



**HAL**  
open science

# La curiethérapie des VADS : rôle de l'odontologiste et du laboratoire de prothèse

Betty Benoit

► **To cite this version:**

Betty Benoit. La curiethérapie des VADS : rôle de l'odontologiste et du laboratoire de prothèse. Sciences du Vivant [q-bio]. 2023. hal-04517069

**HAL Id: hal-04517069**

**<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-04517069v1>**

Submitted on 22 Mar 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



**UNIVERSITÉ  
DE LORRAINE**

**BIBLIOTHÈQUES  
UNIVERSITAIRES**

## AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact bibliothèque : [ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr](mailto:ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr)  
(Cette adresse ne permet pas de contacter les auteurs)

## LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

[http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg\\_droi.php](http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php)

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

**ACADÉMIE DE NANCY – METZ**  
**UNIVERSITÉ DE LORRAINE**  
**FACULTÉ D'ODONTOLOGIE DE LORRAINE**

**Année 2023**

**N° 12866 C**

**THÈSE**  
Pour le  
**DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement le 02.03.2023

Par  
**Betty Benoit**  
Née le 25/02/1996 à Sens (Yonne)

**La curiethérapie des VADS : rôle de l'odontologiste et  
du laboratoire de prothèse**

**Composition du jury :**

Président : Pr Jean-Marc MARTRETTE

Membres : Dr Claire JURAS

Dr Diane PHAM KORMANN

Directeur de thèse : Dr Bérengère PHULPIN

**ACADÉMIE DE NANCY – METZ**  
**UNIVERSITÉ DE LORRAINE**  
**FACULTÉ D'ODONTOLOGIE DE LORRAINE**

**Année 2023**

**N° 12866 C**

**THÈSE**

Pour le  
**DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement le 02.03.2023

Par

**Betty Benoit**

**Née le 25/02/1996 à Sens (Yonne)**

**La curiethérapie des VADS : rôle de l'odontologiste et  
du laboratoire de prothèse**

**Composition du jury :**

Président : Pr Jean-Marc MARTRETTE

Membres : Dr Claire EGLOFF-JURAS

Dr Diane PHAM KORMANN

Directeur de thèse : Dr Bérengère PHULPIN

*« Par délibération en date du 11 décembre 1972, la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propre à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation »*

Présidente : Docteur Héléne BOULANGER

Doyen : Docteur Kazutoyo YASUKAWA

Vice-Doyens : Dr Charlène KICHENBRAND – Dr Rémy BALTHAZARD – Dr Marin VINCENT

Membres Honoraires : Dr L. BABEL – Pr. S. DURIVAUX – Pr A. FONTAINE – Pr G. JACQUART – Pr D. ROZENCWEIG – Pr ARTIS

Doyens Honoraires : Pr J. VADOT, Pr J.P. LOUIS

Département odontologie pédiatrique Sous-section 56-01	Mme	<b>JAGER Stéphanie</b>	Maître de conférences *
	M.	PREVOST Jacques	Maître de conférences
	Mme	HERNANDEZ Magali	Maître de conférences *
	M.	HAINOT Raphaël	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
	Mme	HILT Léa	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
	Mme	HOMBOURGIER Morgane	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
	M.	MASSON Maximilien	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
Département orthopédie dento-faciale Sous-section 56-01	M.	<b>VANDE VANNET Bart</b>	Professeur des universités *
	Mme	TRAN Mai-Linh	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
Département prévention, épidémiologie, économie de la santé, odontologie légale Sous-section 56-02	Mme	<b>CLÉMENT Céline</b>	Maître de conférences *
	M.	BAUDET Alexandre	Maître de conférences *
	Mme	CAIONE Mariette	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
	M.	VEYNACHTER Thomas	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux*
Département parodontologie Sous-section 57-01	Mme	<b>BISSON Catherine</b>	Professeur des universités *
	M.	JOSEPH David	Maître de conférences *
	Mme	BERBE Ludivine	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux*
	Mme	VITALI Marine	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
Département chirurgie orale Sous-section 57-01	Mme	<b>GUILLET-THIBAUT Julie</b>	Maître de conférences *
	M.	BRAVETTI Pierre	Maître de conférences
	Mme	KICHENBRAND Charlène	Maître de conférences *
	Mme	PHULPIN Bérengère	Maître de conférences *
	M.	CLERC Sébastien	Praticien hospitalier universitaire *
	Mme	DE VERBIZIER Charlotte	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
	Mme	PEREIRA Laure	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
Département biologie orale Sous-section 57-01	Mme	<b>EGLOFF-JURAS Claire</b>	Maître de conférences *
	M.	MARTRETTE Jean-Marc	Professeur des universités *
	M.	YASUKAWA Kazutoyo	Maître de conférences *
Département dentisterie restauratrice, endodontie Sous-section 58-01	M.	<b>MORTIER Éric</b>	Professeur des universités *
	M.	ENGELS-DEUTSCH Marc	Professeur des universités *
	M.	AMORY Christophe	Maître de conférences
	M.	BALTHAZARD Rémy	Maître de conférences *
	M.	VINCENT Marin	Maître de conférences*
	M.	GIÉSS Renaud	Maître de conférences associé*
	M.	DAL MAGRO Claire	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
	Mme	DAVRIL Jeanne	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux*
	M.	LESIEUR François	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
	Département prothèses Sous-section 58-01	M.	<b>DE MARCH Pascal</b>
Mme		CORNE Pascale	Maître de conférences *
M.		SCHOUVER Jacques	Maître de conférences
Mme		VAILLANT Anne-Sophie	Maître de conférences *
M.		HIRTZ Pierre	Enseignant universitaire
Mme		GERBER Caroline	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux*
M.		JONVEAUX Maxime	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
Mme		MOUGEL Armande	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
M.		PERRIN Tom	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
M.		SYDA Paul-Marie	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
Mme		WILK Sabine	Chef de clinique des universités – Assistant des hôpitaux
Département fonction-dysfonction, imagerie, biomatériaux Sous-section 58-01		Mme	<b>STRAZIELLE Catherine</b>
	Mme	MOBY (STUTZMANN) Vanessa	Maître de conférences *
	M.	SALOMON Jean-Pierre	Maître de conférences

Souligné : responsable de département

\* temps plein

Mis à jour le 1<sup>er</sup> octobre 2022

**À notre président de jury**

**Monsieur le Professeur Jean-Marc MARTRETTE**

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en sciences pharmacologiques

Spécialiste qualifié médecine bucco-dentaire

Habilité à diriger des recherches

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

*Vous nous avez fait l'honneur d'accepter de présider ce jury de thèse. Nous vous remercions pour votre sympathie, votre écoute et votre disponibilité tout au long de nos années d'études au sein de la faculté. Puissiez-vous trouver au cœur de ce travail l'expression de notre profonde reconnaissance et de nos sentiments respectueux.*

**À notre juge et directeur de thèse,**

**Madame le Docteur Bérengère PHULPIN**

Docteur en chirurgie dentaire

Docteur de l'Université Henri Poincaré Nancy I

Maître de conférences – praticien hospitalier

Spécialiste qualifiée en chirurgie orale

*Vous nous avez fait l'honneur d'avoir dirigé ce travail avec patience, rigueur et intérêt. Nous vous sommes reconnaissants pour l'accompagnement et la confiance dont vous nous avez honoré tout au long de cet écrit. Que ce travail soit pour vous la preuve de notre reconnaissance et de notre profond respect. Nous vous remercions pour vos qualités pédagogiques et humaines ainsi que votre disponibilité durant l'ensemble de nos études. Soyez assurée de notre plus profond respect et notre sincère gratitude.*

**À notre juge,**

**Madame le Docteur Claire EGLOFF-JURAS**

Docteur en chirurgie dentaire

Spécialiste qualifiée en médecine bucco-dentaire

Ancienne interne en médecine bucco-dentaire

Maître de conférences – praticien hospitalier

Responsable du département de biologie orale

*Nous vous remercions de siéger au jury de cette thèse.  
Nous nous souviendrons de votre bienveillance et de la  
qualité de votre enseignement. Soyez assurée de notre  
sincère reconnaissance et de notre profond respect.*

**À notre invité,**

**Madame le Docteur Diane PHAM KORMANN**

Docteur en chirurgie-dentaire

Diplômée en Carcinologie buccale

*Nous vous remercions de siéger en tant qu'honorable invité au jury de cette thèse. Merci pour votre accompagnement durant la rédaction de ce manuscrit et pour votre gentillesse. Soyez assurée de notre sincère reconnaissance et de notre profond respect.*

## **SOMMAIRE**

### **TABLE DES FIGURES**

### **LISTE DES TABLEAUX**

### **LISTE DES ABREVIATIONS**

### **INTRODUCTION**

#### **1. La curiethérapie**

**1.1. Principes généraux**

**1.2. Les indications**

**1.3. Les contre-indications**

**1.4. Différences entre curiethérapie et radiothérapie externe**

#### **2. Le rôle de l'odontologue et du laboratoire de prothèse**

**2.1. Le bilan dentaire avant curiethérapie**

**2.2. Les différents types de protections : indications, avantages et inconvénients**

**2.3. Les différentes techniques de réalisation de protections plombées et leurs étapes de réalisation**

**2.4. Technique de réalisation d'un espaceur et ses différentes étapes de réalisation**

**2.5. Récapitulatif des étapes de réalisation d'une protection plombée chez un patient denté avec calage satisfaisant selon la technique de la feuille de plomb enchâssée dans la résine**

**2.6. Récapitulatif des étapes de réalisation d'un espaceur chez un patient édenté non réhabilité prothétiquement selon la technique de la feuille de plomb enchâssée dans la résine**

**2.7. Récapitulatif des étapes de réalisation d'un espaceur chez un patient denté avec calage satisfaisant selon les données de K.Obinata *et al.* 2003**

#### **3. Comparaison entre la technique de la protection plombée et de l'espaceur**

#### **4. Le déroulement d'une séance de curiethérapie**

#### **5. Les soins dentaires après la curiethérapie**

### **Conclusion**

### **Bibliographie**

## TABLE DES FIGURES

Figure 1. Curiethérapie interstitielle pour un carcinome de lèvre inférieure. (Source Delannes et al 2013) .....	21
Figure 2: Répartition des aiguilles disposées en modèles avec des triangles équilatéraux (Guinot et al. 2022) .....	22
Figure 3: Mise en place d'aiguilles de curiethérapie (Guinot et al. 2022).....	23
Figure 4: Implantation de grains d'iode dans le cadre d'un traitement d'un cancer de la prostate.....	24
Figure 5: Bloc opératoire équipé d'un projecteur HDR (Source : Centre Leon Berard) .....	26
Figure 6: Curiethérapie pour traitement d'une lésion de l'aile du nez. Curiethérapie PDR avec projecteur PDR : projecteur positionné dans la chambre plombée du patient et des séances (pulses) sont réalisées toutes les heures.....	28
Figure 7: Protection plombée linguale dans le cadre d'un traitement de carcinome épidermoïde de bord de langue (source Dr B. Phulpin) .....	34
Figure 8: Protection plombée vestibulaire (Source : Dr B. Phulpin) .....	35
Figure 9: Protection plombée avec plateau (Source Dr B. Phulpin).....	35
Figure 10: Calcul de la distance moyenne (K.Obinata et al. 2003) .....	36
Figure 11: Prise d'empreinte mandibulaire à l'alginat avec porte empreinte du commerce (Source : Service ORL du CH de Valence) .....	39
Figure 12: Coulée d'empreinte en plâtre dur (Source : Dr. Albert Hauteville) .....	40
Figure 13: Essayage et réglage de la maquette en cire, façonnage du plateau (Source Dr B.Phulpin) .....	41
Figure 14: Réglage de la maquette en cire par l'odontologiste (Figure représentant une protection pour un patient édenté) (Source : B.Phulpin) .....	41
Figure 15: Châssis de la future protection plombée en résine très fine (Iconographie ne représentant une protection pour une curiethérapie de lèvre mais pour une langue) (Source Dr B. Phulpin).....	42
Figure 16: Réalisation du gabarit positionné sur une feuille de plomb (Iconographie ne représentant une protection pour une curiethérapie de lèvre mais pour une langue) (Source Dr B. Phulpin).....	43

Figure 17: Découpe de la feuille de plomb au ciseau suivant le gabarit dessiné précédemment (Iconographie ne représentant une protection pour une curiethérapie de lèvre mais pour une langue) (Source Dr B. Phulpin) .....	44
Figure 18: Travail de la feuille de plomb au marteau (Iconographie ne représentant une protection pour une curiethérapie de lèvre mais pour une langue) (Source Dr B. Phulpin) .....	44
Figure 19: Mise en place de colle pour stabiliser le plomb sur le châssis en résine (Iconographie ne représentant une protection pour une curiethérapie de lèvre mais pour une langue) (Source Dr B. Phulpin) .....	45
Figure 20: Nouvelle résine coulée sur plomb afin qu'il soit parfaitement enchâssé (Iconographie ne représentant une protection pour une curiethérapie de lèvre mais pour une langue) (Source Dr B. Phulpin) .....	45
Figure 21: Insertion de la protection plombée (Iconographie ne représentant une protection pour une curiethérapie de lèvre mais pour une langue) (Source Dr B. Phulpin) .....	46
Figure 22: Protection plombée à gauche et son duplicata en résine à droite (Source Dr B. Phulpin) .....	47
Figure 23: Patient portant le duplicata résine de sa protection plombée (Source Dr B. Phulpin) .....	47
Figure 24: Patient portant sa protection plombée (Source B. Phulpin) .....	48
Figure 25: Moufle à clavettes en laiton <a href="http://capdentaire.com">http://capdentaire.com</a> .....	50
Figure 26: Rouleau de plomb 2mmx10m <a href="http://leroymerlin.fr">http://leroymerlin.fr</a> .....	50
Figure 27: Protection plombée avec plateau réalisée à l'institut Gustave Roussy L.Tolegano prothésiste à l'IGR .....	51
Figure 28: Protection plombée à droite et son duplicata en résine transparente à gauche. Source: Institut Gustave Roussy L. Tolegano prothésiste à l'IGR.....	51
Figure 29: Protection plombée réalisée par le laboratoire de Clermont-Ferrand (Source : Dr B. Phulpin) .....	53
Figure 30: Carcinomes épidermoïdes du palais A/ de la mandibule B/ (Towithelertkul et al. 2022).....	54
Figure 31: Plaques bases en cire avec surfaces d'emboitements Towithelertkul et al. 2022.....	56
Figure 32: Partie support de la protection plombée en résine acrylique. Towithelertkul et al. 2022.....	56

Figure 33: A: Modèle en plâtre de la partie support. B: Mise en place de feuilles de plombs d'une épaisseur de 2 à 4mm sur la lésion primaire. C: Partie détachable de la protection formée en cire. Towithelertkul et al. 2022.....	57
Figure 34: A: Partie support d'une protection maxillaire. B Partie détachable de la protection maxillaire. C et D: Parties support et détachable d'une protection plombée mandibulaire. Towithelertkul et al. 2022 .....	57
Figure 35: Vérification de l'adaptation de la partie support en bouche. Dessins des emplacements des grains radioactifs. Towithelertkul et al. 2022 .....	58
Figure 36: Mise en place des grains radioactifs dans les fentes et fermetures de celles-ci à la cire puis à la résine autopolymérisable. Towithelertkul et al. 2022 .....	58
Figure 37: Vue intra-orale des protections plombées avec les parties supports et les parties détachables emboîtées. Towithelertkul et al. 2022.....	58
Figure 38: Empreinte alginate et modèle en plâtre.....	63
Figure 39: Disque Erkoflex Erkodent® (K.Obinata et al. 2003 et <a href="http://www.erkodent.fr">http://www.erkodent.fr</a> ) .....	64
Figure 40 : Recommandations fabricant Erkodent® ( <a href="http://www.Erkodent.fr">http://www.Erkodent.fr</a> ).....	64
Figure 41: Thermoformeuse Erkopress 240 Erkodent® ( <a href="http://www.Erkodent.fr">http://www.Erkodent.fr</a> ) .....	65
Figure 42: Découpe des contours de la gouttière ( <a href="http://www.Erkodent.fr">http://www.Erkodent.fr</a> ).....	65
Figure 43: Polissage des limites de la gouttière ( <a href="http://www.Erkodent.fr">http://www.Erkodent.fr</a> ) .....	65
Figure 44: Adjonction de silicone à la surface linguale de l'espaceur K.Obinata et al. 2003.....	66
Figure 45: Essayage de l'espaceur en bouche (K.Obinata et al. 2003) .....	66
Figure 46: Arbre récapitulatif des étapes de réalisation d'une protection plombée chez un patient denté.....	68
Figure 47: Arbre récapitulatif des étapes de réalisation d'une protection plombée chez un patient édenté.....	69
Figure 48: Arbre récapitulatif des étapes de réalisation d'un espaceur.....	70
Figure 49: Carcinome épidermoïde de la lèvre inférieure traité par 3 aiguilles parallèles avec port de protection plombée avec plateau. (Peiffert et al. 2008) .....	72
Figure 50: Réalisation d'une protection plombée en forme de L recouverte de gaze (Guinot et al. 2022).....	73
Figure 51: Différentes étapes de traitement par curiethérapie : de la pose des aiguilles à la cicatrisation muqueuse .....	74

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

**CBCT** : Cone Beam Computed Tomography

**CHU**: Centre Hospitalo-Universitaire

**Ci**: Curie

**Gy**: Gray

**HDR**: High Dose Rate

**ICL** : Institut de Cancérologie de Lorraine

**IGR** : Institut Gustave Roussy

**LDR**: Low Dose Rate

**LIPOE** : Lésion inflammatoire périapicale d'origine endodontique

**ORL** : Otorhinolaryngologie

**ORN**: Ostéoradionérose

**PEI**: Porte-empreinte individuel

**PDR**: Pulse Dose Rate

**SFCO** : Société Française de Chirurgie Orale

**vLDR**: Very Low Dose Rate

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1: Les différentes techniques de curiethérapie .....	29
--	----

## INTRODUCTION

Les cancers des voies aéro-digestives supérieures représentent une part non négligeable des cancers diagnostiqués et pris en charges chaque année en France. Nous traiterons ici principalement des cancers de la cavité buccale : lèvres, langue mobile ou base de la langue, palais.... En effet, l'odontologiste joue un rôle primordial dans le diagnostic précoce de ce type de lésion mais également dans l'accompagnement des traitements notamment par curiethérapie ou radiothérapie externe.

Ces traitements ont prouvé leur grande efficacité face à ces cancers, et ils peuvent être associés à une chirurgie d'exérèse et/ou à de la chimiothérapie. L'utilisation des monothérapies, c'est-à-dire la mise en place d'un traitement unique que ce soit la chirurgie ou bien la radiothérapie, chacune de façon exclusive sera envisagée dans le traitement des tumeurs de stade I-II. Pour traiter les tumeurs de stade plus avancé III et IV, l'utilisation d'une combinaison de traitement est généralement envisagée, par exemple une chirurgie suivie d'une radiothérapie ou bien alors une chirurgie suivie d'une radiochimiothérapie. Ainsi, un patient atteint d'une lésion de stade I-II pourra potentiellement être traité par l'utilisation unique de la radiothérapie : qu'elle soit externe ou bien qu'il s'agisse de curiethérapie alors qu'un patient présentant une tumeur d'un stade avancé verra très certainement son traitement répondre à une prise en charge en deux temps débutant généralement par la réalisation d'une chirurgie, suivie d'un traitement par radiochimiothérapie ou radiothérapie adjuvante.

