



**UNIVERSITÉ DE LILLE**  
**UFR3S – DEPARTEMENT ODONTOLOGIE**

Année de soutenance : 2025

N°:

**THÈSE POUR LE**  
**DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement le 03 DÉCEMBRE 2025

Par Nadia RAHIM

La radiothérapie cervico-faciale chez l'enfant : élaboration d'une  
plaquette d'information à destination des parents

**JURY**

Président : Monsieur le Professeur T. MARQUILLIER

Assesseurs : Monsieur le Docteur T. TRENTESAUX

Madame le Docteur M. DUBAR

Madame le Docteur M. FAUQUEUX



Président de l'Université :	Pr. R. BORDET
Directrice Générale des Services de l'Université :	A.V. CHIRIS FABRE
Doyen UFR3S :	Pr. D. LACROIX
Directrice des Services d'Appui UFR3S :	A. PACAUD
Vice doyen département facultaire UFR3S-Odontologie :	Pr. C. DELFOSSE
Responsable des Services :	L. KORAÏCHI
Responsable de la Scolarité :	V MAURIAUCOURT

## **PERSONNEL ENSEIGNANT DE LA FACULTÉ**

### **PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS**

K. AGOSSA	Parodontologie
P. BOITELLE	Prothèses
T. COLARD	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
<b>C. DELFOSSE</b>	<b>Vice doyen du département UFR3S-Odontologie</b> <b>Odontologie Pédiatrique</b> <b>Responsable du département d'Orthopédie dento-faciale</b>
<b>M. DEHURTEVENT</b>	<b>Co-responsable du département de Prothèses</b>
B LOUVET	Chirurgie orale (Professeur des universités associé)
T. MARQUILLIER	Odontologie Pédiatrique
<b>L ROBBERECHT</b>	<b>Responsable du département de Dentisterie</b> <b>Restauratrice Endodontie</b>

## **MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS**

A. BLAIZOT	Prévention, Épidémiologie, Économie de la Santé, Odontologie Légale
F. BOSCHIN	Parodontologie
F. CATHALA	Prévention,Épidémiologie, Économie de la Santé, Odontologie Légale (maître de conférences des Universités associé)
<b>C. CATTEAU</b>	<b>Responsable du département de Prévention, Épidémiologie, Économie de la Santé, Odontologie Légale</b>
X. COUDEL	Biologie Orale
A. de BROUCKER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
<b>C. DENIS</b>	<b>Co-responsable du département de Prothèses</b>
F. DESCAMP	Prothèses
<b>M. DUBAR</b>	<b>Responsable du département de Parodontologie</b>
A. GAMBIEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
F. GRAUX	Prothèses
M. LINEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
G. MAYER	Prothèses
<b>L. NAWROCKI</b>	<b>Responsable du département de Chirurgie Orale Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin - CHU Lille</b>
<b>C. OLEJNIK</b>	<b>Responsable du département de Biologie Orale</b>
<b>P. OLEKSIK</b>	Dentisterie Restauratrice Endodontie (maître de conférences des Universités associé)
<b>H. PERSOON</b>	Dentisterie Restauratrice Endodontie (maître de conférences des Universités associé)
C. PRUVOST	Prévention,Épidémiologie, Économie de la Santé, Odontologie Légale (maître de conférences des Universités associé)
P. ROCHER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
<b>M. SAVIGNAT</b>	<b>Responsable du département de Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux</b>
<b>T. TRENTSAUX</b>	<b>Responsable du département d'Odontologie Pédiatrique</b>
J. VANDOMME	Prothèses
R. WAKAM KOUAM	Prothèses

**PRATICIEN HOSPITALIER et UNIVERSITAIRE**

M BEDEZ

Biologie Orale

### **Réglementation de présentation du mémoire de Thèse**

Par délibération en date du 29 octobre 1998, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire de l'Université de Lille a décidé que les opinions émises dans le contenu et les dédicaces des mémoires soutenus devant jury doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'ainsi aucune approbation ni improbation ne leur est donnée.

# REMERCIEMENTS

**Aux membres du jury,**

**Monsieur le Professeur Thomas MARQUILLIER**

**Professeur des Universités – Praticien Hospitalier**

*Section 56 - Développement, croissance et prévention*

*Sous-section 56-01 - Odontologie pédiatrique & Orthopédie dento-faciale*

*Département d'Odontologie Pédiatrique*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Santé Publique

Habilitation à diriger des recherches

Spécialiste Qualifié en Médecine Bucco-Dentaire

Certificat d'Etudes Supérieures Odontologie Pédiatrique et Prévention

Attestation Universitaire soins dentaires sous sédation consciente au MEOPA

Diplôme Universitaire Dermato-vénérologie de la muqueuse buccale

Master 1 Biologie Santé – mention Ethique et Droit de la Santé

Master 2 Santé Publique – spécialité Education thérapeutique et éducations en santé

Formation Certifiante en Education Thérapeutique du Patient

Diplômé du Centre d'Enseignement des Thérapeutiques Orthodontiques, orthopédiques et fonctionnelles

Lauréat du Prix Elmex® de la Société Française d'Odontologie Pédiatrique

Lauréat de l'Académie Nationale de Chirurgie Dentaire

Responsable de l'Unité Fonctionnelle d'Odontologie Pédiatrique – CHU de Lille



**Monsieur le Docteur Thomas TRENTESAUX**

**Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier**

*Section Développement, Croissance et Prévention*

*Département Odontologie Pédiatrique*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Ethique et Droit Médical de l'Université Paris Descartes (Paris V)

Certificat d'Etudes Supérieures de Pédodontie et Prévention – Paris Descartes (Paris V)

Diplôme d'Université « Soins Dentaires sous Sédation » (Aix-Marseille II)

Master 2 Ethique Médicale et Bioéthique Paris Descartes (Paris V)

Formation certifiante « Concevoir et évaluer un programme éducatif adapté au contexte de vie d'un patient »

Vice-président de la Société Française d'Odontologie Pédiatrique

Responsable du département d'Odontologie Pédiatrique

**Madame le Docteur Marie DUBAR**

**Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier**

*Section Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale*

*Département Parodontologie*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Spécialiste qualifiée en Médecine Bucco-Dentaire

Chargée de mission Pédagogie

Certificat d'Etudes Supérieures en Parodontologie

Master Recherche Biosciences et Ingénierie de la Santé – spécialité

Biotechnologies

Moléculaires et Bio-ingénierie Physiopathologie et Thérapeutique

Responsable du Département de Parodontologie

**Madame le Docteur Margaux FAUQUEUX**

**Chef de Clinique des Universités – Assistant Hospitalier**

*Section Développement, Croissance et Prévention*

*Département Odontologie Pédiatrique*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Certificat d'Etudes Supérieures d'Odontologie Pédiatrique et de Prévention –

Paris Descartes

Attestation de formations aux soins bucco-dentaire sous inhalation de MEOPA

– université Lille 2

**À mes proches,**



## TABLE DES ABRÉVIATIONS

<b>CBCT :</b>	Cone Beam
<b>CIPR :</b>	Commission Internationale de Protection contre les Rayonnements ionisants
<b>CTV :</b>	Volume cible clinique
<b>GTV :</b>	Volume tumoral macroscopique
<b>GY :</b>	Gray
<b>ICS :</b>	Irradiation Cranio-Spinale
<b>ICRU :</b>	Commission internationale des unités et mesures radiologiques
<b>IESS :</b>	Étude intergroupe sur le sarcome d'Ewing
<b>IGRT :</b>	Radiothérapie guidée par l'image
<b>IRM :</b>	Imagerie par Résonance Magnétique
<b>NB :</b>	Neuroblastome
<b>NCC :</b>	Cellules de la crête neurale
<b>NPC :</b>	Carcinome Nasopharyngé
<b>NRSTS :</b>	Sarcome des Tissus mous non rhabdomyosarcomateux
<b>OAR :</b>	Organe À Risque
<b>OIR :</b>	Organisations Inter-Régionales
<b>OMS :</b>	Organisation Mondiale de la Santé
<b>ORL :</b>	Oro-Rhino-Laryngologue
<b>ORN :</b>	Ostéoradionécrose
<b>PET-SCAN :</b>	Tomographie par émission de positons
<b>PRBT :</b>	Protonthérapie
<b>PTV :</b>	Volume Tumoral Planifié

<b>RC3D :</b>	Radiothérapie Conformationnelle en 3 Dimensions
<b>RCMI :</b>	Radiothérapie Conformationnelle avec Modulation d'Intensité
<b>RMS :</b>	Rhabdomyosarcome
<b>SE :</b>	Sarcome d'Ewing
<b>SFRO :</b>	Société Française de Radiothérapie Oncologique
<b>SNC :</b>	Système Nerveux Central
<b>TDM :</b>	Tomodensitométrie
<b>TEP :</b>	Tomographie par Émission de Positron

<b>TABLE DES ABRÉVIATIONS .....</b>	<b>14</b>
<b>1 INTRODUCTION .....</b>	<b>19</b>
<b>2 LA RADIOTHÉRAPIE .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1 Définition .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2 Histoire de la radiothérapie .....</b>	<b>20</b>
2.2.1 Période du kilovoltage et du radium (1900-1939).....	22
2.2.2 Période du mégavoltage (1950-1995).....	22
2.2.3 Radiothérapie assistée par ordinateur (1995-2010).....	23
2.2.3.1 Radiothérapie conformationnelle en 3 dimensions (RC3D).....	24
2.2.3.2 Radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité (RCMI) .....	24
2.2.3.3 Radiothérapie guidée par l'image IGRT .....	24
2.2.3.4 Radiothérapie stéréotaxique .....	24
2.2.3.5 La protonthérapie .....	24
<b>2.3 Prévalence : Incidence des cancers pédiatriques en France et dans le monde .....</b>	<b>25</b>
<b>2.4 Types de radiothérapie .....</b>	<b>27</b>
2.4.1 La radiothérapie conformationnelle 3D.....	27
2.4.2 Radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité (IMRT) .....	28
2.4.3 La radiothérapie en conditions stéréotaxiques.....	28
2.4.4 La protonthérapie.....	28
2.4.5 La curiethérapie .....	29
<b>2.5 Déroulement de la radiothérapie .....</b>	<b>29</b>
2.5.1 Les étapes de la radiothérapie.....	29
2.5.1.1 Consultation spécialisée avec le radiothérapeute .....	30
2.5.1.2 Le scanner dosimétrique .....	30
2.5.1.3 Les séances de radiothérapie .....	32
2.5.1.4 Après la radiothérapie .....	33
<b>3 INDICATION DE LA RADIOTHÉRAPIE CHEZ L'ENFANT .....</b>	<b>34</b>
<b>3.1 Tumeurs cérébrales.....</b>	<b>34</b>
3.1.1 Les gliomes de haut grade .....	34
3.1.2 Les gliomes de bas grade.....	35
3.1.3 Craniopharyngiome.....	36
3.1.4 Ependymomes .....	37
3.1.5 Médulloblastomes.....	37
3.1.6 Les neuroblastomes.....	38
<b>3.2 Les leucémies .....</b>	<b>39</b>
<b>3.3 Sarcome d'Ewing (SE).....</b>	<b>39</b>
3.3.1 Exemple d'un enfant atteint d'un sarcome d'Ewing .....	40
<b>3.4 Lymphomes de Hodgkin .....</b>	<b>43</b>
<b>3.5 Sarcomes des tissus mous non-rhabdomyosarcomes .....</b>	<b>43</b>
<b>3.6 Rhabdomyosarcomes (RMS).....</b>	<b>44</b>
<b>3.7 Le carcinome nasopharyngé (NPC).....</b>	<b>46</b>



<b>4 CONSÉQUENCES BUCCO-DENTAIRE DE LA RADIOTHÉRAPIE CHEZ L'ENFANT.....</b>	<b>47</b>
<b>4.1 Conséquences tissulaires .....</b>	<b>47</b>
4.1.1 La radiomucite .....	47
4.1.2 Sécheresse des muqueuses et diminution salivaire .....	49
<b>4.2 Conséquences dentaires .....</b>	<b>50</b>
4.2.1 Perturbation du développement dentaire et des cellules améloblastiques.....	50
4.2.2 Effets sur le développement des racines.....	53
4.2.3 Effets sur le parodonte et l'apparition des lésions carieuses .....	55
4.2.4 Exemples cliniques des conséquences dentaires .....	56
4.2.4.1 Exemple 1 : patiente diagnostiquée à l'âge de 3 ans d'un rhabdomyosarcome embryonnaire sur le côté droit du nasopharynx.....	56
4.2.4.2 Exemple 2 : Cas d'une patiente diagnostiquée d'un rhabdomyosarcome de type fusiforme dans le nasopharynx droit à l'âge de 3 ans et 10 mois .....	58
4.2.4.3 Exemple 3 : Anomalies dentaires post-radiques chez des patients atteints de rhabdomyosarcome cervico-facial : étude rétrospective sur 25 ans .....	59
<b>4.3 Conséquences sur la croissance et le développement crânio-facial .....</b>	<b>61</b>
4.3.1 Altération de la croissance crânio-faciale.....	61
4.3.2 Altération hormonale et impact psychologique .....	62
4.3.3 Altération de l'articulation temporo-mandibulaire et des muscles masticateurs.....	62
4.3.4 Le trismus .....	62
4.3.5 Exemple clinique : Rhabdomyosarcome du plancher orbitaire gauche traité à l'âge de 4 ans.....	63
<b>4.4 Conséquence osseuse : l'ostéoradionécrose des maxillaires .....</b>	<b>64</b>
<b>4.5 Conséquences sur l'apparition de tumeurs secondaires.....</b>	<b>65</b>
<b>5 PRISE EN CHARGE DES ENFANTS TRAITES PAR RADIOTHÉRAPIE AU CABINET DENTAIRE .....</b>	<b>67</b>
<b>5.1 Prise en charge bucco-dentaire des enfants avant la radiothérapie .....</b>	<b>67</b>
5.1.1 Bilan dentaire et information des parents.....	67
5.1.1.1 Anamnèse et information des parents.....	67
5.1.1.2 Examen clinique et radiologique .....	67
5.1.2 Prophylaxie et conseils d'hygiène bucco-dentaire .....	68
5.1.3 Mise en état bucco-dentaire .....	69
<b>5.2 Prise en charge bucco-dentaire des enfants pendant la radiothérapie..</b>	<b>70</b>
5.2.1 Maintien d'une bonne santé bucco-dentaire.....	70
5.2.2 Prise en charge de la mucite radio-induite chez l'enfant.....	73
5.2.2.1 Diagnostic de la mucite radio-induite .....	73
5.2.2.2 Évaluation de la douleur chez l'enfant en cancérologie .....	73
5.2.3 Soins dentaires pendant la radiothérapie .....	78
5.2.4 Utilisation des gouttières fluorés chez l'enfant traité par radiothérapie.....	79
<b>5.3 Prise en charge bucco-dentaire des enfants après la radiothérapie .....</b>	<b>82</b>
5.3.1 Évaluation initiale post-radiothérapie.....	82
5.3.1.1 Éducation et prévention.....	82
5.3.1.2 Soin quotidien.....	83
5.3.1.3 Traitements spécifiques.....	83

5.3.1.4 Suivi régulier .....	83
5.3.2 Prise en charge des caries post-radiques .....	83
5.3.3 Prise en charge de la xérostomie.....	85
5.3.4 Prise en charge des problèmes musculosquelettiques et du trismus .....	85
5.3.5 Prise en charge orthodontique .....	87
5.3.6 Prise en charge de l'ostéoradionécrose .....	88
5.3.6.1 Prévention de l'ostéoradionécrose.....	89
5.3.6.2 Traitements de l'ostéoradionécrose .....	89

<b>6 REALISATION D'UNE PLAQUETTE D'INFORMATION A DESTINATION DES PARENTS.....</b>	<b>91</b>
<b>6.1 Protocole de réalisation.....</b>	<b>91</b>
<b>6.2 Objectif de la plaquette d'information.....</b>	<b>91</b>
<b>6.3 Protocole de diffusion.....</b>	<b>91</b>
<b>6.4 Visuels et description de la plaquette d'information .....</b>	<b>92</b>
<b>7 CONCLUSION .....</b>	<b>98</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>99</b>
<b>TABLE DES ILLUSTRATIONS.....</b>	<b>106</b>
<b>TABLE DES TABLEAUX.....</b>	<b>109</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>110</b>

# 1 INTRODUCTION

Chaque année en France, environ 2500 enfants sont diagnostiqués d'un cancer, dont un tiers nécessitent une radiothérapie, souvent pour des tumeurs de la tête et du cou. Si les taux de survie dépassent aujourd'hui 80%, les effets secondaires à long terme, notamment bucco-dentaires, restent préoccupants.

L'altération du développement dentaire, de la croissance crânio-faciale ou encore les dysfonctionnements des glandes salivaires font partie des séquelles majeures. Il est donc important que les professionnels de santé soient formés à ces enjeux, mais aussi que les parents soient clairement informés, dès le début de la prise en charge, afin d'assurer un suivi préventif et personnalisé.

En raison de la complexité, de la rareté et du caractère hautement technique de la radiothérapie pédiatrique, les études disponibles sont très limitées et les recommandations en matière de prise en charge bucco-dentaires restent très variables. Elles reposent souvent sur une extrapolation des protocoles destinés aux adultes. De plus, les radiothérapeutes sont rarement formés aux effets secondaires bucco-dentaires.

Cette thèse a pour objectif, dans un premier temps, d'analyser les indications de la radiothérapie et les doses délivrées au niveau crânio-facial chez l'enfant, ainsi que de rappeler leurs conséquences sur le développement dentaires et les structures crânio-faciales sur un organisme en pleine croissance. Dans un second temps, elle vise à concevoir une plaquette d'information destinée aux parents d'enfants atteints de cancers cervico-faciaux nécessitant une radiothérapie, afin de les sensibiliser aux effets secondaires et à l'importance d'un suivi bucco-dentaire adapté.

## 2 LA RADIOTHÉRAPIE

### 2.1 Définition

La radiothérapie est une application thérapeutique consistant à utiliser des rayonnements afin de détruire les cellules cancéreuses en empêchant leur multiplication, tout en préservant autant que possible les tissus sains et les organes environnants.

Ce traitement est loco-régional, ciblant une région spécifique du corps, contrairement aux traitements médicamenteux qui sont généralement systémiques. Plus de la moitié des patients atteints de cancer reçoivent une radiothérapie à un moment de leur parcours de soins (1).

La radiothérapie pédiatrique diffère considérablement de celle des adultes, principalement en raison de l'âge des patients (âge moyen de 6 ans), ce qui pose des défis particuliers tels que l'irradiation des tissus sains dans un organisme en croissance, les séquelles potentielles, l'observance parfois difficile du traitement et la gestion des parents (2).

