



جامعة محمد الخامس بالرباط
Université Mohammed V de Rabat

**UNIVERSITE MOHAMMED V-RABAT
FACULTE DE MEDECINE ET DE
PHARMACIE RABAT**



ANNEE : 2021

MS 0592021

***PROCÉDURE DE TRAITEMENT DES TUMEURS
BRONCHO-PULMONAIRES PAR
RADIOTHERAPIE STEREOTAXIQUE À
L'INSTITUT NATIONAL D'ONCOLOGIE***

MEMOIRE PRESENTE PAR :

Docteur N'DA GNANDAKI GUY

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE SPECIALITE EN RADIOTHERAPIE

Rapporteur

Professeur KHALID HASSOUNI

Co-Rapporteur

Docteur AMINE LACHGAR

Sommaire

1. Introduction	7
2. Objet de la procédure	7
3. Domaine d'application de la procédure	7
4. Motif de réalisation de la procédure	7
5. Indications de la SBRT	8
5.1. Indications	8
5.2. Sélection des patients	8
5.3. Critère d'exclusion	9
6. Description de la procédure	9
6.1. Préparation du dossier médical	9
6.1.1. Les données cliniques	9
6.1.2. Les données Paracliniques	9
6.2. Bilan pretherapeutique	10
6.3. Simulation	11
6.3.1 Préparation du patient	11
6.3.2 Equipement (Annexe)	11
6.3.3 Positionnement du patient et systèmes de contention	11
6.3.4 Positionnement du point de référence (REF)	11
6.3.5 Acquisition des images CT	12
6.4. Délinéation des volumes d'intérêt et des OAR	15
6.4.1 Volumes cibles	15
6.4.2 OAR	16
6.5. Prescription	16
6.5.1 Les doses aux volumes cibles	20
6.5.2 Les contraintes de doses aux organes à risque	20
6.6. Planification et validation de traitement	17
6.6.1 Planification	17
6.6.2 Validation du plan de traitement	18
6.7. Déroulement du traitement	19
6.7.1 Considérations générales	19
6.7.2 Positionnement du patient	23

6.7.3 IGRT et traitement	23
6.8. Surveillance au cours du traitement	20
6.9. Consultation de fin de traitement	20
6.10. Suivi post-thérapeutique	21
Figures	22
Annexe	24
REFERENCE	32

REMERCIEMENTS

Au professeur: NOUREDDINE BENJAAFAR.

Professeur de radiothérapie à la faculté de Médecine et de pharmacie de Rabat

Chef du service de radiothérapie, Institut National d'Oncologie

Chef de l'UPR de radiothérapie

Vous symbolisez pour moi une véritable référence.

C'est une réelle chance d'avoir pu bénéficier de votre encadrement.

Veillez trouver dans ce travail, cher Maître, le témoignage de mon admiration et de ma profonde reconnaissance.

Au professeur et rapporteur de mémoire KHALID HASSOUNI.

Professeur de radiothérapie à la faculté de Médecine et de pharmacie de Rabat

Je vous exprime toute ma gratitude pour la direction de ce travail et pour votre encadrement.

Au professeur TAYEB KEBDANI

Professeur de radiothérapie de l'Institut National d'Oncologie de Rabat

Je vous exprime toute ma gratitude pour vos efforts et votre disponibilité pendant notre formation. Je suis honoré d'avoir bénéficié de votre grande expérience.

**Aux professeurs H. SIFAT, K. HADDADI, M. ELMARJANI, et
A. MANSOURI**

**Professeurs de radiothérapie, Hôpital militaire d'instruction Mohamed V,
Rabat**

Veillez recevoir toute ma gratitude pour votre enseignement.

A madame le professeur HANAN EL KACEMI

Professeur de radiothérapie à l'Institut National d'Oncologie de Rabat

Veillez accepter ma profonde reconnaissance pour votre encadrement.

A madame le professeur Sanaa EL MAJJAOUI

Professeur de radiothérapie à l'Institut National d'Oncologie de Rabat

Veillez recevoir toute ma gratitude pour votre encadrement.

Au Docteur et co-rapporteur de mémoire Amine LACHGAR

Médecin radiothérapeute à l'Institut National d'Oncologie de Rabat

Je vous exprime ma profonde gratitude pour l'encadrement et les encouragements.

Grand merci également d'avoir accepté de me guider dans l'élaboration de ce travail.

A Tous mes collègues au service de radiothérapie de l'INO (Médecins, physiciens, techniciens, et personnel paramédical)

C'est un grand plaisir de travailler avec vous, de faire partie de votre grande équipe.

Veillez trouver dans ce travail, le témoignage de ma reconnaissance et de ma gratitude.

LISTE DES ABBREVIATIONS

AIP	: Average Intensity projection
BED	: Biological Equivalence Dose
BPCO	: Broncho-pneumopathie chronique Obstructive
CBCT	: Cone beam computed tomography
CT-4D	: Computed Tomography 4 Dimensions
CQ	: Contrôle qualité
FFF	: Flattening Filter Free
HDV	: Histogramme Dose-volume
ID	: Identifiant
IMC	: Index de masse corporelle
KV	: kilovoltage
MIP	: Maximum Intensity Projection
OAR	: Organe à risque
REF	: point de reference
RPM	: Real-Time Position Management
SBRT	: Stereotaxic Body Radiation Therapy
TPS	: Treatment Planning System
VMAT	: Arc thérapie volumétrique modulée

1. INTRODUCTION

La radiothérapie en conditions stéréotaxiques représente un changement fondamental par rapport à la radiothérapie classique. Elle permet de délivrer avec une très grande précision de fortes doses en une à quelques fractions. [1]

La radiothérapie stéréotaxique est pratiquée très largement et est un des grands succès de la radiothérapie de ces dernières années. La littérature foisonne de recommandations, de revues systématiques, de méta-analyses et de séries sur le sujet.