La curiethérapie est une technique particulière de radiothérapie. A l'inverse de la radiothérapie externe conformationnelle très largement répandue, la curiethérapie est une technique d'irradiation mettant au contact direct ou bien à une extrême proximité les sources radioactives de la tumeur à traiter. Celle-ci n'est pas indiquée pour le traitement de l'ensemble des lésions cancéreuses mais on la retrouve dans l'éventail des possibilités de traitements pour les cancers ORL, gynécologiques ou encore de la prostate ou de la peau. L'avantage principal de cette radiothérapie est le fait de pouvoir cibler très précisément la zone à traiter tout en essayant de préserver au maximum les tissus environnants.

Nous décrivons particulièrement le rôle de l'odontologiste et du laboratoire de prothèse lors de la prise en charge de patients recevant un traitement par curiethérapie : traitement très efficace et parfaitement ciblé mais demandant une importante protection du patient et de l'équipe soignante afin de limiter au maximum les effets secondaires liés aux rayonnements utilisés. L'odontologiste doit réaliser en amont des séances de curiethérapie un bilan dentaire précis afin d'éradiquer tous les foyers infectieux. Puis le travail en étroite collaboration entre le dentiste et le laboratoire de prothèse permet aux patients de recevoir son traitement dans les meilleures conditions possibles, avec la réalisation de protections indispensables au bon déroulement des séances de curiethérapie. Ces protections permettent de limiter drastiquement les risques d'effets secondaires liés aux rayonnements. L'odontologiste jouera également un rôle important une fois les séances de curiethérapie effectuées avec l'éventuelle prise en charge de complications telles que les ostéoradionécrose mais aussi avec la réalisation de bilans réguliers tout au long de la vie du patient.

Au cours de ce travail nous commencerons par définir le concept de curiethérapie, nous verrons quelles sont ses indications et contre-indications ainsi que les différences avec la radiothérapie externe généralement plus connue du grand public.

Dans un second temps, nous nous intéresserons aux rôles respectifs de l'odontologiste et du laboratoire de prothèse quant à l'élaboration de différents types de protections afin de protéger au maximum les patients des rayonnements diffusés. Cependant, à notre connaissance, nous ne retrouvons que très peu de protocoles décrits dans la bibliographie internationale concernant la réalisation d'espaceurs ou de protections plombées. Nous nous interrogerons également sur les différents matériaux utilisés pour la confection de ces protections et sur les impacts que ceux-ci peuvent avoir sur l'environnement et les professionnels qui les manipulent.

Enfin nous verrons comment se réalise le suivi d'un patient ayant reçu un traitement par curiethérapie.

# 1. La curiethérapie

## 1.1. Principes généraux

### 1.1.1. Définitions

La curiethérapie est une technique de radiothérapie consistant en l'utilisation de sources radioactives à l'intérieur même de la lésion tumorale (curiethérapie interstitielle) ou bien à son contact (plesiocuriethérapie). (Institut Gustave Roussy, site internet). Ces sources radioactives étaient des fils d'iridium 192 respectant des règles d'implantations selon le système de Paris établi dans les années 60 par Pierquin, Chassagne et Dutreix. (Lapeyre *et al.* 2008) (JJ. Mazon et *al.* 2003), actuellement ces fils ont été remplacés par des sources miniaturisées d'iridium 192 scellées reliées à des projecteurs robotisés de curiethérapie pulsée. (Peiffert D *et al.* 2018) Ces implants peuvent aussi être présentés sous la forme d'aiguilles, de pastilles ou encore de tubes. L'une des dernières avancées en matière de curiethérapie a été la réalisation d'applicateurs personnalisés basés sur l'anatomie individuelle à l'aide de l'impression 3D. A l'heure actuelle les cathéters en plastiques implantés avec des aiguilles sont la méthode de délivrance la plus efficace pour les cancers de la tête et du cou. (Madireddy *et al.* 2022)

La curiethérapie est la technique de choix pour délivrer une dose très élevée sur le site tumoral tout en épargnant autant que possible les tissus périphériques. Une autre caractéristique de la curiethérapie est qu'elle peut être administrée en peu de fractions ce qui réduit la durée du traitement par rapport à la radiothérapie externe. (Madireddy *et al.* 2022)

Une fois l'approbation du choix de traitement par curiethérapie par un collègue de praticien, la mise en place de ce traitement est soumise aux mêmes exigences qu'un traitement par radiothérapie externe. Le curiethérapeute doit mettre en place un protocole strict comportant plusieurs étapes avant de débiter le traitement.

Il doit planifier et rédiger la prescription technique de curiethérapie de façon explicite ou bien se référer à un protocole standardisé du service de radiothérapie avec :

- Le choix de la technique qui sera utilisée (plesiocuriethérapie, curiethérapie interstitielle) qui se fait en fonction de l'anatomie, de la localisation, de l'accessibilité technique du volume cible mais aussi selon l'extension potentielle de la tumeur en dehors de cette cible.

Par exemple, concernant la curiethérapie intra-cavitaire, il s'agit d'une technique parfaitement indiquée pour le traitement des lésions utérovaginales tout en sachant qu'elle pourra être associée à de la curiethérapie interstitielle avec la mise en place d'aiguilles dans la région para-vaginale. Cette combinaison des deux techniques a pour but d'améliorer la couverture du volume cible à traiter ou bien de diminuer la dose délivrée aux organes à risque. (Hannoun-Lévi *et al.* 2022)

- Le choix du débit de dose qui sera mis en place (HDR : débit de dose élevé, LDR : débit de dose faible, PDR : débit de dose pulsé). Le choix du débit de dose se fait en fonction du type de cancer à traiter mais aussi selon les habitudes de prescription de chaque centre de curiethérapie et du type d'équipement disponible. (Hannoun-Lévi *et al.* 2022)
- La description des volumes d'intérêts. Afin de bien comprendre ces notions de volumes d'intérêts il convient de décrire ceux-ci : d'une part il existe le volume tumoral brut (GTV ; Gross tumour volume), il correspond à l'ensemble des lésions malignes visibles ou palpables. Ce volume est déterminé par l'examen clinique, l'imagerie et/ou l'endoscopie. D'autre part, il existe le volume cible clinique (CTV : Clinical Target Volume) : il correspond au volume tumoral brut (GTV) associé aux extensions subcliniques de la tumeur. La curiethérapie permet de délivrer une dose hétérogène dans le volume cible clinique en fonction des besoins notamment dans une zone spécifique à haut risque de récurrence locale. (Hannoun-Lévi *et al.* 2022)
- La détermination du niveau de dose pour le volume cible et pour les organes à risque. Les organes à risque sont des tissus exempts de tous signes de malignité et parfaitement sains se trouvant à proximité du volume cible clinique ou bien à l'intérieur même de celui-ci. Ils sont considérés à risque à cause de

leur localisation mais aussi parce que leur radiosensibilité peut affecter la prescription ou bien la planification des doses. (Hannoun-Lévi *et al.* 2022)

- La détermination des applicateurs d'implants. Il existe différents types d'implants selon les différentes situations à traiter : il peut s'agir d'applicateurs standards vendus dans le commerce ou bien d'applicateurs individuels personnalisés à l'anatomie du patient (comme les moules vaginaux). Le choix des applicateurs dépendra de l'équipe et de sa capacité à pouvoir l'implanter de façon satisfaisante. Le choix des applicateurs est une étape cruciale qui permettra de faciliter la mise en place de ceux-ci et d'optimiser la distribution ultérieure des doses. (Hannoun-Lévi *et al.* 2022)

Le curiethérapeute doit également définir la méthode d'acquisition des données qui sera utilisée pour la planification de l'imagerie. Il doit utiliser l'ensemble des informations à sa disposition qu'il s'agisse d'informations cliniques ou bien d'imageries afin de délimiter avec précision les volumes anatomiques d'intérêts, c'est-à-dire définir le volume tumoral à traiter et les organes à risque se trouvant à proximité afin de les protéger des rayonnements. La planimétrie c'est-à-dire le calcul de dose, le dessin d'isodose et le calcul d'histogramme dose-volume sont effectués par des médecins médicaux. Le calcul de la distribution de dose en curiethérapie nécessite un système de planification de traitement dédié, une ou plusieurs propositions de distribution de dose sont calculées en prenant bien en compte les doses prescrites dans le volume cible clinique et les organes à risques. Avant de débuter tout traitement par curiethérapie, le curiethérapeute et le médecin médical doivent valider conjointement la planimétrie. (Hannoun-Lévi *et al.* 2022)

En ce qui concerne la mise en place du traitement, les techniciens connectent les applicateurs à l'appareil de post-chargement, ceux-ci sont contrôlés par le curiethérapeute tout au long du traitement (sauf pour les implants permanents), les impulsions ou les fractions sont enregistrées. Lorsqu'une hospitalisation est nécessaire, le curiethérapeute surveillera cliniquement la position des vecteurs au moins une fois par jour. Pendant l'irradiation, la position de l'applicateur n'est pas systématiquement contrôlée par l'imagerie mis à part pour la curiethérapie HDR fractionnée où le contrôle de la position de l'applicateur est nécessaire surtout lorsque

l'exactitude de sa position n'est pas certaine. Ces contrôles dépendront de l'indication concernée et du type d'applicateurs. (Hannoun-Lévi *et al.* 2022)

### 1.1.2. Les différents types de curiethérapie

Nous pouvons distinguer différents types de curiethérapie que ce soit en fonction du positionnement des radioéléments vis-à-vis de la tumeur : nous parlerons de **curiethérapie interstitielle** ou bien de **plésiocuriethérapie**, ou alors en fonction des modalités de délivrance de la dose totale : nous parlerons de curiethérapie de haut débit de dose (**HDR**), de curiethérapie à bas débit de dose (**LDR**), de curiethérapie de très bas débit de dose (**vLDR**) ou bien de curiethérapie de débit de dose pulsée (**PDR**).

A propos du positionnement des radioéléments nous retrouvons :

La **plésiocuriethérapie**, aussi appelée curiethérapie de surface, qui utilise des applicateurs standardisés ou bien des moules personnalisés placés au contact de la zone à traiter. Cette technique est généralement utilisée dans les traitements des cancers gynécologiques.

La **curiethérapie interstitielle** consiste en la mise en place de tubes en plastiques, de gouttières vectrices ou d'aiguilles vectrices métalliques directement au contact de la lésion tumorale, le geste est réalisé selon la topographie de la lésion, sous anesthésie générale ou bien sous anesthésie locale comme c'est souvent le cas dans les cancers de la lèvre inférieure. Ces aiguilles ou tubes creux permettent ensuite le passage d'une corde de nylon qui servent à tracter les tubes plastiques qui sont ensuite mis en place (Figure 1). Ces tubes sont immobilisés par des boutons et sont ensuite chargés par de l'irridium 192 à l'aide de projecteur de source (technique HDR ou PDR) ou bien manuellement comme c'était le cas il y a quelques années de cela (pour la curiethérapie LDR surtout). (Delannes *et al.* 2013) (Chargari.C *et al.* 2019)



Figure 1. Curiethérapie interstitielle pour un carcinome de lèvre inférieure. (Source Delannes et al 2013)

La norme actuelle dans le cadre de curiethérapie de haut débit de dose est l'utilisation d'implants interstitiels, d'aiguilles rigides ou de tubes plastiques. Les carcinomes de la lèvre sont généralement exophytiques et les **aiguilles parallèles rigides** permettent une meilleure distribution de la dose avec plus d'homogénéité en ajoutant des aiguilles placées à l'extérieur du tissu pour couvrir les lésions saillantes.

Actuellement, la plus grande étude sur la curiethérapie de haut débit de dose utilisant des aiguilles rigides se basait sur un panel constitué de 106 patients et les résultats ont montré une fonction préservée dans 100% des cas. Le contrôle tumoral à dix ans a été atteint à 100% dans les tumeurs T1, 93,6% pour les tumeurs T2 et 79% pour les tumeurs T4. Aucun cas d'ostéoradionécrose n'a été enregistré. Les mêmes résultats ont été enregistrés pour l'utilisation de tubes plastiques lors d'une curiethérapie de bas débit de dose, mais le taux de complications était plus élevé. (Guinot JL *et al.* 2022)

Concernant l'insertion des aiguilles rigides, lorsque l'anesthésie locale est utilisée celle-ci se réalise à l'aide de lidocaïne ou de mépivacaïne afin d'anesthésier le nerf sous mentonnier lorsque la curiethérapie intéresse la lèvre inférieure ou bien le nerf infra-orbitaire lorsque celle-ci intéresse la lèvre supérieure. La technique d'insertion suit une configuration triangulaire en utilisant un modèle avec des plaques de

méthacrylate perforées formant des triangles équilatéraux de 10mm de côté (Figure 2). Un seul triangle équilatéral peut être suffisant pour les petites tumeurs (T1).

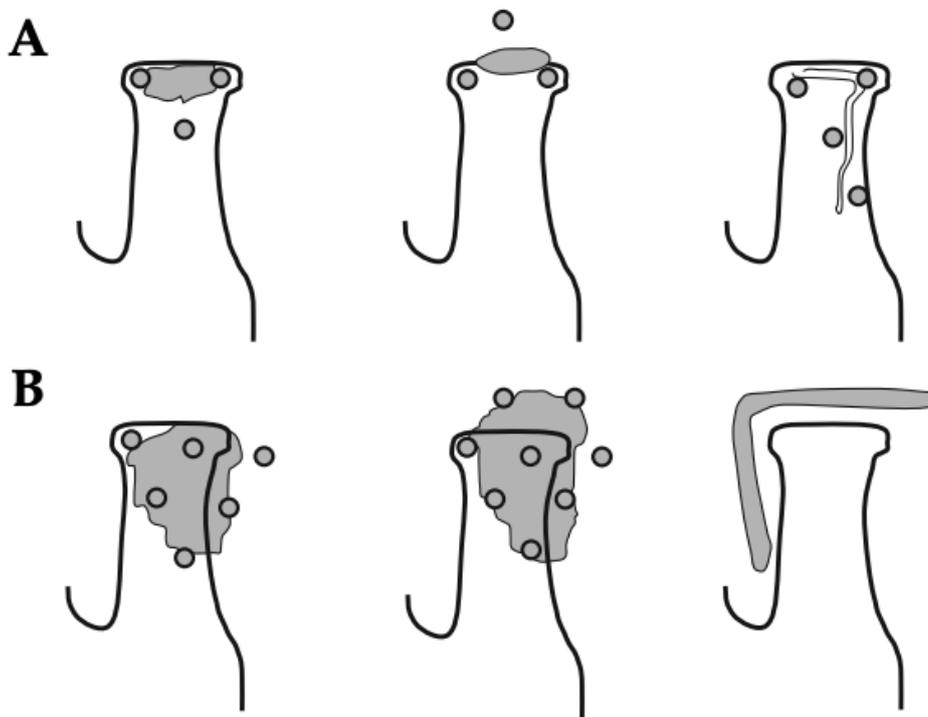


Figure 2: Répartition des aiguilles disposées en modèles avec des triangles équilatéraux (Guinot et al. 2022)

Sur la figure ci-dessus nous pouvons voir

En A) trois aiguilles pour traiter les tumeurs précoces avec à droite une aiguille supplémentaire pour couvrir la cicatrice.

En B) le traitement d'une tumeur avancée avec des aiguilles à l'extérieur du tissu fixées avec des modèles. A droite nous pouvons voir un schéma du positionnement correct d'une protection plombée en forme de L.

L'aiguille la plus superficielle est d'abord insérée entre la muqueuse labiale et la peau. Il est nécessaire que les points d'insertions et de sorties se trouvent à 1 cm de la tumeur pour éviter toute irradiation de ces points d'insertions et permettre une meilleure cicatrisation.

La seconde aiguille est ensuite insérée à l'intérieur de la commissure labiale, où elle rejoint la muqueuse labiale interne, de manière parallèle et équidistante.

La troisième aiguille, inférieure, est plus simple à placer car elle complète le triangle avec les deux premières aiguilles (Figure 3). Elle peut même dans certains cas ne pas

être utilisée si la tumeur est couverte par un seul plan (réalisé par les deux premières aiguilles). A l'inverse une aiguille supplémentaire peut être insérée si la cicatrice chirurgicale s'étend plus loin, en utilisant un modèle en méthacrylate plus grand tout et ce en conservant la forme triangulaire. (Guinot *et al.* 2022), (El Ayachy.R *et al.* 2021)

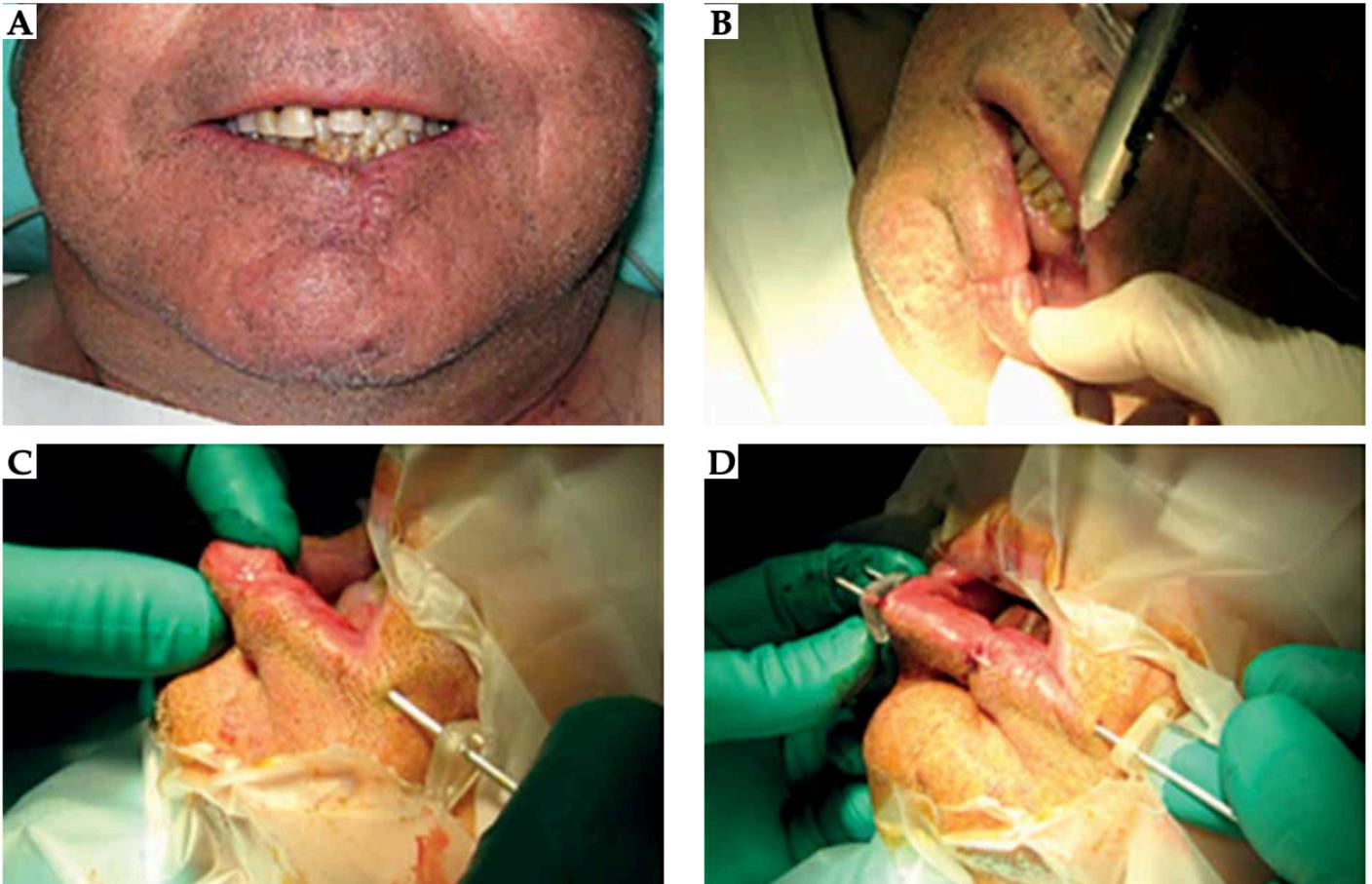


Figure 3: Mise en place d'aiguilles de curiethérapie (Guinot *et al.* 2022)

Le matériel radioactif peut rester en permanence en place, on parle d'implants permanents comme c'est parfois le cas dans le cadre du cancer de la prostate avec l'utilisation d'implants de grains d'iode.