Pendant la radiothérapie pédiatrique, il est essentiel d'assurer une immobilité stricte. Différentes méthodes sont utilisées pour y parvenir : systèmes de contention adaptés aux enfants, hypnose, lunettes de réalité virtuelle avant les séances, projection de dessins animés au plafond pendant la tomothérapie. L'anesthésie générale est également possible pour les tout petits ou lorsque les autres méthodes ne sont pas efficaces (2).

### 2.2 Histoire de la radiothérapie

La découverte des rayons X par Wilhelm Roentgen en 1895 a révolutionné la médecine en permettant de visualiser l'intérieur du corps humain comme le montre la photographie de la main de son épouse (Figure 1) (3,4).

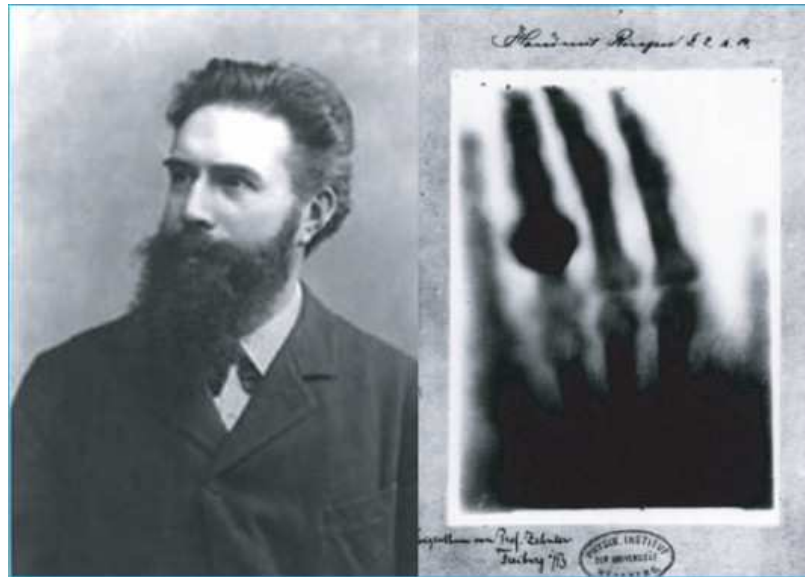


Figure 1 : Découverte des rayons X par Roentgen, photographie de la main de son épouse à droite (4).

Dès les débuts, l'exposition prolongée aux rayons X montraient une régression des tumeurs, posant les bases de la radiothérapie.

Ces traitements rudimentaires, appelés "Roentgen Therapy", ont marqué le début d'un nouveau domaine médical : la radiologie thérapeutique, plus tard connue sous le nom d'oncologie radiothérapeutique.

En radiothérapie, le mécanisme de destruction des cellules repose sur l'induction de dommages à l'ADN dans le noyau cellulaire par les radiations, ce qui rend les cellules incapables de se reproduire (3).

La radiothérapie vise essentiellement à contrôler la tumeur tout en minimisant les effets sur les tissus sains. Pour y parvenir la pratique repose sur l'hypothèse qu'il faut stériliser tout le clone tumoral et respecter le fonctionnement des cellules saines avoisinantes.

Depuis 100 ans, la recherche essaie de distribuer une dose optimale en Gray dans le volume cible (GTV, CTV) et la dose la plus faible possible aux tissus sains (organe à risque) (4).

On distingue 3 grandes périodes dans l'histoire de la radiothérapie : la période du kilovoltage (1900-1939), la période du mégavoltage (1950-1995) et la radiothérapie assistée par ordinateur (1995-2010).

### **2.2.1 Période du kilovoltage et du radium (1900-1939)**

L'évolution des générateurs de rayons X au début du XXe siècle, a permis d'atteindre des énergies de 100 à 200 KV. À cette époque, la dose de radiation était évaluée cliniquement par la « dose érythème » responsable des brûlures cutanées, limitant ainsi l'efficacité du traitement en raison des faibles énergies utilisées et des dommages causés à la barrière cutanée.

Dès 1902, les premiers succès de radiothérapie sont observés, surtout sur les cancers cutanés superficiels et les tumeurs radiosensibles comme la maladie de Hodgkin. Parallèlement, les premiers effets secondaires de la radiothérapie comme les nécroses, les toxicités radio-induites et les cancers causés par les irradiations sont documentés.

Le fractionnement des doses devient une stratégie clé, avec l'établissement dès les années 1930 de protocoles standards, comme celui de 5 séances hebdomadaires de 2 Gray (Gy) pour les cancers ORL.

Par la suite la radiothérapie moderne évoluera du fractionnement conventionnel vers l'hypo-fractionnement réduisant les effets secondaires, améliorant la tolérance et raccourcissant la durée des traitements.

Dans les années 1920, la curiethérapie se développe grâce à la découverte du radium par Marie Curie et cette nouvelle méthode s'avère très efficace pour traiter les cancers accessibles, comme ceux de la peau.

En 1925, la création de la Commission Internationale de Protection contre les Rayonnement ionisants (CIPR) marque le début d'une régulation stricte de la radioprotection.

Malgré tous ces progrès, la chirurgie reste jusqu'à la première guerre mondiale le traitement principal du cancer, avec un pronostic encore très réservé à l'époque (4).

### **2.2.2 Période du mégavoltage (1950-1995)**

En 1951, grâce à la découverte de la radioactivité artificielle, le premier appareil de télécobalt a été installé au Canada, technique évitant les brûlures cutanées. En France, le premier appareil de cobalt est installé à Paris en 1953 (Figure 2).

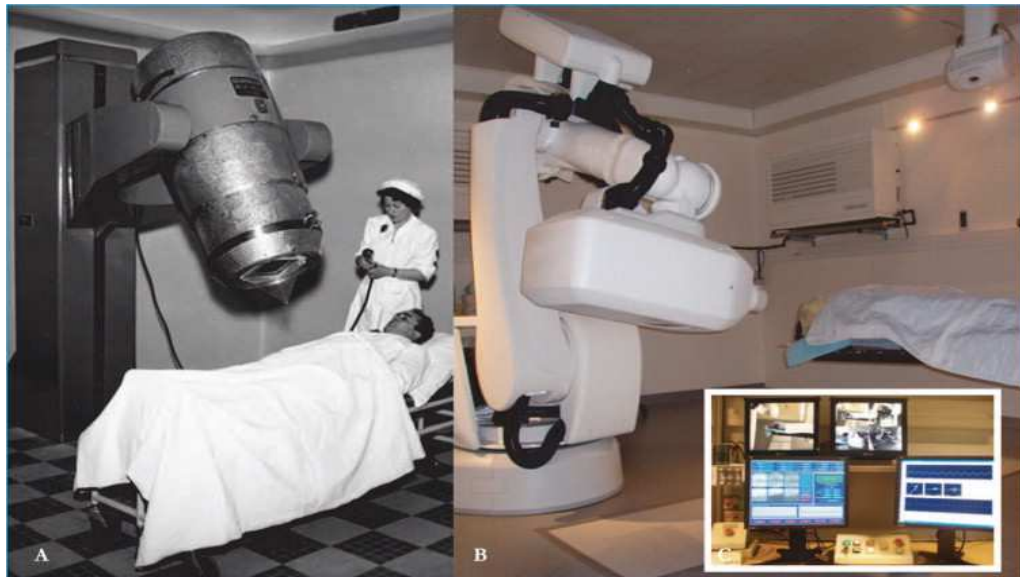


Figure 2 : A) « bombe » au cobalt - B) accélérateur miniaturisé robotisé à 6 degrés de liberté avec commande, C) repositionnement en temps réel en cours de séance depuis un pupitre extérieur à la salle de traitement (4).

Grâce aux avancées technologiques, notamment les générateurs haute fréquence, il est devenu possible d'irradier des tumeurs profondes à des doses curatives tout en préservant les tissus sains. La radiothérapie s'est perfectionnée avec la création d'unités de radiophysique, les progrès en métrologie et l'introduction des premiers ordinateurs, qui ont permis une planification des traitements en traçant automatiquement les isodoses et les électrons sont devenus essentiels pour les traitements des lésions superficielles.

L'harmonisation des pratiques par l'ICRU (International Commission for Radiation Units), à travers des concepts tels que GTV, CTV, PTV et OAR, ainsi que le développement de système d'immobilisation des patients ont renforcé la précision des traitements.

Tous ces progrès ont contribué à faire de la radiothérapie le traitement majeur du cancer, avec un rôle curatif prouvé, seule ou en association à la chirurgie. Dans les années 1980, elle devient une spécialité médicale à part entière marquée en 1985 par la création de la SFRO (Société Française de Radiothérapie Oncologique) (4).

### 2.2.3 Radiothérapie assistée par ordinateur (1995-2010)

Dans l'objectif de réduire la dose aux organes à risque, la recherche s'oriente vers un ciblage balistique plus précis, rendu possible grâce à l'imagerie 3D, l'informatique, et la robotique, marquant ainsi une rupture technologique en radiothérapie.

#### *2.2.3.1 Radiothérapie conformationnelle en 3 dimensions (RC3D)*

C'est le début de la radiothérapie assistée par ordinateur, elle permet, grâce aux scanners de simulation et aux logiciels de planification, de créer des traitements sur mesure avec des reconstructions anatomiques précises.

Dès les années 2000, elle devient la technique standard, nécessitant une immobilisation stricte du patient et une assurance qualité rigoureuse (4).

#### *2.2.3.2 Radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité (RCMI)*

C'est une évolution de la radiothérapie 3D grâce aux logiciels de planification inverse. Son principal avantage est d'adapter les isodoses à des volumes irréguliers comme les tumeurs de l'oropharynx et du nasopharynx et de limiter les effets secondaires tardifs, comme la xérostomie (4).

#### *2.2.3.3 Radiothérapie guidée par l'image IGRT*

Face à la mobilité des organes, l'IGRT est développée pour améliorer la précision du ciblage. Grâce à l'imagerie embarquée (CBCT) et à des appareils robotisés comme le cyberknife il est possible de suivre en temps réel la position des tumeurs mobiles, offrant une irradiation ultraprécise adaptée aux mouvements (4).

#### *2.2.3.4 Radiothérapie stéréotaxique*

Développée dans les années 1990 à l'institut Karolinska, cette technique consiste à diriger de multiples faisceaux très précis vers une tumeur, orientés dans tous les plans de l'espace avec une précision millimétrique. Elle est développée pour le traitement des tumeurs de la tête et du cou, elle améliore encore la conformation des doses tout en épargnant les tissus sains (4).

#### *2.2.3.5 La protonthérapie*

Proposée en 1946 par Robert Wilson, cette technique repose sur l'utilisation des protons dont l'énergie est libérée principalement au niveau de la tumeur. Après des débuts expérimentaux en 1954 à Berkeley, la protonthérapie s'étend dans les années 2010 et devient un traitement privilégié pour les tumeurs pédiatriques ou complexes, en particulier à la base du crâne (5).



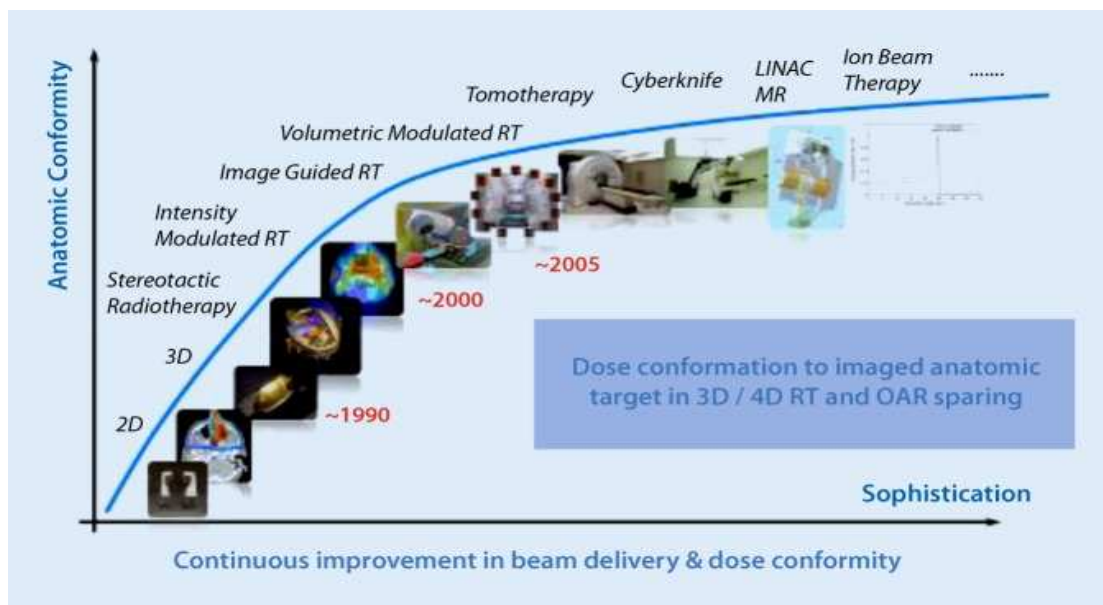


Figure 3 : Améliorations en radiothérapie au cours des 3 dernières décennies. AOR : organe a risque, MR : résonance magnétique (6).

La radiothérapie a constamment évolué depuis plus de 110 ans, avec pour objectif de délivrer une dose optimale au volume cible tout en minimisant l'impact sur les tissus sains. Ces progrès ont conduit à une amélioration des taux de guérison, des survies plus longues et une réduction des effets secondaires (Figure 3) (4).

### 2.3 Prévalence : Incidence des cancers pédiatriques en France et dans le monde

Les cancers chez l'enfants sont rares, représentant environ 1 % de tous les cancers avec environ 2000 nouveaux cas par an en France. Ils constituent la deuxième cause de mortalité infantile après les accidents, avec 400 décès par an (7).

Concernant les enfants de moins de 15 ans, l'incidence annuelle est estimée à 161 cas par million, soit environ 1817 nouveaux cas chaque année. La moitié des cancers survient avant l'âge de 5 ans (7).

Tableau 1 : Incidence des cancers chez les enfants et adolescents entre 2014 et 2020 en France (8).

ENFANTS DE 0 À 17 ANS	DONT ADOLESCENTS DE 15 À 17 ANS
<b>2260</b>	<b>443</b>
NOUVEAUX CAS	NOUVEAUX CAS
diagnostiqués sur la période 2014-2020	diagnostiqués sur la période 2014-2020

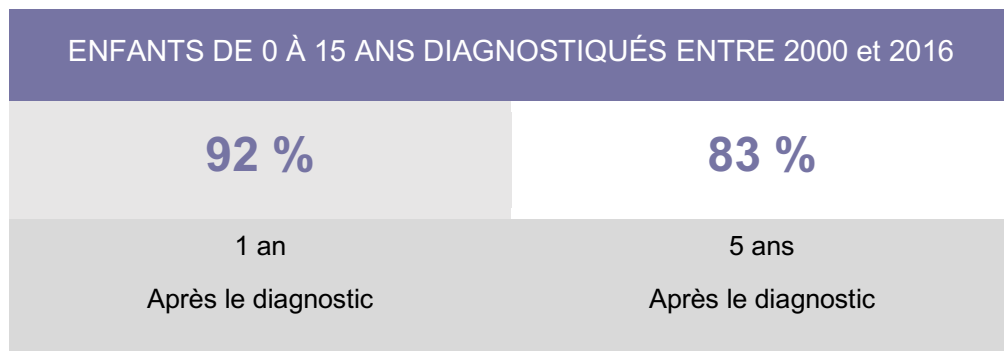
Entre 2014 et 2020 environ 2260 cas annuels sont diagnostiqués chez des enfants âgés de 0 à 17 ans ce qui représente 0,6 % des cancers tous âges confondus (Tableau 1).

Un tiers des enfants atteints d'un cancer reçoivent de la radiothérapie dans leur prise en charge, ce qui représente 800 à 900 irradiations pédiatriques par an en France. Ces irradiations sont réalisées dans 17 centres spécialisés agréés sur les recommandations de l'institut national du cancer (INCa). Tous cancers confondus, le taux de survie global est de 75 % (7).

En 2017, on comptait 416500 enfants âgés de 0 à 14 ans atteints de cancer dans le monde. Dans les pays à revenu élevé, environ 80 % de ces enfants survivent 5 ans après le diagnostic, contre seulement 40 % dans la majorité des pays à revenu faible ou intermédiaire (9).

Chez les enfants âgés de 0 à 15 ans le taux de guérison est de 92% 1 an après le diagnostic et de 83% 5 ans après le diagnostic (Tableau 2).

Tableau 2 : Taux de guérison du cancer chez les enfants âgés de 0 à 15 ans, 1 an et 5 ans après le diagnostic en France (8).



En 2022, selon l'OMS, l'incidence des principaux types de cancers diagnostiqués en France chez les enfants âgés de 0 à 14 ans est de 31,2% pour les leucémies, 15,1% pour les tumeurs du système nerveux centrale et de 8,3% pour les lymphomes non hodgkinien (Figure 4) (10).

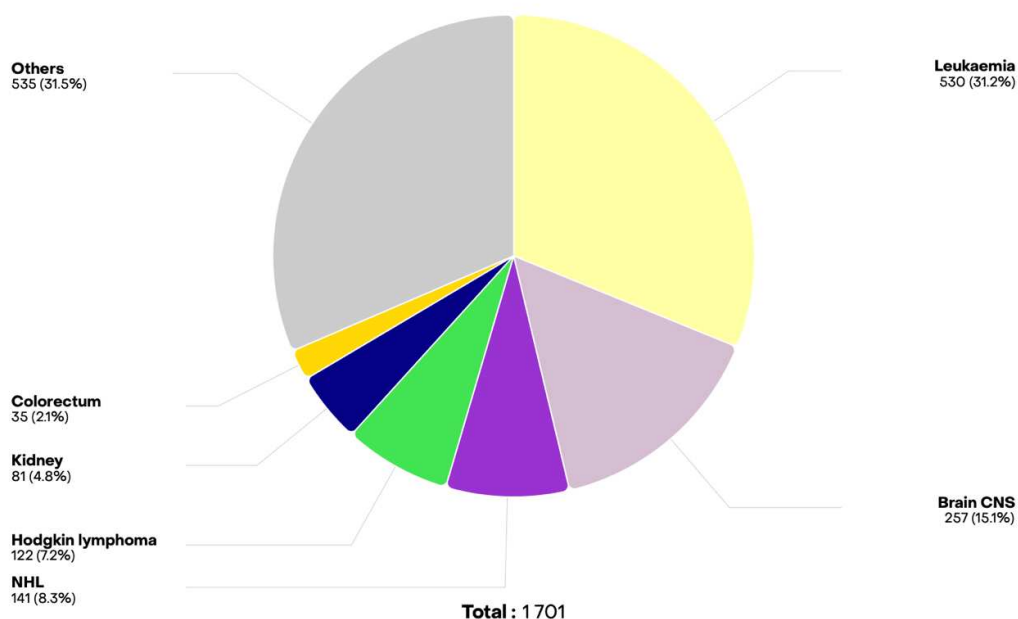


Figure 4 : Estimation des incidences des cancers, répartition en pourcentage. France, tout sexe, de 0 à 14 ans, 2022 (Selon l'OMS) (10).

