**P. Troy Teo and Min-Sing Hwang – Application of TG-100 risk analysis methods to the acceptance testing and commissioning process of a Halcyon linear accelerator, Med. Phys., 2019**

L’analyse a été effectuée sur 3 Halcyon (1ère version) en utilisant la méthodologie d’évaluation des risques du TG100 de l’AAPM.

38 étapes décrites comprenant 88 modes de défaillance :

* 14 étapes et 34 défaillances pour l’acceptance
* 24 étapes et 54 défaillances pour le commissioning

Plus de la moitié des mesures de contrôle qualité recommandées pour l’acceptance et la mise en service pourraient être incorporées par le fabricant dans la conception de l’Halcyon.

L’acceptance est séparée en six sous-étapes :

1. Installation de la machine et du software, vérification avec le MPC, analyse automatique du software
2. Mesures de profils, énergie du faisceau, différents paramètres dosimétriques et vérification des images MV
3. Mesures des profils pour le commissioning
4. Mesures de rendements, qualité du faisceau et FOC
5. Mesures de dosimétrie de référence et vérification du modèle du faisceau
6. Commissioning du Rapid Arc avec vérification du MLC et de la rotation du bras

Les défailles surlignés en orange sont celles ayant un indice de criticité les plus élevés.

|  |  |
| --- | --- |
| 1ère sous-étape | |
| Installation de la machine | Espace insuffisant au niveau de la porte pour le passage de la machine |
| Licence du software | Fichier de licence corrompu |
| Attribution incorrecte des droits d’utilisateurs ARIA |
| Vérification des interlocks | Interlock défectueux (ex : faisceau ON avec porte ouverte) |
| Etude des rayonnements | Blindage insuffisant (ex : fissures dans le mur après la mise en conformité de la chicane existante) |
| Absence de stoppeur de faisceau |
| Calibration de l’angle du bras vs stabilité du faisceau | Erreur de température de la machine et de niveau d’eau |
| Instabilité des performances de la machine (ex : erreur BGM et arcs électriques du nouveau magnétron) |
| Erreur des analyses automatiques de la machine |
| Isocentre de traitement et vérification de la précision de la position | Erreur de setup avec le fantôme MPC |
| Défauts sur le fantôme MPC |
| Erreur des analyses automatiques de la machine |

|  |  |
| --- | --- |
| 2ème sous-étape | |
| Positionnement de la cuve | Cuve non mise à niveau |
| DSP | Mauvaise qualité image MV |
| Erreur serveur DICOM MV |
| Erreur dans la détermination de la DSP à partir des images MV (ex : erreurs inter- et intra-observateurs) |
| Mauvaise DSP (vérification DSP = 100 cm) |
| Mise en place du système / contrôleur de la cuve | Mauvais offset sélectionné pour la chambre |
| Erreur ou absence de tension |
| Erreur ou absence de vérification du CAX |
| Mise en place de la chambre | Pas de place pour la mise en place de la chambre de référence dans l‘anneau |
| Erreur de localisation lors de la fixation de la chambre de référence dans l’anneau |
| Erreur de localisation du détecteur dans les images MV |
| Rendements en profondeur et vérification de l’énergie | Ecart entre les conditions de mesures et les recommandations du fournisseur |
| Erreur dans le traitement des données |
| Taille de champ incorrecte (vérification de l’énergie = 10 cm x 10 cm) |
| Mesures de profils et comparaison | Ecart entre les conditions de mesures et les recommandations du fournisseur |
| Erreur dans le traitement des données |
| Taille de champ incorrecte (vérification de l’énergie = 10 cm x 10 cm) |
| Vérifications dosimétriques | Défaut de reproductibilité de la dose en fonction des UM |
| Défaut de reproductibilité de la dose en fonction de l’angle du bras |
| Acquisition images MV | Imageur MV défectueux |
| Mauvaise calibration de l’imageur MV |
| Erreur des analyses automatiques de la machine |