Au contraire, le matériel peut être inséré de manière temporaire à l'aide d'une machine de post-chargement connectée à des vecteurs préalablement installés comme c'est le cas dans les curiethérapies de débit de dose pulsé (PDR) ou de haut débit de dose (HDR). (Hannoun-Lévi *et al.* 2022)

Le positionnement exact des vecteurs est nécessaire afin de limiter au maximum une irradiation excessive de certaines zones et notamment des zones esthétiques en

contacts avec **ces fils d'iridiiums**. Afin de diminuer le risque d'ostéoradionécrose, le port d'une protection plombée ou d'un espaceurs est indiqué. (Lapeyre *et al.* 2008).

Concernant les modalités de délivrance de la dose totale 4 principaux types de curiethérapie existent à l'heure actuelle :

- La curiethérapie de bas débit de dose (**LDR : Low-Dose Rate**), qui était la technique de référence il y a quelques années. Pour une curiethérapie de la cavité buccale une dose totale comprise entre 60 et 65 Gy est délivrée dans le cadre d'une curiethérapie exclusive ou bien une dose de 35 Gy en cas d'association avec de la radiothérapie externe. Lors d'une association radio-curiethérapie un délai n'excédant pas 20 jours doit être respecté entre la dernière séance de radiothérapie et l'instauration de la curiethérapie. Le débit de dose est compris entre 0,4 et 2 Gy/h. (Madireddy *et al.* 2022) Actuellement cette technique est utilisée pour implanter des grains permanents d'iode pour le traitement du cancer de la prostate (Figure 4) et des plaques de ruthénium 106 dans certaines tumeurs ophtalmiques. (Hannoun-Lévi *et al.* 2022)

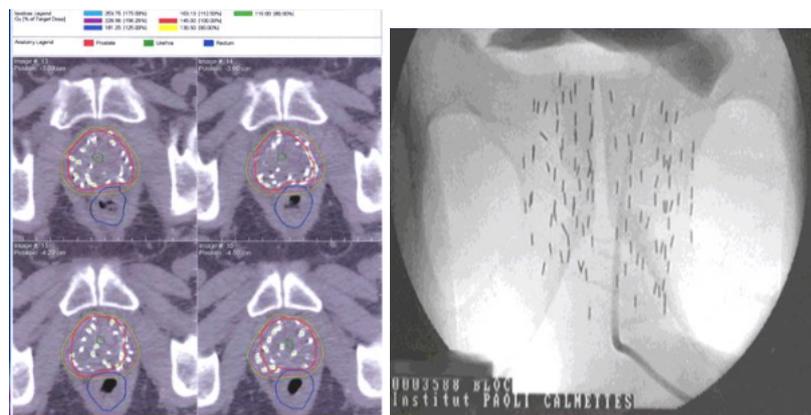


Figure 4: Implantation de grains d'iode dans le cadre d'un traitement d'un cancer de la prostate

(Source A. Louis Institut Paoli-Calmettes 2009)

- La curiethérapie de très bas débit de dose (**vLDR : very Low-Dose Rate**) délivre moins de 0,4 Gy/h. Tout comme la curiethérapie LDR les principaux isotopes utilisés sont le Cesium 131, le Cesium 137, l'iode 125 avec des

implants permanents, son utilisation principale est donc le traitement des cancers de la prostate avec utilisation de grains d'iode. (Madireddy *et al.* 2022)

- Quant à la curiethérapie de haut débit de dose (**HDR**) nous retrouvons des doses pour la cavité buccale de 4,5 à 6 Gy par séance à raison de 10 séances pour une curiethérapie exclusive ou bien des doses de 3 Gy à raison de 6 à 7 séances en cas d'association à une radiothérapie externe (de 40 à 50 Gy). L'irradiation est réalisée avec une source radioactive d'activité de 10 Ci (Curie : unité de radioactivité), de diamètre de 0,5mm et de longueur de 3,5mm. Cette source radioactive est connectée à un projecteur. La source se déplace petit à petit le long du volume cible. Cette curiethérapie est majoritairement utilisée en cancérologie gynécologique et endobronchique. Cette technique a été de plus en plus explorée au fil du temps car elle s'avère très intéressante dans le cadre du développement des soins ambulatoires. Le patient reçoit une à deux séances par jour (d'une trentaine de minutes) espacées d'au moins six heures dans une salle spécifique de type « bunker » et le reste du temps il peut être hébergé dans un service d'hospitalisation classique puisque les séances sont très courtes. Le patient n'est pas relié en permanence au projecteur de source. Dans certains cas, la curiethérapie HDR est directement mise en place à la suite d'une intervention chirurgicale et la séance a lieu au sein même du bloc opératoire équipé spécifiquement. Cela se rencontre surtout lors des traitements de cancers gynécologiques. A la fin de la séance l'aplicateur peut être déposé et le patient n'est pas nécessairement hospitalisé pouvant ainsi permettre une prise en charge ambulatoire. Les tubes utilisés sont différents de la technique classique de bas débit de dose mais leur mise en place reste similaire. Le principal avantage de cette technique est la possibilité de mise en place d'une curiethérapie peropératoire si la salle de traitement est équipée comme un bloc opératoire (Figure 5). (Lapeyre *et al* 2008) (Delannes *et al* 2013).

Elle permet également un calcul précis grâce à la fixation complète des tubes guides, une disposition parallèle des sources par la technique du double bouton lié et une distribution homogène de la dose par optimisation des sources progressives. (Yamazaki. H *et al.* 2003)

Cette curiethérapie peut avoir lieu avec ou sans hospitalisation et est à l'heure actuelle utilisée dans de nombreuses indications. Elle est généralement préférée pour le traitement des cancers des poumons, de l'œsophage et de la cavité buccale. (Hannoun-Lévi *et al.* 2022)

La curiethérapie de débit de dose élevée délivre plus de 12Gy/h en utilisant les isotopes Iridium 192, Cobalt 60, Strontium 90, Yttrium 90 et Ruthénium 106 dans des implants temporaires. Cette curiethérapie à source d'iridium, du fait de sa petite taille (diamètre d'environ 2mm) fournit une activité spécifique élevée et peut être facilement introduite dans les tumeurs de la tête et du cou. Cependant, le fractionnement de la dose et les problèmes associés à la procédure d'implantation répétée pose des limites à ces curiethérapie HDR. (Madireddy *et al.* 2022).

Il a été démontré que la curiethérapie de haut débit de dose avait une efficacité équivalente à la curiethérapie de bas débit de dose tout en diminuant les risques de complications. (Guinot JL *et al.* 2022)

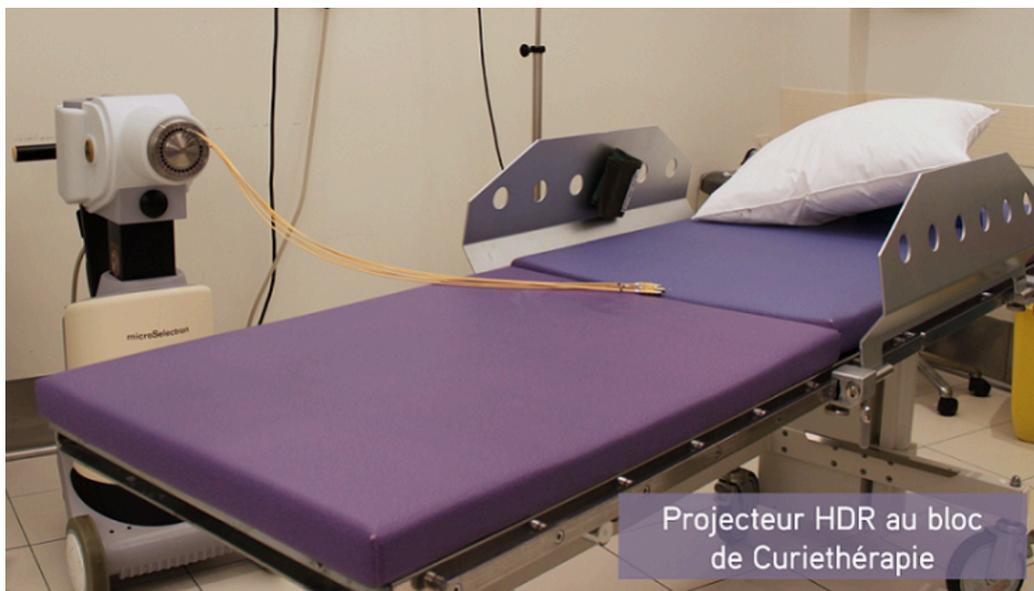


Figure 5: Bloc opératoire équipé d'un projecteur HDR (Source : Centre Leon Berard)

- Depuis les années 1990 la curiethérapie de débit de dose pulsée (**PDR : Pulse-Dose Rate**) prend de plus en plus de place. L'irradiation est réalisée avec l'utilisation d'une source d'iridium d'activité 0,5 Ci de diamètre de 0,5mm et de longueur de 3,5 mm connectée à un projecteur de source. La technique est comparable à celle utilisée en HDR avec l'utilisation d'un projecteur de source et une source d'iridium mais l'objectif est de tendre vers une délivrance de dose

comparable à ce qui est fait avec la technique LDR. La grande différence avec la technique HDR est le fait que le patient est nécessairement relié en permanence durant toute la durée du traitement au projecteur puisque les doses sont libérées par pulse tout au long du traitement. Avec cette technique on observe un déplacement de la source radioactive grâce à ces projecteurs de sources permettant ainsi d'affiner la distribution de dose. Cette curiethérapie nécessite l'hospitalisation du patient en chambre blindée (Figure 6), elle est utilisée dans de nombreuses indications. Elle est la technique préférentielle pour l'utilisation d'implants ORL ou dans le traitement de cancers pédiatriques. (Hannoun-Lévi *et al.* 2022) Les tubes utilisés dans cette technique sont différents de la technique classique mais leur mise en place est relativement similaire. Elle est comparable à la technique de bas débit de dose puisqu'elle délivre une dose de 12Gy/24h avec une dose totale de 65Gy dans le cadre d'une curiethérapie exclusive et de 20 à 25 Gy après une radiothérapie externe de 50Gy. Cette technique montre deux grands avantages : l'optimisation de la distribution de la dose grâce à l'utilisation des projecteurs de sources et une meilleure radioprotection du personnel. La principale difficulté à la mise en place de cette technique résidait en la réalisation de boucles au niveau de la langue dans lesquelles la source puisse passer sans difficulté mais des travaux ont été réalisés afin de permettre l'utilisation d'aiguille droite pour ce type de curiethérapie. Une étude réalisée par l'équipe d'Erlangen-Nuremberg a permis de démontrer que cette technique de débit de dose pulsée permet d'obtenir des résultats équivalents à la curiethérapie de bas débit de dose tout en améliorant la radioprotection du personnel. (Lapeyre *et al.* 2008)



Figure 6: Curiethérapie pour traitement d'une lésion de l'aile du nez. Curiethérapie PDR avec projecteur PDR : projecteur positionné dans la chambre plombée du patient et des séances (pulses) sont réalisées toutes les heures.

(Source Dr B.Phulpin)

Les avancées technologiques de ces dernières années concernant l'utilisation de divers isotopes, les méthodes d'administrations, l'utilisation de l'imagerie et l'impression 3D ont permis d'optimiser la planification du traitement et de perfectionner l'administration de la dose favorisant ainsi une irradiation du volume cible élevée tout en épargnant au maximum les tissus adjacents. D'un point de vue clinique ces avancées se sont traduits par un guidage en temps réel lors de l'implantation de la source dans la lésion tumorale. Le développement de méthodes précises de dosimétrie *in vivo* a également permis de réduire les écarts entre la dose mesurée et les erreurs opérationnelles associées créant une curiethérapie de plus grande précision. Aussi, le développement de nouvelles formes de sources telles que les aiguilles, les pastilles ou les tubes a pu diminuer le risque d'agglutination et de migration de la source. (Madireddy *et al.*2022)

Tableau 1: Les différentes techniques de curiethérapie

Technique de curiethérapie	PDR	HDR	LDR
<b>Type de radioéléments</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsource – fil d’irridium 192</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsource – fil d’irridium 192</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fil d’irridium 192</li> <li>• Grains d’Iode 125</li> </ul>
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôle du débit de dose</li> <li>• Amélioration de la radioprotection du personnel</li> <li>• Optimisation de délivrance de la dose</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amélioration de la radioprotection du personnel</li> <li>• Possibilité de réaliser une curiethérapie Ambulatoire ou hébergement en chambre classique</li> <li>• Optimisation de délivrance de la dose</li> <li>• Temps de traitement court</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technique décrite depuis de nombreuses années</li> <li>• Résultats fiables</li> </ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difficulté à réaliser des boucles au niveau de langue</li> <li>• Hospitalisation obligatoire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multiples déplacements du patient</li> <li>• Optimisation parfois difficile en raison de la difficulté de repérage du volume cible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impossibilité d’autoriser les déplacements</li> <li>• Moins bonne radioprotection des soignants</li> </ul>
<b>Dose délivrée en Gy/h</b>	0,5	12	0,4 < X < 2

Quelle que soit la curiethérapie utilisée, celle-ci doit respecter les obligations réglementaires de radioprotection, c'est pourquoi l'ensemble des avancées technologiques et bibliographiques doivent être prises en compte afin d'assurer le déroulement des curiethérapies dans les meilleures conditions possibles, que ce soit pour les patients ou bien pour l'équipe soignante. (Hannoun-Lévi *et al.* 2022)

## 1.2. Les indications

La curiethérapie présente deux grands avantages : la possibilité d'administrer une dose totale en quelques jours tout en limitant la répercussion sur les tissus adjacents. (JJ.Mazeron *et al.* 2003)

Elle est indiquée dans le cas des carcinomes épidermoïdes plus ou moins bien différenciés et ne s'applique généralement pas aux autres lésions cancéreuses. (JJ.Mazeron *et al.* 2003). Elle est souvent le traitement de second choix après la chirurgie lorsque celle-ci n'est pas envisageable ou lorsqu'elle pourrait engendrer de nombreux préjudices esthétiques, sensoriels et fonctionnels comme sur la déglutition ou la phonation. Elle est parfaitement indiquée dans les zones avec reliefs et trouve donc toute son indication pour les lésions périorificielles de la face. (Delannes *et al.* 2013). Elle fait aussi partie des traitements de choix pour les cancers de la cavité buccale, des lèvres et des zones périorificielles de la face (telles que les ailes du nez) pour les tumeurs classées T1-T2/N0 en situation post-opératoire en cas de marge à risque ; ou encore dans le cas de nouvelles tumeurs situées dans des zones irradiées. (Delannes *et al.* 2013), (Lapeyre *et al.* 2008). On retrouve de très bons résultats esthétiques et de contrôle local (90 à 98% à 5 ans) pour les curiethérapies de lèvres. Le taux de complications pour les lésions de grades 2-3 est évalué à 3% celui-ci étant directement lié à l'absence du port de protection plombée. (Lapeyre *et al.* 2008).

Pour les secondes tumeurs en territoire irradié, la dose préconisée est de 60Gy avec un taux de contrôle local équivalent à une curiethérapie de première intention. Cependant le risque de complication se voit doublé (18 à 28%) et le taux de survie des patients s'effondre (22 à 30 % à 5 ans). Elle est également intéressante dans les cas de traitements de récurrences postopératoires même si les taux de contrôles locaux sont généralement meilleurs pour des primotraitements.

La curiethérapie post-opératoire est surtout utilisée pour de petites lésions avec marge à risque ne présentant qu'un faible risque ganglionnaire. En effet, dans le cas contraire il est actuellement indiqué de mettre en place une radio-chimiothérapie postopératoire. (Lapeyre *et al.* 2008)

### 1.3. Les contre-indications

Les contre-indications à la curiethérapie sont assez peu nombreuses, cette technique ne sera pas utilisée dans le cas de lésion supérieure à 5cm ou bien en cas d'infiltration cartilagineuse ou osseuse sous-jacente. (Delannes *et al.* 2013) (Peiffert *et al.* 2018) Elle est également contre-indiquée lors de l'atteinte de la gencive ou du trigone rétro-molaire, de l'infiltration de la commissure intermaxillaire, de l'extension au parapharynx, au cavum ou au larynx. (Lapeyre *et al.* 2008)

### 1.4. Différences entre curiethérapie et radiothérapie externe

Des études comparatives ont été réalisées afin de comparer l'efficacité de la curiethérapie face à la radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité (RCMI). Khalfi *et al.* (Khalfi *et al.* 2019) ont suivi 19 patients atteints d'un carcinome épidermoïde de la lèvre de stades I et II opérés. Les patients ayant reçu une curiethérapie interstitielle présentaient un taux de récurrence nul alors qu'il était de 23% chez les patients ayant reçu une radiothérapie externe. De plus, à la suite du traitement par radiothérapie externe 61% des patients ont souffert d'effets secondaires liés aux rayonnements : 15,3% des patients présentaient une xérostomie de grade 1 ou 2, 30,7% souffraient de mucite de grade 2 et 7,6% ont développé une ostéoradionécrose. A la suite de la curiethérapie interstitielle 33% des patients ont souffert d'effets secondaires sous forme de xérostomie de grade 1-2 ou de mucites de grade 2. Aucun cas d'ostéoradionécrose n'a été répertoriée. (Khalfi *et al.* 2019)

Ce qui différencie la curiethérapie de la radiothérapie externe se résume notamment par le fait que la curiethérapie permet d'administrer une dose plus importante dans un périmètre très précis et circonscrit à la lésion tumorale (en comprenant les 5mm de marge d'erreur) et tout cela dans un temps plus restreint que la radiothérapie conformationnelle. (Lapeyre *et al.* 2008)

## 2. Le rôle de l'odontologiste et du laboratoire de prothèse

### 2.1. Le bilan dentaire avant curiethérapie

Avant toute mise en place d'un traitement par curiethérapie, un **examen bucco-dentaire** ainsi qu'une **radiographie panoramique dentaire** doivent être systématiquement réalisés. Selon les observations réalisées à la suite de ces examens, la réalisation d'un CBCT (Cone beam computed tomography) peut être nécessaire. En effet, une remise en état bucco-dentaire doit être réalisée le plus rapidement possible et conformément aux recommandations de la SFCO (Société Française de Chirurgie Orale 2012) l'ensemble des foyers infectieux potentiels ou avérés se trouvant dans les zones irradiées doit être éradiqué (poches parodontales, LIPOE...). Les dents atteintes de lésion carieuses non reconstituables doivent également être avulsées. Les gestes chirurgicaux permettant l'assainissement de la cavité buccale sont entrepris au plus tôt afin d'obtenir une cicatrisation muqueuse avant le début de la curiethérapie. Toutes les dents présentant des lésions carieuses doivent idéalement être traitées en amont de la curiethérapie. (JJ.Mazeron *et al.* 2003). Afin de limiter au maximum les risques d'ostéoradionécrose, l'odontologiste prépare en amont des séances de curiethérapie, une protection plombée ou un espaceur que le patient devra porter durant tout son traitement de curiethérapie. (Peiffert *et al.* 2018). Le risque d'ostéoradionécrose est présent chez le patient denté mais également édenté, même si pour ces derniers le risque est beaucoup plus faible.