Ces proportions sont similaires au niveau mondial, où les leucémies, les tumeurs cérébrales, et les lymphomes non hodgkiniens représentent également les principaux types de cancers pédiatriques (10).

## 2.4 Types de radiothérapie

L'indication de la radiothérapie chez l'enfant doit tenir compte d'une radiosensibilité accrue des tissus sains encore en développement, pour cela chaque indication doit être évaluée individuellement en privilégiant la technique la plus précise (11).

Les méthodes d'irradiation regroupent toutes les techniques actuellement disponibles : irradiation conformationnelle 3D, radiothérapie à modulation d'intensité, irradiation dans des conditions stéréotaxiques, curiethérapie et protonthérapie (12).

### 2.4.1 La radiothérapie conformationnelle 3D

La radiothérapie conformationnelle 3D est la méthode de radiothérapie externe la plus courante aujourd'hui. Elle utilise des images en 3D de la tumeur et des organes avoisinants, obtenues par scanner et parfois complétées par IRM ou TEP.

Grâce à des logiciels de simulation, les faisceaux d'irradiation sont modélisés pour cibler précisément la tumeur tout en épargnant les tissus sains. Cette

technique est employée pour le traitement curatif des cancers ORL et du cerveau par exemple. Tous les centres de radiothérapie en sont équipés (13,14).

#### **2.4.2 Radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité (IMRT)**

La radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité (IMRT) est une évolution de la radiothérapie conformationnelle 3D. Elle ajoute la possibilité de moduler l'intensité de la dose délivrée en fonction des zones à traiter. L'objectif est de donner une dose maximale à la tumeur tout en préservant les organes sains. La IMRT adapte la dose à chaque partie du corps, permettant une plus grande précision dans le traitement.

Introduite en pédiatrie en 2002, elle est surtout utilisée pour les cancers de la tête et du cou. Les séances sont souvent plus longues. Cependant, chez les enfants de moins de 3 ans, le recours à une anesthésie générale est souvent nécessaire (11,12,15,16).

#### **2.4.3 La radiothérapie en conditions stéréotaxiques**

La radiothérapie en conditions stéréotaxiques est une technique de très haute précision, initialement réservée à la radiochirurgie. Elle est principalement utilisée pour les lésions de petit volume, généralement de moins de 3 cm de grand axe en délivrant une forte dose de rayonnement tout en épargnant les tissus sains, grâce à une localisation très précise de la cible dans l'espace.

La diminution des marges réduit la proportion des tissus sains irradiés mais nécessite une immobilité stricte et/ou un repositionnement par recalage durant le traitement. En pédiatrie, cela est difficile à garantir. Pour cela l'anesthésie générale est parfois requise notamment chez les enfants de moins de 3 ans ou lors de séance longue chez les plus grands (17).

L'irradiation en condition stéréotaxiques est faisable chez l'enfant principalement pour les tumeurs cérébrales. Son développement nécessite un suivi afin d'évaluer les effets à long terme ce qui explique une utilisation limitée et prudente (18).

#### **2.4.4 La protonthérapie**

La protonthérapie (PRBT) est une forme de radiothérapie basée sur l'utilisation de protons qui permettent de libérer le maximum de leur énergie en fin de parcours et s'arrêtent à une profondeur précise en fonction de leur énergie initiale. Cette caractéristique permet d'éviter toute dose de sortie, ce qui constitue un avantage majeur par rapport à la radiothérapie conventionnelle (5).

Toutes les indications de protonthérapie sont discutées et validées en réunion nationale des radiothérapeutes pédiatres, afin de garantir une prise en charge optimale des jeunes patients (19).

Grâce à ses avantages dosimétriques, elle est régulièrement envisagée comme option thérapeutique curative chez l'enfant, en particulier dans toutes les tumeurs cérébrales de bas grade de la base du crâne.

En France, elle est proposée par 3 centres qui sont le Centre Antoine Lacassagne de Nice, l'Institut Curie à Paris depuis 1991 et le Centre François-Baclesse de Caen (12).

Compte tenu de la disponibilité limitée de la protonthérapie, elle est recommandée en priorité pour les jeunes enfants, les patients au bon pronostic, les tumeurs proches d'organes sensibles comme la tête et le cou, et les cancers radiorésistants nécessitant de fortes doses (20).

#### **2.4.5 La curiethérapie**

La curiethérapie est une technique d'irradiation utilisant des sources radioactives placées à l'intérieur du corps humain (19).

La curiethérapie permet une irradiation hautement ciblée en quelques jours, évitant ainsi le besoin d'une irradiation externe, surtout chez les plus jeunes patients. Elle doit être guidée par une imagerie en 3 dimensions (IRM ou scanner) avec des applicateurs et ou des cathéters en place.

La curiethérapie du cancer pédiatrique doit être réalisée dans des centres spécialisés comme l'institut Curie à Paris, l'institut du cancer à Montpellier ou encore le centre de cancérologie Oscar Lambret à Lille, étant donné la complexité du traitement, qui implique généralement de la radio-surveillance.

### **2.5 Déroulement de la radiothérapie**

#### **2.5.1 Les étapes de la radiothérapie**

La radiothérapie pédiatrique est une activité réglementée et organisée au sein des Organisations Inter-Régionales (OIR) de cancérologie pédiatrique. Tous les services de radiothérapie ne disposent pas de cette autorisation.

Par conséquent, pendant la radiothérapie, les enfants peuvent être pris en charge dans une ville différente. Cette organisation vise à offrir aux jeunes patients des soins dans des centres d'excellence et d'expertise.

Si nécessaire, l'enfant peut être dirigé vers un autre centre afin de bénéficier d'une technique rare et mieux adaptée à sa situation, comme la curiethérapie, la protonthérapie ou les séances sous anesthésie générale (19).

### *2.5.1.1 Consultation spécialisée avec le radiothérapeute*

Avant de commencer une radiothérapie, une consultation avec le radiothérapeute référent, responsable du traitement de l'enfant, est nécessaire.

La décision est discutée en réunion multidisciplinaire inter-régionale, notamment avec l'oncologue pédiatrique de l'enfant. Les décisions d'irradiation en pédiatrie doivent toujours être envisagées au cas par cas et la meilleure technique doit être utilisée afin d'obtenir le volume cible le plus précis possible et de préserver au maximum les tissus sains (16).

Le radiothérapeute explique les effets positifs attendus et les effets secondaires potentiels. Pour les enfants de moins de 3 ans, l'indication et les doses doivent être discutées en réunion de concertation pluridisciplinaire locale, interrégionale et en webconférence technique nationale (7).

L'information est délivrée lors d'un entretien individuel, elle doit être loyale, claire et compréhensible. L'oncologue radiothérapeute doit s'assurer que le patient, et notamment les parents en pédiatrie, l'ait bien comprise avant de recueillir son consentement. Ce dernier doit être explicite et clairement exprimé à l'oral. Aucune signature de document n'est requise par la loi. Cependant, il revient à l'oncologue radiothérapeute de prouver que l'information ait été fournie de manière claire, complète et loyale (7,21).

### *2.5.1.2 Le scanner dosimétrique*

L'enfant passera un scanner dosimétrique, effectué dans la position exacte qu'il devra maintenir lors de chaque séance de radiothérapie. Ce scanner permet de calculer avec précision la dose de rayonnement à administrer, en protégeant les organes sains avoisinants.

À ce stade, des dispositifs de maintien, tels que des matelas ou des masques, peuvent être fabriqués pour garantir que l'enfant reste immobile pendant le traitement, assurant ainsi précision et sécurité.

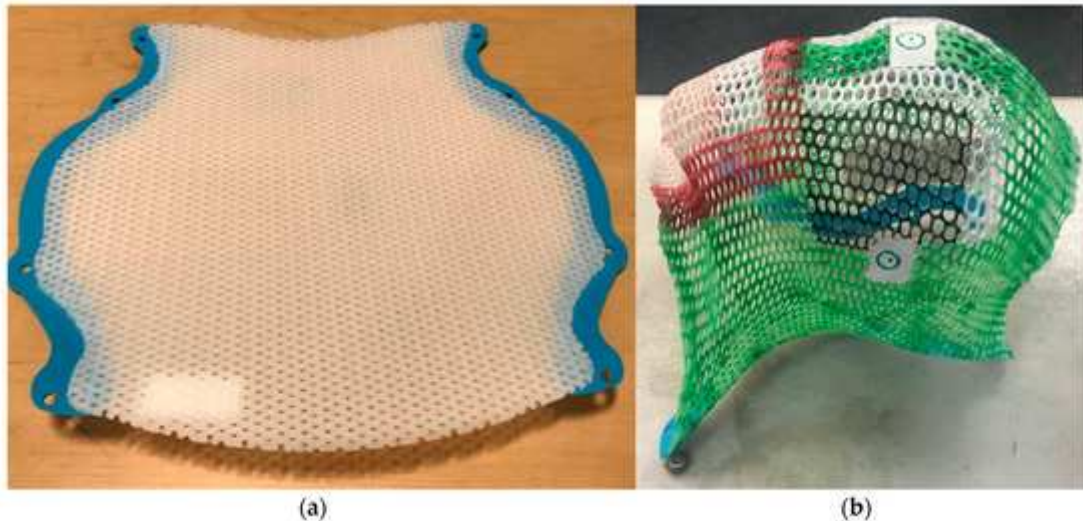


Figure 5 : Dispositifs d'immobilisation pour la radiothérapie (RT). Feuille rigide de maille plastique (a) et masque personnalisé (b) (22).

Une feuille rigide de maille plastique (a) est chauffée dans un bain d'eau, puis étirée pour épouser les contours de la tête. Masque personnalisé (b) qui peut être fixé à la table sur laquelle le patient est allongé durant les séances quotidiennes de radiothérapie (Figure 5) (22).

La planification du traitement par les radiothérapeutes et les physiciens, incluant la définition du volume à traiter et la répartition de la dose, peut prendre de quelques jours à 2 semaines avant la première séance.

Chaque semaine, une consultation médicale est réalisée pour s'assurer que le traitement se déroule correctement. Une équipe de professionnels, comprenant des médecins radiothérapeutes, des manipulateurs de radiothérapie, des dosimétristes, des physiciens, des cadres de santé, des ingénieurs et des techniciens, supervise le bon déroulement du traitement (7).

Les enfants malades et leurs familles font face à de nombreux défis psychologiques. L'intervention du psychologue en oncologie pédiatrique a pour objectif de les accompagner tout en veillant à ce que le vécu de chacun trouve une place et soit pris en considération, afin de leur offrir un accompagnement adapté et personnalisé (23).

La prise en charge des cancers pédiatriques repose sur une collaboration multidisciplinaire réunissant plusieurs professionnels de santé tels que des oncologues pédiatres, chirurgiens, anesthésistes, radiothérapeutes et radiologues, avec des échanges de plus en plus fréquents à l'échelle nationale et internationale. En France, cette dynamique s'est renforcée ces dernières années grâce à la Société Française Cancers Enfant (SFCE) et au Registre national des tumeurs solides de l'enfant. Les professionnels impliqués en cancérologie pédiatrique, notamment les équipes chirurgicales, les pathologistes et les radiothérapeutes, participent activement à ce programme.

L'objectif principal est d'améliorer les connaissances sur l'incidence et les traitements des tumeurs rares, tout en favorisant des études biologiques. Ces efforts visent à établir des recommandations homogènes pour le diagnostic et les approches thérapeutiques, offrant ainsi un cadre de référence aux médecins impliqués dans la prise en charge de ces maladies complexes (24).

### 2.5.1.3 Les séances de radiothérapie

Le traitement est généralement réparti sur plusieurs séances, 1 fois par jour, 5 jours par semaine, avec une pause le week-end, jusqu'à atteindre le nombre de séances nécessaires. Ce nombre ainsi que la dose prescrite dépendent de la maladie, de sa localisation, des traitements associés éventuels et de la réponse du cancer aux autres traitements. Le tableau 3 illustre le traitement d'un médulloblastome chez un enfant âgé de moins de 5 ans avec une dose, un fractionnement et une technique adaptés à l'âge de l'enfant, à la localisation de la tumeur et l'étape de traitement.

Tableau 3 : Indication et dose prescrite dans le cas d'un médulloblastome en pédiatrie (12).

	Indication	Moment	Volume cible anatomoclinique	Dose	Fractionnement (Gy)	Technique
<b>Médulloblastome &lt; 5 ans</b>	Selon stade et biologie si âge < 5 ans	Postopératoire et après chimiothérapie si haut risque	Fosse cérébrale postérieure seule ou irradiation craniospinale + boost selon la situation	Radiothérapie craniospinale 25 à 36 Gy selon la situation	1,8 Gy/fraction	Radiothérapie craniospinale classique ou radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité hélicoïdale Boost en radiothérapie conformationnelle avec modulation d'intensité Protonthérapie
				Lit opératoire/fosse cérébrale postérieure 45-54 Gy		

Il est essentiel que l'enfant reste parfaitement immobile durant chaque séance, qui dure généralement moins de 30 minutes. Cela permet de cibler précisément la zone à traiter et de minimiser l'irradiation des tissus sains. Des images de contrôle comme le CBCT ou des appareils robotisés guidés en temps réel sont régulièrement prises pour vérifier le bon positionnement.

Les radiothérapeutes peuvent proposer des méthodes comme l'hypnose, la sédation ou l'anesthésie générale pour faciliter le traitement. Des moyens distrayants, tels que la musique ou la projection de films, peuvent également être utilisés pour aider l'enfant à rester immobile et détendu pendant les séances. Une caméra et un micro permettent de garder le lien visuel et auditif avec l'enfant en permanence pour les manipulateurs (25,26).



#### 2.5.1.4 Après la radiothérapie

Un enfant ayant reçu une séance de radiothérapie ne devient pas irradiant et peut vivre en toute sécurité avec sa famille, y compris en présence de jeunes enfants ou de femmes enceintes.

La scolarisation est possible avec l'accord de l'onco-pédiatre référent, parfois avec des adaptations selon le type de radiothérapie et les traitements de chimiothérapie associés : école classique, à temps partiel, ou école à domicile.

Il est important d'éviter l'exposition au soleil sur la zone irradiée, notamment aux heures chaudes, en utilisant une crème solaire à haute protection et des vêtements couvrants.

Le régime alimentaire reste généralement normal pendant la radiothérapie. Une surveillance biologique par prise de sang peut être nécessaire en cas de radiothérapie sur de larges volumes et sera discutée avec le radiothérapeute si besoin (25).

Les étapes de radiothérapie sont résumées dans la figure 6.

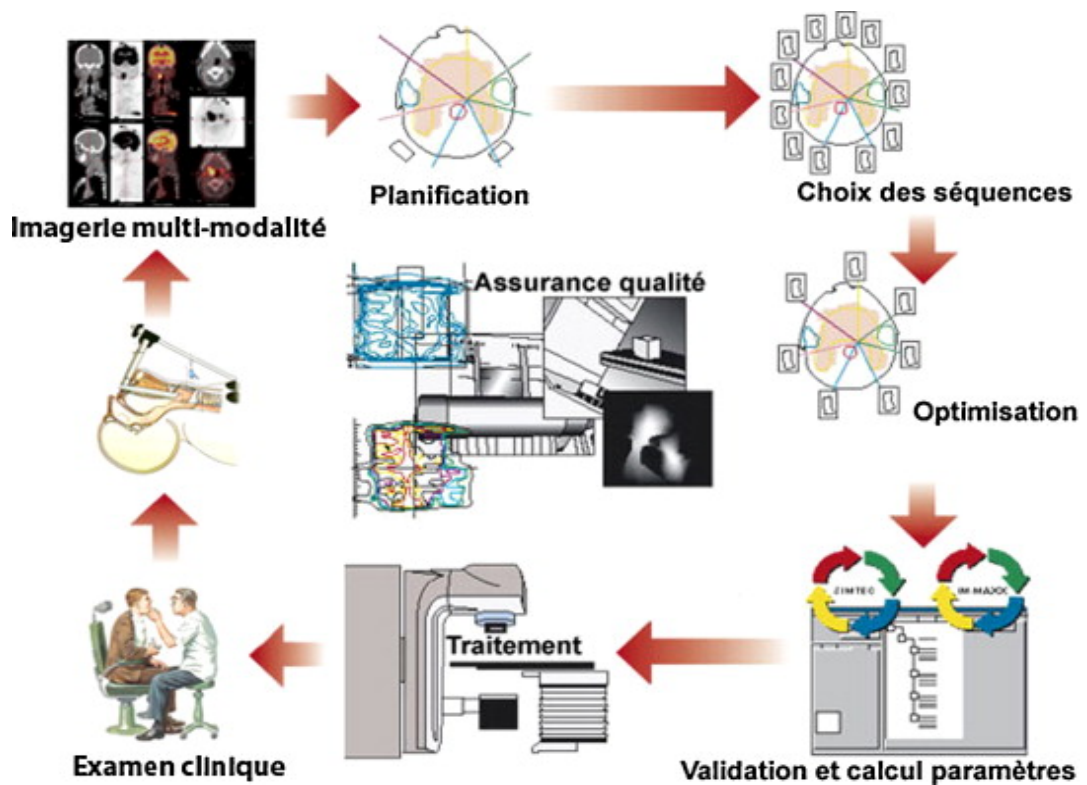


Figure 6 : Les étapes successives d'un traitement radiothérapeutique en modulation d'intensité (16).

## **3 INDICATION DE LA RADIOTHÉRAPIE CHEZ L'ENFANT**

En radiothérapie, la destruction des cellules repose sur l'induction de dommages à leur ADN par les radiations, ce qui empêche les cellules de se reproduire. Une bonne compréhension de la biologie cellulaire est essentielle pour maximiser l'efficacité de ce processus. Les radiations ciblent principalement l'ADN, situé dans le noyau de chaque cellule, qui constitue la "carte d'identité" cellulaire. Lorsque l'ADN est endommagé, les cellules perdent leur capacité à se diviser et finissent par mourir. Cette destruction ne se produit pas immédiatement, mais au moment où les cellules tentent de se diviser (27).

Malgré les risques des séquelles au long cours, la radiothérapie reste indispensable au contrôle local de nombreuses tumeurs en pédiatrie, en premier lieu les tumeurs de la tête et du cou.

Environ 30 % des enfants atteints de cancer reçoivent une radiothérapie dans le cadre de leur traitement initial, ce qui représente 800 à 900 irradiations par an en France (7,17).

### **3.1 Tumeurs cérébrales**

Les tumeurs cérébrales, souvent localisées dans la fosse postérieure, sont les tumeurs solides les plus courantes chez l'enfant et elles sont la principale indication pour la radiothérapie pédiatrique. Les principales indications incluent les gliomes, les médulloblastomes, les épendymomes, les tumeurs germinales, les craniopharyngiomes et les médulloblastomes (12).