|  |  |
| --- | --- |
| 3ème sous-étape | |
| Vérification automatique du MPC (sortie du faisceau et UM, isocentre, MLC, position du bras et de la table) | Défaut dans le fantôme MPC fourni par le fournisseur |
| Mauvaise calibration de l’imageur MV |
| Défaillance dans l’un des contrôles de l’état des performances |
| Absence de détection d’un défaut existant |
| Angle du collimateur et du bras | Position imprécise du bras et du collimateur |
| Positionnement de la cuve | Cuve ne rentre pas dans l’anneau |
| Sagittal de la table (quand la cuve et la table sont positionnés dans l’anneau) |
| Cuve non mise à niveau |
| Eau déborde de la cuve |
| DSP | Mauvaise qualité image MV |
| Mauvaise calibration de l’imageur MV |
| Erreur serveur DICOM MV |
| Erreur dans la détermination de la DSP à partir des images MV (ex : erreurs inter- et intra-observateurs) |
| Erreur dans la détermination de la DSP non-isocentrique (ex : DSP 90 cm) à partir des MV latéraux |
| Mise en place du système / contrôleur de la cuve | Vitesse d’acquisition et profondeur incorrectes |
| Détecteur diffère des recommandations du fournisseur |
| Mauvais offset sélectionné pour la chambre |
| Erreur ou absence de tension |
| Erreur ou absence de vérification du CAX |
| Mise en place de la chambre | Pas de place pour la mise en place de la chambre de référence dans l‘anneau |
| Erreur de localisation lors de la fixation de la chambre de référence dans l’anneau |
| Erreur de localisation du détecteur dans les images MV |
| Mise en place de la diode pour les mesures de petits champs | Impossibilité de passer à une diode de petite taille pour les champs de petite taille |
| Absence de mise hors tension |
| Erreur de l’application de l’offset du point effectif de mesure pour la diode |
| Mauvaise orientation de la diode par rapport à la direction du faisceau |
| Délivrance du faisceau | Taille de champ incorrecte (MLC distal) |
| Arrêt du faisceau suite à une erreur BGM dû au nouveau magnétron |
| Erreur du niveau d’eau ou de la température machine |
| Comparaison des profils mesurés (homogénéité, symétrie et OAR) avec ceux fournis par Varian | Mise en place différente des recommandations constructeur |
| Données enregistrées incorrectes |
| Erreur dans le jeu de données fournies par le constructeur |

|  |  |
| --- | --- |
| 4ème sous-étape | |
| Sélection du détecteur | Utilisation d’un détecteur non recommandé par le constructeur pour les mesures ponctuelles (diode pour les champs < 4 cm x 4 cm, CI pour les champs > 4 cm x 4 cm) |
| Mesure du rendement en profondeur (recommandation du fournisseur) | Ecart entre les conditions de mesure et les recommandations du constructeur pour la comparaison des rendements en profondeur fournis par celui-ci |
| Erreur de traitement des données : absence de correction de l’ effet de gradient de la chambre cylindrique en se déplaçant à la profondeur effective de mesure |
| Mesure du rendement en profondeur (recommandation donnée dans le protocole conventionnel) | Conditions de mesure différentes des protocoles (TG51 : SSD = 100 cm, z = 10 cm) |
| Détermination de la qualité du faisceau | Erreur d’application de la loi de l’inverse carré de la distance pour les mesures à différentes profondeurs que SSD = 100 cm |
| Erreur de calcul, ex : confusion des conditions de mesure entre les recommandation du constructeur et des protocoles conventionnels |
| Sélection du détecteur | Utilisation d’un détecteur non recommandé par le constructeur |
| Mesure et calcul du FOC | Erreur de positionnement du détecteur |
| Déviation de la position du détecteur par rapport à l’axe du champ |
| Ecart des conditions de mesure par rapport aux recommandations constructeur |

|  |  |
| --- | --- |
| 5ème sous-étape | |
| Sélection du détecteur | Chambres inappropriées avec coefficients d’étalonnage invalides |
| Mise en place de l’étalonnage | Erreur de conditions de mesure pour la dosimétrie de référence |
| Etalonnage indépendant avec les dosimètres IROC OSLD | Ecart des conditions de mesure pour l’irradiation des dosimètres OSLD |
| Vérification du modèle Eclipse ? Raystation ? | Grands écarts entre les courbes mesurées et les courbes calculées |
| Grandes différences entre le calcul de la dose au point de référence par rapport à un logiciel de calcul de dose indépendant |
| Echec lors de la validation d’un plan IMRT et VMAT par rapport aux plans mesurés. Les mesures sont effectuées avec le portal et un appareil indépendant |

|  |  |
| --- | --- |
| 6ème sous-étape | |
| Dosimétrie DMLC | Utilisation du mauvais plan / fichier DICOM pour tester l’effet de la gravité sur les lames du MLC et du système de dosimétrie du linac |
| Placement imprécis de la chambre d’ionisation à l’isocentre |
| Test Picket fence avec rotation du bras et détection d’erreurs | Utilisation du mauvais plan / fichier DICOM vs celui fourni par le fournisseur |
| Dosimétrie MLC : leaf gap et transmission | Utilisation du mauvais plan / fichier DICOM vs celui fourni par le fournisseur |
| Débit de dose et vitesse des lames vs vitesse du bras | Utilisation du mauvais plan / fichier DICOM vs celui fourni par le fournisseur |
| Vérifications mécaniques | Ecarts par rapport aux procédures et mesures recommandées par le TG142 pour les CQ périodiques |