L'odontologiste joue donc un rôle crucial dans la prise en charge des patients traités par curiethérapie et cela du diagnostic au suivi sur le long terme. (Deng.H, Sambrook.PJ, Logan.RM. 2011).

Si la nécessité du port d'un espaceur ou d'une protection plombée est décrite dans la bibliographie, très peu d'études précisent l'épaisseur de plomb ou la taille de l'espaceur confectionné.

## 2.2. Les différents types de protections : indications, avantages et inconvénients

Nous allons ici décrire les deux types de protections existantes à l'heure actuelle : les protections plombées et les espaceurs.

### 2.2.1. Les protections plombées

Les protections plombées sont réalisées si une curiethérapie de lèvre, du plancher de la bouche ou de la langue mobile est prévue afin de **diminuer la dose absorbée** par la mandibule et donc de limiter les risques de nécrose.

Ces gouttières sont confectionnées en résine acrylique selon les empreintes réalisées par l'odontologiste afin de s'adapter à l'anatomie du patient ainsi qu'à sa tumeur. Cette résine enserme une feuille de plomb de 2 mm d'épaisseur de préférence. Cette protection permet de **réduire d'environ 50% la dose transmise** à la gencive et à la mandibule. Le plomb est un excellent matériau pour atténuer la dose transmise. (JJ.Mazeron *et al.* 2003) Leur réalisation est plutôt simple mais demande une bonne adaptation afin que leur port soit le plus confortable possible pour le patient. L'inconvénient majeur de ces protections est la manipulation par le prothésiste de feuilles de plombs.

En effet, il a été démontré que le plomb est un polluant toxique pouvant pénétrer dans le corps humain selon diverses voies d'expositions. A l'origine du saturnisme, il a été au fil des années éliminé de différents composants comme la peinture ou l'essence. Les deux risques majeurs de contamination au plomb se font par **inhalation d'air contaminé** par des poussières de plomb ainsi que par **ingestion** d'aliments ou d'eau contaminés. L'exposition au plomb peut être préjudiciable pour tous les organes humains mais sa toxicité est encore plus élevée pour le cerveau notamment au cours des premières années de développement. Il peut malgré tout causer divers effets indésirables sur le système nerveux central de la personne adulte et est considéré comme pouvant être responsable de multiples troubles neurologiques tels que la maladie d'Alzheimer, la maladie de Parkinson, la sclérose latérale amyotrophique ou encore le trouble déficitaire de l'attention. Il est considéré comme un facteur de risque de maladies liées au système nerveux central même avec un niveau d'exposition très faible. (Wang T, Zhang J, Xu Y. 2020) La manipulation de ce matériau par les

prothésistes dentaires demande le respect un protocole rigoureux afin d'éviter l'inhalation de poussière de plomb.

Il existe différents types de protections plombées adaptés à la localisation des lésions : lèvres, langue, ailes du nez, pointe du nez, plancher de bouche ou encore commissures des lèvres.

- Les protections linguales :

Dans le cadre de lésions de **bord de langue** ou de **plancher de bouche** une protection linguale est nécessairement réalisée avec présence de plomb sur le pan lingual de la mandibule afin de la protéger. (Figure 7)



*Figure 7: Protection plombée linguale dans le cadre d'un traitement de carcinome épidermoïde de bord de langue (source Dr B. Phulpin)*

- Les protections vestibulaires :

Dans le cadre de lésions impliquant la **commissure des lèvres** ou bien la **face interne des joues**, une protection plombée avec présence de plomb en vestibulaire doit être réalisée afin de protéger les tissus osseux adjacents (Figure 8).



*Figure 8: Protection plombée vestibulaire (Source : Dr B. Phulpin)*

- Les protections vestibulaires avec plateaux :

Dans le cadre de lésions impliquant les **lèvres** ou les **ails du nez**, une protection vestibulaire comme décrit précédemment doit être réalisée à laquelle doit s'ajouter un plateau permettant de faire écran et de protéger l'arcade antagoniste à la lésion (Figure 9).



*Figure 9: Protection plombée avec plateau (Source Dr B. Phulpin)*

### 2.2.2. Les espaceurs

De même que les protections plombées, les espaceurs ont pour objectif de diminuer la dose reçue par l'ensemble des tissus environnants la lésion tumorale et ainsi éviter des effets secondaires, notamment l'ostéoradionécrose de la mandibule, même si ce risque demeure présent malgré le port d'une protection. Ces protections ne contiennent pas de plomb, c'est l'épaisseur de l'espaceur et donc l'éloignement des tissus de la source radioactive qui permet d'atténuer la dose reçue par les tissus sains. Les espaceurs sont généralement moins utilisés que les protections plombées mais leur efficacité a été étudiée en 2003 par K.Obinata *et al.* chez 53 patients ayant un T1 ou T2 de la langue (K.Obinata *et al.* 2003). Cette étude consiste en la réalisation d'un examen par tomodensitométrie après implantation des aiguilles de césium avec l'espaceur en place. Les plus petites distances entre chaque aiguille et la surface linguale de la mandibule ont été mesurées sur les images du scanner. La plus petite distance de l'aiguille la plus proche a été définie comme la *distance minimum*. Avec ces mesures, la moyenne des plus petites distances a été calculée et définie comme la *distance moyenne* (Figure 10).

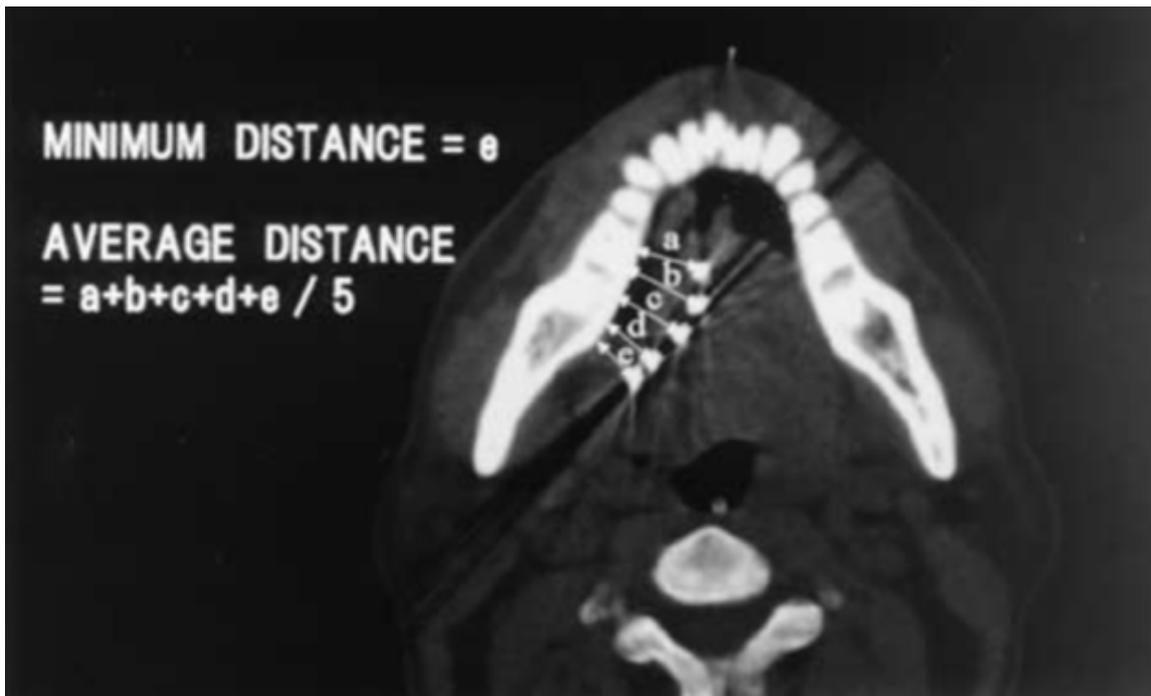


Figure 10: Calcul de la distance moyenne (K.Obinata *et al.* 2003)

La comparaison entre les distances relevées et le développement d'une ostéoradionécrose a permis d'établir une estimation de l'espace nécessaire entre les aiguilles et l'os afin d'éviter le développement de lésions osseuses. L'analyse statistique de ces mesures a été réalisée grâce à l'usage du  $X^2$  Test. Les résultats de cette étude ont montré que 3 des 8 patients (37,5%) présentant une distance minimum inférieure à 5mm entre les aiguilles de césium et la surface linguale de la mandibule ont développé une ostéoradionécrose. A l'inverse, seulement 1 sur les 45 patients (2,2%) avec une distance minimum supérieure à 5mm a développé une ostéoradionécrose. Concernant les distances moyennes, 4 sur les 22 patients (18,2%) avec une distance moyenne inférieure à 10 mm ont développé une ostéoradionécrose tant dis qu'aucun des 31 patients (0%) avec une distance moyenne supérieure à 10mm n'a développé d'ostéoradionécrose. Au terme de cette étude, Obinata *et al.* ont conclu que le port d'espaceur d'une épaisseur minimale de 5mm permettait de diminuer les risques de développement d'ostéoradionécrose, 10mm étant l'épaisseur qui permet une véritable atténuation efficace. Néanmoins si cette épaisseur semble parfaite sur le plan technique elle paraît difficilement applicable sur le plan clinique : le positionnement en bouche saine d'une protection de cette épaisseur semble déjà très complexe pour le confort du patient mais cela semble d'autant plus utopique chez un patient présentant une lésion en place ou traité en amont par une chirurgie d'exérèse.

A notre connaissance, aucune autre étude concernant la description, la réalisation ou la mesure de l'efficacité d'un tel dispositif n'est retrouvé dans la littérature. C'est pourquoi des premières mesures ont été réalisées au sein même de l'Institut de Cancérologie de Lorraine par les physiciens. Cependant les échantillons de résine (2, 5, 8 mm d'épaisseurs) fournis n'ont pas permis de répondre à la problématique. En effet ceux-ci permettent simplement d'espacer légèrement les aiguilles mais ne parviennent pas à diminuer suffisamment la dose d'irradiation pour les tissus adjacents : l'atténuation est de seulement 5% pour un échantillon de résine de 8mm or une atténuation d'environ 60% est nécessaire pour considérer que celle-ci est efficace. D'un point de vue purement théorique, il serait nécessaire d'utiliser une épaisseur de résine beaucoup plus importante pour espérer une véritable atténuation, or cela semble tout à fait inenvisageable d'un point de vue clinique puisque ces protections doivent être appliquées sur la zone à protéger, contiguë à la lésion très souvent déjà traitée par chirurgie d'exérèse et donc avec une laxité très faible et des

douleurs certaines pour le patient. L'autre solution serait de trouver un matériau plus dense que la résine afin de pouvoir mesurer sa capacité d'atténuation avec des épaisseurs acceptables d'un point de vue clinique.

### 2.3. Les différentes techniques de réalisation de protections plombées et leurs étapes de réalisation

Nos recherches sur les protections plombées nous ont permis de ne trouver que très peu d'articles sur le sujet, c'est pourquoi nous avons directement pris contact avec les prothésistes réalisant ce type de protections. La plupart de ces professionnels travaillent au sein de centres hospitaliers ou bien d'instituts même si l'institut de cancérologie de lorraine avait pour habitude, jusqu'à il y a peu de temps, de travailler avec un prothésiste de ville.

#### 2.3.1. Technique de la feuille de plomb enchâssée dans la résine : exemple de protection pour une curiethérapie de lèvre chez un patient denté

Cette technique de réalisation a été très longtemps utilisée au sein de l'Institut de Cancérologie de Lorraine. Les protections plombées étaient réalisées par le laboratoire AD Créativ' se trouvant à Malzéville, il s'agit d'un des rares laboratoire de prothèse indépendant qui réalisait jusqu'ici ce type de protection plombée.

En effet, face à l'avancée de la recherche sur le plomb concernant les effets indésirables sur la santé, son utilisation se veut de plus en plus encadrée. L'utilisation de ce matériau dans une structure comme celle du laboratoire AD Créativ' demandait d'importantes modifications en termes d'emploi du temps et d'aménagement des locaux, ce qui financièrement n'était pas envisageable. En effet, pour travailler le plomb dans les conditions réglementaires le laboratoire devait créer une pièce spécifique pour le travail de ce matériau avec une aspiration bien distincte des autres pour éviter toute inhalation de poussières de plomb. De plus, une douche avant et après le travail du plomb doit également être effectuée. L'ensemble de ces réglementations n'étaient pas envisageable pour le laboratoire, cette technique de réalisation de protection plombée n'est plus réalisée à ce jour. Il convient de noter que le plomb utilisé dans la cavité buccale des patients est totalement enchâssé dans de la résine permettant ainsi

d'éradiquer tout contact avec celui-ci, les risques sanitaires tel que le développement du saturnisme sont donc totalement écartés.

- Descriptions des étapes de réalisation des protections plombées telles qu'elles étaient réalisées par le laboratoire AD'Creativ et l'ICL : exemple de protection plombée avec plateau vestibulaire confectionné pour un **patient denté ayant un carcinome épidermoïde de la lèvre**.
1. La première étape est la responsabilité de l'odontologue avec la réalisation des **empreintes primaires bimaxillaire** à l'alginat (Figure 11) (ex: Hydrogum5 de Zhermarck®) avec un porte empreinte du commerce (ex : Rim Lock Gnz dental®) en essayant d'obtenir au maximum toutes les limites. L'odontologue doit également décrire et cartographier avec précision la lésion à traiter pour que le prothésiste puisse réaliser une protection parfaitement adaptée au patient et planifier la mise en place du plomb selon la localisation de cette lésion.



*Figure 11: Prise d'empreinte mandibulaire à l'alginat avec porte empreinte du commerce (Source : Service ORL du CH de Valence)*

2. Dans un second temps, le prothésiste reçoit ces empreintes réalisées par l'odontologiste et doit ensuite couler celles-ci **en plâtre dur** (de type III ex : Ventura Basic Stone Laboratory Line®) pour obtenir les modèles (Figure 12). Le prothésiste creuse légèrement les modèles afin d'obtenir des limites satisfaisantes au niveau de la lésion et crée la maquette en cire de la future protection généralement en surcontour qui sera retouchée par l'odontologiste.



*Figure 12: Coulée d'empreinte en plâtre dur (Source : Dr. Albert Hauteville)*

3. Ensuite cette maquette est essayée et réglée par l'odontologiste directement au fauteuil (Figures 13 et 14) : l'odontologiste à l'aide d'une plaque de cire prépare la maquette du futur plateau pour déterminer le positionnement du plomb. Celui-ci doit dépasser la lésion et protéger les tissus antagonistes et si besoin le vestibule en fonction du positionnement de la lésion. La maquette en cire est réadressée au laboratoire. Dans certains cas un enregistrement des relations inter-maxillaire est nécessaire, selon le **calage** du patient.



Figure 13: Essayage et réglage de la maquette en cire, façonnage du plateau (Source Dr B.Phulpin)

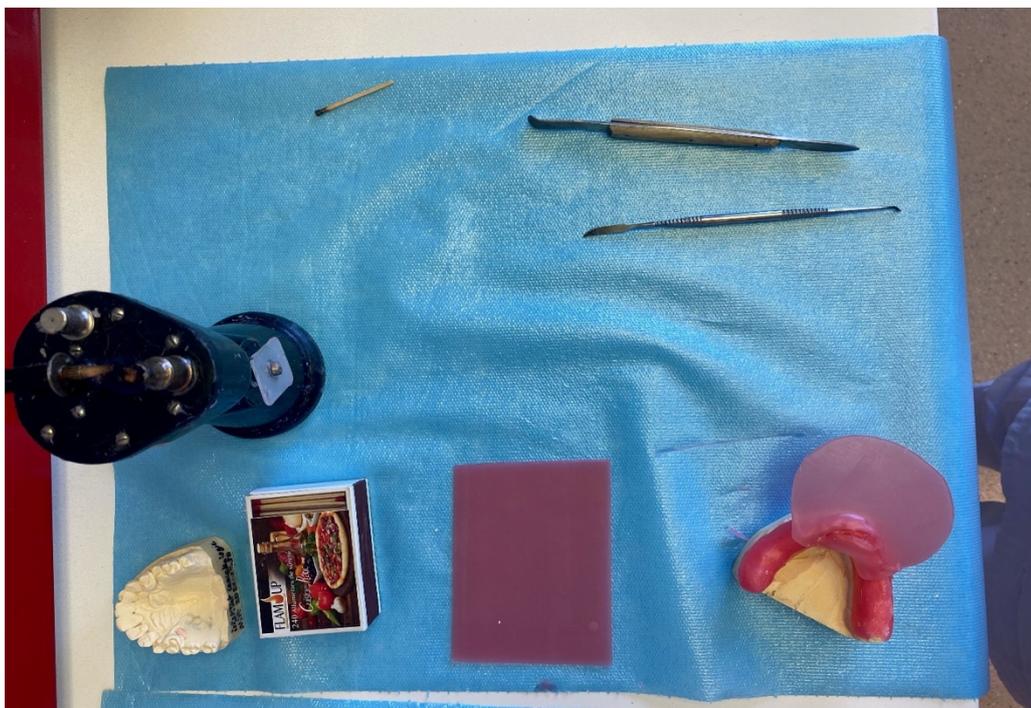


Figure 14: Réglage de la maquette en cire par l'odontologiste (Figure représentant une protection pour un patient édenté) (Source : B.Phulpin)

4. Le prothésiste ayant toutes les mesures nécessaires concernant la longueur du plateau (dans le cadre de curiethérapie de lèvre), les relations inter-maxillaires et les limites de la lésion, il peut ensuite créer la base en résine coulée très fine

(Figure 15) (ex : Lucitone Hipa Dentsply Sirona®). Cette base est généralement retravaillée plusieurs fois afin d'obtenir une **épaisseur minimale**.