#### **3.1.1 Les gliomes de haut grade**

Le gliome pédiatrique de haut grade représente une des formes les plus graves des tumeurs cérébrales chez les enfants.

Cette tumeur solide est la deuxième forme de cancer pédiatrique la plus courante après la leucémie.

Les gliomes représentent environ 80 % de toutes les tumeurs malignes du système nerveux central (SNC) chez les enfants et sont la principale cause de mortalité liée aux tumeurs du SNC.

Le taux d'incidence mondial des gliomes de haut grade pédiatrique se situe entre 1,1 et 1,78 cas pour 100 000 enfants.

Ces tumeurs représentent plus de 40 % des décès dus aux tumeurs cérébrales chez les enfants et le taux de survie à 5 ans est inférieur à 10 % même avec des traitements agressifs (28).

Les tumeurs situées au-dessus du tronc cérébral (région supratentorielle) ont un taux de survie à 5 ans inférieur à 20 %, la plupart des patients décédant dans les 2 ans suivant le diagnostic.

Les tumeurs situées dans le tronc cérébral ont une survie médiane inférieure à 1 an.

La radiothérapie constitue le traitement standard après une résection chirurgicale, elle joue un rôle essentiel dans l'amélioration de la survie des enfants atteints de gliomes de haut grade.

Des cellules tumorales microscopiques peuvent subsister même après une résection complète à cause de la nature infiltrante des cellules.

L'utilisation de la radiothérapie dépend de plusieurs facteurs notamment du diagnostic histologique de la tumeur, de la disponibilité d'alternatives chimiothérapeutiques efficaces et de l'âge de l'enfant.

Chez les enfants, une dose de 54 Gy est généralement administrée en fractions de 1,8 Gy par jour sur une durée de 6 semaines. Elle est à éviter chez les enfants de moins de 3 ans en raison du risque élevé de séquelles neurocognitives sévères.

Comparés aux adultes, les taux de survie à 6 mois chez les enfants est plus élevé : 79 % contre 47 %. Cela suggère que la radiothérapie devrait être envisagée pour tous les gliomes pédiatriques.

Les effets secondaires à long terme de ce type de traitement sur le cerveau en développement, comme les déficits neurocognitifs, les vasculopathies, les troubles endocriniens, les anomalies de croissance et les cancers secondaires, doivent être pris en compte (28).

### **3.1.2 Les gliomes de bas grade**

Les gliomes pédiatriques sont issus des cellules gliales du système nerveux central (SNC) et présentent une grande diversité histologique et de nombreuses localisations anatomiques.

Le traitement idéal des gliomes de bas grade consiste en une résection complète avec une survie à 5 ans de plus de 95 % après traitement.

La majorité des gliomes de bas grade ne peuvent pas être réséqués en raison de leur proximité avec des structures critiques comme l'hypothalamus, les voies optiques ou le tronc cérébral.

Pour les gliomes non résécables, la radiothérapie peut être utilisée seule ou après une chimiothérapie.

Souvent, la chimiothérapie fonctionne bien chez les enfants de moins de 10 ans, ce qui permet de retarder la radiothérapie (22).

Les techniques modernes de radiothérapie, comme la radiothérapie à modulation d'intensité (IMRT) et la protonthérapie, ont pour objectif de limiter les effets secondaires associés à l'exposition des parties éloignées du cerveau aux radiations.

Lorsque la tumeur infiltre directement un organe, les bénéfices cliniques de la protonthérapie sont restreints. Par exemple, pour un gliome hypothalamique, la dose de radiation délivrée à l'hypothalamus sera similaire avec des protons ou des photons. Cependant, la protonthérapie permettra de mieux protéger les structures voisines, comme la région hippocampique (22).

### **3.1.3 Craniopharyngiome**

Les craniopharyngiomes sont des tumeurs cérébrales rares qui se développent à partir de malformations de reste embryonnaire le long du trajet initial du canal craniopharyngien. Ces tumeurs appartiennent au groupe des tumeurs épithéliales bénignes et causent des troubles hormonaux et hypothalamiques.

On distingue 2 sous types : le craniopharyngiome adamantin et le craniopharyngiome papillaire.

L'incidence du craniopharyngiome est de 0,5 à 2,5 nouveaux cas par million d'habitants par an dans le monde.

Le craniopharyngiome représente environ 10 % des tumeurs cérébrales de l'enfant avec un âge médian de 9 ans.

La répartition par âge est bimodale avec un premier pic chez les enfants entre 5 et 10 ans.

La prise en charge des craniopharyngiomes reste complexe en raison de leur comportement invasif et leur tendance à récidiver, nécessitant un suivi dans un centre spécialisé.

Une radiothérapie conformationnelle normofractionnée est indiquée dans le traitement des craniopharyngiomes associé à une résection subtotale du craniopharyngiome, elle peut être envisagée aussi en cas de récurrence du craniopharyngiome, en l'absence de radiothérapie antérieure.

La radiothérapie conformationnelle normofractionnée avec modulation d'intensité est la référence pour le traitement des craniopharyngiomes chez les enfants et les adultes (IMRT), mais la protonthérapie est considérée pour ses avantages balistiques, notamment en pédiatrie, car elle réduit l'exposition des tissus sains autour de la tumeur.

Le choix de la technique de radiothérapie doit être discuté au cas par cas lors de la revue en comité de tumeurs (18,29).

### **3.1.4 Ependymomes**

L'épendymome est une tumeur cérébrale pédiatrique courante, principalement chez les jeunes enfants avec un âge médian de présentation de 4 ans.

Deux types histologiques identifiés dans le cerveau sont l'épendymome de grade II (classique) et le grade III (anaplasique), ce dernier étant associé à un pronostic plus défavorable.

Le traitement principal des enfants atteints de la maladie localisée consiste en une résection chirurgicale complète suivie de radiothérapie (54-59,4 Gy) au niveau du lit tumoral. Environ 5 à 10 % des patients présentent une dissémination dans le système nerveux central (SNC), et ceux âgés de 3 ans ou plus, nécessitent une irradiation craniospinale (CSI) dans le cadre de leur traitement (22).

### **3.1.5 Médulloblastomes**

Les médulloblastomes sont des tumeurs embryonnaires de la fosse postérieure. Ils représentent 30 % des tumeurs cérébrales malignes courantes chez l'enfant, avec un âge médian de présentation de 7 ans et une prédominance masculine.

La classification la plus récente des tumeurs du système nerveux central de l'OMS (5e édition, 2021) divise les médulloblastomes en plusieurs sous-groupes moléculaires basés sur des tests de méthylation. De plus, il existe des classifications histologiques des médulloblastomes qui sont corrélées au pronostic et à la classe moléculaire comme par exemple les médulloblastomes desmoplastiques nodulaires et les médulloblastomes avec nodularité étendue avec tous deux de bons pronostics. Les médulloblastomes de type cellulaire et anaplasique sont associés aux pires pronostics.

L'OMS recommande que, dans la mesure du possible, les médulloblastomes soient classifiés par un diagnostic qui prend en compte l'histologie, les caractéristiques moléculaires et les informations de méthylation. Cela permet une meilleure évaluation et prise en charge de la maladie en fonction des spécificités de chaque sous-type (30).

La prise en charge du médulloblastome est multidisciplinaire, dépend de l'âge de l'enfant et du sous-groupe moléculaire de la tumeur.

Habituellement, les enfants de plus de 3 ans reçoivent une radiothérapie craniospinale avec un renforcement au site tumoral, suivie d'une chimiothérapie.

Les nourrissons, classiquement définis comme des enfants de moins de 3 ans, ne reçoivent pas de radiothérapie post-opératoire immédiate (30).

La figure 7 montre la distribution des doses lors d'un traitement par radiothérapie d'un médulloblastome chez un enfant. Une première dose faible de 23,4 Gy est délivrée à l'ensemble de l'axe crano-spinal (en violet), suivi d'une dose plus élevée de 30,6 Gy (ligne en bleu foncée) uniquement au lit tumoral.

Ainsi, la zone cible reçoit 54 Gy, répartie sur une période de 6 semaines, soit 30 séances (22).



Figure 7 : Radiographie d'un médulloblastome chez un enfant traité par radiothérapie (22).

### 3.1.6 Les neuroblastomes

Le neuroblastome est une tumeur solide hétérogène qui se développe dans le système nerveux sympathique. Les neuroblastomes se forment le plus souvent dans l'abdomen et sont fréquemment localisés dans la glande surrénale (31).

Les neuroblastomes comptent pour 10 % des tumeurs pédiatriques et environ 15 % des décès par cancer en pédiatrie. Cela représente la tumeur solide la plus courante rencontrée en dehors du système nerveux central chez les nourrissons (32).

Il existe certaines différences ethniques dans l'incidence du neuroblastome, la maladie étant plus fréquente chez les personnes d'origine européenne, tandis que les enfants afro-américains tendent à présenter une maladie à plus haut risque. Le neuroblastome a également été classé comme une tumeur embryonnaire, car des preuves suggèrent que ces tumeurs proviennent des cellules de la crête neurale (NCC) pendant le développement foetal (31).

Elle se situe principalement dans la région rétropéritonéale (surrénales) et peut également apparaître dans le cou, la poitrine ou le bassin. L'âge médian d'apparition est de 3 ans. Les indications courantes pour la radiothérapie pédiatrique extra-crânienne sont :

- **neuroblastomes à haut risque** : après chimiothérapie d'induction, résection chirurgicale et chimiothérapie à haute dose avec greffe autologue, suivie d'un traitement d'entretien,
- **neuroblastomes localisés à risque élevé** : après chimiothérapie d'induction et chirurgie, suivi d'un traitement d'entretien (acide trans-rétinoïque) (12).

La radiothérapie est envisagée en cas de maladie résiduelle après la chirurgie et la chimiothérapie. Les patients à haut risque de neuroblastome nécessitent une chirurgie, une chimiothérapie et une radiothérapie (32).

### 3.2 Les leucémies

Les leucémies englobent plusieurs entités d'hémopathies malignes secondaires à transformation cancéreuse d'une cellule hématopoïétique entraînant un envahissement de la moelle osseuse.

Les leucémies aiguës constituent la presque totalité des leucémies de l'enfant, elle représente environ 500 nouveaux cas par an en France, les leucémies constituent près d'un tiers des cancers pédiatriques.

Chez l'enfant les leucémies aiguës lymphoblastiques LAL sont plus fréquente 80% des cas que les leucémies aiguës myéloblastiques LAM 20% des cas.

Les leucémies chroniques de l'enfant sont très rares moins de 20 cas par an en France.

Les symptômes cliniques qui peuvent orienter vers une leucémie sont des signes d'insuffisance médullaire, des douleurs osseuses diffuses et ou un syndrome tumoral de type hépatosplénomégalies.

La prise en charge des leucémies aiguës de l'enfant est effectuée au sein d'équipes spécialisées et organisées en réseau bien coordonné. Après le diagnostic, l'enfant est hospitalisé dans un des centres de références en oncologie-hématologie pédiatrique du réseau (33).

### 3.3 Sarcome d'Ewing (SE)

Le sarcome d'Ewing (SE) est une tumeur osseuse maligne qui se développe durant les 2 premières décennies de vie et affecte le plus souvent les hommes.

Cette tumeur affecte principalement les os plats. Les localisations céphaliques et cervicales sont très peu fréquentes : de 2 à 4 %. Quand la tumeur se localise à la mâchoire, elle affecte plus souvent la mandibule que le maxillaire.

Le SE mandibulaire est de diagnostic difficile du fait de sa rareté. Il s'agit le plus souvent de la découverte par le chirurgien-dentiste ou le stomatologue d'une masse d'aspect inflammatoire pouvant être douloureuse. Cette masse peut être à l'origine d'un trouble de l'occlusion dentaire, d'une atteinte du nerf V3 ou d'une fracture par lyse osseuse (34).

Les sarcomes d'Ewing sont la deuxième cause de tumeurs osseuses malignes chez les adolescents et les jeunes adultes (90 % avant l'âge de 20 ans).

Les tumeurs peuvent être localisées dans tous les sites mais sont majoritairement retrouvées dans les os plats (60 %). Une première extension extra-osseuse est observée dans 20 % des cas. 25 % des SE sont métastatiques au moment du diagnostic principalement pulmonaire, mais aussi médullaire ou osseux.

Après la chirurgie, la radiothérapie est nécessaire pour tous les SE sauf les cas suivants : tumeurs des membres après une résection complète avec moins de 10 % de cellules viables, ou présence d'effets secondaires majeures.

La chimiothérapie est adaptée si elle est concomitante avec la radiothérapie. L'IMRT est couramment utilisée pour optimiser le traitement et la protonthérapie est de plus en plus envisagée (12).

### **3.3.1 Exemple d'un enfant atteint d'un sarcome d'Ewing**

Voici l'exemple d'un enfant de 7 ans consultant son chirurgien-dentiste pour une déformation mandibulaire.

Le patient présente également un œdème de la région mentonnière, du plancher buccal et du vestibule inférieur droit qui est partiellement comblé (Figure 8).



*Figure 8 : Masse du corps mandibulaire droit sans signe inflammatoire (34).*



À l'examen radiographique, le praticien observe une volumineuse lésion ostéolytique du corps droit mandibulaire sous les germes des 44 et 45 évoquant une tumeur osseuse maligne (Figure 9).



*Figure 9 : Orthopantomogramme (OPT), volumineuse lésion ostéolytique du corps mandibulaire droit refoulant les germes des dents 44 et 45 (34).*

Le patient présente une masse mandibulaire indolore avec un déplacement dentaire sans contexte traumatique et sans retentissement fonctionnel.

La muqueuse buccale n'est pas inflammatoire et la sensibilité du nerf V3 est intacte. Une tomodensitométrie TDM et une imagerie par résonance magnétique IRM ont été réalisées.

La lésion est centrée sur le corps mandibulaire droit. La symphyse de l'angle mandibulaire droit est respectée. L'aspect ostéolytique avec la corticale antérieure soufflée et la réaction périostée évoque une tumeur osseuse maligne de type sarcome d'Ewing (Figure 10).

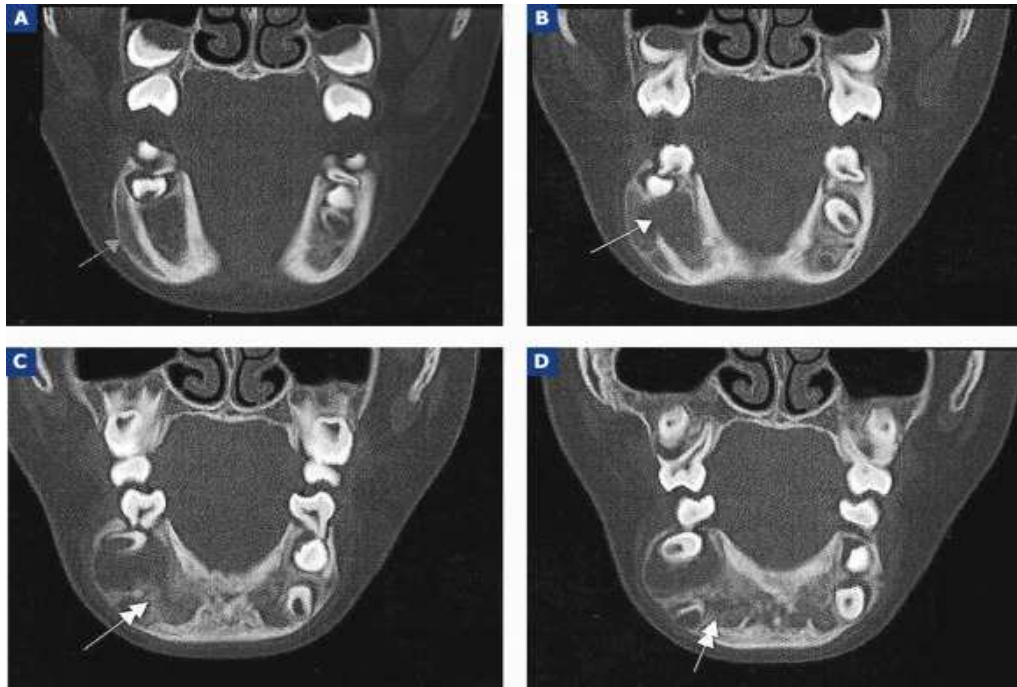


Figure 10 : Lésion de 50mm×22mm×32mm centrée sur le corps droit de la mandibule soufflant la corticale antérieure. A. Réaction périostée. B. Lyse corticale. C et D. Envahissement tumoral intra-osseux (34).

La tomographie par émission de positons (TEP) révèle un hypermétabolisme symphysaire et parasymphysaire (Figure 11) (34).

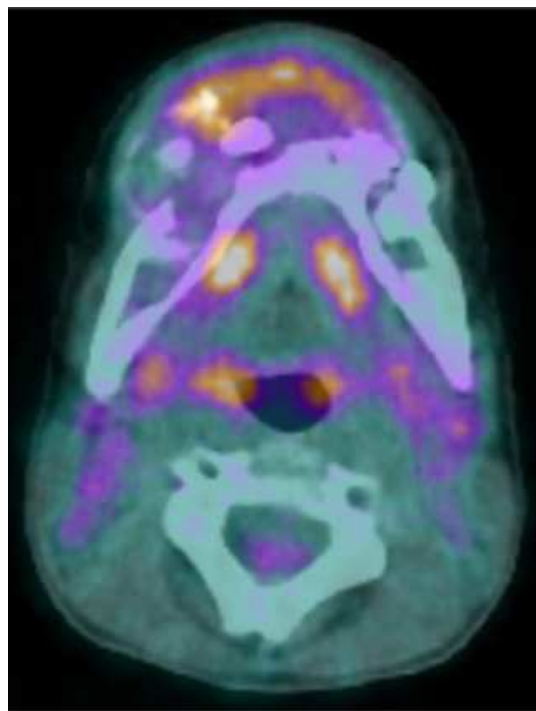


Figure 11 : Tomographie par émission de positon (TEP), hypermétabolisme symphysaire et du corps mandibulaire droit (34).

La biopsie confirme une tumeur maligne à petites cellules rondes présentant le transcrit moléculaire spécifique affirmant le diagnostic de sarcome d'Ewing.

Le patient est orienté au service de chirurgie maxillo-faciale, la prise en charge du sarcome mandibulaire nécessite une approche multidisciplinaire.

Le traitement comprend de la chimiothérapie et une chirurgie d'exérèse. La radiothérapie sera discutée en réunion de concertation pluridisciplinaire avec les éléments anatomopathologiques.

L'approche multidisciplinaire du traitement du SE par chimiothérapie, chirurgie et radiothérapie a permis d'accroître la survie à long terme à plus de 50 %. En 1987, l'InterGroup Ewing Sarcoma Study (IESS) concluait que le SE de la région cervicofaciale présentait un meilleur taux de survie que les autres régions.