Développée initialement pour les tumeurs intracrâniennes, l'amélioration des techniques et du matériel a permis de l'adapter aux sites hors crane. On parle ainsi de Radiothérapie stéréotaxique corporelle (SBRT) ou de Radiothérapie Stéréotaxique Corporelle Ablative (SABR)

La SBRT dans les tumeurs du poumon est soutenue par grand nombre de preuves, avec des taux rapportés de contrôle local des tumeurs d'environ 90%, des taux de survie qui correspondent à ceux de la chirurgie et une toxicité tardive acceptable. [2,3]

2. OBJET DE LA PROCÉDURE

Ce document décrit la procédure générale à suivre dans la prise en charge de patient nécessitant une irradiation par SBRT pour une tumeur pulmonaire.

3. DOMAINE D'APPLICATION DE LA PROCÉDURE

La procédure est d'application à tous les médecins radiothérapeutes et tout le personnel médical et technique du service de radiothérapie de l'Institut National d'Oncologie de Rabat.

4. MOTIF DE RÉALISATION DE LA PROCÉDURE

La standardisation de l'application de la SBRT des tumeurs pulmonaires

5. INDICATIONS DE LA SBRT

5.1. Indications

- Les carcinomes non à petites cellules pulmonaires de moins de 5 cm, classés T1N0 ou T2N0.
- Autres indications : Les lésions métastatiques pulmonaires (1 à 3) d'un cancer oligometastatique avec la tumeur primitive contrôlée ou contrôlable

5.2. Critères de sélection des patients

- Pour les tumeurs pulmonaires primitives :
 - Les patients éligibles pour la SBRT sont de deux ordres :
 - Les patients inopérables en raison de comorbidités :
BPCO: Réserve pulmonaire ↓↓ ; Maladies Cardio-vasculaires ou Mauvais état général.
 - La tumeur primaire est jugée techniquement opérable par un pneumologue ou un chirurgien thoracique.
 - Les patients qui refusent la chirurgie.
 - N0 est déterminé par le fait que tous les ADP (>1cm) sur le scanner sont négatifs pour la TEP ou si la TEP est positive, ils ont été biopsiés et sont négatifs.
- Pour les tumeurs métastatiques pulmonaires :
 - Les patients avec une forte probabilité d'un contrôle clinique du cancer et / ou d'une amélioration fonctionnelle.

- Les patients avec une charge tumorale complètement ciblée pour un risque acceptable pour les structures normales critiques proches.
- Pour les deux situations sus-citées :
 - Un état de performance de Karnofsky supérieur à 40 ou un état ECOG de 0 à 2 [4] (annexes IV et V)

5.3. Critère d'exclusion

- Tumeurs à localisation centrales : Parce que la technique dans notre service est présentement limitée pour ces tumeurs, de surcroit si elles sont jugées trop proches de l'arbre tracheo-bronchique (No Fly Zone)

6. DESCRIPTION DE LA PROCÉDURE

6.1. Préparation du dossier médical

6.1.1. Les données cliniques

- Les antécédents personnels médicaux et chirurgicaux, les antécédents familiaux, consommation de tabac et d'alcool (Type de tabagisme (actif ou passif), durée d'exposition, nombre de cigarettes fumées) , consommation d'alcool, expositions professionnelles (amiante, silice, radon, arsénic...) ; Comorbidités (diabète, HTA, cardiopathies, broncho-pneumopathies).
- Circonstances de découverte : fortuite, dépistage systématique ou signes
- Histoire de la maladie : Signes respiratoires (Toux, hémoptysie, dyspnée) ; Signes de compression (Douleurs thoraciques, dysphonie, hoquet, paralysie diaphragmatique, syndrome de Claude Bernard Horner, syndrome cave supérieur, dysphagie)

- Examen clinique : Etat général (Performance status, Poids, IMC, et pourcentage d'amaigrissement) ; Examen pulmonaire: complet, incluant l'inspection, la percussion, et l'auscultation du thorax (Syndrome de condensation, Syndrome d'épanchement liquidien Syndrome d'épanchement aérique) ; Examen des aires ganglionnaires (sus-claviculaires, cervicales) ; Autres (Examen de l'abdomen, examen neurologique, cutané...)

6.1.2. Les données para cliniques

- Compte rendu de l'endoscopie bronchique
- Biopsie percutanée scano-guidée pour les lésions périphériques.
- Compte rendu anatomo-pathologique de la biopsie : Carcinome épidermoïde, Adénocarcinome, Carcinome à grandes cellules, carcinome neuroendocrine a grandes cellules.
- En l'absence de diagnostic anatomopathologique (biopsie difficile des tumeurs de petite taille ou risque élevé en cas de gestes invasifs diagnostiques chez certains patients).

Une forte suspicion clinique avec des arguments indirects à l'imagerie en faveur d'une malignité:

- Nodule spiculé, progressif (augmentation de taille sur deux TDM successives
- Une lésion hypermétabolique captant de façon intense le marqueur lors de la TEP-TDM).
- Probabilité appuyé sur l'histoire du patient.
- Eliminer autres étiologies : tuberculose, sarcoïdose...