Figure 15: Châssis de la future protection plombée en résine très fine (Iconographie ne représentant une protection pour une curiethérapie de lèvre mais pour une langue) (Source Dr B. Phulpin)

5. Une fois l'épaisseur en résine coulée obtenue, la **mise en place du plomb** doit être réalisée. Pour cela un **gabarit** est fabriqué (Figure 16) puis transféré sur la feuille de plomb et celle-ci est ensuite **découpée au ciseau** (Figure 17) selon les limites définies par le gabarit. Une fois la forme désirée obtenue, le plomb demande à être **travaillé au marteau** (Figure 18) afin de le modeler à l'anatomie du patient. L'objectif étant d'obtenir généralement, une **épaisseur** de plomb d'environ **1,5mm** répartie uniformément. Une fois modelées, les feuilles de plombs sont collées à la colle cyanoacrylate (Figure 19) (ex : LCP Lacollepro®) puis une **nouvelle résine est coulée** par-dessus afin **d'enchâsser** totalement les feuilles de plomb dans la résine puis polymérisée (Figure 20). La **résine** doit en définitive présenter une épaisseur d'environ **1mm**. Un duplicata en résine transparente est réalisé afin de permettre au curiethérapeute de visualiser la bonne protection.

Ces très faibles épaisseurs demandent un travail minutieux et l'étape cruciale selon le prothésiste est d'obtenir une première base en résine coulée très fine. En effet, si les épaisseurs augmentent considérablement, le confort pour le patient et l'utilisation même de la protection plombée peuvent être remise en cause.



*Figure 16: Réalisation du gabarit positionné sur une feuille de plomb (Iconographie ne représentant une protection pour une curiethérapie de lèvre mais pour une langue) (Source Dr B. Phulpin)*



*Figure 17: Découpe de la feuille de plomb au ciseau suivant le gabarit dessiné précédemment (Iconographie ne représentant une protection pour une curiethérapie de lèvre mais pour une langue) (Source Dr B. Phulpin)*



*Figure 18: Travail de la feuille de plomb au marteau (Iconographie ne représentant une protection pour une curiethérapie de lèvre mais pour une langue) (Source Dr B. Phulpin)*



*Figure 19: Mise en place de colle pour stabiliser le plomb sur le châssis en résine (Iconographie ne représentant une protection pour une curiethérapie de lèvre mais pour une langue) (Source Dr B. Phulpin)*



*Figure 20: Nouvelle résine coulée sur plomb afin qu'il soit parfaitement enchâssé (Iconographie ne représentant une protection pour une curiethérapie de lèvre mais pour une langue) (Source Dr B. Phulpin)*



*Figure 21: Insertion de la protection plombée (Iconographie ne représentant une protection pour une curiethérapie de lèvre mais pour une langue) (Source Dr B. Phulpin)*

La réalisation d'un duplicata en résine est très importante pour la **planification de la dosimétrie**, il permet au curiethérapeute d'enregistrer les modifications de volume créées par l'encombrement de l'appareil. En effet la protection plombée n'est pas utilisable pour la dosimétrie puisque le métal crée des artefacts. (Figures 22 et 23).



*Figure 22: Protection plombée à gauche et son duplicata en résine à droite (Source Dr B. Phulpin)*



*Figure 23: Patient portant le duplicata résine de sa protection plombée (Source Dr B. Phulpin)*



*Figure 24: Patient portant sa protection plombée (Source B. Phulpin)*

Nous avons pu prendre contact avec les prothésistes de l'institut Gustave Roussy qui utilisent une technique similaire.

La technique utilisée est toujours la technique de la résine coulée ou bien injectée, il s'agit soit de résine orthodontique (ex : Ortho resin Methax® : composée d'une poudre polyméthyle de méthacrylate et de liquide méthacrylate de méthyle) ou alors de la résine utilisée pour les prothèses amovibles.

Cependant nous pouvons noter une différence notable par rapport au protocole utilisé à Nancy concernant l'épaisseur de plomb utilisée.

En effet, contrairement à l'ICL ou la demande d'une épaisseur en plomb de 1,5mm semble plutôt standardisée et systématisée, à l'IGR les curiethérapeutes peuvent demander **différentes épaisseurs de plomb** selon la **localisation** des lésions, les **doses délivrées** ou encore la **fréquence** des séances par jour. Antérieurement, les patients traités par curiethérapie à l'IGR recevaient une séance par jour, dans ce cas de figure les épaisseurs de plomb demandées étaient de 3mm de façon standardisée. Actuellement, les patients reçoivent 2 séances de curiethérapie de bas débit pulsé par jour soit 0,42Gy/h ainsi **l'épaisseur minimale** requise en plomb est de **3mm**,

notamment pour les lésions de **langues**, cette épaisseur pouvant aller jusqu'à **8mm** pour les lésions de **lèvres** ou commissures de lèvres. L'IGR n'effectue plus de curiethérapie de haut débit de dose pour traiter ce type de lésion. Encore une fois, l'épaisseur souhaitée n'est pas toujours réalisable selon le type de lésion et les traitements antérieurs qui ont pu être réalisés, causant très souvent une perte d'élasticité très importante des tissus et donc une impossibilité de mise en place de protections trop épaisses.

- Descriptions des étapes de réalisation des protections plombées telles qu'elles sont réalisées par le laboratoire de l'Institut Gustave Roussy dans le cadre d'une curiethérapie de lèvre chez un patient denté.
1. Réalisation **d'empreintes primaires à l'alginate** par l'odontologiste, description, et cartographie pour le laboratoire du type de lésion à traiter.
  2. A la suite de la réception des empreintes par le laboratoire de prothèse, celui-ci va les couler en plâtre dur afin d'obtenir les modèles et de créer la maquette avec plateau.
  3. La maquette est essayée au fauteuil par l'odontologiste afin de régler parfaitement la future protection. Dans certains cas un enregistrement des relations inter-maxillaire est nécessaire, selon le **calage** du patient. Une fois validée, la maquette est retournée au laboratoire de prothèse.
  4. Le prothésiste peut ensuite réaliser la **base de la protection en résine** grâce aux empreintes primaires et aux mesures réalisées par l'odontologiste. La maquette en cire est ensuite mise en **moufle** (Figure 25). Une fois cette étape réalisée, le **plomb** (Figure 26) est mis en place dans la partie « vide » du moufle, c'est-à-dire à l'opposé du modèle en plâtre, puis une nouvelle résine est coulée sur le plomb. Une nouvelle mise en moufle est effectuée à ce moment-là avant la **polymérisation finale**.



Figure 25: Moufle à clavettes en laiton <http://capdentaire.com>



Figure 26: Rouleau de plomb 2mmx10m <http://leroymerlin.fr>

5. L'ensemble de la protection est ensuite poli avant d'être remise au service de curiethérapie avec son duplicata tout en résine (Figures 27, 28)



Figure 27: Protection plombée avec plateau réalisée à l'institut Gustave Roussy L.Tolegano prothésiste à l'IGR

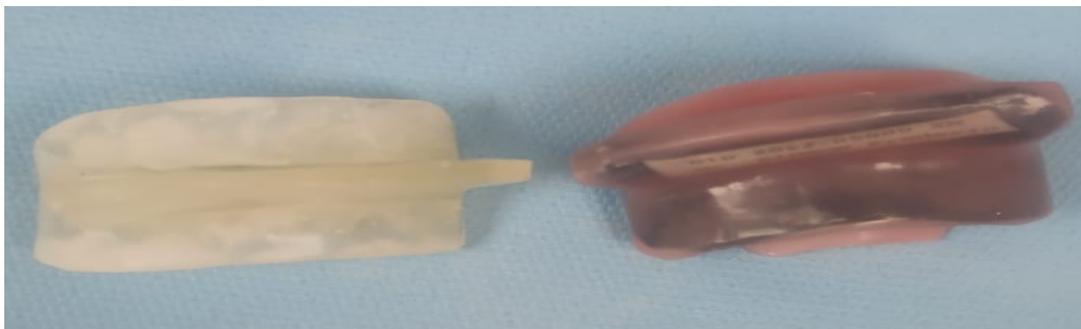


Figure 28: Protection plombée à droite et son duplicata en résine transparente à gauche. Source: Institut Gustave Roussy L. Tolegano prothésiste à l'IGR.

Les prothésistes utilisaient jusqu'ici des feuilles de plomb d'une épaisseur de 1,7mm mais la nouvelle épaisseur de ces feuilles est maintenant de 0,7mm, ce qui va demander aux prothésistes d'utiliser plusieurs couches de feuilles de plombs.

Lorsque l'épaisseur ne semble pas suffisamment homogène, les prothésistes peuvent compléter les manques avec des billes de plombs.

### 2.3.2. Technique des gouttières thermofrmées : exemple de protection pour une curiethérapie de langue chez un patient denté

Ce protocole est utilisé au CHU de Clermont-Ferrand. Il est totalement différent, ce n'est pas la technique de la résine coulée qui est utilisée mais la technique des gouttières thermoformées.

Le laboratoire de prothèse travaille sur des feuilles de plombs mesurant **20 cm par 20cm et 2mm d'épaisseur**. L'épaisseur demandée par les curiethérapeute est de **0,5mm** au sein de la protection de façon systématique.

Afin d'obtenir un matériau facilement modelable, le prothésiste découpe des **bandes** d'environ **1cm de large** de plombs à l'intérieur des grandes feuilles puis les **amincies** à **l'enclume et au marteau** pour obtenir un matériau plus **souple** et donc plus facile à travailler pour leur donner une forme en fer à cheval.

Le protocole décrit est le suivant pour une **curiethérapie de langue** :

1. Réalisation des **empreintes primaires bimaxillaires à l'alginate** par l'odontologiste puis description et cartographie de la lésion.
2. Les empreintes sont ensuite coulées en plâtre dur par le prothésiste.
3. Le prothésiste réalise ensuite **une gouttière thermoformée** sur le modèle avec une **plaque de résine souple (ex : plaques thermoplastiques EVA Dentaflux®) de 2mm d'épaisseur**.
4. La gouttière est ensuite **découpée** selon le tracé réalisé par le prothésiste et l'odontologiste pour être en adéquation avec les limites de la lésion.
5. Les **feuilles de plomb** (de 0,5mm d'épaisseur), en forme de fer à cheval, sont ensuite placées sur cette première gouttière thermoformée, comme une **imbrication** de tuiles.

6. Une **nouvelle plaque de résine** thermoformable est appliquée sur le plomb.
7. Cette seconde gouttière est également **découpée** aux limites désirées.
8. La protection est essayée par l'odontologiste afin de réaliser les derniers réglages si nécessaire.
9. L'ensemble est ensuite remis au service de curiethérapie.

On obtient schématiquement une première gouttière recouverte de plomb lui-même recouvert d'une seconde gouttière (Figure 29). Ce qui permet d'enchaîner le plomb dans les-gouttières.



*Figure 29: Protection plombée réalisée par le laboratoire de Clermont-Ferrand iconographie représentant une protection pour une curiethérapie de langue(Source : Dr B. Phulpin)*

Dans le cadre d'une curiethérapie de lèvre, celle-ci nécessite la réalisation d'un plateau, pour ce faire le laboratoire du centre Jean Perrin de Clermont-Ferrand utilise exactement la même technique que celle précédemment décrite. Le plateau est confectionné à part puis relié au reste de la gouttière en les **chauffant**.

Cependant les odontologistes se sont aperçus de **la fragilité de ce joint** qui ne semblait pas tout à fait hermétique. Ainsi, le laboratoire ajoute à présent de petits morceaux de feuilles de plombs au niveau de ce joint plateau/gouttière, joint qui est ensuite recouvert de résine afin que le plomb n'entre pas en contact avec les muqueuses du patient.

### 2.3.3. Technique du moule détachable à emboîtement en deux parties : exemple de protections pour des curiethérapie du palais et de la mandibule chez des patients dentés

Nous allons ici présenter l'étude la plus récente que nous avons trouvé à ce jour sur les protections plombées réalisée par Towithelertkul C *et al.* en 2022. Cette technique décrit la conception d'une protection à emboîtement amovible en 2 pièces pouvant être maxillaire ou mandibulaire dans le cadre d'une plesiocuriethérapie. Les deux parties de cette protection sont **une partie support pour maintenir les sources** de rayonnements au site prévu et une **partie bouclier pour protéger** les tissus sains.

Pour cette étude, deux patients ont reçu un diagnostic de carcinome épidermoïde de stade précoce, l'un au niveau du palais dur et l'autre de la mandibule (Figure 30). Le traitement choisit par le collège de médecin a été une curiethérapie de bas débit de dose (LDR).



Figure 30: Carcinomes épidermoïdes du palais A/ de la mandibule B/ (Towithelertkul *et al.* 2022)

La technique décrite est la suivante :

1. **Examen** de la morphologie et de la position des lésions dans la cavité orale par l'odontologiste.
2. **Réalisation d'une empreinte maxillaire et mandibulaire** avec des portes-empreintes pré-fabriqués avec utilisation d'un composant plastique facilement modelable (Modeling Compound GC®) et d'un hydrocolloïde irréversible (ex : Algizae Dentsply Sirona®). Lors de la réalisation de cette empreinte, il est important de la prolonger avec le composé plastique afin d'obtenir une certaine épaisseur du côté vestibulaire, labial ou lingual autour de la lésion pour en obtenir parfaitement les limites. L'enregistrement des relations inter-maxillaires est également à réaliser lors de cette étape.
3. Suite à la réception de ces empreintes et des relations intermaxillaires le prothésiste coule ces empreintes en plâtre de type 3 (*New Plastone II Yellow*, GC®). Ces moulages sont ensuite montés sur articulateur.
4. Une fois le montage en articulateur réalisé, la **dimension verticale d'occlusion est augmentée de 10 mm** afin de protéger l'arcade antagoniste à la curiethérapie.
5. Les contre-dépouilles sont ensuite comblées à l'aide de plâtre et une plaque base en cire est modelée avec une épaisseur d'au moins **6mm autour de la lésion**. Cette plaque base est similaire à une maquette d'occlusion avec la création de **3 surfaces d'emboitements** permettant ainsi d'obtenir un bon calage avec l'arcade antagoniste (Figure 31).

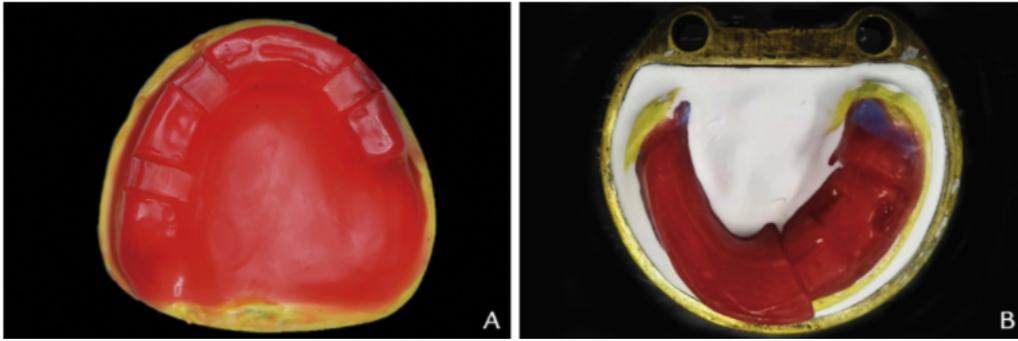


Figure 31: Plaques bases en cire avec surfaces d'emboitements Towithelertkul et al. 2022

6. Cette plaque base en cire est ensuite transformée en plaque base résine acrylique thermopolymérisable (Figure 32) de type *Acron Clear*, GC®) puis polie à l'aide de fraises à polir et de papiers abrasifs. Ceci formera la partie support de la protection.

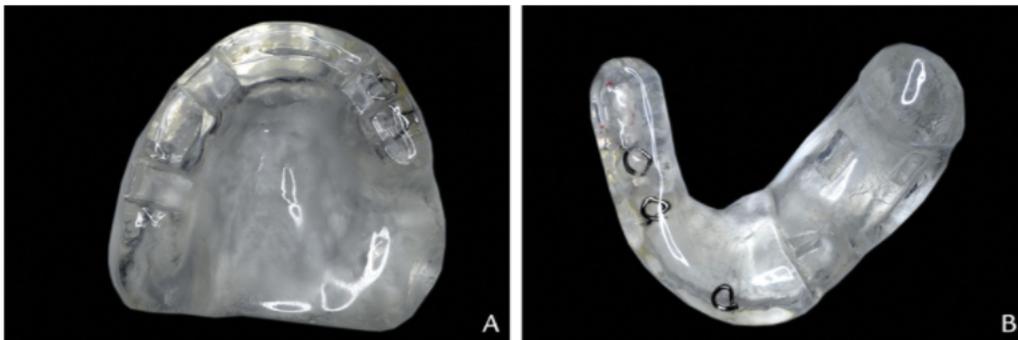


Figure 32: Partie support de la protection plombée en résine acrylique. Towithelertkul et al. 2022

7. Au laboratoire, une nouvelle empreinte est réalisée à partir de cette plaque base résine en utilisant des matériaux d'empreintes de type polyvinylsiloxane hydrophile (*Examixfine Regular* type GC®) et du silicone lourd (*Exafine Putty* Type GC®) afin de réaliser un modèle définitif pour la partie détachable.
8. Des feuilles de plombs **de 2 à 4 mm d'épaisseur** sont coupées et placées sur la lésion primaire selon la conception du curiethérapeute. L'ensemble du modèle est ensuite recouvert avec la cire de paraffine (Figure 22).

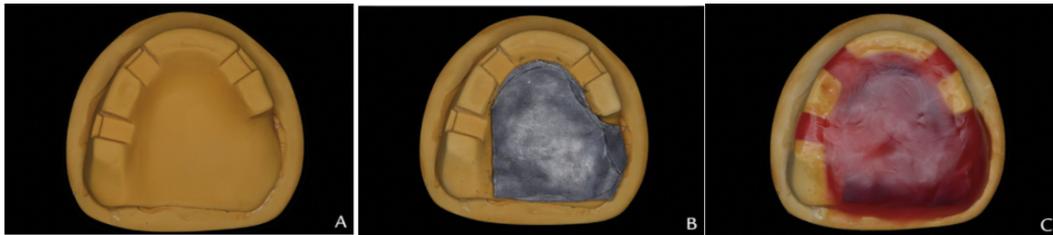


Figure 33: A: Modèle en plâtre de la partie support. B: Mise en place de feuilles de plombs d'une épaisseur de 2 à 4mm sur la lésion primaire. C: Partie détachable de la protection formée en cire. Towithelertkul et al. 2022

9. Tout comme pour les étapes précédentes, la cire est remplacée par de la résine acrylique qui sera ensuite polie. Nous obtenons ainsi la partie support (qui contiendra le matériau radioactif) et la partie détachable en résine acrylique (qui contiendra les feuilles de plombs) (Figure 34).

