregistrez comme version finale.

7.5 Administration de dose E2E

➢ **Pour administrer une dose E2E :**

1. Placez la bille-cube chargée avec des films dans le fantôme de la tête. Assurez-vous d'orienter correctement le bille-cube.

L'orientation de la bille-cube lorsqu'elle est chargée dans le fantôme pour l'administration de la dose doit correspondre à son orientation lors d'un scanner.

2. Placez la tête fantôme sur la table de traitement dans la même orientation que celle utilisée pour le TDM.
3. Sur l'ordinateur d'administration du traitement, émettez le plan de traitement E2E au fantôme contenant la bille-cube selon la procédure décrite dans le Manuel d'administration de traitement.
4. Lorsque le traitement est terminé, retirez la bille-cube du fantôme.

Lorsque vous démontez la bille-cube, évaluez la position de la bille-cube dans le fantôme et la position des films dans la bille-cube. Vérifiez à nouveau que l'orientation de la bille-cube est correcte et confirmez que les films sont correctement étiquetés.

5. Retirez les films de la bille-cube et numérisez les films avec un scanner de film pour analyse.

7.6 Analyse de film

Les utilisateurs peuvent choisir un logiciel d'analyse de film disponible dans le commerce pour l'analyse des résultats des tests de bout en bout. Le logiciel d'analyse de film en option fourni par Zap peut être utilisé pour calculer les erreurs de ciblage de bout en bout (voirFigure 7-4). L'analyse de film comprend les étapes suivantes :

- Configuration
- Traitement
- Analyse

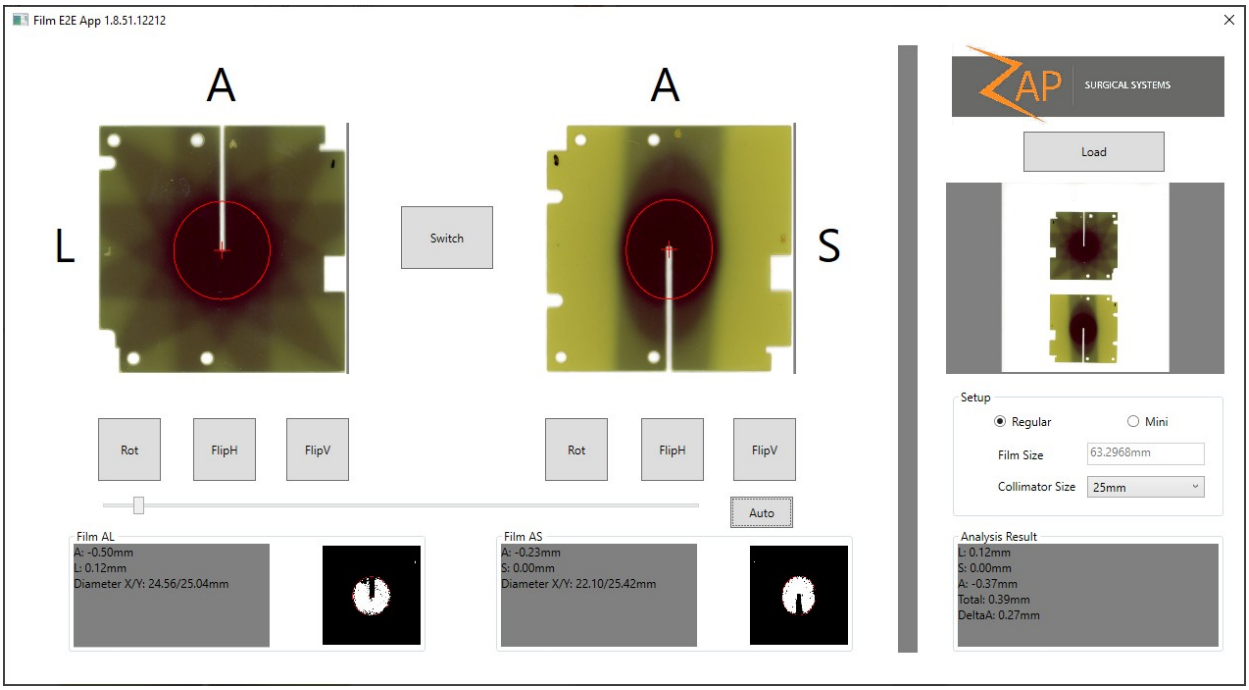


Figure 7-4 Logiciel d'analyse de film

7.6.1 Configuration

1. Numérisez les deux films sur un scanner photo avec une résolution d'au moins 300 dpi. Les films doivent être tournés de moins de 5 degrés pendant la numérisation.
2. Lancez l'outil logiciel d'analyse de film en double-cliquant sur le fichier exécutable « FilmAnalysisApp » situé à C:\Program Files\Zap Surgical Systems\Treatment Application.
3. Chargez les films dans le logiciel d'analyse de film en cliquant sur le bouton **Load** (Chargement) (voir Figure 7-5).