- Traitement antibiotique d'épreuve
- Bilan d'extension:
 - TDM thoracique
 - PET-scan : indispensable dans le bilan d'extension de tout patient candidat à un traitement curatif.
 - Si discordance TDM + et TEP - : Médiastinoscopie / vidéothoracoscopie/Echographie endobronchique/ échographie oesophagienne

6.2 Bilan préthérapeutique

- Évaluation de l'état nutritionnel clinique (poids, taille, IMC) si amaigrissement important une évaluation biologique (protidémie, albuminémie)
- Exploration fonctionnelle respiratoire complète avec étude de diffusion et gaz du sang.

6.3 Simulation

6.3.1 Préparation du patient

- Accueil du patient et vérification de son ID
- Explication de la procédure de simulation

6.3.2 Equipement

(Annexe III)

6.3.3 Positionnement du patient et systèmes de contention

- Un positionnement stable et reproductible du patient est essentiel.
- Le patient doit être positionné en décubitus dorsal, avec les deux bras au-dessus de la tête.

- Si tumeur apicale, les bras devront être le long du corps avec les épaules abaissées au maximum.
- Les Techniques d'immobilisation personnalisées doivent être utilisées en fonction de la disponibilité.
- Le BodyFIX avec un système de compression abdominale pour diminuer l'amplitude des mouvements respiratoires (réduction des mouvements du diaphragme) (Fig1)
- Tenir compte du cadre de fixation de l'hexapode.
- L'alignement se fera à l'aide des lasers muraux

6.3.4 Positionnement du point de référence (REF)

- Mettre les billes radio-opaques le plus proche possible du centre de la région à traiter.
- Délimiter la zone d'acquisition qui doit inclure tout le volume pulmonaire, la limite d'acquisition supérieure au niveau de cartilage cricoïde et la limite inférieure au niveau de la deuxième vertèbre lombaire.

6.3.5 Acquisition des images CT

Le scanner utilisé dans notre service est de marque SIEMENS SOMATOM™ Sensation open.

Deux techniques pour l'imagerie CT sont possibles incluant les mouvements de la tumeur en fonction du cycle respiratoire : le scanner lent et le scanner 4D. [5]

6.3.5.1 Le Scanner lent (Slow CT scanning)

Il représente une solution pour obtenir des tomodensitométries représentatives des localisations des tumeurs pulmonaires. Dans cette méthode, le

tomodensitomètre fonctionne très lentement, de telle sorte que plusieurs phases respiratoires sont enregistrées par tranche.

Le balayage lent est disponible sur la plupart des scanners.

Cette technique permet d'obtenir un volume englobant la tumeur, mais le mouvement respiratoire peut changer entre l'imagerie et le traitement. Des marges supplémentaires sont nécessaires pour tenir compte de ces variations. Outre la délimitation anatomique, le balayage lent est plus avantageux que le balayage standard, car le calcul de la dose est effectué sur une géométrie plus représentative de celle utilisée pendant le traitement.

Dans le cas du balayage lent, on obtient un seul balayage CT, de sorte que le processus de traitement global n'augmente pas en complexité par rapport à celui d'une respiration libre.

Le scanner dispose d'une gamme de protocoles de numérisation avec des options de temps de rotation du portique pour l'acquisition de données en spirale de 0,8 ; 1,0 ou 1,5 s et des facteurs de pas compris entre 0,416 et 1,8 selon le type de balayage sélectionné.

o **Technique :**

- Choisir le protocole d'imagerie du poumon disponible sur le scanner.
- Faire un premier balayage standard avec un temps de rotation du portique de 0,8 s, 130 kV, une épaisseur de tranche de 2-3 mm et un pas de 0,95.
- Puis faire un balayage lent avec le même protocole d'imagerie, mais en changeant le temps de rotation du portique au plus long disponible, 1,5 s, et en réduisant le pas à 0,5.

L'utilisation d'un temps de rotation du portique de 1.5 s et un pas de 0,5 permettent de reconstruire les images à l'aide de données acquises sur 3,0 s et devrait théoriquement capturer tous les mouvements avec une période inférieure à 3,0 s. La modification des deux paramètres de temps de rotation du portique et de pas pour le balayage hélicoïdal ne modifie effectivement qu'une seule variable, qui est le temps pendant lequel les données sont acquises pour chaque tranche d'image, en l'augmentant de 0,84 s pour le balayage standard à 3,0 s pour le balayage lent. [6]

6.3.5.2 Le Scanner 4D

La scannographie quadridimensionnelle est la méthode proposée qui tient compte des effets du mouvement induit par la respiration tout au long du cycle respiratoire. Dans cette méthode, on obtient un ensemble complet de données de tomodensitométrie qui contient des images de chaque partie du cycle respiratoire.

o Configuration

Le Real-Time Position Management (RPM).

C'est un système de suivi du mouvement basé sur une caméra infrarouge (**Figure 2 : Respiratory Gating System, Anzai Medical co. Ltd.**) qui permet d'enregistrer l'amplitude et la phase du signal "respiratoire" externe en temps réel (30 images/s).

Il mesure le mouvement de deux marqueurs réfléchissants infrarouges fixés à un bloc de plastique le long d'un plan perpendiculaire à l'axe de la caméra de

détection de mouvement. Ce bloc marqueur est placé sur le corps du patient, à mi-chemin entre l'ombilic et l'apophyse xyphoïde.

La caméra capte le mouvement du marqueur et un signal respiratoire est enregistré en synchronisation avec le signal d'activation des rayons X émis par le scanner.