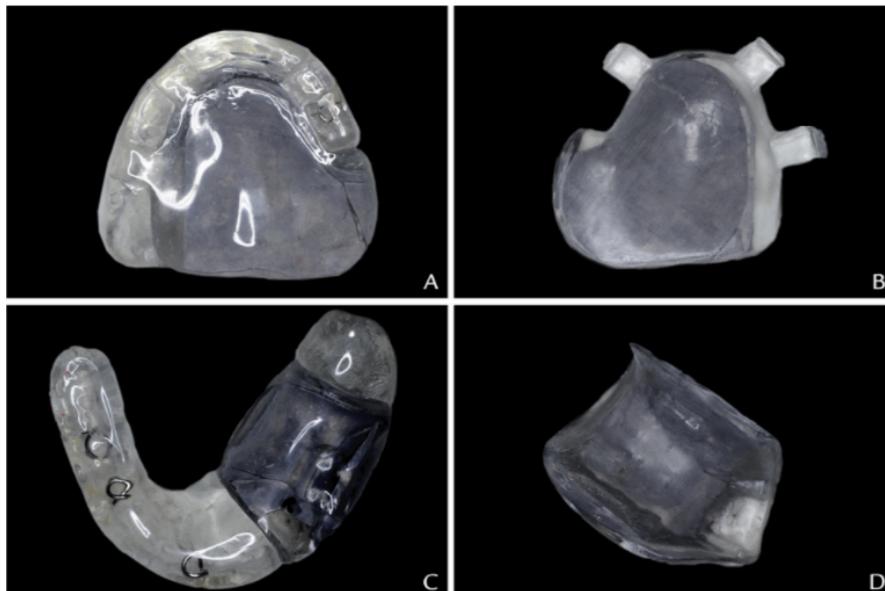


Figure 34: A: Partie support d'une protection maxillaire. B Partie détachable de la protection maxillaire. C et D: Parties support et détachable d'une protection plombée mandibulaire. Towithelertkul et al. 2022

10. **L'ajustement** de la plaque base est vérifié puis l'emplacement des lésions est confirmé afin de définir les **positions des grains radioactifs** (Figure 35), ceux-ci doivent se trouver à 1cm les uns des autres et à **5mm de la lésion**. Une fois leur répartition définie, des **fentes de 5mm de profondeur** sont réalisées sur ces repères.

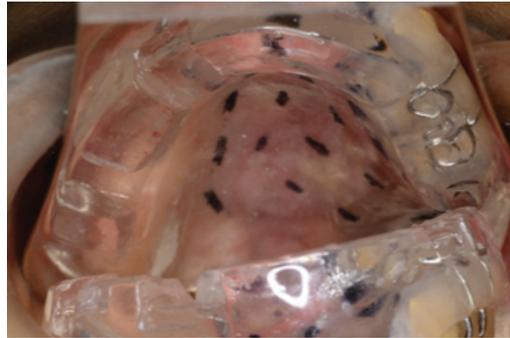


Figure 35: Vérification de l'adaptation de la partie support en bouche. Dessins des emplacements des grains radioactifs.  
Towithelertkul et al. 2022

11. Le matin même de la curiethérapie, les grains radioactifs sont placés dans les fentes préalablement préparées dans une zone contrôlée afin de protéger le personnel des rayonnements. Une fois les grains mis en place, les fentes sont recouvertes par de la cire puis de la résine autopolymérisable transparente (Figure 36) (type Unifast III, GC Corps ®)

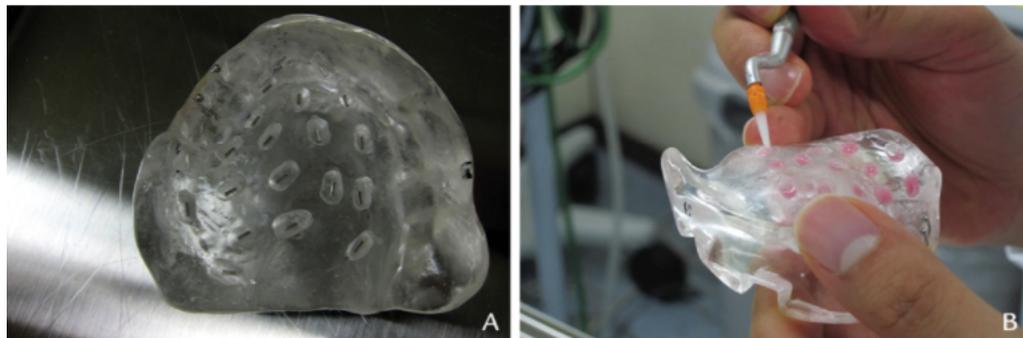


Figure 36: Mise en place des grains radioactifs dans les fentes et fermetures de celles-ci à la cire puis à la résine autopolymérisable. Towithelertkul et al. 2022

12. La partie détachable est ensuite fixée à la plaque base et le tout est inséré en bouche (Figure 37). La curiethérapie peut ainsi débuter dans une chambre d'isolement en zone radio-contrôlée.



Figure 37: Vue intra-orale des protections plombées avec les parties supports et les parties détachables emboîtées.  
Towithelertkul et al. 2022

Cette étude a démontré l'efficacité de ce type de protection plombée avec une disparition des lésions chez ces deux patients avec une bonne protection des tissus environnants. Cependant, ce type de protection ne peut pas être utilisé dans tous les cas de lésions cancéreuses, en effet parfois le détachement des deux parties n'est pas possible ou nécessite une fixation particulière ce qui rend plus difficile la conception, le positionnement des sources ou encore la réalisation du réglage. Dans cette étude, le moule comprenait 3 mécanismes de verrouillage pour retenir la partie de protection amovible sur la partie support par un mécanisme de friction. L'un des principaux avantages de cette protection plombée est la facilité de réglage de la partie amovible permettant ainsi une très bonne adaptation au patient. En effet un point de pression trop important peut provoquer une ostéomyélite radio-induite. Les retouches sont réalisées rapidement derrière un écran en verre dans une zone réglementée afin de protéger l'odontologiste. En plus de **l'atténuation réalisée par les feuilles de plombs, l'augmentation de la dimension verticale d'occlusion de 10mm** permet d'augmenter la protection de l'arcade antagoniste.

Chez le patient denté, les occlusions opposées permettent de stabiliser la protection plombée durant le traitement mais pour le patient édenté, la réalisation d'une prothèse complète est nécessaire afin de stabiliser le dispositif. Une mentonnière peut également être utilisée lors de la curiethérapie afin d'aider le patient à maintenir l'occlusion.

Il s'agit ici d'un case report et seul deux cas cliniques ayant bénéficié de cette curiethérapie sont présentés. Des études avec une plus grande cohorte de patients s'avèrent nécessaires. Ce dispositif laisse malgré tout entrevoir ses limites, en effet la protection des tissus sains se trouvant latéralement aux grains radioactifs ne peut pas être totale. Aussi, cette technique demande une équipe soignante très qualifiée. Cette protection ne pourrait donc pas être envisagée chez les patients présentant une très grosse lésion ou bien lorsque celle-ci ne peut pas être totalement englobée par la partie support. (Towithelertkul C *et al.* 2022)

#### 2.3.4. Réalisation de protections plombées chez le patient édenté : exemple d'une curiethérapie de lèvre

Pour un patient édenté, l'ensemble de ces étapes, quelle que soit la technique utilisée est identique. Cependant, à la grande différence d'un patient denté, aucun calage n'est

existant. C'est pourquoi, il est recommandé en amont de la curiethérapie, pour les patients ne possédant aucune réhabilitation prothétique de réaliser des prothèses amovibles complètes (lorsque le temps le permet et si le patient accepte le plan de traitement) ou bien pour ceux en possédant déjà de vérifier l'intégrité de celles-ci et leur bon ajustement. Dans le cas d'une prothèse peu adaptée, par exemple suite à la perte de poids liée à la pathologie cancéreuse, une réfection des intrados et un réglage occlusal peuvent être réalisés. Lorsque cette prothèse est convenablement réglée, la création de la protection plombée demande quelques étapes supplémentaires. Exemple de confection d'une protection plombée chez un patient édenté possédant une réhabilitation par prothèse amovible complète bimaxillaire :

1. La réalisation par l'odontologiste d'une sur-empreinte maxillaire à l'alginate avec un porte empreinte du commerce et d'une empreinte mandibulaire à l'alginate avec un porte-empreinte de Schreinemaker.
2. Dans un second temps, le prothésiste reçoit ces empreintes réalisées par l'odontologiste et doit ensuite couler celles-ci **en plâtre dur** (de type III ex : Ventura Basic Stone Laboratory Line®) pour obtenir les modèles. Le prothésiste creuse légèrement les modèles afin d'obtenir des limites satisfaisantes au niveau de la lésion et créer le PEI (porte empreinte individuel) mandibulaire en résine photopolymérisable (ex : Custom Tray Plus Ardent's®)
3. Ensuite une empreinte secondaire mandibulaire est réalisée, comme pour la réalisation d'une prothèse amovible complète. Dans un premier temps le PEI est essayé sur le patient, les retouches éventuelles sont réalisées. Dans un second temps le marginage est réalisé à la pâte de Kerr® verte puis le surfaçage est effectué avec un polysulfure (Permlastic®) ou de la pâte eugénol-oxyde de zinc (SS white®).
4. Le prothésiste reçoit ensuite cette empreinte secondaire, beaucoup plus précise, lui permettant de couler le modèle définitif. Celui-ci réalise ainsi la cire d'occlusion mandibulaire (ex : Pinnacle modelling wax Dentsply®).

5. L'odontologiste peut ainsi effectuer l'enregistrement des relations inter-maxillaires avec la prothèse amovible complète maxillaire en place. La présence de cette prothèse permet d'obtenir un bon calage pour la future protection plombée.
6. Avec l'ensemble de ces informations le prothésiste peut créer la maquette de la future protection plombée.
7. Ensuite cette maquette est essayée et réglée par l'odontologiste directement au fauteuil : le positionnement de la zone plombée étant dépendant de la lésion, et de nouveau transférée au prothésiste.
8. Le prothésiste ayant toutes les mesures nécessaires concernant la longueur du plateau (dans le cadre de curiethérapie de lèvre), les relations inter-maxillaires, les limites de la lésion il peut ensuite créer la protection plombée. Un duplicata est toujours réalisé.

Dans certains cas, le patient restera édenté tout au long du traitement par curiethérapie. Dans ce cas lors de la réalisation d'une protection plombée pour une curiethérapie de lèvre chez le patient édenté les étapes sont identiques aux étapes décrites précédemment. La seule différence se trouve dans l'enregistrement des relations inter-maxillaires qui se font avec un appui sur la **crête maxillaire**.

#### 2.3.5. Discussion concernant les épaisseurs de plombs

Nous avons pu voir que selon les différents instituts contactés les épaisseurs de plombs demandées pouvaient différer grandement.

A notre connaissance, aucune méthode de calcul n'est décrite dans la littérature scientifique pour déterminer l'épaisseur de plomb à utiliser.

Seuls Lliso *et al.* réalisent une étude afin de mesurer l'épaisseur de plomb nécessaire lors d'une curiethérapie de contact pour une lésion oculaire. La différence d'atténuation de rayonnements entre un échantillon sans aucune protection au plomb et un second où une protection de plomb de 2mm d'épaisseur se trouvait à 3mm de la fenêtre de l'applicateur de rayon a été mesurée. L'étude a pu démontrer que lors de l'utilisation

d'une protection au plomb de 2mm, la **dose absorbée délivrée était réduite de 60%**.  
(Liso F. *et al* 2022)

#### 2.4. Technique de réalisation d'un espaceur et ses différentes étapes de réalisation

##### 2.4.1. Réalisation d'un espaceur chez un patient denté

Nous allons présenter ici la technique décrite par K.Obinata *et al.* en 2003 (K.Obinata *et al.* 2003) , qui est à notre connaissance la plus récente dans les publications internationales indexées pubmed.

Avant le commencement de la curiethérapie, la réalisation d'un espaceur demande plusieurs séances de prise en charge par l'odontologiste-

1. Dans un premier temps, les **empreintes des arcades dentaires** sont réalisées à l'aide d'un matériau de type hydrocoloïde irréversible tel que l'alginat (ex : Hydrogum 5 Zhermack®) par l'odontologiste au fauteuil.
2. Dans un second temps, le laboratoire de prothèse reçoit les empreintes réalisées par l'odontologiste et va réaliser un modèle en plâtre à partir de celles-ci (Figure 38). Le plâtre utilisé est généralement un plâtre dur de type 3.



Figure 38: Empreinte alginate et modèle en plâtre

A l'aide du modèle en plâtre, représentant la réplique des arcades du patient, le prothésiste peut ensuite réaliser l'espaceur.

Pour cela, le prothésiste utilise un disque soit en PMMA (Figure 39) (polyméthacrylate de méthyl), en EVA (éthyl-vinyl-acetate) ou en encore en PETG (polyéthylène téréphtalate glycolisé) de différentes épaisseurs possibles : des disques de **2mm** ont été utilisés dans l'études K. Obinata *et al.*(K.Obinata *et al.* 2003) mais le fabricant recommande une épaisseur comprise entre 4 et 5mm pour les protections contre les rayonnements (Figure 40).



Figure 39: Disque Erkoflex Erkodent ® (K.Obinata et al. 2003 et <http://www.erkodent.fr>)

<b>Application</b>	<b>Thickness recommendation</b>
Positioners	3.0 – 5.0 mm
Bracket transfer splints	1.5 and 2.0 mm
Radiation protection splints	4.0 and 5.0 mm
Playsafe sports mouthguards	2.0 and 4.0 mm
Fluoride trays	1.5 and 2.0 mm
Duplication moulds for training models	3.0 – 5.0 mm

Figure 40 : Recommandations fabricant Erkodent® (<http://www.Erkodent.fr>)

3. Ces disques thermoformables sont ensuite pressés sur le modèle en plâtre à l'aide d'une thermoformeuse (Figure 41) afin d'épouser l'anatomie de l'arcade du patient.



Figure 41: Thermoformeuse Erkopress 240 Erkodent®  
(<http://www.erkodent.fr>)

4. Une fois l'espaceur réalisé, celui-ci est retiré du modèle en plâtre, façonné au plus proche de l'anatomie de l'arcade et les bords sont polis (Figures 42 et 43).



Figure 42: Découpe des contours de la gouttière  
(<http://www.erkodent.fr>)



Figure 43: Polissage des limites de la gouttière  
(<http://www.erkodent.fr>)

5. Après cette étape, le prothésiste **ajoute de la résine autopolymérisable** ou bien du **matériau d'empreinte en silicone** (Figure 44), ou alors les deux conjointement à la surface linguale de l'espaceur faisant face à la tumeur pour obtenir finalement une épaisseur allant de **5 à 10mm**. Cette épaisseur est

**déterminée individuellement** selon l'espace estimé pour chaque patient entre la tumeur linguale et la mandibule.



Figure 44: Adjonction de silicone à la surface linguale de l'espaceur K.Obinata et al. 2003

6. L'odontologiste reçoit ensuite l'espaceur qu'il **essaye** en bouche afin de réaliser les **derniers réglages nécessaires** avant le début de la curiethérapie (Figure 45). Le praticien s'assure de la bonne **stabilité** de l'espaceur, que celui-ci soit parfaitement adapté afin de ne pas blesser le patient et qu'il soit confortable à porter durant la curiethérapie. (K.Obinata et al. 2003)

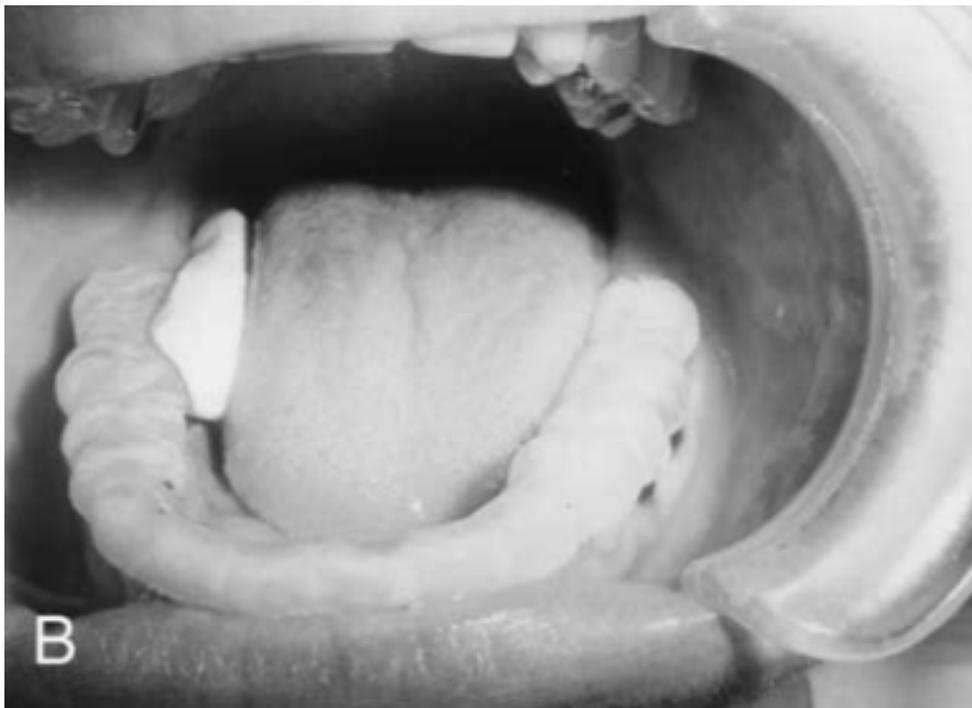


Figure 45: Essayage de l'espaceur en bouche (K.Obinata et al. 2003)

#### 2.4.2. Réalisation d'un espaceur chez un patient édenté

Les étapes de réalisation d'un espaceur chez le patient édenté sont similaires au patient denté, cependant la même problématique se pose que pour les protections plombées concernant la stabilité et le calage du dispositif. C'est pourquoi il semble tout à fait indiqué de réaliser des prothèses amovibles complètes adaptées afin d'apporter un calage et une stabilité satisfaisant.