### 3.4 Lymphomes de Hodgkin

Le lymphome de Hodgkin est une tumeur hématologique maligne courante des ganglions lymphatiques et du système lymphatique.

Les lymphomes représentent 10 à 15 % des cancers infantiles et environ 30 % sont des lymphomes de Hodgkin.

Le pronostic des lymphomes hodgkiniens est favorable avec une probabilité de survie globale supérieure à 90 % à 5 ans.

Tous les patients reçoivent deux cycles de chimiothérapie d'induction avant une évaluation de la réponse par scanner et PET, qui permet de déterminer l'indication de radiothérapie. Les techniques de radiothérapie contribuent à limiter les effets secondaires tardifs et la protonthérapie semble présenter un avantage en matière de dosimétrie (12,35).

### 3.5 Sarcomes des tissus mous non-rhabdomyosarcomes

Les sarcomes des tissus mous non rhabdomyosarcomateux (NRSTS) sont un groupe hétérogène de tumeurs mésenchymateuses extra squelettiques rares et agressives, représentant 3 à 4 % des cas de cancer chez les enfants.

Le taux de survie global des patients atteints de NRSTS est d'environ 70%.

La radiothérapie joue un rôle clé dans le traitement des enfants et adolescents atteints de NRSTS, même si son utilisation est partiellement limitée à cause de ses effets secondaires.

La protonthérapie constitue une option thérapeutique adaptée dans le traitement des enfants. Grâce à ses propriétés uniques de distribution en profondeur, elle permet de réduire de manière significative les doses

administrées aux tissus sains, tout en augmentant les doses délivrées à la tumeur (20).

La décision de faire une radiothérapie nécessite une étude précise de facteurs tels que l'âge du patient, le type de tumeur et son stade afin d'évaluer les avantages du contrôle local de la maladie contre les risques d'effets secondaires à long terme, en particulier chez les jeunes patient encore en croissance. Ces effets secondaires peuvent avoir des conséquences importantes sur la qualité de vie des survivants avec des séquelles morphologiques et fonctionnelles potentielles (20).

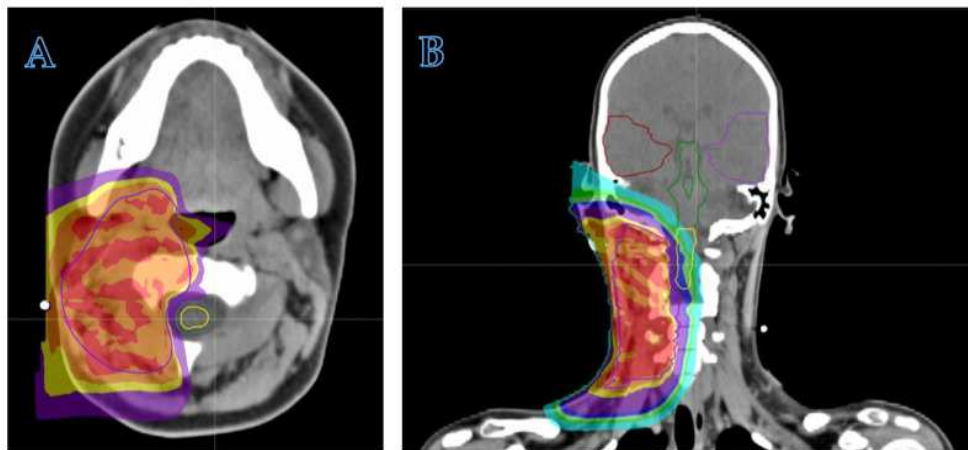


Figure 12 : Vues axiale (A) et coronale (B) d'un plan de traitement par faisceau de protons, utilisant la technique de protonthérapie par balayage de faisceau (20).

Exemple du traitement d'une fille de 13 ans atteinte d'un sarcome épithélioïde. La figure 12 montre que le volume cible clinique est bien couvert par les doses élevées de radiothérapie, indiquées en rouge, orange et jaune, tandis que les organes à risque reçoivent de très faibles doses, représentées en vert clair, vert et violet. (Figure 12) (20).

### 3.6 Rhabdomyosarcomes (RMS)

Le rhabdomyosarcome (RMS) est une tumeur maligne de haut grade qui ressemble morphologiquement au muscle squelettique en développement.

C'est le sarcome des tissus mous le plus fréquent chez l'enfant, représentant 3 % de tous les cancers pédiatriques, le taux de guérison global dépasse 70 % (36).

Le rhabdomyosarcome est classé en 2 sous-types histologiques : embryonnaires et alvéolaires, le type embryonnaire représente 60 à 70 % des cas de RMS chez l'enfant et se localise au niveau de la tête et du cou.

La radiothérapie est utilisée pour améliorer le contrôle local des patients atteints de rhabdomyosarcome avec tumeur résiduelle.

Les volumes cibles pour la radiothérapie des rhabdomyosarcomes sont déterminés par imagerie avec contraste après la chimiothérapie préopératoire, en tenant compte de l'extension initiale de la tumeur. L'IMRT est la technique d'imagerie standard en raison de son avantage balistique. La protonthérapie est recommandée pour les tumeurs de la tête et du cou surtout chez les jeunes enfants (12,37).

Le cas clinique suivant décrit un enfant atteint d'un rhabdomyosarcome. La figure 13 met en évidence une tuméfaction exo-buccale à gauche. L'orthopantomogramme révèle une altération de l'architecture osseuse du ramus mandibulaire et de l'angle goniale, tandis que le scanner montre une ostéolyse du ramus gauche (Figure 14) (38).



*Figure 13 : Vue clinique préopératoire du patient montrant un gonflement buccal sur le côté gauche (38)*

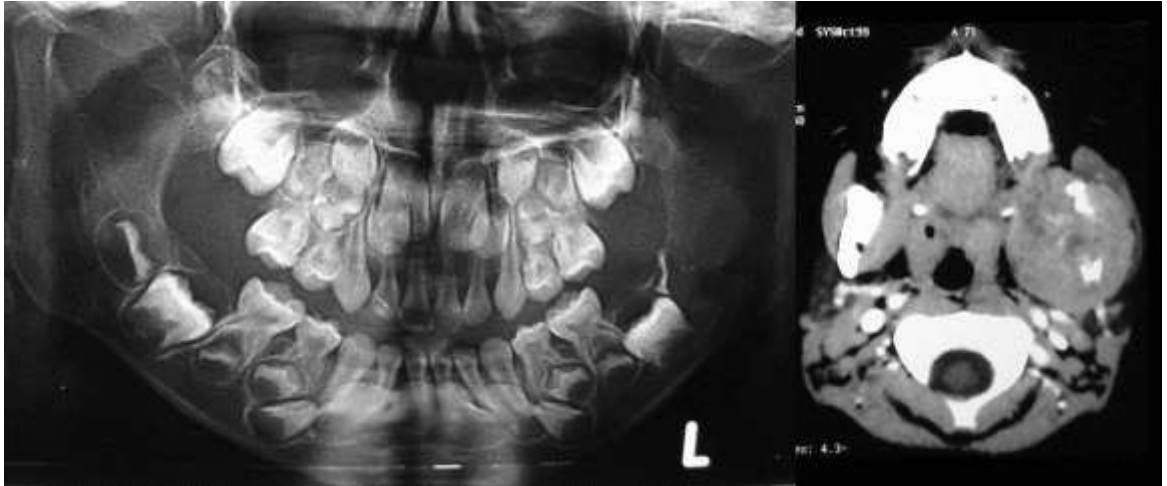


Figure 14 : À gauche : orthopantomogramme original du même patient montrant l'architecture osseuse perturbée du Ramus mandibulaire et de l'angle s'étendant jusqu'au germe de la dent 37. À droite : scanner original, montrant une ostéolyse du Ramus gauche (38)

### 3.7 Le carcinome nasopharyngé (NPC)

Le cancer du nasopharynx est une tumeur maligne épithéliale rare chez l'enfant, représentant environ 1 % des cancers pédiatriques.

Le carcinome nasopharyngé représente entre 20 et 50 % de toutes les tumeurs du nasopharynx chez les enfants et l'âge médian au diagnostic est compris entre 12 et 15 ans.

Le NPC prend naissance dans les zones profondes de la région de la tête et du cou et les symptômes n'apparaissent souvent qu'après une infiltration étendue des structures locales. Cela conduit fréquemment à un retard de diagnostic.

La majorité des enfants atteints de NPC présentent des signes et des symptômes non spécifiques comme une obstruction nasale ou des saignements, une perte d'audition ou une otalgie, ainsi qu'une adénopathie cervicale.

La radiothérapie est cruciale dans le traitement des NPC, qui sont généralement des tumeurs radiosensibles.

Actuellement, la plupart des enfants sont traités par une radiothérapie avec modulation d'intensité (IMRT), une technique qui améliore le contrôle local et permet une réduction des toxicité aiguës et tardives (14,26,39).

## **4 CONSÉQUENCES BUCCO-DENTAIRE DE LA RADIOTHÉRAPIE CHEZ L'ENFANT**

Les effets tardifs du cancer pédiatrique et de leurs traitements peuvent affecter la santé bucco-dentaire et la planification des traitements associés.

Les chirurgiens-dentistes sont de plus en plus susceptibles de rencontrer les patients atteints de cancers pédiatriques dans leur pratique. Il est donc essentiel que les praticiens soient informés des complications bucco-dentaires liés aux traitements par radiothérapie chez ces patients afin d'avoir une prise en charge optimale (40).

Les enfants nécessitant une radiothérapie au niveau de la tête et du cou ont une incidence plus élevée de développer des complications bucco-dentaires telles que des douleurs, des ulcères, une sécheresse buccale (xérostomie) et une perte du goût par rapport aux patients adultes. Ils peuvent également présenter des modifications aiguës ou chroniques des tissus dentaires et parodontaux, outre le risque d'ostéoradionécrose (41,42).

Grâce aux progrès des traitements multimodaux, le taux de guérison du cancer pédiatrique atteint désormais 85 %. En 2020, le nombre d'enfants ayant survécu à un cancer est estimé à plus d'un demi-million. Toutefois, la radiothérapie reste une cause majeure d'effets tardifs, mettant en évidence la nécessité pour les oncologues radiothérapeutes de mieux appréhender ces complications et d'œuvrer à l'amélioration des soins de support et du suivi des patients (43).

Les séquelles dentaires des thérapies anti-cancéreuses comme la radiothérapie sont irréversibles chez les individus en croissance. Trois facteurs clés influencent la gravité des anomalies dentaires : l'âge de l'enfant, la forme et la durée du traitement anti-cancéreux et finalement le stade de développement dentaire au moment du traitement.

### **4.1 Conséquences tissulaires**

#### **4.1.1 La radiomucite**

La mucite radio-induite est définie comme l'altération non seulement de l'épithélium, mais aussi de l'ensemble de la muqueuse et du tissu conjonctif sous-jacent, se traduisant par l'apparition d'une ulcération. Elle se manifeste par une rougeur, une douleur et des aphtes plus ou moins nombreux, une modification du goût, une sensation de bouche sèche ou pâteuse ou encore une soif permanente.

Le risque de mucite est influencé par plusieurs facteurs, notamment les modalités d'irradiation, le volume irradié, la dose par séance, la dose totale ainsi que l'éventuelle association à une chimiothérapie concomitante.

La survenue d'une radiomucite augmente le risque d'infection, notamment par des champignons (candidose). Cette radiomucite peut entraîner une impossibilité temporaire de s'alimenter par la bouche. Des soins adaptés, voire une hospitalisation, sont parfois nécessaires. Elles sont classées par l'OMS selon la sévérité de l'atteinte tissulaire (Tableau 4) (44,45).

Tableau 4 : Classification des mucites radio-induites selon l'OMS (45).

Grade	Classification de l'OMS
0	Pas de mucite
1	Érythème, sensation désagréable (douleur)
2	Érythème, ulcères, alimentation solide possible
3	Ulcères, alimentation liquide uniquement possible
4	Alimentation per os impossible, alimentation entérale ou parentérale obligatoire

Il existe deux formes de mucite : la mucite rouge et la mucite blanche.

#### **La mucite rouge (mucite érythémateuse)**

Il s'agit d'une complication précoce qui apparaît dès la fin de la première semaine de radiothérapie. En général, elle est localisée au niveau du voile du palais, des piliers amygdaliens, des faces internes de joue, des bords de langue et de la paroi postérieure du pharynx. À ce stade, il est important de faire des bains de bouche spéciaux à base de bicarbonate de sodium et d'antiseptiques (parfois associés à des antifongiques comme le Fungizone) (46).

#### **La mucite blanche**

Cette lésion est plus décalée dans le temps et apparaît vers la fin de la deuxième semaine de radiothérapie. Elle se caractérise par la formation sur les zones érythémateuses de plaques blanches jaunâtres. Ces plaques pseudomembraneuses sont constituées de cellules épithéliales mortes, de fibrine et de leucocytes altérés. Ces plaques peuvent confluer à la fin de la troisième



semaine de traitement. Cette mucite blanche s'accompagne d'une dysphagie et de douleurs et est associée à une xérostomie et une perte du goût.

L'irradiation peut entraîner une brûlure et une irritation des gencives et des muqueuses, ce qui peut augmenter la fréquence des infections, des blessures ainsi que des aphtes (47).

Un dépôt blanchâtre peut être observé sur ou autour des aphtes, voire de façon un peu plus diffuse dans la bouche et sur la langue (muguet). Il s'agit de champignons de type *Candida Albicans*, gênants mais rarement toxiques, qui se développent en profitant de cette période de faiblesse des défenses immunitaires (46).

#### **4.1.2 Sécheresse des muqueuses et diminution salivaire**

Les glandes salivaires peuvent être atteintes par la radiothérapie et entraîner une diminution (hyposialie) voire une absence totale de production de salive (xérostomie).

Cette altération de production salivaire impacte la qualité de vie de l'enfant, entraînant une perte de goût et rendant l'alimentation plus difficile. Cela affecte l'état nutritionnel à long terme.

De plus, la qualité de la salive est altérée. Elle devient plus visqueuse et donc ne remplit pas son rôle d'auto-nettoyage des dents et des gencives. Les patients présentant une xérostomie sont exposés à une augmentation du risque carieux, à des douleurs oropharyngées persistantes, à des sensations de brûlure au niveau des muqueuses buccales ou gingivales, ainsi qu'à des troubles de la phonation et de la déglutition. Une voix enrouée et un assèchement des muqueuses nasales peuvent également être observés.

Le changement dans le flux salivaire s'accompagne de modifications des propriétés antibactériennes de la salive et de modifications du microbiome oral, ce qui entraîne une augmentation des bactéries cariogènes et acidogènes comme *Streptococcus Mutans*, *Lactobacillus*, *Actinomyces* et une diminution de la concentration de *Neisseria*, *Fusobacterium* et *Streptococcus Sanguinis*. Ces modifications de la flore buccale favorisent les infections fongiques et, lorsqu'elles sont associées à la diminution du volume salivaire et de la modification du pH salivaire, elles augmentent le risque carieux.

Les glandes salivaires présentent une sensibilité marquée aux radiations. Une dose de 20 Gy peut entraîner une réduction d'environ 80 % de la production salivaire, tandis qu'une exposition à 30 Gy est susceptible de provoquer une altération permanente de leur fonction.

En raison de leur localisation anatomique, ces glandes sont fréquemment exposées au champ d'irradiation lors du traitement des cancers de la région cervico-faciale, notamment le carcinome nasopharyngé, le rhabdomyosarcome ou encore le lymphome de Hodgkin (40,42,44,48,49).

## 4.2 Conséquences dentaires

Chez les patients traités par radiothérapie, les effets tardifs sur le développement dentaire sont relativement fréquents. Toutefois, les radiologues ne sont pas toujours familiers avec les manifestations radiographiques spécifiques de ces altérations bucco-dentaires induites par l'irradiation.

Les professionnels de santé, impliqués dans le traitement des patients, sont généralement peu informés des conséquences bucco-dentaires de la radiothérapie et de la diversité des effets secondaires. Ces effets peuvent être graves et avoir un impact considérable sur la qualité de vie.

L'intensité des anomalies dentaires dépend du type et de la dose de radiothérapie ainsi que du stade de développement dentaire au moment de l'irradiation.

Parmi les perturbations signalées figurent l'agénésie, la microdontie et la réduction de la taille de la racine (50).

### **4.2.1 Perturbation du développement dentaire et des cellules améloblastiques**

Le développement dentaire est un processus complexe, régulé par une série de réseaux cellulaires et moléculaires intervenant à des moments et à des endroits bien déterminés. Les incisives centrales temporaires font leur éruption dès l'âge de 6 mois, et la denture temporaire est généralement complète vers l'âge de 3 ans. L'éruption des dents permanentes, quant à elles, se déroulent entre 6 et 12 ans (Tableaux 5 et 6) (51).

Tableau 5 : Évolution des dents temporaires (51).

Dents	Début minéralisation couronne	Éruption	Résorption	Remplacement
Centrale	4ème - 5ème mois IU	3 à 6 mois	4 ans	7 ans
Latérale	4ème - 5ème mois IU	6 à 12 mois	5 ans	8 ans
Canine	5ème mois IU	18 à 24 mois	8 ans	10 ou 11 ans
1 <sup>ère</sup> molaire	5ème mois IU	12 à 18 mois	6 ans	9 ans
2 <sup>e</sup> molaire	7ème mois IU	24 à 30 mois	7 ans	10 ou 11 ans

Tableau 6 : Évolution des dents permanentes (51).

Dents	Mise en place du germe	Début de minéralisation	Achèvement de la couronne	Éruption	Édification complète
Centrale	5ème mois I.U.	3 mois	4 à 5 ans	6 à 7 ans	10 ans
Latérale	5ème mois I.U.	6 mois	5 ans	7 à 8 ans	10 ans
Canine	5ème mois I.U.	6 à 9 mois	6 ans	11 à 12 ans	13 à 15 ans
1 <sup>ère</sup> prémolaire	Naissance	2 ans	6 à 7 ans	10 à 12 ans	13 ans
2 <sup>e</sup> prémolaire	9 à 12 mois	3 ans	6 à 8 ans	11 à 12 ans	14 ans
1 <sup>ère</sup> molaire	4ème mois I.U.	Naissance	3 à 4 ans	6 ans	9 à 10 ans
2 <sup>e</sup> molaire	9 à 12 mois	30 mois	8 ans	12 à 13 ans	15 ans
3 <sup>e</sup> molaire	5 à 6 ans	7 à 10 ans	13 à 15 ans	17 ans et +	Après 18 ans

L'administration d'un traitement anticancéreux par radiothérapie durant ces phases critiques du développement dentaire peut perturber ces réseaux et entraîner des anomalies dentaires. Une radiothérapie impliquant la cavité buccale augmente considérablement ce risque, car les améloblastes, cellules responsables de la formation de l'émail, sont particulièrement radiosensibles et peuvent être endommagés par des doses aussi faibles que 10 Gy ce qui engendre une dysplasie et hypoplasie de l'émail.