La bonne mise en œuvre de l'ensemble de la procédure est directement liée à la capacité d'acquérir les données CT 4D avec un minimum d'artefacts de mouvement.

- **Acquisition**

Réalisée pendant une respiration calme et régulière, elle est couplée à l'enregistrement du cycle respiratoire par le RPM. Le scanner est utilisé en mode ciné-axial (cinéma), avec plusieurs scans ou séquences effectués à chaque position de la table pendant une durée au moins égale à la durée du cycle respiratoire du patient (environ 3 secondes).

L'index et l'épaisseur de tranche est de 2 à 3 mm

- **Tri des images**

Les images sont rétrospectivement triées en 6-10 séries grâce à un logiciel dédié. Chaque série correspond à une phase particulière du cycle respiratoire. La phase la mieux adaptée au patient sera choisie lors de la dosimétrie.

Les images seront reconstruites grâce à l'outil Average Intensity projection (AIP) ou par l'outil de projection d'intensité maximale (MIP) disponible dans le système de visualisation qui sera utilisé pour obtenir le volume englobant le mouvement de la tumeur. (Figure3)

6.4 Délimitation des volumes d'intérêt et des OAR

6.4.1 Volumes cibles

- **GTV**

Une délimitation de la tumeur visible macroscopiquement, basée sur le scanner avec des paramètres de fenêtre normalisés est recommandée. La meilleure concordance entre les diamètres et les volumes mesurés et réels sera obtenue avec les réglages: $W = 1600$ et $L = 600$ pour le parenchyme, et $W = 400$ et $L = 20$ pour le médiastin.

Le recalage des images avec le TEP au FDG si disponible serait souhaitable pour une délimitation plus précise du GTV dans la mesure du possible.

- **CTV :**

Le CTV = GTV

- **ITV :**

Le GTV est défini de manière distincte sur chaque ensemble d'images.

C'est la sommation des volumes tumoraux bruts grâce à l'AIP et à la fusion de chaque jeu de données CT sur le scanner choisi pour la dosimétrie qui permet de définir l'ITV.

Il s'agit de délimiter une marge autour d'un volume agrégé contenant tous les GTV de l'ensemble d'images pour générer un CTV de mouvement d'organe, ou volume cible interne (ITV), qui en définitive tient compte de l'effet du mouvement respiratoire selon les différentes phases d'inspiration et d'expiration.

(Figure3)

o PTV

Pour tenir compte de la variation quotidienne potentielle de la configuration du patient une marge finale est ensuite ajoutée pour créer un volume cible de planification (PTV).

$$\text{PTV} = \text{CTV} / \text{ITV} + 5 \text{ mm}$$

Les recommandations de la RTOG actuelles sont :

- Planification non-4DCT, PTV = GTV + marges anisotropes 5 mm en axial et de 10mm en longitudinal.
- Planification 4DCT, PTV = ITV + marge isotrope de 5 mm.

6.4.2 Les Organes a Risque

Les OAR sont délinés sur le scanner choisi pour la dosimétrie (celui correspondant a la phase la mieux adaptée).

- Moelle épinière
- Œsophage
- Plexus Brachial
- Cœur et péricarde ; Gros vaisseaux
- Peau
- Poumons
- Trachée et grandes bronches
- Côtes et paroi thoracique

6.5 Prescription

6.5.1 Doses aux volumes cibles

En SBRT, tout fractionnement nécessite BED d'au moins l'équivalent de 100 Gy ($\alpha/\beta= 10$ Gy).

La dose totale et le nombre de fraction seront sélectionnés en fonction de la position par rapport aux voies respiratoires et / ou au médiastin.

- Pour le schéma le plus souvent utilisé en SBRT pulmonaire
 - 60 Gy en 3 fractions de 20 Gy

La durée totale du traitement est de 8 à 14 jours, et l'intervalle inter-fraction est au minimum de 40 heures et au maximum de 7 jours.

- Schéma SBRT pour les métastases pulmonaires
 - 12-16 Gy en 1 fraction
- Autres schémas :
 - 51 Gy en 3 fractions de 17 Gy
 - 50 Gy en 5 fractions de 10 Gy,
 - 48 Gy en 4 fractions de 12 Gy

6.5.2 Contraintes de doses aux organes à risque

(ANNEXE I)

6.6 Planification et validation de traitement

6.6.1 Planification

- L'algorithme de planification du traitement est celui retrouvé dans une section de l'ICRU 91 qui décrit les détails à prendre en compte lors de la mise en œuvre de ces algorithmes pour la radiothérapie stéréotaxique à petit champ/radiothérapie corporelle stéréotaxique (SRT/SBRT).

- Commence par la vérification de tous les volumes (Cibles et OARs) par le physicien médical
- Le choix de la balistique d'irradiation se fait sur le TPS Monaco en utilisant des photons X d'énergie 6 MW FFF (Débit de 1000 à 2400 MU/min)
- Le nombre d'arcs utilisés et leurs configurations (arc complet, hémi arc, rotation de table, collimateurs) dépendront de la localisation de la tumeur et de sa proximité aux OARs.
- Le plus souvent 2 arcs complets (CW et CCW) avec secteur d'évitement ou 2 arcs partiels
- Isocentre au centre du PTV
- La prescription de la dose se fait sur le volume et non pas en un point.