2.5. Récapitulatif des étapes de réalisation d'une protection plombée chez un patient denté avec calage satisfaisant selon la technique de la feuille de plomb enchâssée dans la résine

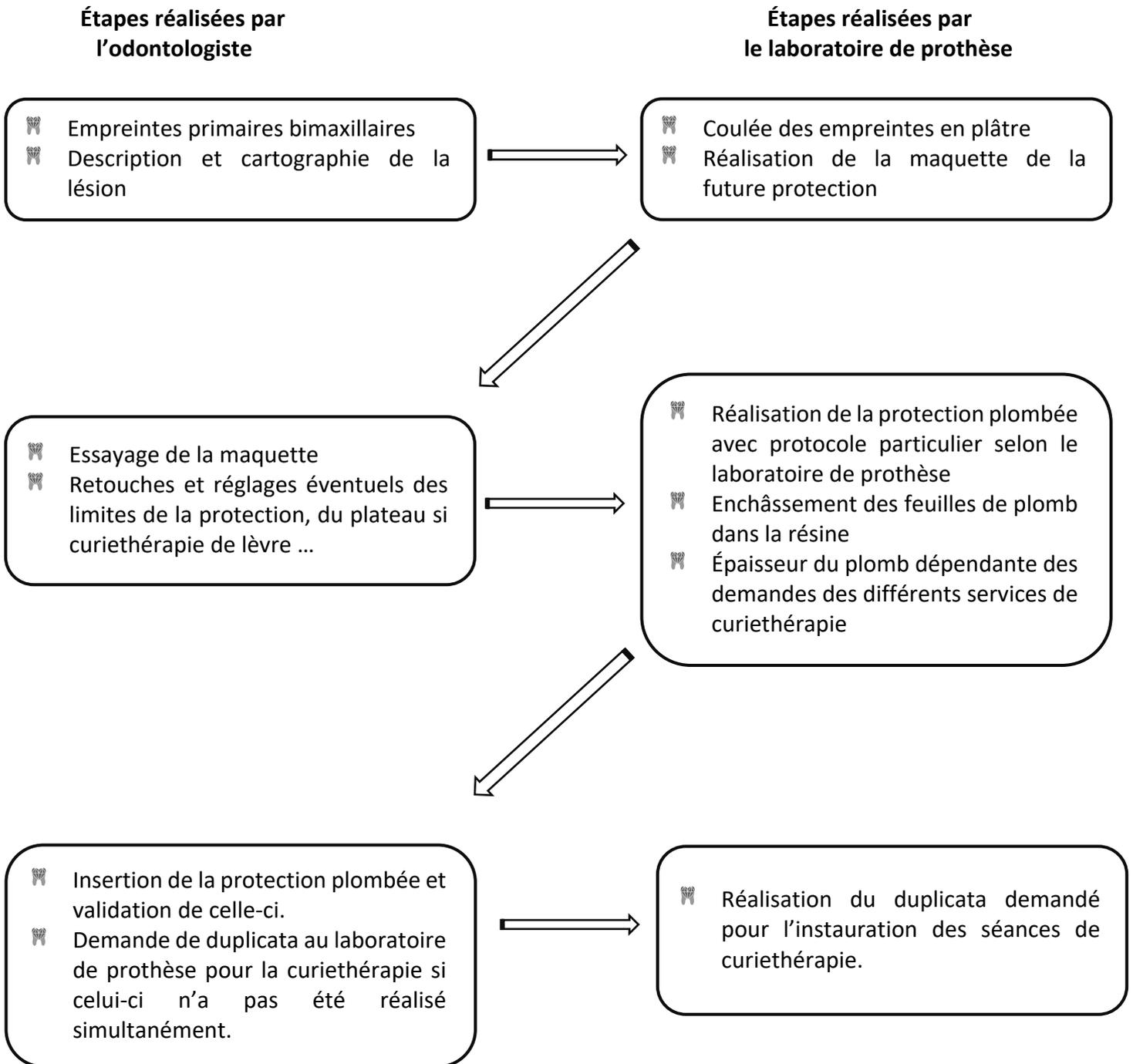


Figure 46: Arbre récapitulatif des étapes de réalisation d'une protection plombée chez un patient denté

2.6. Récapitulatif des étapes de réalisation d'un espaceur chez un patient édenté non réhabilité prothétiquement selon la technique de la feuille de plomb enchâssée dans la résine

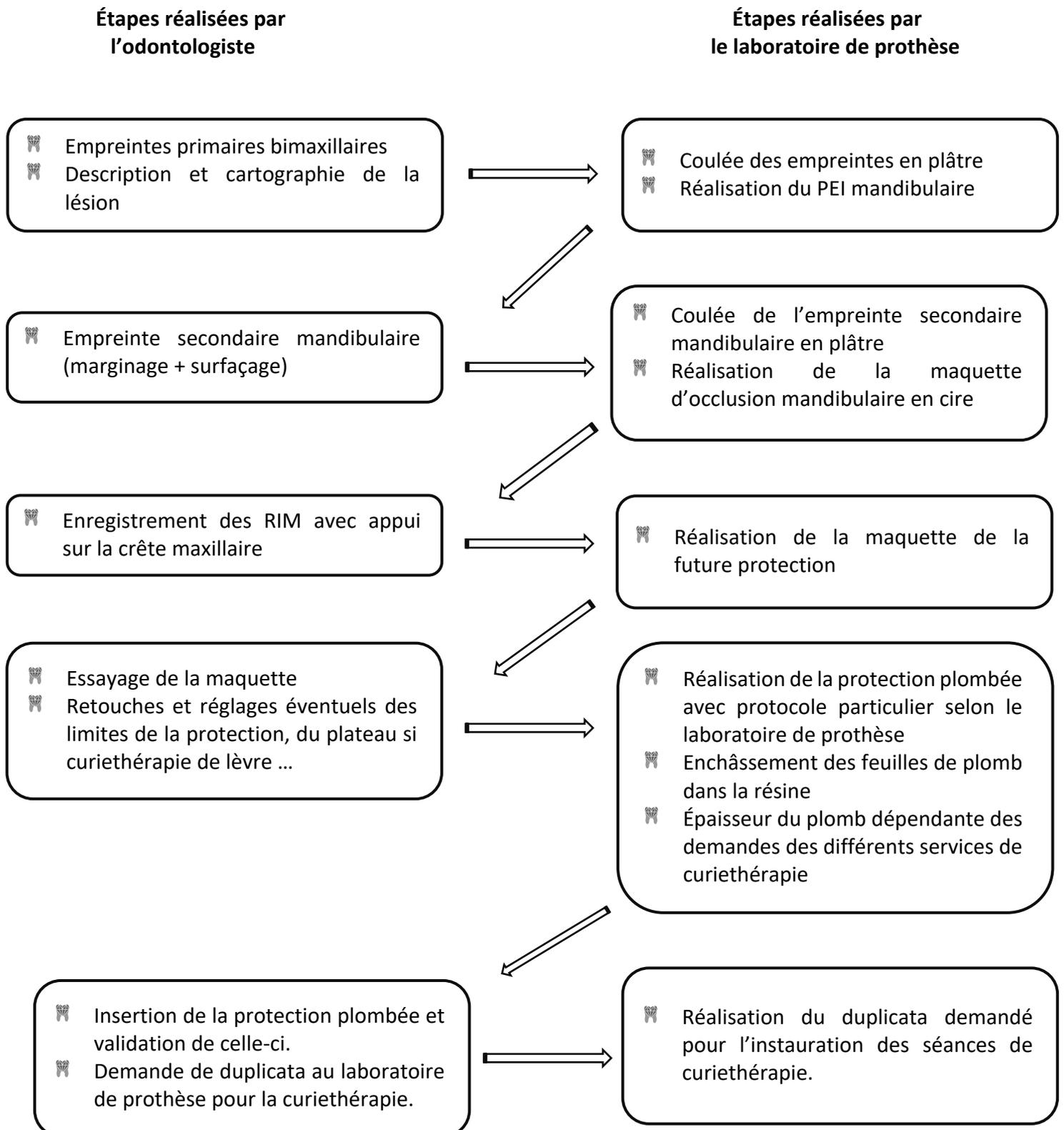


Figure 47: Arbre récapitulatif des étapes de réalisation d'une protection plombée chez un patient édenté

2.7. Récapitulatif des étapes de réalisation d'un espaceur chez un patient denté avec calage satisfaisant selon les données de K.Obinata *et al.* 2003

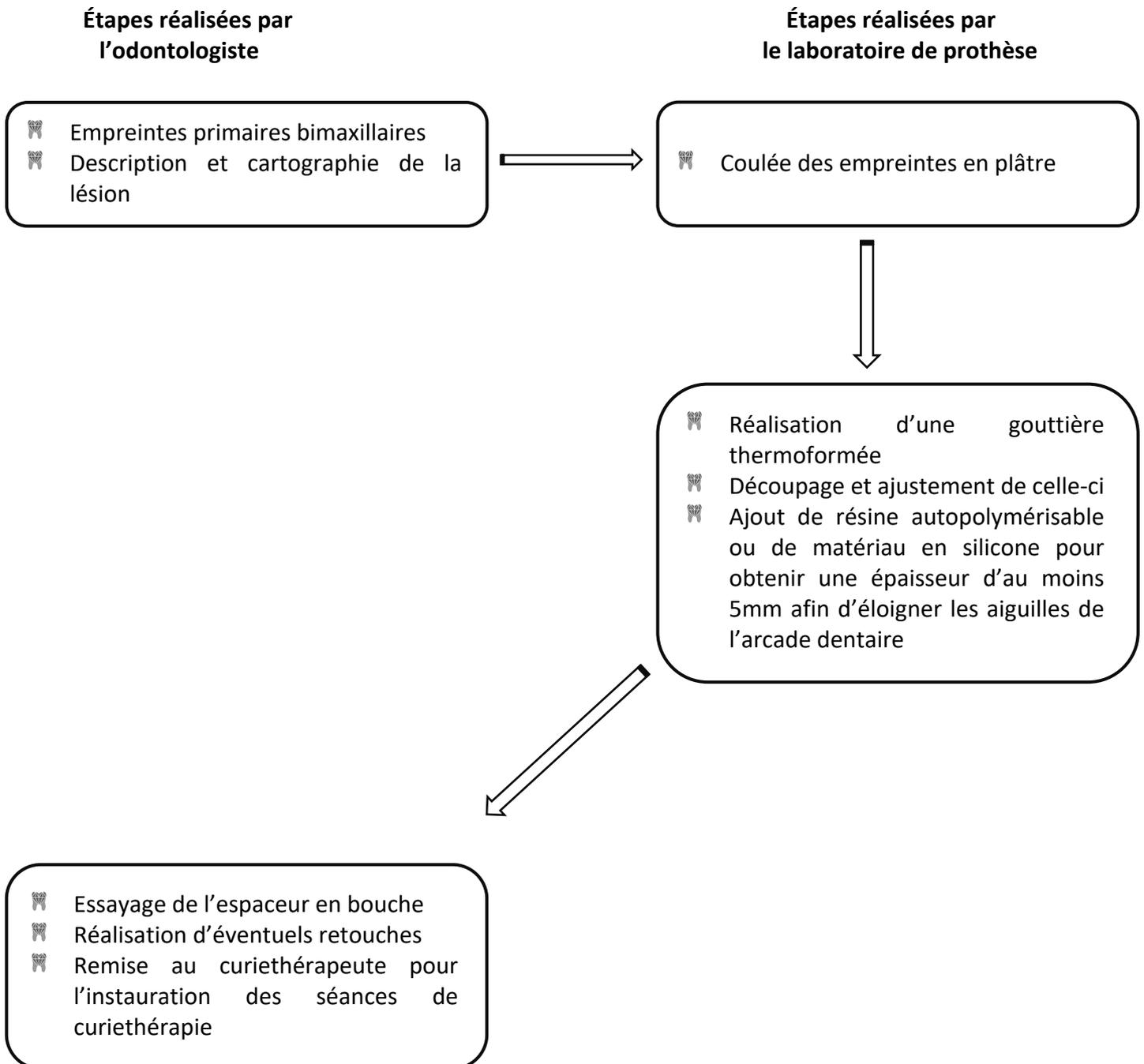


Figure 48: Arbre récapitulatif des étapes de réalisation d'un espaceur

### **3. Comparaison entre la technique de la protection plombée et de l'espaceur**

La technique de protection par réalisation d'espaceur reste très peu utilisée et très peu documentée. L'avantage majeur de cette technique est l'absence d'utilisation de plomb, en effet nous avons pu voir que son utilisation par le prothésiste devenait très complexe au vu des risques d'inhalation de poussières. Il est malgré tout important de noter que ce risque de contamination n'est existant que pour le prothésiste et non pas pour le patient puisque celui-ci n'est jamais en contact direct avec le plomb du fait de son enchâssement dans la résine. Cependant, il semblerait qu'à l'heure actuelle, une épaisseur de résine inenvisageable serait à utiliser pour espérer obtenir une protection équivalente à celle des protections plombées. Il serait intéressant d'effectuer des recherches avec différents matériaux possédant différentes densités afin de mesurer si une épaisseur raisonnable de matériaux pourrait être suffisamment efficace, permettant ainsi de faciliter la création de ces espaceurs par le prothésiste, lui évitant la mise en place d'un protocole extrêmement rigoureux mais aussi permettant très certainement de diminuer le coût de fabrication puisqu'en l'absence d'utilisation de plomb et de création de duplicata celui-ci devrait être inférieur à celui d'une protection plombée.

D'autre part la technique de protection par réalisation de protection plombée (Figure 49) reste la plus répandue puisque pour l'heure aucun matériau n'est aussi efficace que le plomb pour atténuer les radiations. Le point négatif émanant de cette technique est la difficulté à trouver un accord concernant l'épaisseur du plomb à utiliser, il semblerait qu'aucun consensus ne soit adopté à ce jour. Malgré tout, selon les différents interlocuteurs que nous avons pu contacter et selon les physiciens de l'ICL une épaisseur de plomb d'au moins 1,5mm est nécessaire afin d'espérer obtenir les 60% d'atténuation permettant de définir une protection qui sera considérée comme efficace pour diminuer au maximum les risque d'ostéoradionécrose. L'étude décrite précédemment a pu démontrer que lors de l'utilisation d'une protection au plomb de 2mm, la dose absorbée délivrée était réduite de 60%. (Lliso F. *et al* 2022) En effet, avec cette épaisseur adoptée par l'ICL, seul quelques cas d'ostéoradionécrose post-traitement ont été à déplorer Tous ces éléments nous conduisent à la conclusion que le plomb n'est substituable par aucun autre type de matériau à l'heure actuelle et son

utilisation reste donc indispensable afin d'obtenir une véritable radioprotection pour les patients. Par conséquent il est impératif d'équiper les prothésistes afin qu'ils puissent continuer à travailler ce matériau sans aucun risque pour leur propre santé.



Figure 49: Carcinome épidermoïde de la lèvre inférieure traité par 3 aiguilles parallèles avec port de protection plombée avec plateau. (Peiffert *et al.* 2008)

#### 4. Le déroulement d'une séance de curiethérapie

La curiethérapie de débit pulsé est réalisée en milieu hospitalier dans une chambre spécifique protégée devant respecter un certain nombre de normes permettant une excellente radioprotection du personnel et de l'entourage. Durant ces séances, le patient est connecté au projecteur de source, la position des cathéters est vérifiée matin et soir.

Des bains de bouches réguliers sont réalisés et une alimentation par sonde nasogastrique est parfois nécessaire. (Peiffert *et al.* 2018)

Avant chaque fraction, la protection plombée réalisée sur mesure pour chaque patient est mise en place afin de protéger la lèvre opposée, la langue et la mandibule des rayonnements. Les aiguilles se trouvant en dehors du tissu labial sont retirées à la fin de la séance et sont repositionnées juste avant la séance suivante afin de faciliter autant que possible la nutrition et augmenter le confort du patient. (Guinot *et al.* 2022)

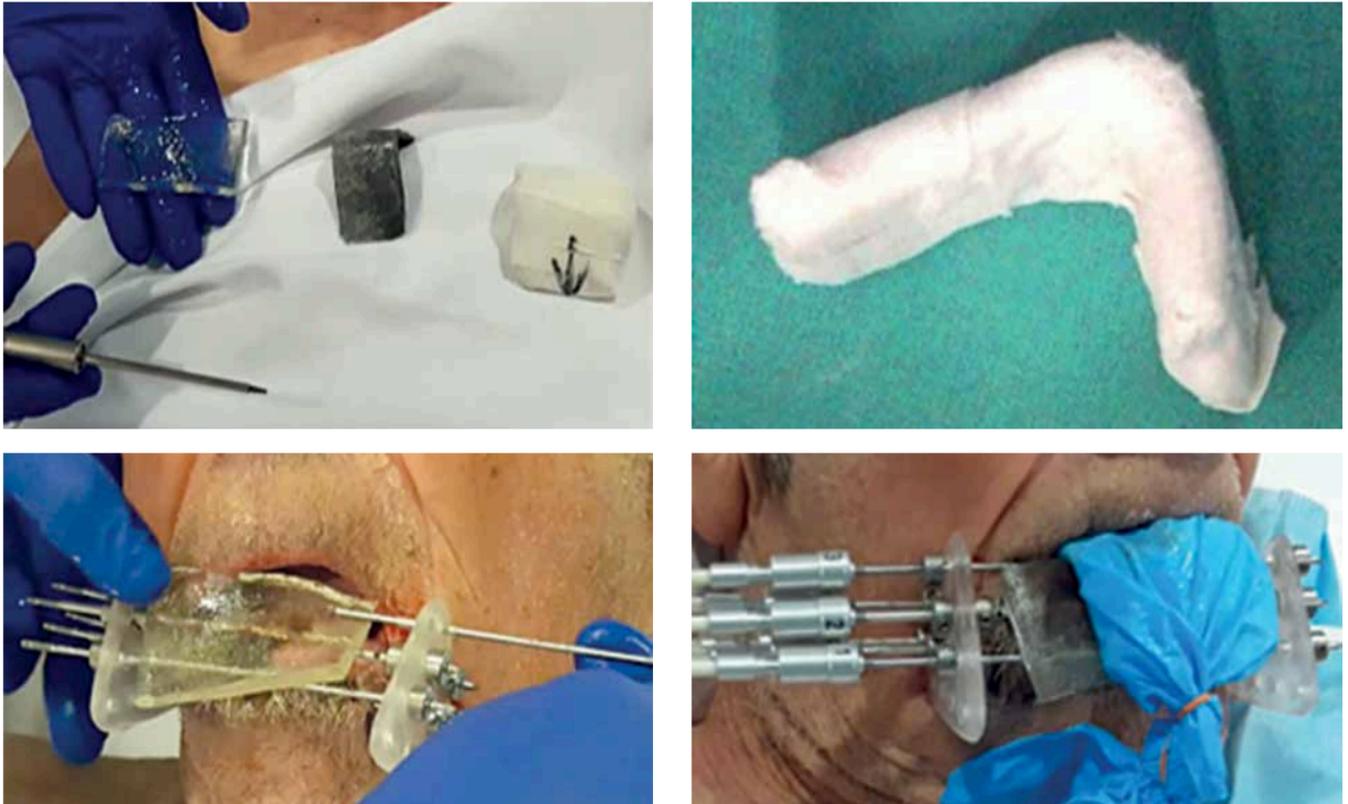


Figure 50: Réalisation d'une protection plombée en forme de L recouverte de gaze (Guinot et al. 2022)

Sur cette iconographie (Figure 50), nous pouvons observer une protection plombée en forme de L recouverte de gaze afin d'éviter les électrons secondaires. Cette protection est placée à chaque séance de curiethérapie. Un bolus est placé pour la première fraction afin de combler de vide. (Guinot et al. 2022)

Dans le cadre d'une radiothérapie de haut débit de dose généralement, aucun signe d'infection ou de saignement ne sont observés durant le traitement, l'antibioprophylaxie n'est donc pas systématique. (Guinot et al. 2022)

Une fois le traitement terminé, les tubes sont déposés au bloc opératoire par le curiethérapeute. Celui-ci planifiera ensuite un calendrier de contrôle, le premier rendez-vous se situe à 1 ou 2 mois après la fin du traitement, puis ces rendez-vous se voient espacés pour ensuite devenir des contrôles annuels jusqu'à la 5<sup>ème</sup> année post traitement (Figure 51). (Peiffert et al. 2018)