Figure 7-5 Bouton Load (Chargement)

- Sélectionnez l'image souhaitée en cliquant dessus et en cliquant sur **Open** (Ouvrir) (voir Figure 7-6).
- Toutes les images doivent contenir deux films pour être téléchargeables.

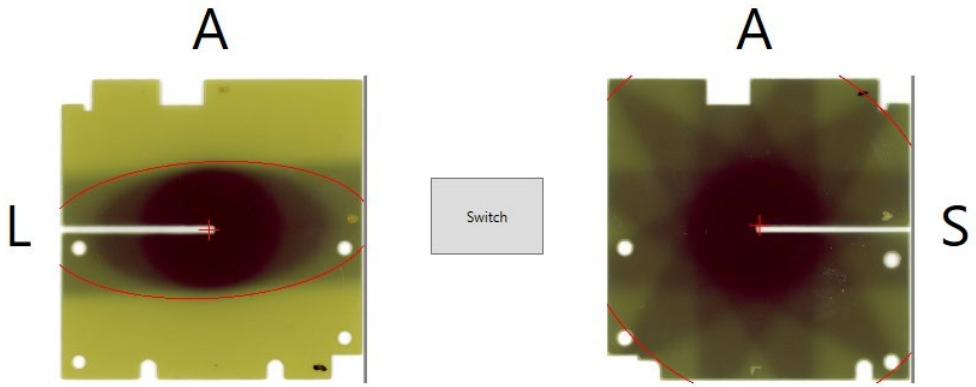


Figure 7-6 Orientation initiale du film après le chargement de l'image

Remarque : Les lignes de contour de dose rouges seront automatiquement définies dans une étape ultérieure.

4. Sélectionnez la taille de la bille-cube (voir Figure 7-7).
   - Sélectionnez Regular (Normal).

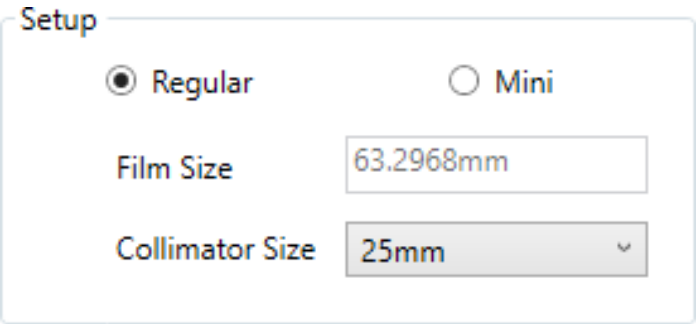


Figure 7-7 Configuration de la taille de la bille-boule.

5. Sélectionnez la taille du collimateur en fonction de la taille de la bille-cube dans le menu déroulant Taille du collimateur.
   - Sélectionnez 25 mm.

7.6.2 Traitement

Le traitement du film, ou segmentation et alignement, se fait automatiquement en arrière-plan. Les bords antérieur (A) et supérieur/gauche (S / L) doivent être alignés. Si ce n'est pas le cas, il y a différentes options de mouvement pour les films A/L et A/S qui permettront à l'utilisateur de les aligner (voir Figure 7-8).

➢ Pour transformer l'image:
   1. Cliquez sur **Switch**(Permuter) pour permuter les films les uns avec les autres.
   2. Cliquez sur **Rot** (Pivoter) pour faire pivoter le film dans le sens des aiguilles d'une montre.
   3. Cliquez sur **FlipH** (Retourner H) pour retourner le film horizontalement.
   4. Cliquez sur **FlipV** (Retourner V) pour retourner le film verticalement.

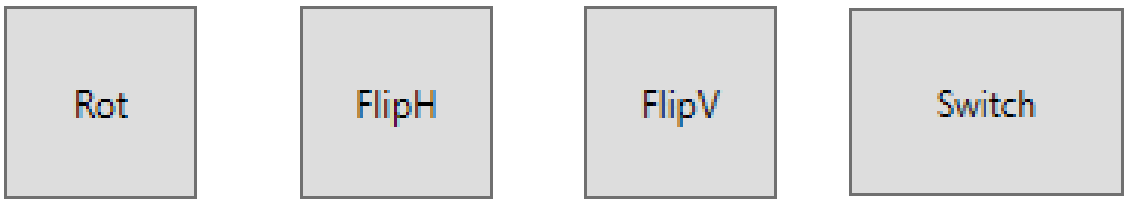


Figure 7-8 Boutons de mouvement.

Continuez à ajuster les images jusqu'à ce que (A/L) et (A/S) s'alignent avec les repères du logiciel (voir Figure 7-9).