6.6.2 Validation de traitement

- Les critères suivant doivent être respectés pour la couverture des volumes cibles, à savoir :
- Les règles de prescription sont les suivantes :

Au moins 90 % du volume PTV doit recevoir la dose prescrite. Une couverture de moins de 90 % du volume PTV est considérée comme un écart acceptable et une couverture de moins de 80 % du volume cible comme un écart inacceptable.
- Les recommandations de l'ICRU 91 pour la couverture des volumes cibles, à savoir :
 - $D_{50\%*} = 100\%$ de la dose prescrite
 - $D_{90\%*}(\text{PTV}) = 100\%$ (80%-90% acceptable)
 - $D_{98\%*}(\text{Dnear-min}) > 90\%$ de la dose prescrite ;

- $D2\%^*$ ($D_{\text{near-max}}$) < 125% de la dose prescrite

*volume du PTV

Pour un PTV de Volume inférieur à 2 cm³ :

- La near-max est la dose sur un volume absolu de 35 mm³ : $D_{35 \text{ mm}^3}$,
- La near-min est la dose sur un volume absolu de 35 mm³ : $D_{\text{PTV-35mm}^3}$
- La validation du plan de traitement se fait après l'analyse de la distribution des doses aux volumes cibles et les contraintes de doses aux OAR.
- Après la validation du plan de traitement par le médecin et le physicien, une fiche de validation du plan de traitement doit être remplie par le médecin (Annexe), à laquelle on doit joindre une copie imprimée de l'HDV (graphique & statistiques) par le physicien responsable. Ces éléments vont être mis dans le dossier papier du malade.
- **Un contrôle-Qualité (CQ) du plan de traitement** est réalisé
Si le CQ est valide, le physicien doit exporter les différents paramètres de traitement, l'imagerie de référence (scanner de référence, les DRR antérieure et latérales) vers le poste de traitement.

6.7 Déroulement du traitement

6.7.1 Considérations générales

- En l'absence actuelle de traitement Gating, la procédure de traitement est essentiellement la même que celle de la thérapie conformationnelle 3D ou IMRT/VMAT.
- Si, les tumeurs pulmonaires sont suffisamment discernables sur les radiographies pour le permettre, une confirmation directe de leur position est faite.

- Sinon l’affichage d’un volume pourrait être intéressant.
- Comme pour toutes les procédures de radiothérapie, une vigilance constante de la part du personnel de traitement est importante. Il est recommandé de former, éduquer tout le personnel et aussi réaliser régulièrement des formations continues. Un physicien doit être disponible pour résoudre tout problème lié au matériel.

6.7.2 Positionnement du patient

- Vérification de l’identité du patient et les paramètres de traitement.
- Traitement en respiration libre.
- Positionner le patient dans le système d’immobilisation utilisé à la simulation sur base du REF (point de référence du scanner).
- Préparation du système HexaPOD (annexe III).

6.7.3 IGRT et traitement

- Le Positionnement du patient à l’isocentre et le plan de traitement seront vérifiés par imagerie Kv-CBCT :
- Après avoir installé correctement le patient, faire un KV en premier pour vérifier l’alignement, procéder à l’acquisition d’images CBCT
- Lancer le matching automatique par le logiciel puis vérification manuelle par le médecin.
- Les mouvements de la table intéressent les 3 axes de translation et les 3 axes de rotation, et ceci grâce à la table HexaPOD.
- Les déplacements validés par l’équipe médicale sont transmis automatiquement à la table de l’accélérateur.

- Une fois les mouvements de la table effectués, il faut vérifier la nouvelle position par un autre CBCT puis délivrer ensuite la fraction correspondante.
- Le patient est surveillé durant la séance par la caméra vidéo et le microphone.
- A la fin de la première séance, les nouveaux repères de positionnement sont notés sur le BodyFIX

6.8 Surveillance au cours du traitement

La Surveillance au cours du traitement est nécessaire.

L'objectif de cette consultation est évaluer et traiter les toxicités

- **Les toxicités aiguës** (≤ 6 semaines).
 - La radiodermite/ Ulcération
 - Une Pneumocystis/pneumopathie
 - Perturbation des fonctions pulmonaires de base
 - Œsophagite aiguë spontanément résolutive (faible risque)

6.9 Consultation de fin de traitement

- Rédaction de compte rendu de fin de traitement qui doit comporter : La dose totale, la dose par fraction et le nombre de fraction,
- Le type de traitement, la date de début et la date de fin avec l'étalement total, les symptômes et les signes cliniques
- Consignes à donner au patient

6.10 Suivi post-thérapeutique

- **Modalités**
 - Les calendriers de suivi optimaux et les exigences en matière d'exams paracliniques après la SBRT pulmonaire ne sont pas standardisés.

- La TDM thoraciques est utilisable pour l'imagerie de suivi, car les preuves pour soutenir l'utilisation systématique du FDG-PET/CT sont limitées.
- Envisager des consultations de patients aux mois 3, 6 et 12 de la première année, tous les 6 mois de la 2eme année et tous les ans des années 3 à 5 après la fin du SBRT.
- Envisager l'imagerie FDG-PET / CT uniquement si les résultats de la tomodensitométrie sont suspects de récurrence locale.
- Envisager une confirmation pathologique en cas de suspicion de récurrence, mais considérer uniquement les résultats d'imagerie si la biopsie n'est pas sûre ou réalisable.
- Envisager une surveillance annuelle après 5 ans, en utilisant l'imagerie CT pour l'évaluation
- o **Toxicités tardives (> 6 semaines):**
 - Sténose ou fistule œsophagienne/bronchiques : Ces effets tardifs graves sont rares mais peuvent nécessiter une intervention chirurgicale.
 - Plexite Radique
 - Douleur ou fracture de côtes