Une exposition à des doses supérieures à 20 Gy peuvent entraîner des troubles tels qu'une dysplasie de l'émail, des malformations dentaires de type microdontie, voire une agénésie dentaire. Lorsque la dose atteint 30 Gy, le développement dentaire peut être totalement interrompu (52).

La radiothérapie entraîne également des anomalies de structures comme une réduction de la microdureté de surface de l'émail et de la dentine, ainsi qu'une diminution significative des composants minéraux de l'émail, notamment le phosphate, le carbonate, et les hydrocarbures avec une détérioration de la matrice organique. Ces modifications altèrent les propriétés mécaniques de la dent, la rendant plus fragile. Des fissures au niveau de l'émail ainsi qu'une oblitération des tubulis dentinaires peuvent être observés. À 30 Gy, des altérations superficielles commencent à apparaître, avec des irrégularités modérées, à 60 Gy, on observe des structures amorphes, des fissures marquées et une désorganisation de la surface comme l'illustre la figure 15 (50,53,54).

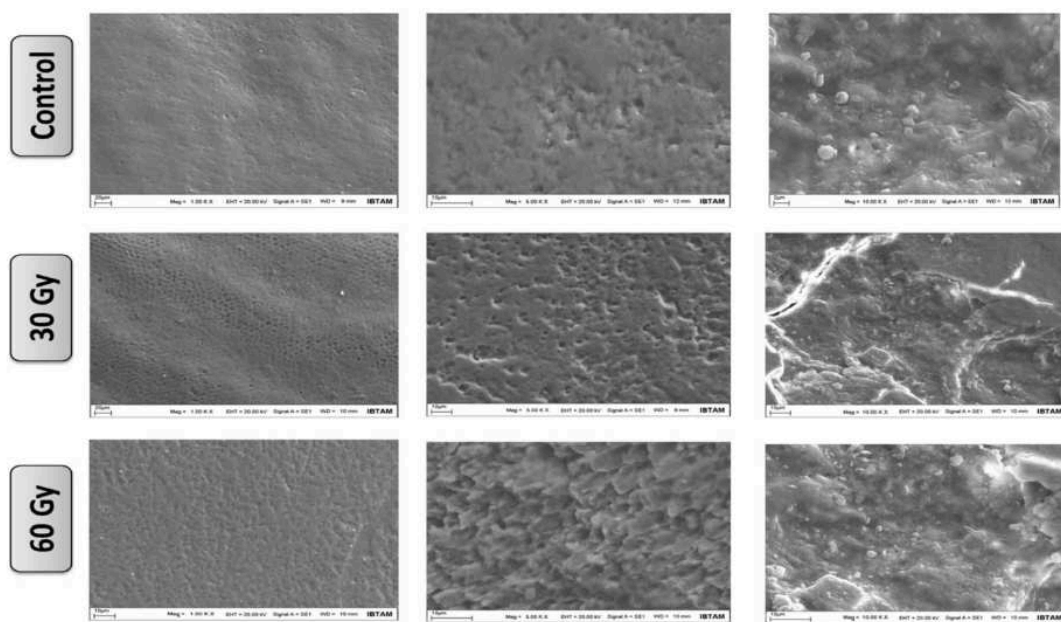


Figure 15 : Images au microscope électronique à balayage de l'émail et de la dentine dans les groupes témoin, irradié à 30 Gy et irradié à 60 Gy, à des grossissements de 100x, 500x et 1000x (53).

#### 4.2.2 Effets sur le développement des racines

La radiothérapie peut induire une évolution dentaire ralentie, voire incomplète, pouvant aller jusqu'à un arrêt de l'édification radiculaire des dents situées dans le champ d'irradiation. Ces dents se caractérisent alors par des racines courtes, effilées en forme de V, avec une fermeture apicale prématurée, comme l'illustre la figure 16. Le rapport défavorable entre la hauteur coronaire et la hauteur radiculaire compromet souvent la stabilité de ces dents, ce qui peut contre-indiquer les mouvements orthodontiques dans la zone concernée. Une planification thérapeutique minutieuse est donc nécessaire afin d'éviter l'application de forces excessives susceptibles d'entraîner des complications (48).

Une corrélation a été établie entre la localisation du champ d'irradiation, le stade de développement des tissus dentaires au moment du traitement, et la sévérité des altérations observées. Une exposition à des doses élevées de radiations avant la formation complète des racines peut entraîner un arrêt du développement radiculaire. Dans ces cas, les apex restent ouverts puis se ferment prématurément, sans allongement physiologique de la racine.

Cette perturbation peut compromettre l'éruption dentaire : certaines dents peuvent ne pas faire leur éruption, tandis que d'autres peuvent faire éruption mais présenter un pronostic défavorable, avec un risque accru de perte prématurée. Ces anomalies ont un impact fonctionnel et esthétique significatif, altérant potentiellement la qualité de vie du patient.

Des manifestations plus légères sont observées lorsque les doses sont plus faibles ou que les racines sont déjà formées, dans ces cas l'impact sur la santé dentaire peut être plus discret. Dans certains cas, aucun effet dentaire tardif n'est détecté, ce qui suggère qu'il existe un seuil de tolérance aux radiations. À ce jour, il n'existe pas de données sur les seuils de dose réels pour le développement des effets dentaires tardifs. Connaître de tels seuils serait utile pour les oncologues radiothérapeutes lors de la planification des champs de traitement, afin qu'ils puissent envisager des contraintes de dose pour les structures dentaires.

Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour optimiser la radiothérapie pédiatrique en permettant de prévenir ou de limiter les séquelles dentaires et maxillo-faciales (55).

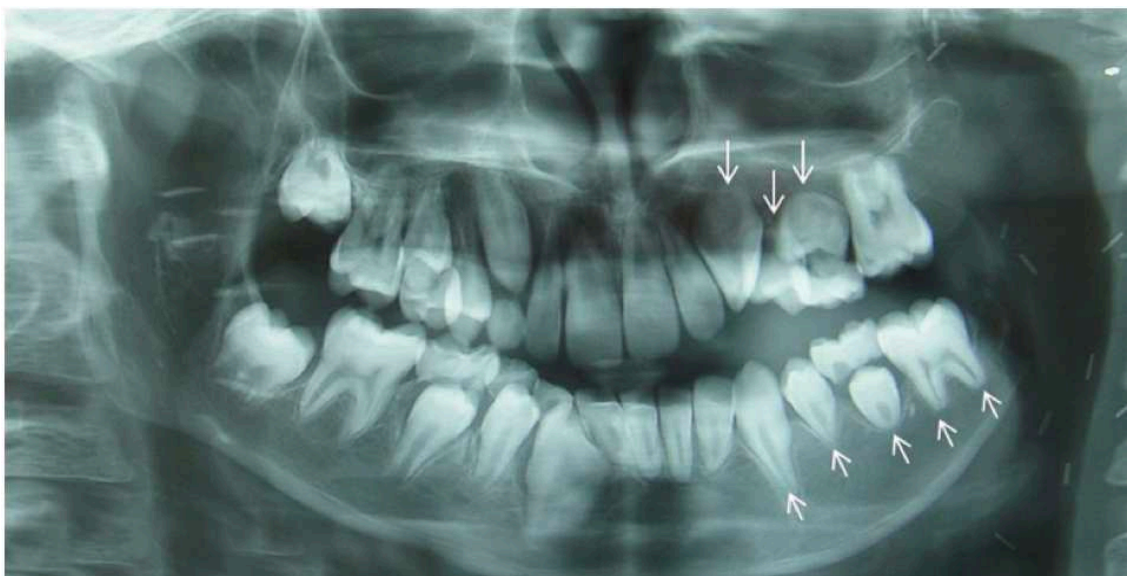


Figure 16 : Arrêt de l'édification radiculaire dans le territoire d'irradiation à gauche (48).

### **4.2.3 Effets sur le parodonte et l'apparition des lésions carieuses**

La radiothérapie altère la santé parodontale de manière dose-dépendante. Cette détérioration résulte d'une diminution de la vascularisation et de la cellularité marquée par une production accrue de collagène aboutissant à un phénomène de fibrose ce qui entraîne un affaiblissement du potentiel de guérison et de remodelage des tissus parodontaux. Le ciment radiculaire peut également subir des modifications devenant acellulaire et présentant une capacité réduite de régénérations des fibres de Sharpey. Ces altérations compromettent l'ancrage et la stabilité dentaires favorisant l'apparition de pathologies parodontales. Dans les cas les plus avancés ces lésions peuvent évoluer vers une ostéo-radio-nécrose (54).

Le risque de développement de lésions carieuses chez les patients pédiatriques traités par radiothérapie est particulièrement élevé. Cette susceptibilité accrue de développer des caries post-radique résulte d'une altération à la fois quantitative et qualitative de la salive, associée à un déséquilibre du microbiote buccal au profit d'une flore bactérienne plus cariogène. À cela s'ajoute fréquemment un défaut d'émail, secondaire à un effet direct de l'irradiation sur les structures dentaires. Par ailleurs, des facteurs contributifs tels qu'une hygiène bucco-dentaire insuffisante et des modifications des habitudes alimentaires peuvent également favoriser l'apparition de lésions carieuses ainsi que le développement de maladies parodontales.

Les effets tardifs sur le développement dentaire sont fréquents et nécessitent une prise en charge adaptée. Les dentistes, orthodontistes, radiologues et chirurgiens doivent être capables de reconnaître et de diagnostiquer ces effets. Les oncologues pédiatriques, radiothérapeutes et chirurgiens maxillo-faciaux devraient tenir compte de ces effets lors de la planification initiale des traitements pour informer les patients et leurs familles des conséquences possibles (40,48).

## 4.2.4 Exemples cliniques des conséquences dentaires

### 4.2.4.1 Exemple 1 : patiente diagnostiquée à l'âge de 3 ans d'un rhabdomyosarcome embryonnaire sur le côté droit du nasopharynx



Figure 17 : Radiographie panoramique réalisée à l'âge de 23 ans chez une patiente atteinte d'un rhabdomyosarcome à l'âge de 3 ans (55).

La figure 17 montre une radiographie panoramique réalisée à l'âge de 23 ans. Le patient a été traité par une radiothérapie externe utilisant des photons à une dose totale de 50,4 Gy.

La forte dose de radiation au niveau de la région dentaire postérieure a entraîné une absence des deuxième molaires permanentes (17, 27, 37, 47), conséquence directe de l'altération des germes dentaires en développement.

Au moment du traitement, les premières molaires (16, 26, 36, 46) étaient en phase initiale de leur formation radiculaire. Cette formation a été perturbée comme le montre la radiographie panoramique avec un arrêt de développement des racines.

Pendant l'irradiation, les prémolaires étaient en cours de formation coronaire, la radiographie montre une formation perturbée des couronnes particulièrement marquée sur les dents 44 et 45, qui ont été exposées à une dose de radiation plus élevée que du côté gauche. De plus les racines de ces deux dents sont également affectées, elles sont courtes et effilées.

Les dents antérieures ne présentent pas d'effets tardifs, leur localisation dans une zone moins exposée aux radiations leur a permis d'échapper aux altérations observées dans les secteurs postérieurs (55).



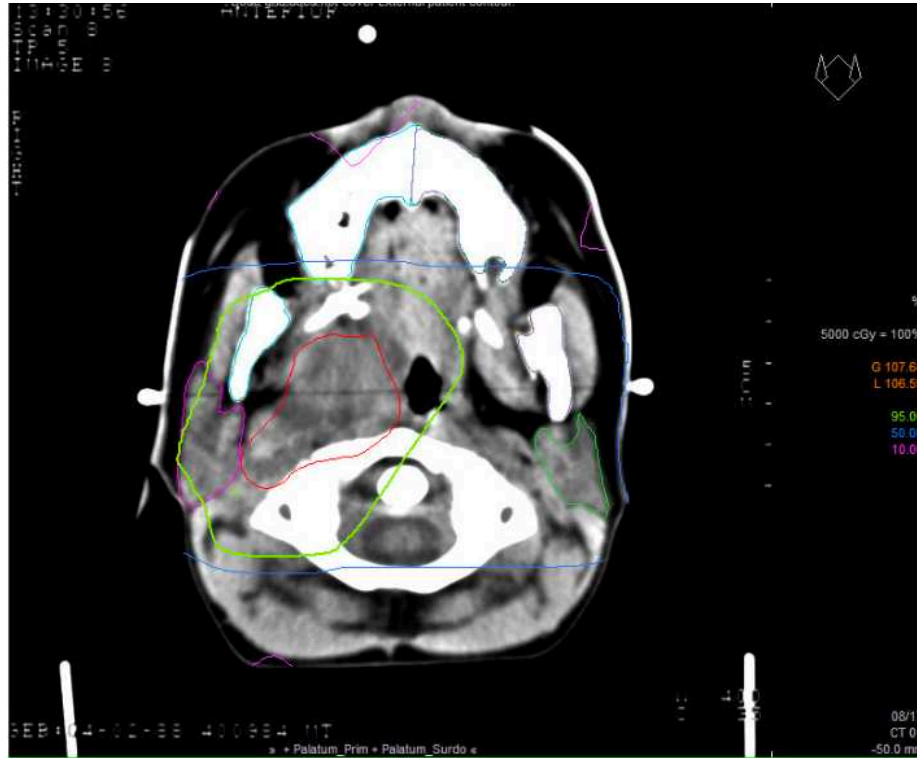


Figure 18 : Coupe axiale d'un scanner dosimétrique montrant la planification de la radiothérapie (55).

Sur la figure 18, la zone rouge centrale, correspond au volume tumoral recevant la dose prescrite de 50,4 Gy, les contours verts et bleus représentent la répartition de la dose décroissante vers les tissus sains.

4.2.4.2 Exemple 2 : Cas d'une patiente diagnostiquée d'un rhabdomyosarcome de type fusiforme dans le nasopharynx droit à l'âge de 3 ans et 10 mois

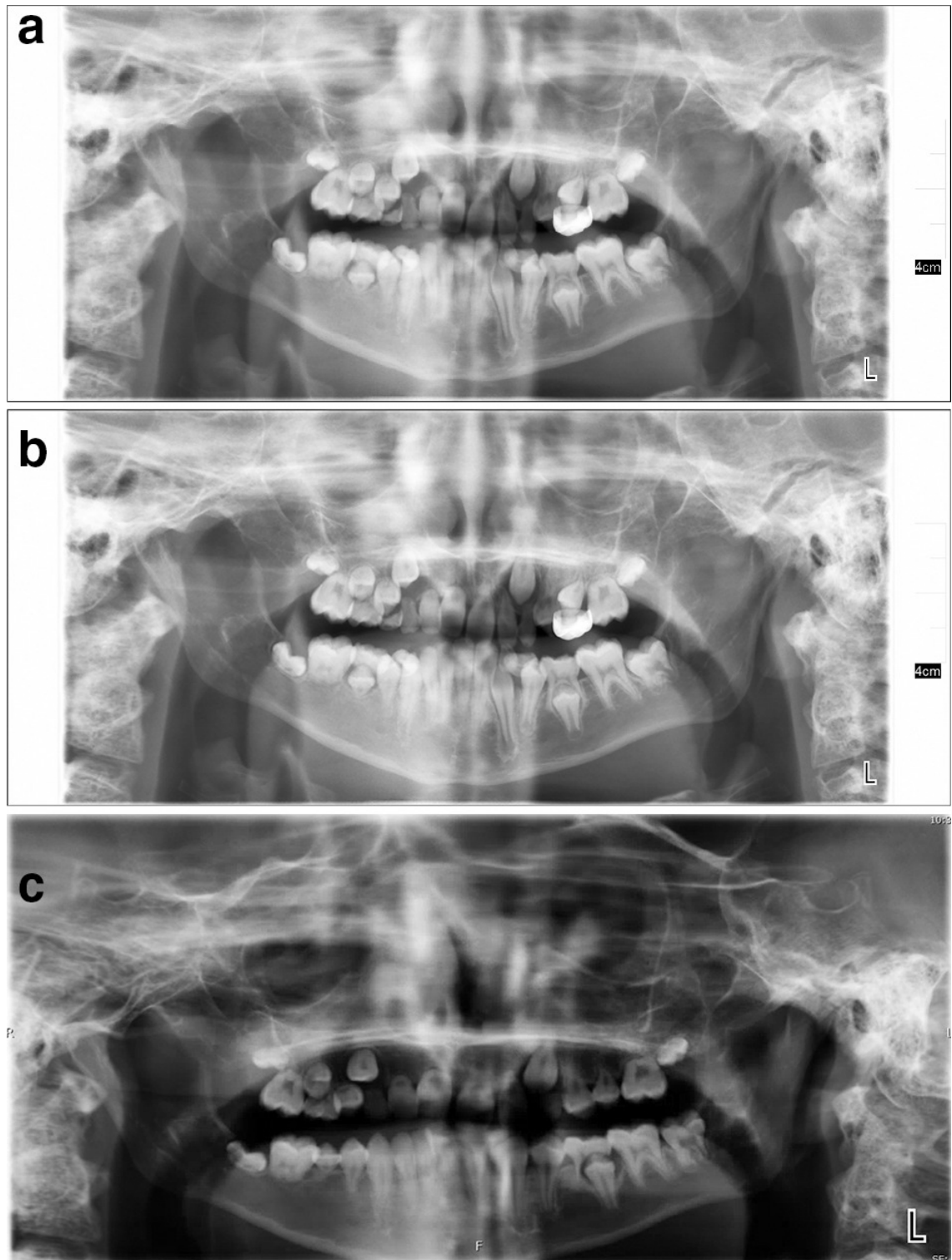


Figure 19 : a : radiographie panoramique à l'âge de 5 ans et 11 mois, b : à l'âge de 9 ans et 1 mois, c : à l'âge de 16 ans et 4 mois (55).

La figure 19 montre une série de radiographies panoramiques illustrant l'évolution du développement dentaire de la patiente après la radiothérapie.

- Cliché a : réalisée à 5 ans et 11 mois, soit 2 ans après le traitement.
- Cliché b : réalisée à 9 ans et 1 mois, correspondant à 5 ans et 3 mois après le traitement.
- Cliché c : effectuée à 16 ans et 4 mois, soit 12 ans et demi après le traitement.
- Les deuxièmes molaires : le développement des deuxièmes molaires a été interrompu pendant la formation des couronnes ce qui a empêché ses dents de faire leur éruption à l'exception de la 37, cette absence de développement normal résulte d'une atteinte sévère des germes dentaires en pleine croissance.
- Les premières molaires : l'édification radiculaire des premières molaires a été stoppée précocement entraînant des racines très courtes.
- Les incisives : les incisives mandibulaires semblent principalement épargnées, tandis que les incisives maxillaires dont les racines étaient à un stade précoce de formation au moment de la radiothérapie, n'ont pas pu atteindre leur longueur normale, ce qui leur donne un mauvais pronostic en raison de l'absence quasi-totale de racines.
- Les clichés **b** et **c** montrent que certaines dents avec des racines très courtes arrivent à faire leur éruption, comme par exemple sur la deuxième prémolaire mandibulaire droite, tandis que d'autres sont restées incluses en raison de leur développement insuffisant comme la canine maxillaire droite (55).