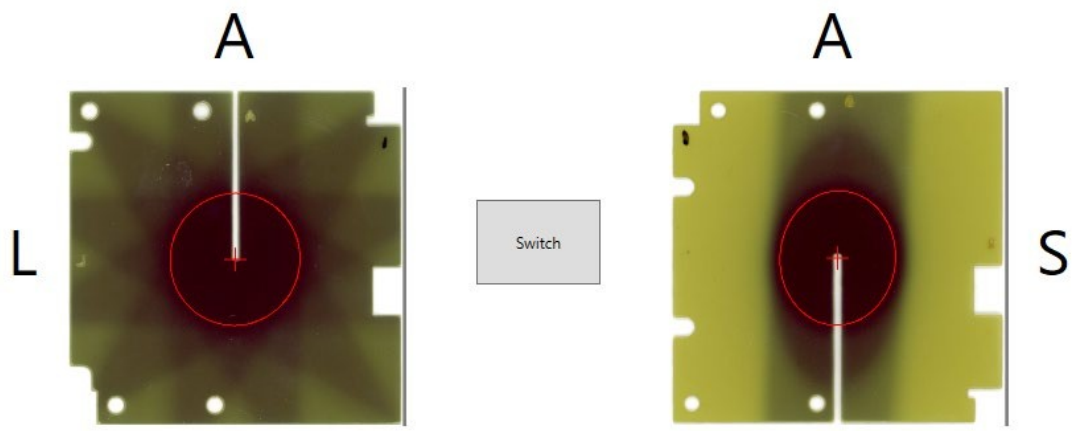


Figure 7-9 Films correctement orientés

Remarque : Il est extrêmement important de vérifier l'orientation correcte à l'aide de ces boutons. Le non-respect de cette consigne peut entraîner des résultats incorrects et/ou incohérents.

7.6.3 Analyse

Les résultats de l'analyse indiquent l'erreur de bout en bout qui correspond à la distance entre le centroïde (intensité de 70%) du profil de dose et le centre des films (voir Figure 7-10).

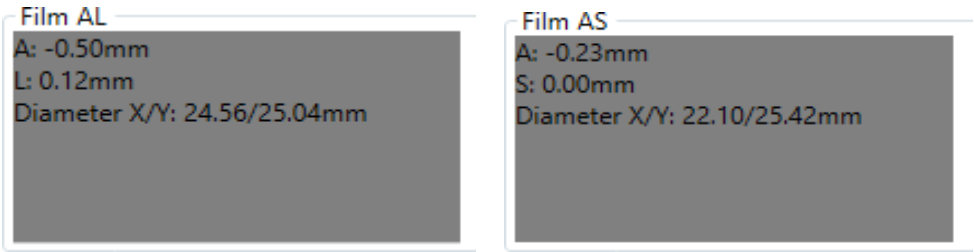


Figure 7-10 Résultats de films individuels

- ***A***: Distance du centroïde de dose au centre du film dans la direction antérieure.
- ***L***: Distance du centroïde de dose au centre du film dans la direction gauche.
- ***S***: Distance du centroïde de dose au centre du film dans la direction supérieure.
- ***Diamètre X/Y***: Le rapport entre les diamètres dans les directions X et Y.

➢ **Pour obtenir des résultats d'analyse optimaux :**

1. Cliquez sur **Auto** pour détecter le contour de la dose.
2. Atteignez la plus petite valeur absolue du contour de dose en faisant glisser le curseur le long de la barre de défilement à gauche du bouton **Auto** (voir

Figure 7-4). Le contour est le plus petit du côté gauche et le plus grand du côté droit.

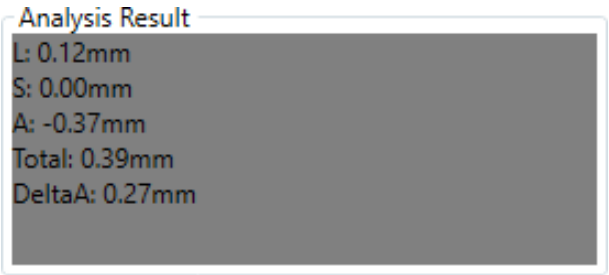


Figure 7-11 Résultats d'analyse optimaux

- ***L***: Distance du centroïde de dose au centre du film dans la direction antérieure.
- ***S***: Distance du centroïde de dose au centre du film dans la direction gauche.
- ***A***: Distance du centroïde de dose au centre du film dans la direction supérieure.
- ***Total***: Erreur de bout en bout qui est égale à la racine carrée de la somme des carrés des résultats de l'erreur de gauche, de l'erreur supérieure et de l'erreur antérieure.
- ***DeltaA***: La différence des résultats pour Antérieur des deux films.