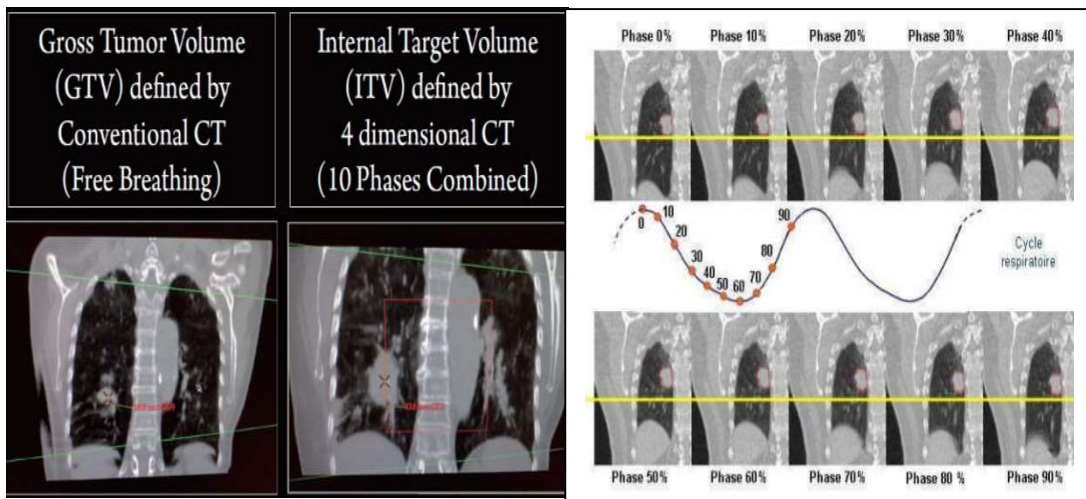
FIGURES



Figure 1 : Positionnement matelas thorax avec compression abdominale.



Figure 2: Respiratory Gating System, Anzai Medical co.,Ltd.



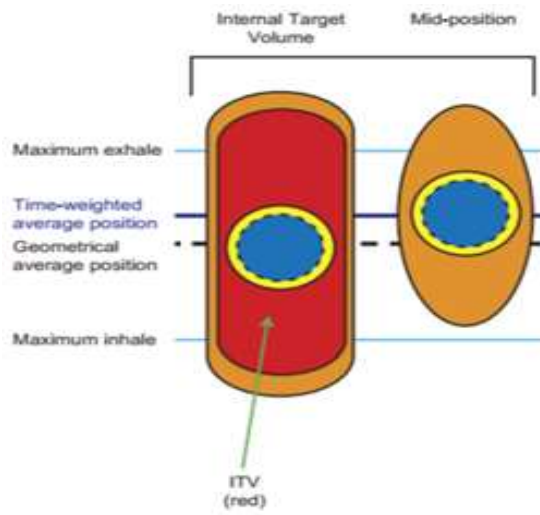


Figure 3 : CT4D et ITV

ANNEXES

Annexe I : Contraintes de dose représentatives pour les organes à risque (OAR) lors de la planification de la SBRT pulmonaire sur la base des modalités de fractionnement

Organes à risque	Risque potentiel de complication	Contraintes de planification			Autres contraintes complémentaires pouvant être utilisées
		1 fraction	3 fractions	5 fractions	
Moelle épinière	Myélite	- Dmax < 14Gy - V10 Gy < 0,35 mL - - V7 Gy < 1,2 mL	- Dmax < 21,9 Gy - V18 Gy < 0,35 mL - - V12,3 Gy < 1,2 mL	- Dmax < 30 Gy - V 23 Gy < 0,35 mL - - V14,5 Gy < 1,2 mL	Moelle délimitée 6 mm de part et d'autre du volume cible prévisionnel - 1 séance: V10Gy < 10% - 3 fractions : V18 Gy < 10% - 4 fractions : Dmax < 26Gy - 5 fractions : V10 Gy < 10% Autre contrainte pour (54Gy en 3 fractions) -Dmax= 18 Gy
Œsophage*	Sténose fistule	- Dmax < 15.4Gy - V11.9-15.4Gy<5mL	- Dmax < 25.2Gy - V17.7-25.2Gy <5mL	- Dmax < 35Gy - V19.5-35Gy <5mL	Autre contrainte pour (54Gy en 3 fractions) -Dmax= 21 Gy
Cœur/péricarde	Péricardite	- Dmax < 22Gy - D15mL < 16 -22Gy	- Dmax < 30Gy - D15mL < 24- 30Gy	- Dmax < 38Gy - D15mL < 24- 38 Gy	
Gros vaisseaux	Aneurisme	- Dmax < 37Gy - D10 mL<31 -37Gy	- Dmax < 45Gy - D10 mL<39 -45Gy	- Dmax < 53Gy - D10 mL<47 -53Gy	
grandes bronches*	Sténose ou fistule	- Dmax < 13,3Gy - D5mL<12,4Gy	- Dmax < 23,1Gy - D5mL< 18,9Gy	- Dmax < 33Gy - D5mL< 21 Gy	Autre contrainte pour (54Gy en 3 fractions) -Dmax= 33 Gy
Trachée*		- Dmax < 20,2Gy - D4mL<10.5Gy	- Dmax < 30Gy - D4mL<15Gy	- Dmax < 40Gy - D4mL<16,5Gy	
Poumons-GTV	Pneumocystis/pneumopathie	- D1000mL< 7.4 Gy	- D1000mL< 12.4 Gy	- D1000mL< 13.5 Gy	Autre contrainte pour (54Gy en 3 fractions)