#### *4.2.4.3 Exemple 3 : Anomalies dentaires post-radiques chez des patients atteints de rhabdomyosarcome cervico-facial : étude rétrospective sur 25 ans*

Une analyse des anomalies du développement dentaire liées à la radiothérapie a été réalisée à partir des radiographies panoramiques de 42 patients atteints de rhabdomyosarcome de la tête et du cou, traités aux Pays-Bas au cours des 25 dernières années.

Ces anomalies ont été classées en fonction du stade de développement de la dent au moment de la radiothérapie et de la gravité des anomalies observées.

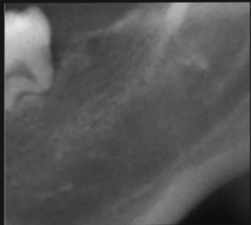





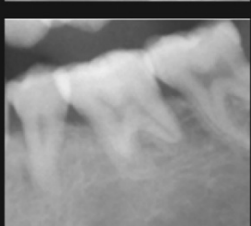

	Severity	
Time of treatment with regard to tooth development	Severe	Moderate
Genesis (second molars)		
Crown formation (first molars)		
Early rootformation (first molars)		
Late rootformation (first molars)		

Figure 20 : Trouble du développement acquis dans la région des molaires (55).

La figure 20 présente des exemples de troubles du développement acquis dans la région molaire. Les effets sévères sont représentés par une agénésie dentaire, un arrêt de formation des racines qui sont plus courtes et émoussées, et un défaut de structure coronaire.

Les effets modérés comprennent la microdontie, des couronnes hypoplasiques, des racines plus courtes et pointues en forme de V.

La figure 21 présente les troubles du développement dans la région antérieure. Plus la radiothérapie est administrée à un stade précoce du développement de la dent, plus les anomalies sont sévères dans la région antérieure.

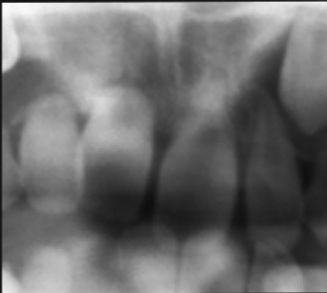
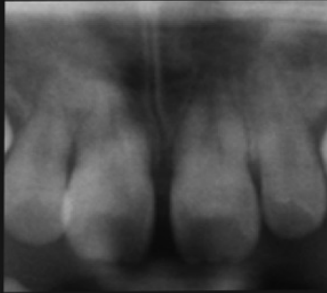
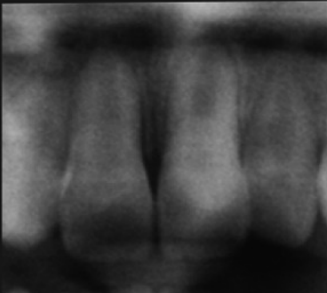
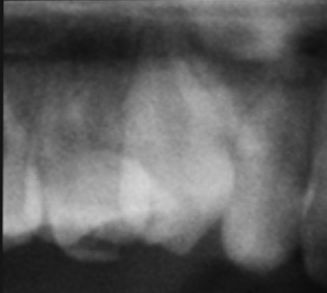
	Severity	
Time of treatment with regard to tooth development	Severe	Moderate
Early root formation		
Late root formation		

Figure 21 : Trouble du développement acquis dans la région antérieure (55).

Ces observations montrent une corrélation entre la localisation du champ d'irradiation et le stade de développement des dents. Plus l'irradiation survient tôt dans le processus de développement dentaire, plus les anomalies sont sévères. Cela souligne l'importance de prendre en compte l'âge du patient et le stade de développement dentaire dans la planification de la radiothérapie afin de minimiser les séquelles bucco-dentaire.

#### 4.3 Conséquences sur la croissance et le développement crânio-facial

##### 4.3.1 Altération de la croissance crânio-faciale

La radiothérapie sur le squelette crânio-facial pendant la croissance peut entraîner des effets indésirables significatifs malgré les progrès dans le ciblage du champ de rayonnement. Elle peut induire des altérations à long terme des tissus conjonctifs et musculaires, entraînant une inflammation puis une fibrose. De plus elle peut causer un hypo-développement de la croissance faciale et des tissus mous dans la zone irradiée, affectant 35 à 90 % des enfants.

L'ampleur des répercussions dépend de l'âge au moment du traitement et de la dose administrée, les effets étant plus marqués lorsque l'irradiation dépasse 35 Gy.

#### **4.3.2 Altération hormonale et impact psychologique**

En plus de ses effets directs sur les tissus, la radiothérapie peut également perturber la croissance crânio-faciale de manière indirecte en perturbant le fonctionnement de l'axe hypothalamo-hypophysaire en diminuant la production de l'hormone de croissance, aggravant ainsi le retard de développement.

Un traitement à un âge précoce associé à une dose élevée de radiothérapie supérieure à 30 Gy, contribue à l'ampleur et la gravité des déformations osseuses et des tissus mous. La déformation provoquée par le trouble de croissance s'accompagne souvent de troubles fonctionnels et esthétiques, pouvant altérer l'image de soi de l'enfant et impacter son bien-être psychologique (40).

#### **4.3.3 Altération de l'articulation temporo-mandibulaire et des muscles masticateurs**

Les tissus mous, les os, les muscles et les vaisseaux sanguins sont sensibles à l'irradiation, ce qui peut entraîner une modification de la structure faciale en ralentissant sa croissance. Ces altérations peuvent engendrer des complications telles qu'une malocclusion dentaire et une réduction de la mobilité de l'articulation temporo-mandibulaire.

La radiothérapie peut aussi altérer le fonctionnement des articulations temporo-mandibulaires et des muscles masticateurs, accentuant ainsi les risques de malocclusion et une limitation des mouvements articulaires. Ces troubles concernent 7 à 27 % des enfants atteints d'un carcinome nasopharyngé ayant reçu une irradiation d'environ 50 Gy.

L'irradiation accroît le risque de fibrose des muscles masticateurs pouvant évoluer vers un trismus si aucune prise en charge préventive n'est mise en place (56).

#### **4.3.4 Le trismus**

Le trismus fait référence à la difficulté d'ouverture buccale. Il peut être un effet secondaire des cancers de la tête et du cou ou une conséquence liée à la radiothérapie de la tête et du cou. Sa prévalence varie entre 7 à 27% chez les enfants traités d'un carcinome nasopharyngé et aucune étude pédiatrique n'a précisément évalué les doses de radiation liées au trismus.

La radiothérapie est la cause la plus fréquente du trismus lié au cancer, elle peut entraîner la formation de tissu cicatriciel dans les muscles de la mâchoire

ce qui les rend plus rigides. Il devient alors difficile de mobiliser la mâchoire et d'ouvrir la bouche.

Le risque de développer un trismus est lié à la dose de radiation reçue. Des doses de radiation plus élevées sont associées à un plus grand risque. Le trismus se développe lentement après la fin du traitement et s'aggrave en général avec le temps, devenant parfois un problème à long terme.

Le trismus peut affecter la qualité de vie et entraîner des problèmes d'élocution, de mastication et de déglutition. L'impossibilité d'ouvrir complètement la bouche peut rendre difficile le brossage des dents et les soins bucco-dentaires ce qui peut aggraver les complications bucco-dentaires (57).

#### 4.3.5 Exemple clinique : Rhabdomyosarcome du plancher orbitaire gauche traité à l'âge de 4 ans

Voici l'exemple d'un traitement par radiothérapie d'un enfant atteint d'un rhabdomyosarcome du plancher orbitaire gauche à l'âge de 4 ans. La radiothérapie appliquée dans cette région a entraîné plusieurs conséquences notables sur la croissance crânio-faciale et sur le développement dentaire (48).

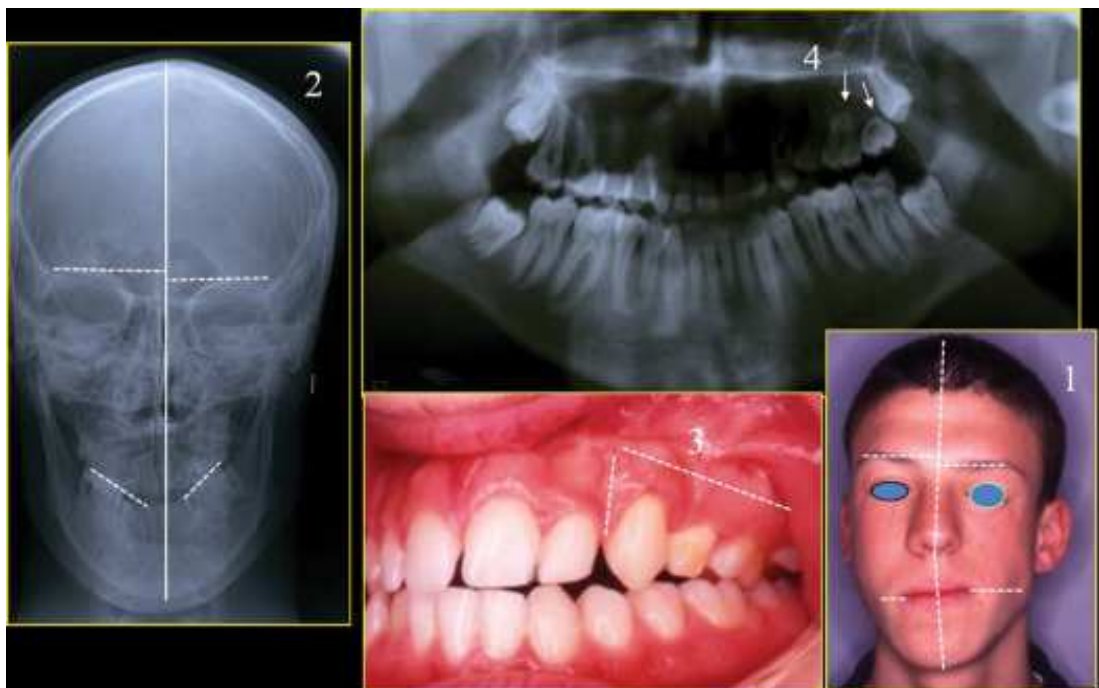


Figure 22 : Hypo développement de la croissance faciale et des tissus mous dans le site irradié (48).

Sur la figure 22, les images 1 et 2 illustrent une asymétrie faciale importante du côté gauche. Cette déformation résulte du retard de croissance osseuse et des tissus mous dans la zone irradiée ce qui est une conséquence fréquente d'une radiothérapie en pleine période de croissance.

L'image 3 met en évidence un état gingival altéré dans la zone irradiée, avec une malocclusion dentaire, due à un développement asymétrique des structures maxillo-faciales, affectant l'alignement des dents et la fonction masticatoire.

L'image 4 révèle un arrêt de l'édification radiculaire des dents 26 et 27, conséquence directe de l'irradiation sur les germes dentaires en pleine croissance.

#### 4.4 Conséquence osseuse : l'ostéoradionécrose des maxillaires

L'ostéoradionécrose (ORN) est l'aboutissement d'un processus pathologique induit par la radiothérapie au niveau osseux. Elle peut survenir chez les personnes ayant reçu de fortes doses de radiations, en particulier au niveau de la mâchoire. Les rayonnements altèrent les cellules et les vaisseaux sanguins, ainsi que la sécrétion de collagène et des facteurs de croissance. Cela entraîne la formation d'un os plus fibreux, avec un taux de remodelage plus faible, le rendant plus sensible aux traumatismes.

Une intervention chirurgicale ou une extraction dentaire peut provoquer une ORN. Les fortes doses de radiations peuvent réduire l'apport sanguin aux os, limitant ainsi l'oxygénation nécessaire à leur survie, ce qui entraîne la nécrose du tissu osseux. L'os le plus fréquemment touché est la mandibule.

Les patients ayant reçu de fortes doses de radiations dans la région cervico-faciale (40 Gy ou plus) sont à risque de développer cette complication. Mais il n'existe que très peu d'information sur le risque d'ORN chez l'enfant, elle peut apparaître sur des sites affectés par une parodontite ou après des interventions dentaires invasives. Bien que rare, l'ORN survient généralement lorsqu'un patient subit une intervention dentaire (comme une extraction dentaire) ou une autre chirurgie impliquant l'os de la mâchoire. Les symptômes de l'ORN peuvent apparaître plusieurs mois ou même des années après la radiothérapie. Les symptômes se manifestent souvent par des douleurs buccales, un gonflement de la mâchoire et des difficultés à ouvrir complètement la bouche (trismus).

Il est important d'examiner les dossiers de radiothérapie pour déterminer la localisation et la dose de radiation administrée. Les patients ayant reçu de la radiothérapie dans la région cervico-faciale doivent informer leur chirurgien-dentiste. Le praticien pourra alors obtenir les informations nécessaires sur le traitement de radiothérapie avant de procéder à toute intervention invasive pouvant provoquer une ORN.



Un suivi dentaire régulier est recommandé, car le risque de lésions carieuses est plus élevé chez les personnes ayant reçu de fortes doses de radiations. Une bonne hygiène bucco-dentaire est essentielle, le dentiste peut recommander des traitements quotidiens au fluor pour réduire le risque de lésions carieuses et la nécessité d'extractions dentaires à l'avenir (40,47,58).

#### 4.5 Conséquences sur l'apparition de tumeurs secondaires

Grâce aux progrès des thérapies anticancéreuses, un nombre croissant d'enfants guéris du cancer atteignent l'âge adulte. Cependant, les traitements endommageant l'ADN, comme la radiothérapie, augmentent le risque de développer des tumeurs secondaires à long terme. Les effets secondaires et les complications de santé deviennent de plus en plus évidents avec le temps. Ces patients peuvent être confrontés à divers effets tardifs indésirables, affectant aussi bien la région orofaciale que d'autres parties du corps, et pouvant apparaître bien après la fin du traitement.

Une étude européenne portant sur près de 70 000 cas de survivants de cancer pédiatrique à long terme a révélé un risque global multiplié par 5 de développer un cancer oral par rapport à la population générale. Une autre étude allemande avec un suivi de 35 ans a montré que 8 % des anciens patients développent des tumeurs secondaires. Cependant, elle ne précise pas quel pourcentage est directement lié aux effets secondaires des traitements (9).

Les études approfondies sur ce sujet restent rares, car l'amélioration significative de la survie des enfants atteints de cancers pédiatriques ne date que d'environ 40 ans. Par conséquent, les effets à long terme n'apparaissent que maintenant. Par exemple, les survivants du lymphome de Hodgkin et de leucémie ayant reçu une radiothérapie de la tête et du cou présentaient un risque 33 fois plus élevé de développer des tumeurs des glandes salivaires (40).

D'autres effets secondaires du traitement du cancer pédiatrique sont connus depuis longtemps, notamment la démence cognitive chez les patients atteints de médulloblastome infantile, souvent associée à la radiothérapie. Outre ces troubles cognitifs, des problèmes endocrinologiques ainsi qu'un risque de perte auditive peuvent également survenir. Pour améliorer la prise en charge des cancers pédiatriques, des stratégies telles que l'introduction d'un calendrier de traitement métronomique, permettant d'éviter d'atteindre la dose maximale tolérable, sont mises en place (9).

Le tableau 7 résume les principaux effets secondaires de la radiothérapie sur la cavité buccale et les tissus avoisinants (57).

Tableau 7 : Résumé des effets tardifs bucco-dentaire associés à la radiothérapie chez les enfants atteints de cancers (57).

Effets tardifs potentiels	Facteurs modificateurs
<b>Altération du développement dentaire</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agénésie dentaire ou radiculaire</li> <li>- Racines fines ou courtes</li> <li>- Dysplasie de l'émail</li> <li>- Microdontie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Absence de dents permanentes au moment du traitement</li> <li>- Radiothérapie touchant la cavité buccale ou les glandes salivaires</li> <li>- Age &lt; 5 ans au moment du traitement</li> <li>- Antécédents de bouche sèche</li> </ul>
<b>Altération des glandes salivaires</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Xérostomie</li> <li>- Dysfonctionnement des glandes salivaires</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Irradiation des glandes parotides</li> </ul>
<b>Anomalies crâniofaciales</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trismus</li> <li>- Dysfonction de l'articulation temporo-mandibulaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Age &lt; 5ans au moment du traitement</li> </ul>
Ostéoradionécrose	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mauvais état dentaire/ parodontal avant l'irradiation</li> </ul>
Cancer oral secondaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mutations familiales prédisposant au cancer</li> <li>- Exposition excessive au soleil (cancer de la lèvre inférieure)</li> </ul>

## **5 PRISE EN CHARGE DES ENFANTS TRAITES PAR RADIOTHERAPIE AU CABINET DENTAIRE**

Les enfants traités par une radiothérapie cervico-faciale sont exposés à de nombreuses complications bucco-dentaires, il est donc essentiel de mettre en place des mesures préventives, restauratrices ainsi qu'un suivi rigoureux de ces patients pour anticiper et traiter ces effets secondaires.

Les chirurgiens-dentistes ont un rôle central dans cette prise en charge, ils doivent connaître les antécédents de leurs patients afin d'identifier les complications tardives liées à la radiothérapie.

La radiothérapie repose sur l'utilisation des radiations ionisantes endommageant l'ADN des cellules cancéreuses, mais pouvant également endommager les cellules saines. Dans la cavité buccale, cela peut se manifester par l'atteinte de la muqueuse buccale, des tissus mous sous-jacents, des glandes salivaires, des dents, du périoste, des os et de la vascularisation.

Ainsi, la prise en charge de la santé bucco-dentaire chez ces patients doit être considérée comme primordiale en raison de la sévérité des complications radio-induites (48,59).

### **5.1 Prise en charge bucco-dentaire des enfants avant la radiothérapie**

#### **5.1.1 Bilan dentaire et information des parents**

##### *5.1.1.1 Anamnèse et information des parents*

Un bilan bucco-dentaire rigoureux est systématique avant le début de la radiothérapie. Ce bilan débute par une anamnèse précise (diagnostic oncologique, type tumoral, stade d'évolution, localisation, rapports avec les structures adjacentes). Le chirurgien-dentiste doit également prendre en compte le traitement prévu pour le patient (dose d'irradiation, taille et localisation du champ d'irradiation).

L'information des patients et de leurs parents quant aux effets secondaires de la radiothérapie, à court et à long terme, sur la cavité buccale et les structures crânio-faciales, joue un rôle central dans leur prise en charge globale.