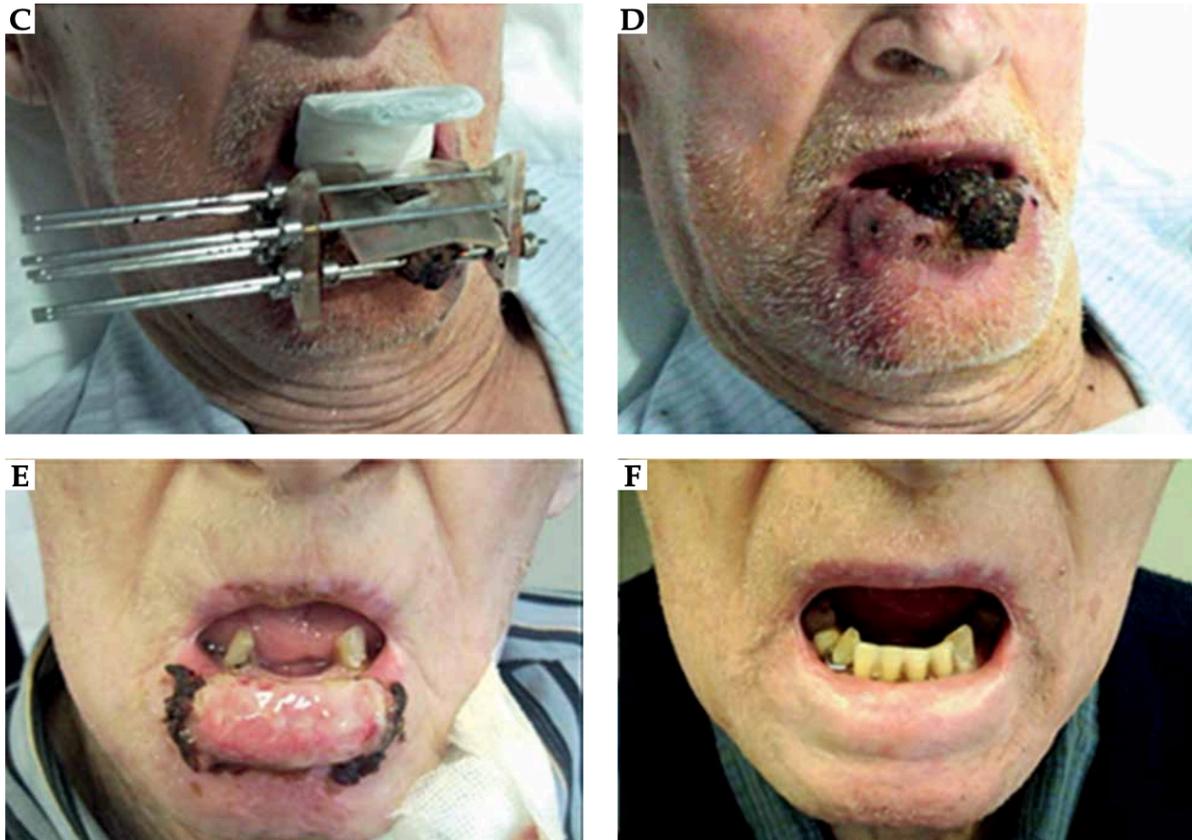


Figure 51: Différentes étapes de traitement par curiethérapie : de la pose des aiguilles à la cicatrisation muqueuse

(Guinot et al. 2022)

## 5. Les soins dentaires après la curiethérapie

Comme nous avons pu le voir, l'avantage de la curiethérapie comparé à la radiothérapie externe est l'épargne des tissus sains avoisinant la tumeur et par conséquent des glandes salivaires. Aucune fluoroprofylaxie n'est donc nécessaire chez les patients ayant bénéficié d'une curiethérapie exclusive. Elle est bien évidemment instaurée chez les patients pour lesquels une association radiothérapie externe puis curiethérapie a été réalisée.

Une information claire et adaptée doit être délivrée au patient concernant la **réaction inflammatoire** qui surviendra sur la région implantée, débutant environ 1 semaine après la fin de l'irradiation s'accroissant jusqu'à la 3<sup>ème</sup> semaine pour devenir stable environ 1 semaine et enfin décroître pour se résoudre à environ 6 à 8 semaines. Pour aider les patients durant cette période difficile, des bains de de bouche ainsi qu'une

alimentation adaptée sont prescrits en association avec des antalgiques. (JJ.Mazeron *et al.* 2003)

L'ostéoradionécrose est la principale complication pouvant faire suite à un traitement par curiethérapie, elle s'avère rarissime. La prise en charge des stades précoces est médicamenteuse avec instauration de soins à la chlorhexidine et le maintien d'une hygiène bucco-dentaire rigoureuse. Si nécessaire une antibiothérapie sera instaurée associée à une analgésie appropriée. Ceci permet généralement de traiter convenablement le patient. (Peiffert *et al.* 2018) Cependant, il est important de comprendre les limites de la prise en charge médicale et ne pas hésiter à avoir recours à d'autres traitements notamment la chirurgie. Le traitement chirurgical des ORN est généralement proposé aux patients pour qui le traitement médical a échoué ou bien aux patients présentant un stade avancé d'ORN avec de graves complications telles que les fractures de la mandibule. (Vahidi N *et al.* 2020)

Au cabinet dentaire, à l'inverse de la radiothérapie externe, aucune précaution particulière n'est à envisager lors de la prise en charge d'un patient ayant été traité par curiethérapie exclusive. L'odontologiste sera bien évidemment impliqué dans la surveillance du patient.

## Conclusion

La curiethérapie est un traitement de choix pour traiter différentes lésions de la cavité buccale et tout particulièrement les carcinomes épidermoïdes de la langue et de la lèvre. Cette technique de radiothérapie permet un excellent contrôle local puisque les sources radioactives se trouvent directement au contact de la lésion. Elle a également l'avantage de conserver au maximum l'esthétique, point non négligeable notamment dans le traitement des lésions de lèvres. Il s'agit aussi d'un traitement qui se déroule sur une faible période en comparaison à la radiothérapie externe qui demande beaucoup plus de séances. Tous ces points en font une technique très intéressante, à proposer aux patients dès que cela est possible. Elle demande cependant des curiethérapeutes formés à cette radiothérapie spécifique et un plateau technique important, c'est pourquoi elle ne peut pas être proposée systématiquement en fonction du site de prise en charge du patient.

De plus, à l'heure actuelle l'utilisation de protections plombées permet de protéger très efficacement les tissus environnants diminuant ainsi le développement d'effets secondaires à la suite du traitement. Les cas de mucites et de xérostomies sont très faibles tout comme le taux d'ostéoradionécrose. Cependant, l'utilisation du plomb devient de plus en plus controversée au vu de son caractère toxique pour l'organisme. La manipulation de ce matériau en toute sécurité nécessite des investissements onéreux pour les prothésistes qui n'est pas en adéquation avec le nombre de protections plombées réalisées. Cette pratique est en effet exceptionnelle dans leur activité globale et ne permet pas l'amortissement de tels investissements.

Nous avons pu voir à quel point le rôle du prothésiste était important pour la réalisation des protections et donc indirectement pour la prise en charge des patients traités par curiethérapie. L'étroite collaboration entre l'odontologiste et le prothésiste permet de réaliser des protections efficaces en termes d'atténuation de la dose absorbée et dont le port est tolérable pour le patient.

A l'avenir il serait pertinent de réaliser une étude en concertation avec les odontologistes, les prothésistes, les curiethérapeutes et les médecins afin

d'envisager l'utilisation de nouveaux matériaux pour offrir aux patients des soins de qualités tout en prenant en compte les impératifs de chacun d'un point de vue technique et financier.

## Bibliographie

### Références papiers :

1. Yamazaki H, Inoue T, Yoshida K, Yoshioka Y, Furukawa S, Kakimoto N, et al. Brachytherapy for Early Oral Tongue Cancer: Low Dose Rate to High Dose Rate. J Radiat Res. 2003; 44(1): 37-40.
2. Mazon JJ, Noël G, Simon JM, Racadot S, Jauffret E. Curiethérapie des cancers de la sphère ORL Brachytherapy in head and neck cancers. Cancer/Radiothér. 2003; 7(1): 62-72.
3. Obinata K, Ohmori K, Tuchiya K, Nishioka T, Shirato H, Nakamura M. Clinical study of a spacer to help prevent osteoradionecrosis resulting from brachytherapy for tongue cancer. Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral Radiol Endod. 2003; 95(2): 246-50.
4. Lapeyre M, Bellière A, Hoffstetter S, Peiffert D. Curiethérapie des cancers de la tête et du cou (cavum exclu). Cancer/Radiothér. 2008 ; 12(6-7) : 515-2.
5. Schiochet L. Répercussion de la radiothérapie des voies aérodigestives supérieures dans la prise en charge odontologique [Thèse d'exercice]. [Nancy] : Université Nancy I Henri Poincaré. Faculté d'odontologie de Lorraine ; 2010. 288 p.
6. Lliso F, Granero D, Perez-Calatayud J, Carmona V, Pujades MC, Ballester F. Physics Contributions Dosimetric evaluation of internal shielding in a High Dose Rate skin applicator. J Contemp Brachytherapy. 2011; 3(1): 32-8.
7. Deng H, Sambrook P, Logan R. The treatment of oral cancer: an overview for dental professionals: Oral cancer overview. Aust Dent J. 2011; 56(3): 244-52.
8. Société Française de Chirurgie Orale. Prise en charge des foyers infectieux bucco-dentaires. Med Buccale Chir Buccale. 2012 ; 18(3) : 251-314.

9. Sánchez-Rubio Carrillo RA, Estrada Esquivel BE, De Lima Moreno J, Montalvo Ramírez G, Rosales Ibáñez R, Sánchez-Rubio Carrillo RM. Effectiveness of Intraoral Protective Leded Prosthesis in Teletherapy and Brachytherapy. *Univ Odontol.* 2015; 33(71): 47-54.
10. Peiffert D, Coche-Dequéant B, Lapeyre M, Renard S. Curiethérapie des cancers de la tête et du cou : synthèse des recommandations européennes et principales indications [Brachytherapy for head and neck cancers]. *Cancer Radiother.* 2018 ; 22(4) : 359-366.
11. Chargari C, Deutsch E, Blanchard P, Gouy S, Martelli H, Guérin F, et al.. Brachytherapy: An overview for clinicians. *CA Cancer J Clin.* 2019; 69(5): 386–401.
12. Khalfi S, Lakhmais K, Oulabbes K, Alami Z, Bouhafa T, Hassouni K. Comparaison entre la radiothérapie externe et la curiethérapie interstitielle pour les cancers de la lèvre. *Cancer/Radiothér.* 2019 ; 23(6-7) : 826.
13. Wang T, Zhang J, Xu Y. Epigenetic Basis of Lead-Induced Neurological Disorders. *Int J Environ Res Public Health.* 2020; 17(13): 4878.
14. El Ayachy R, Sun R, Ka K, Laville A, Duhamel A-S, Tailleur A, et al. Pulsed Dose Rate Brachytherapy of Lip Carcinoma: Clinical Outcome and Quality of Life Analysis. *Cancers.* 2021; 13(6): 1387.
15. Delannes M, Rio E, Mirabel X, Brun T, Ducassou A, David I. Curiethérapie des carcinomes cutanés et de la lèvre. *Cancer/Radiothér.* 2013 ; 17(2) : 136-9.
16. Peiffert D, Coche-Dequéant B, Lapeyre M, Renard S. Curiethérapie des cancers de la tête et du cou : synthèse des recommandations européennes et principales indications. *Cancer/Radiothér.* 2018 ; 22(4) : 359-66.

17. Vahidi N, Lee TS, Daggumati S, Shokri T, Wang W, Ducic Y. Osteoradionecrosis of the Midface and Mandible: Pathogenesis and Management. *Semin Plast Surg.* 2020; 34(04): 232-44.
18. Guinot JL, Tortajada M, Santos M, Chust M, Arribas L. High-dose-rate brachytherapy (interventional radiotherapy) in lip carcinoma with rigid needles: a simple technique with excellent results. *J Contemp Brachytherapy.* 2022; 14(3): 278-86.
19. Hannoun-Lévi JM, Chargari C, Blanchard P, Pommier P, Ollivier L, Ferré M, Peiffert D. Best practice in brachytherapy. *Cancer/Radiothér.* 2022; 26(1-2): 29-33.
20. Madireddy S, Verma A, Dwarakanath BS, Papineni RVL. Technological advancements in brachytherapy of cancer. *Physics Open.* 2022; 11: 100109.
21. Towithelertkul C, Haraguchi M, Tanabe G, Fujita H, Ali IE, Han X, et al. Two-piece detachable interlocking mold for low-dose-rate brachytherapy: A dental technique for radiotherapy prosthesis fabrication. *J Prosthet Dent.* 2022 [in press]. DOI: 10.1016/j.prosdent.2022.06.021

### **Références électroniques :**

22. Gustave Roussy. Curiethérapie [Internet]. [Consulté le 24 janvier 2023].  
Disponible sur : <https://www.gustaveroussy.fr/fr/curietherapie>
23. Erkodent. Plaques de l'expert [Internet]. [Consulté le 24 janvier 2023].  
Disponible sur : <https://www.erkodent.de/fr/produits/plaques-thermoformables/plaques-thermoformables/>
24. Cap dentaire - Centrale d'achat du Prothésiste dentaire. Moufle à clavettes en laiton Holy Prodont Holliger [Internet]. [Consulté le 24 janvier 2023].  
Disponible sur : <https://www.capdentaire.com/article-moufle-a-clavettes-en-laiton-holy-prodont-holliger-12-911-207280-86483.html>

25. Centre Léon Bérard Lyon. Curiethérapie : une technique scientifique de radiothérapie [Internet]. [Consulté le 24 janvier 2023].

Disponible sur : <https://www.centreleonberard.fr/patient-proche/parcours-de-soins/traitements-contre-le-cancer/radiotherapie/curietherapie-une-technique-specifique-de-radiotherapie>

26. Leroy Merlin. Rouleau de plomb LMC VIRANO gris, 1.200 mm x L.5 m [Internet]. [Consulté le 24 janvier 2023].

Disponible sur : <https://www.leroymerlin.fr/produits/materiaux/tuile-tole-plaque-et-couverture-de-toiture/tuile-et-ardoise/accessoires-de-tuile-et-ardoise/rouleau-de-plomb-lmc-virano-gris-l-200-mm-x-l-5-m-70497441.html>

<b>INTRODUCTION</b>	<b>15</b>
<b>1. La curiethérapie</b>	<b>17</b>
<b>1.1. Principes généraux</b>	<b>17</b>
1.1.1. Définitions	17
1.1.2. Les différents types de curiethérapie	20
<b>1.2. Les indications</b>	<b>30</b>
<b>1.3. Les contre-indications</b>	<b>31</b>
<b>1.4. Différences entre curiethérapie et radiothérapie externe</b>	<b>31</b>
<b>2. Le rôle de l'odontologiste et du laboratoire de prothèse</b>	<b>32</b>
<b>2.1. Le bilan dentaire avant curiethérapie</b>	<b>32</b>
<b>2.2. Les différents types de protections : indications, avantages et inconvénients</b>	<b>33</b>
2.2.1. Les protections plombées	33
2.2.2. Les espaceurs	36
<b>2.3. Les différentes techniques de réalisation de protections plombées et leurs étapes de réalisation</b>	<b>38</b>
2.3.1. Technique de la feuille de plomb enchâssée dans la résine : exemple de protection pour une curiethérapie de lèvre chez un patient denté	38
2.3.2. Technique des gouttières thermorformées : exemple de protection pour une curiethérapie de langue chez un patient denté	52
2.3.3. Technique du moule détachable à emboîtement en deux parties : exemple de protections pour des curiethérapie du palais et de la mandibule chez des patients dentés	54
2.3.4. Réalisation de protections plombées chez le patient édenté : exemple d'une curiethérapie de lèvre	59
<b>2.4. Technique de réalisation d'un espaceur et ses différentes étapes de réalisation</b>	<b>62</b>
2.4.1. Réalisation d'un espaceur chez un patient denté	62
2.4.2. Réalisation d'un espaceur chez un patient édenté	67
<b>2.5. Récapitulatif des étapes de réalisation d'une protection plombée chez un patient denté avec calage satisfaisant selon la technique de la feuille de plomb enchâssée dans la résine</b>	<b>68</b>
<b>2.6. Récapitulatif des étapes de réalisation d'un espaceur chez un patient édenté non réhabilité prothétiquement selon la technique de la feuille de plomb enchâssée dans la résine</b>	<b>69</b>
<b>2.7. Récapitulatif des étapes de réalisation d'un espaceur chez un patient denté avec calage satisfaisant selon les données de K.Obinata <i>et al.</i> 2003</b>	<b>70</b>
<b>3. Comparaison entre la technique de la protection plombée et de l'espaceur</b>	<b>71</b>
<b>4. Le déroulement d'une séance de curiethérapie</b>	<b>72</b>
<b>5. Les soins dentaires après la curiethérapie</b>	<b>74</b>
<b>Conclusion</b>	<b>76</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>78</b>

Vu la demande du doyen de la faculté d'odontologie de Lorraine sur le rapport du jury :

Président : J.M MARTRETTE – Professeur des universités  
Membre du jury : B. PHULPIN – Maître de conférences des universités (Directrice de thèse)  
Membre du jury : C. EGLOFF-JURAS – Maître de conférences des universités  
Membre du jury : D. KORMANN PHAM – Docteur en chirurgie dentaire

la présidente de l'université de Lorraine autorise

**Madame Betty BENOIT**

née à SENS (Yonne) le 25 février 1996,

à soutenir et imprimer sa thèse en vue d'obtenir le diplôme d'État de docteur en chirurgie dentaire intitulée :

**« LA CURIETHÉRAPIE DES VADS : RÔLE DE L'ODONTOLOGISTE ET DU LABORATOIRE DE PROTHÈSE »**

Nancy, le 13 février 2022

N° autorisation : 12866 C

La présidente de l'université de Lorraine



H. BOULANGER

**BENOIT Betty - La curiethérapie des VADS : rôle de l'odontologiste et du laboratoire de prothèse**

Nancy 2023 : 83 pages. 51 figures. 1 tableau.

Th. : Chir.-Dent. : Nancy 2023

**Mots-clefs:**

- **Brachytherapy**
- **Mouth Neoplasm**
- **Osteoradionecrosis**
- **Lead Shields**

**Résumé :**

La curiethérapie fait partie des traitements pouvant être proposés aux patients atteints de cancers des voies aéro-digestives supérieures selon le stade de développement de la lésion tumorale. Ce traitement présente plusieurs avantages : il permet de délivrer une importante dose de radiation dans une très faible fenêtre de temps et de façon parfaitement ciblée à la zone à traiter. L'utilisation de ces rayonnements engendre une prise en charge particulière pour les patients pour leur éviter tant que possible de développer les effets secondaires qui leurs sont liés. C'est pourquoi l'odontologiste, en étroite collaboration avec le prothésiste dentaire, joue un rôle primordial dans le déroulement ce type de traitement afin de prévenir le risque d'ostéoradionécrose grâce à la confection de protection plombée ou d'espaceurs. Notre travail se propose de présenter les différentes protections existantes pour les patients, leurs techniques de réalisation ainsi que les avantages et inconvénients de chacune d'elles.

**Membre du jury :**

Président :	Pr Jean-Marce MARTRETTE
Membres :	Dr Claire EGLOFF-JURAS Dr Diane PHAM KORMANN
Directeur de thèse :	Dr Bérengère PHULPIN

**Adresse de l'auteur :** BENOIT BETTY  
21 Route de Saint-Florentin  
89600 GERMIGNY