	Fonction pulmonaire de base	- D1500mL < 7 Gy	- D1500mL < 11.6Gy	-D1500mL < 12.5 Gy	- V13Gy < 31%
Peau	Ulcération	- Dmax < 26Gy - D10mL < 23Gy	- Dmax < 33Gy - D10mL < 30Gy	- Dmax < 39,5Gy - D10mL < 36.5Gy	
Côtes / paroi thoracique **	Douleur ou fracture	- Dmax < 30Gy - D1mL < 22 - 30 Gy	- Dmax < 36,9Gy - D1mL < 28.8-36.9Gy - D30ml < 30Gy	- Dmax < 43Gy - D1mL < 35 - 43 Gy	
Plexus Brachial	Plexite Radique	- Dmax < 17,5Gy - D3mL < 14 - 17.5 Gy	- Dmax < 24Gy - D3mL < 20.4 - 24Gy	- Dmax < 30,5Gy - D3mL < 27- 30.5Gy	Autre contrainte pour (54Gy en 3 fractions) -Dmax= 21 Gy



Gy gray
 * Évitez les rayonnements circonférentiels
 ** En essayant d'optimiser les paramètres de traitement cibles, être attentif au dosage des côtes (aussi bas que raisonnablement possible ne doit en aucun cas compromettre la couverture cible ou restreindre les paramètres d'administration potentiels pour des raisons de dosage des côtes. Les «limites» de côtes indiquées dans le tableau ci-dessus peuvent à cet égard être dépassées pour un plan par ailleurs excellent

Annexe II : Fiche de validation du plan de traitement pour tumeur BP traité en SBRT

- Nom/Prénom: ID : - Nom du physicien: - Approuvé par Dr : - Date de l’approbation: - Détails de l’HDV :	
→ <u>Volumes Cibles</u>	
	PTV.....Gy/.....fr
D50 (100%)
D90 (100%)
D98 ou DPTV-35mm (90%)
D2 ou D35mm (125%)

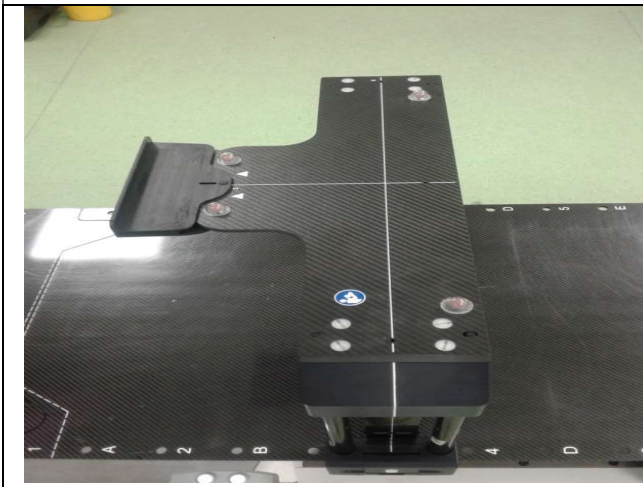
OAR fraction(s)
Moelle épinière	- Dmax Gy - D0,35 mLGy - D1,2 ML..... Gy
Oesophage	- DmaxGy - V5 ML.....Gy
Coeur/pericarde	- Dmax.....Gy - V15 mL.....Gy
Gros Vaisseaux:	- Dmax <Gy - D10 mL<.....Gy
Poumons-GTV	- D1000ml.....Gy - D1500ml.Gy
Peau	- Dmax.....Gy - D10ml.Gy
Cote/paroi	- DmaxGy - D1ml.....Gy
Trachée	- DmaxGy - D4ml.....Gy
Grandes bronches	- Dmax.....Gy - D5ml.Gy
Plexus Brachial	-Dmax.....Gy - D3ml.Gy
Droit	
Gauche	- DmaxGy - D3ml.Gy

Annexe III :_Les principaux composants pour la contention en SBRT POUMON

Image	Dénomination
	Pompe P3
	Bodyfix (matelas thorax)



BodyFIX ® ELEKTA



Cadre de référence



Barres d'indexation
2 ou 3 barres d'indexation selon le
matelas utilisé



Compression abdominale (composantes)



Compression abdominale



Cardre HexaPOD: Système de positionnement utilisé dans la salle de traitement, permettant de corriger d'éventuel décalage sous-millimétrique. Il effectue des déplacements de la table dans six degrés de libertés par l'intermédiaire de deux caméras infrarouges et du logiciel « Iguide » d'Elekta.

Annexe IV: ECOG Performance Status (Eastern Cooperative Oncology Group)

Grade	Description
0	Pleinement actif. Le malade peut exercer son activité normale sans aucune restriction.
1	Restreint dans les activités physiques fatigantes, mais patient ambulateur, pouvant exercer une activité sans contraintes physiques importantes - activité domestique légère, travail de bureau, etc...
2	Patient ambulateur et capable de s'occuper de lui-même pour ses soins personnels, mais incapable d'activité professionnelle ou domestique. Debout plus de 50% de la journée.
3	Ne pouvant faire que le minimum pour ses soins personnels. Confiné au lit ou à la chaise plus de 50% de la journée.
4	Complètement handicapé dans sa vie, confiné au lit ou à la chaise en permanence, nécessitant une assistance pour sa toilette et ses soins quotidiens.

Annexe V : Score de Karnofsky et correspondance score OMS

Echelle de Karnofsky		OMS
Normal; aucune plainte, capable d'activité intense, sans difficulté	100%	0
Capable d'exercer une activité normale; signes ou symptômes mineurs de maladie.	90%	
Activité normale avec effort; certains signes ou symptômes de maladie.	80%	1
Pas besoins d'assistance, mais incapable d'exercer une activité normale ou d'effectuer un travail actif.	70%	2
Nécessite une assistance occasionnelle mais est capable de répondre à la plupart des besoins.	60%	3
Nécessite une assistance considérable et des soins médicaux fréquents.	50%	
Aide permanente; nécessite des soins et une assistance particuliers.	40%	4
Alitement fréquent , gravement invalide; l'hospitalisation est indiquée bien que la mort ne soit pas imminente.	30%	
Grabataire, très malade; hospitalisation nécessaire; un traitement de soutien actif est nécessaire.	20%	
Moribond, processus rapidement progressif mortels.	10%	
Décès	0%	5

REFERENCES

1. Barillot I, et al. Bases référentielles de la radiothérapie en conditions stéréotaxiques pour les tumeurs ou métastases bronchopulmonaires, hépatiques, prostatiques, des voies aérodigestives supérieures, cérébrales et osseuses. *Cancer Radiother* (2018)
<https://doi.org/10.1016/j.canrad.2018.08.001>
2. Zheng X, Schipper M, Kidwell K, et al. Survival outcome after stereotactic body radiation therapy and surgery for stage I non-small cell lung cancer: a metaanalysis. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2014;90:603–11.
3. Chang JY, Senan S, Paul MA, et al. Stereotactic ablative radiotherapy versus lobectomy for operable stage I non-small-cell lung cancer: a pooled analysis of two randomised trials. *Lancet Oncol* 2015;16:630–7.
4. ASTRO Model Policies stereotactic body radiation therapy (SBRT) CPT
Copyright © 2020 American Medical Association.
5. Keall PJ, Mageras GS, Balter JM, Emery RS, Forster KM, Jiang SB, et al. The management of respiratory motion in radiation oncology report of AAPM Task Group 76. *Med Phys*. 2006;33(10):3874–900.
6. C D Chinneck, M Mcjury, And A R Hounsell. The potential for undertaking slow CT using a modern CT scanner. *The British Journal of Radiology*, 83 (2010), 687–693

RESUME

Titre : Procédure de traitement des tumeurs broncho-pulmonaires par radiothérapie stéréotaxique à l'institut national d'oncologie

Auteur : N'DA GNANDAKI GUY

Mots clés : Procédure, traitement , tumeur, poumon, stéréotaxie.

La SBRT dans les tumeurs du poumon représente un changement fondamental par rapport à la radiothérapie classique. Les taux rapportés de contrôle local sont élevés, avec des taux de survie qui correspondent à ceux de la chirurgie et une toxicité tardive acceptable.

Cette technique innovante passe par la mise en place et l'application de procédures pour sa bonne réalisation.

Ce document décrit la procédure générale à suivre dans la prise en charge de patient nécessitant une irradiation par SBRT pour une tumeur pulmonaire

Il a pour but la standardisation de l'application de la SBRT des tumeurs pulmonaires au service de radiothérapie de l'Institut National d'Oncologie de Rabat.

Adaptée au plateau technique actuel du service, elle est applicable de la sélection des patients au traitement ainsi qu'au suivi post-thérapeutique.

ABSTRACT

Title: Procedure for the treatment of bronchopulmonary tumors by stereotaxic radiotherapy at the National Institute of Oncology

Author: N'DA GNANDAKI GUY

Key words: Procedure, treatment, tumor, lung, stereotaxis

SBRT in lung tumours represents a fundamental change from conventional radiotherapy. Local control rates are high, with survival rates like surgery and acceptable late toxicity.

This innovative technique requires the establishment and application of procedures for its proper implementation.

This document describes the general procedure for the management of patients requiring SBRT for lung tumours.

It aims to standardise the application of SBRT for lung tumours in the radiotherapy department of the National Institute of Oncology in Rabat.

Adapted to the current technical platform of the department, it is applicable from the selection of patients to treatment as well as to follow-up.

ملخص

العنوان: إجراءات علاج الأورام القَصْبِيَّة الرئوية عن طريق العلاج الإشعاعي التجسيمي

بالمعهد الوطني للإيكولوجيا

الكاتب : ندا كانتاكي كاي

الكلمات الأساسية : الإجراء ، العلاج ، الورم ، الرئة ، التجسيمي.

يمثل العلاج الإشعاعي التجسيمي لأورام الرئة تغييرًا أساسيًا مقارنةً بالعلاج الإشعاعي التقليدي، فالنسب المعلنة للتحكم الموضعي مرتفعة، مع معدلات البقاء على قيد الحياة مماثلة لمعدلات الجراحة، وسميَّة متأخرة مقبولة. تتطلب هذه التقنية المبتكرة وضع وتطبيق إجراءات لتنفيذها بنجاح.

يصف هذا المستند الإجراءات العامة التي يجب اتباعها للتكفل بالمرضى الذين يحتاجون للعلاج الإشعاعي التجسيمي لأورام الرئة، ويهدف إلى توحيد تطبيق هذه التقنية في علاج أورام الرئة في قسم العلاج الإشعاعي بالمعهد الوطني للإيكولوجيا بالرباط، هذه التقنية تتكيف مع المنصة التقنية الحالية للقسم، وهي قابلة للتطبيق ابتداءً من اختيار المرضى إلى العلاج وكذلك المتابعة بعد العلاج.