##### *5.1.1.2 Examen clinique et radiologique*

Un examen clinique et radiographique complet visant à identifier les lésions carieuses et à éliminer les foyers infectieux est ensuite réalisé. L'objectif est d'évaluer les soins à apporter afin de prévenir les complications bucco-dentaires

pendant et après la radiothérapie. Une exposition aux radiations rend certains traitements bucco-dentaires plus compliqués ou non réalisables. C'est pourquoi il est fortement recommandé que les soins dentaires soient réalisés avant le début de la radiothérapie.

La mise en place de visites régulières chez le chirurgien-dentiste est indispensable afin de prévenir les complications et limiter leurs répercussions sur les fonctions orofaciales et la qualité de vie des enfants (50,58,60).

### **5.1.2 Prophylaxie et conseils d'hygiène bucco-dentaire**

L'objectif clé est d'éduquer les patients et leurs parents sur l'importance de l'hygiène bucco-dentaire afin d'éviter les complications pouvant compromettre le traitement oncologique. L'American Academy of Pediatric Dentistry recommande une instauration de mesures préventives, avec mise en place d'un programme de visites régulières chez le chirurgien-dentiste tous les 3 mois (50).

Le programme préventif consiste en :

- apprentissage du brossage, utilisation du fil dentaire, bains de bouche,
- déterminer les habitudes alimentaires et conseils diététiques,
- éducation thérapeutique de l'enfant et de la famille,
- application topique de fluor,
- prévention des infections fongiques,
- recommandations dans la prévention du trismus,
- s'assurer que les mesures de protection soient prises lors des radiothérapies de la tête et du cou,
- détartrage et nettoyage prophylactique,
- boire beaucoup d'eau,
- appliquer régulièrement des baumes labiaux,
- mâcher des gommes sans sucre pour stimuler la salive,
- utiliser des substituts salivaires ou des stimulants pharmacologiques,
- assurer des visites régulières chez le dentiste.

### 5.1.3 Mise en état bucco-dentaire

Les soins bucco-dentaires doivent être terminés de préférence 7 à 10 jours avant le début de la radiothérapie dans la mesure du possible, des restaurations simples doivent être effectuées avant le début du traitement.

Les avulsions dentaires sont recommandées en présence de foyers infectieux avérés ou potentiels, surtout si les soins conservateurs ne sont pas possibles ou si le patient présente une hygiène bucco-dentaire insuffisante.

La décision d'avulsion doit prendre en compte le risque d'ostéoradionécrose, qui dépend de la dose d'irradiation (> 30 Gy) et le délai avant la radiothérapie.

Si le délai est inférieur à 3 semaines dans une zone à haut risque d'ostéoradionécrose, deux options sont envisagées :

- reporter la radiothérapie pour permettre la cicatrisation,
- ou abstention et avulsion après la radiothérapie.

Toute cusptide tranchante ou restauration défectueuse doit être adoucie ou réparée afin d'éviter toute lésion des tissus mous irradiés vulnérables (59).

Les traitements endodontiques doivent être réalisés sur les dents permanentes restaurables lorsque c'est indiqué, idéalement une semaine avant le début de la radiothérapie, sinon, l'extraction doit être envisagée.

Les petites lésions carieuses peuvent être traitées de manière conservatrice, les sillons et fissures susceptibles de se carier doivent être scellés.

L'application de Fluorure diamine d'argent (FDA) est utilisée pour stopper l'évolution des caries avec des applications répétées.

Concernant les pulpites réversibles sur dents temporaires, les avis divergent entre pulpotomie thérapeutique et extraction pour éviter les complications.

Les dents temporaires prêtes à tomber doivent être laissées jusqu'à leur chute naturelle. En revanche, les dents infectées, les dents trop abimées pour être restaurées, les racines résiduelles ou les dents fragilisées par une maladie parodontale doivent être extraites 1 à 2 semaines avant le début de la radiothérapie ou au minimum 7 à 10 jours avant, afin de laisser le temps aux tissus de bien cicatriser.

Les appareils orthodontiques fixes doivent être retirés car ils risquent de provoquer des irritations et d'aggraver les mucites, et de les remplacer par une contention amovible. Le traitement orthodontique pourra être repris après 2 ans de rémission complète.

Les appareils amovibles peuvent être gardés à condition que l'enfant les supporte bien et qu'il maintient une bonne hygiène dentaire.

Les appareils métalliques comme les mainteneurs d'espace doivent être retirés si l'enfant doit passer plusieurs IRM de la tête et du cou, afin d'éviter les interférences sur les images (50,61,62).

## 5.2 Prise en charge bucco-dentaire des enfants pendant la radiothérapie

### 5.2.1 Maintien d'une bonne santé bucco-dentaire

Cette phase doit se concentrer sur la préservation d'une bonne santé bucco-dentaire pendant toute la durée de la radiothérapie, sur la prise en charge des éventuels effets secondaires ou complications buccales.

Le chirurgien-dentiste intervient à cette étape pour vérifier que toutes les recommandations enseignées pendant le bilan pré-radiothérapie soient bien appliquées et si elles doivent être réévaluées. Il doit s'intégrer au plan de traitement multidisciplinaire, en surveillant l'apparition de lésions aiguës secondaires (50).

L'éducation des enfants et des parents quant à l'importance de maintenir une hygiène bucco-dentaire rigoureuse même si le brossage peut être désagréable à cause de l'irritation des muqueuses. L'utilisation d'un bain de bouche à la chlorhexidine gluconate à une concentration de 0,2 % 3 à 4 fois par jour est indispensable pour éviter une aggravation de l'inflammation (63).

Lorsque la bouche est trop douloureuse pour être nettoyée et qu'un bain de bouche ne peut être toléré, les tissus buccaux doivent être tamponnés avec des écouvillons buccaux ou une gaze imbibée de chlorhexidine 3 à 4 fois par jour. Les écouvillons sont plus doux que les cotons-tiges et causent moins de saignement et de douleurs lorsqu'ils sont appliqués sur une muqueuse déjà enflammée. Ces recommandations sont également valables si le patient s'alimente par sonde (Figure 23) (63).



Figure 23 : Écouvillons buccaux (63).

Des bains de bouche sans alcool sont conseillés. Le patient peut également rincer la bouche plusieurs fois par jour avec une solution de bicarbonate (1 cuillère à café) diluée dans un verre d'eau (63).

Il est conseillé d'éviter les aliments acides et épicés, ainsi que les boissons acides et gazeuses. Le patient peut sucer des glaçons afin d'apaiser d'éventuelles nouvelles irritations, toutes les mesures préventives sont résumées dans le tableau 8 (63).

Tableau 8 : Protocole de soins bucco-dentaires de base pour la prévention des complications bucco-dentaire (64).

Catégorie	Recommandations
<b>Stratégies générales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maintien d'un soutien nutritionnel optimal pendant tout le traitement anti-cancéreux</li> <li>- Bilan bucco-dentaire réalisé par un chirurgien-dentiste</li> <li>- Dépose des appareillages orthodontiques</li> <li>- Mise en place d'une routine quotidienne d'hygiène bucco-dentaire (brossage doux 4x/jour + bains de bouche)</li> </ul>
<b>Mesures générales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspection quotidienne de la muqueuse buccale par l'enfant ou les parents</li> <li>- Élimination des sources de traumatisme (prothèses mal ajustées, dents fracturées)</li> <li>- Lubrification des lèvres (baume à lèvres à base de lanoline, vaseline à éviter)</li> <li>- Hydratation régulière</li> </ul>
<b>Brossage des dents et gencives</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation d'une brosse douce ou écouvillon après les repas et avant le coucher avec une brosse à dents souple ou chirurgicale 15/100 ou 7/100</li> <li>- Changer de brosse tous les mois, rincer abondamment après usage et ranger tête vers le haut</li> <li>- Éviter les brosses électriques</li> <li>- Utiliser un dentifrice fluoré, doux et non moussant</li> <li>- Méthode Bass (ou modifiée)</li> <li>- Nettoyage interdentaire uniquement si déjà habitué à le faire</li> </ul>
<b>Rinçage de la bouche</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bain de bouche sans alcool au réveil et 4x/jour après le brossage (bicarbonate de sodium, sérum physiologique, ou eau stérile)</li> <li>- Utiliser 15 ml pendant environ 1 minute</li> <li>- Gargariser si possible selon l'âge puis recracher</li> <li>- Éviter de manger ou boire pendant les 30 minutes suivant le rinçage</li> <li>- Éviter les antiseptiques et antifongiques sans prescription</li> </ul>
<b>Soins des prothèses dentaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retirer les prothèses avant les soins bucco-dentaires</li> <li>- Les brosser avec du dentifrice, puis rincer</li> <li>- Nettoyer les gencives</li> <li>- Porter les prothèses le moins possible en cas de lésion</li> <li>- À l'hôpital, les faire tremper 10 min dans une solution antimicrobienne (ex : CHX 0,2 %)</li> </ul>
<b>Stimuli à éviter</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aliments irritants : tomates, agrumes, boissons chaudes, aliments épicés, crus, chauds ou croustillants</li> </ul>



### 5.2.2 Prise en charge de la mucite radio-induite chez l'enfant

Les mucites radio-induites peuvent affecter 90% des patients traités par radiothérapie cervico-faciale. Parmi ses conséquences, la douleur constitue une complication majeure, en raison de son intensité et de son impact sur la qualité de vie des patients.

Elle peut entraîner des conséquences parfois lourdes comme une hospitalisation prolongée, une dénutrition sévère nécessitant une mise en place d'une nutrition parentérale voire une interruption du protocole oncologique, ce qui peut compromettre le pronostic vital.

Pour cela, la douleur constitue l'un des motifs principaux de traitement de la mucite. Cependant, chez l'enfant, la guérison est généralement plus rapide que chez un adulte grâce à la rapidité de la mitose épithéliale (Figure 24) (65,66).



Figure 24 : Mucite localisée au niveau de la lèvre supérieure chez un enfant traité par radiothérapie (67).

#### 5.2.2.1 Diagnostic de la mucite radio-induite

La mucite radio-induite touche à la fois les muqueuses orales mobiles et fixes. Chez l'enfant, il est essentiel de la repérer et de la prendre en charge dès les premiers signes.

Un diagnostic différentiel doit être établi afin de la distinguer des autres complications buccales comme les candidoses. Cela peut cependant être difficile car la mucite orale crée un terrain propice aux surinfections bactériennes, virales et fongiques (66).

#### 5.2.2.2 Évaluation de la douleur chez l'enfant en cancérologie

La douleur peut être évaluée selon diverses échelles d'évaluation qui mesurent l'intensité de la douleur. Chez l'enfant, une autoévaluation par l'échelle des visages est utilisable à partir de 4 ans. Il est également possible d'utiliser une échelle visuelle analogique (EVA) à partir de 6 ans.

En cancérologie, l'échelle HEDEN (Hétero Evaluation de la Douleur chez l'ENfant) qui est une version simplifiée de l'échelle DEGR (Douleur Enfant Gustave Roussy) est la plus utilisée. Elle a montré une réelle fiabilité et est reproductible entre les examinateurs. Ce questionnaire permet à un observateur (professionnel de santé ou parent) d'évaluer la douleur d'un enfant selon des critères liés au comportement comme des cris-pleurs, visage, plaintes verbales (65)

Le score va de 0 à 10 et le patient est considéré comme algique à partir de 3 (Tableau 9).

Tableau 9 : Échelle HEDEN d'évaluation de la douleur.

				Cotation Date : / /
Signes de douleur	0	1	2	
Plaintes somatiques	Aucune	Se plaint d'avoir mal	Plainte avec geignements, cris, ou sanglots, ou supplications	
Intérêt pour le monde extérieur	L'enfant s'intéresse à son environnement	Perte d'enthousiasme, intérêt pour activité en y étant poussé	Inhibition totale, apathie, indifférent et se désintéresse de tout	
Position antalgique	L'enfant peut se mettre n'importe comment Aucune position ne lui est désagréable	L'enfant a choisi à l'évidence une position antalgique	Recherche sans succès une position antalgique, n'est jamais bien installé	
Lenteur et rareté du mouvement	Mouvements larges, vifs, rapides, variés	Latence du geste, mouvements restreints, gestes lents et initiatives motrices rares	Enfant comme figé Immobile dans son lit, alors que rien ne l'empêche de bouger	
Contrôle exercé par l'enfant quand on le mobilise	Examen et mobilisation sans problème	Demande de « faire attention », protège la zone douloureuse, retient ou guide la main du soignant	Accès impossible à la zone douloureuse ou opposition à toute initiative du soignant pour la mobilisation	
			Total	

Pour la population pédiatrique, il n'y a pas de consensus thérapeutique clair quant au traitement de la mucite, mais la prise en charge de la douleur joue un rôle central dans le traitement des mucites. Cette prise en charge doit être globale, combinant des traitements locaux et généraux, ainsi que des thérapeutiques non médicamenteuses, adaptées à l'intensité de la douleur et à l'âge de l'enfant. Les différentes thérapeutiques sont résumées dans le tableau 10 (50,64–66).

Tableau 10 : Recommandations de prévention et prise en charge de la mucite (64) (65,66).

Catégorie	Recommandations
<b>Conseils alimentaires</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bonne hydratation</li> <li>- Repas légers et fréquents</li> <li>- Alimentation froide ou à température ambiante, liquide ou mixée</li> <li>- Surveillance des apports caloriques, du poids et support nutritionnel si besoin</li> <li>- Éviter les aliments durs, acides, épicés salés, irritants</li> </ul>
<b>Soins de bouche</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Autosurveillance ou surveillance par les parents de l'état buccal (quotidienne)</li> <li>- Hydratation des lèvres (crèmes à base de Lanoline, éviter la vaseline)</li> <li>- En cas de mucite sévère : utiliser les batonnets de mousse si le brossage est impossible</li> <li>- Bains de bouche non agressifs autant de fois que nécessaire</li> <li>- Xylocaïne gel dans les bains de bouche pour enfant &gt; 6 ans</li> <li>- Bains de bouche à la morphine 0,2 % si l'enfant peut recracher</li> </ul>
<b>Antalgique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traitement antalgique selon le stade : Grade 1 et 2 selon OMS paracétamol/tramadol</li> <li>- Chlorhydrate de morphine en intra-veineuse pour mucites sévères</li> <li>- Benzhydramine : solution de rinçage analgésique, anesthésique, anti-inflammatoire et anti-microbienne, indiquée dans le cas de mucites légères à modérées en particulier lorsqu'il est utilisé avant les repas chez les enfants &gt; 6 ans</li> <li>- Anesthésiques topiques ou des rinçages contenant des anesthésiques comme la Benzocaïne (aérosol, gel), la Lidocaïne 2% (visqueuse, pommade ou aérosol) ou des solutions à base de Dyclonine 0,5 à 1% (anesthésique oral)</li> <li>- Co-analgésie (kétamine, gabapentine) pour les douleurs réfractaires ou effets secondaires important de la morphine</li> <li>- Traitement systémique adapté des surinfections virales, bactériennes ou fongiques</li> </ul>
<b>Méthodes non médicamenteuses</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laser de faible énergie : prévention et traitement des mucites, favorise la cicatrisation et effet antalgique</li> <li>- Vitamine E : administrée en topique semble montrer une efficacité sur la mucite chez l'enfant et pourrait être prometteuse sur les douleurs</li> <li>- Cryothérapie : application de glace pour soulager les irritations et les brûlures</li> <li>- Hypnose, musicothérapie</li> </ul>

Parmi les méthodes non médicamenteuses, le LaserPen est considéré comme un outil efficace et innovant pour le traitement des mucites chez l'enfant. Il permet de soulager rapidement les irritations, limitant ainsi les lésions de la muqueuse et atténuant les douleurs (Figure 25) (68).

Le LaserPen est prescrit par le médecin à des fins préventives ou curatives.

Parmi ses avantages :

- facile à utiliser,
- léger et facile à manipuler,
- sûr et efficace (68).



Figure 25 : Traitement d'une mucite chez un enfant par le LaserPen (68).

### 5.2.3 Soins dentaires pendant la radiothérapie

Durant cette phase, si des soins dentaires sont nécessaires, seuls les traitements d'urgence (les infections dentaires, l'élimination des sources d'irritation de la bouche) doivent être réalisés en milieu hospitalier en tenant compte des défis per-opératoires dus à l'inconfort général, à l'ouverture buccal limité et la mucite.

Une évaluation en collaboration avec l'équipe oncologique est nécessaire afin de déterminer le moment optimal pour intervenir. Les interruptions de radiothérapie doivent être évitées car les retards réduisent l'efficacité du traitement.

Les principaux paramètres médicaux à prendre en compte pour réaliser un traitement dentaire en toute sécurité sont le nombre absolu de neutrophiles pour

définir le risque infectieux, et le taux de plaquettes et les troubles de la coagulation liés au cancer ou au traitement.

Si la numération plaquettaire est supérieure à 75 000/mm : aucune mesure nécessaire pour les soins dentaires.

Si la numération est inférieure à 75 000/mm : une consultation avec l'oncologue pédiatre est nécessaire pour déterminer la nécessité d'une transfusion plaquettaire et organiser une hospitalisation pour une surveillance prolongée.

Concernant l'antibioprophylaxie, lorsque la numération absolue des neutrophiles est supérieure à 2000/mm : l'antibioprophylaxie n'est pas indiquée.

Lorsque la numération des neutrophiles est entre 1000 et 2000/mm : nécessite une consultation avec l'oncologue pédiatrique afin de déterminer la nécessité d'une couverture antibiotique.

Si la numération absolue des neutrophiles est inférieure à 1000/mm : les soins dentaires doivent être reportés jusqu'à ce que la numération soit plus élevée (50).

#### **5.2.4 Utilisation des gouttières fluorés chez l'enfant traité par radiothérapie**

La prévention carieuse constitue l'aspect le plus important des soins bucco-dentaires chez les enfants sous radiothérapie. En raison de la diminution du flux salivaire lié à l'altération des glandes salivaires, la consommation des aliments mous et cariogènes, la modification de la flore buccale ainsi que de la difficulté à maintenir une bonne hygiène bucco-dentaire en présence de la mucite, favorisent le développement des lésions carieuses. De plus, la salive devient plus acide suite aux dommages causés aux glandes salivaires, ce qui favorise la prolifération d'un microbiote orale hautement cariogène.

L'utilisation du fluor constitue un élément essentiel dans la prévention des lésions carieuses post-radiques. A domicile, les dentifrices fluorés disponibles en vente libre peuvent être utilisés (Figure 26).

Au cabinet dentaire, les produits professionnels (verniss, gels ou mousses à 12300-22600 ppm) peuvent être appliqués au fauteuil, leur fréquence étant ajustée en fonction du risque carieux, indépendamment de l'âge de l'enfant (61).

La prescription de dentifrices fortement dosés, contenant 5 000 ppm de fluor, est indiquée chez les patients capables de recracher correctement le dentifrice après le brossage (61).

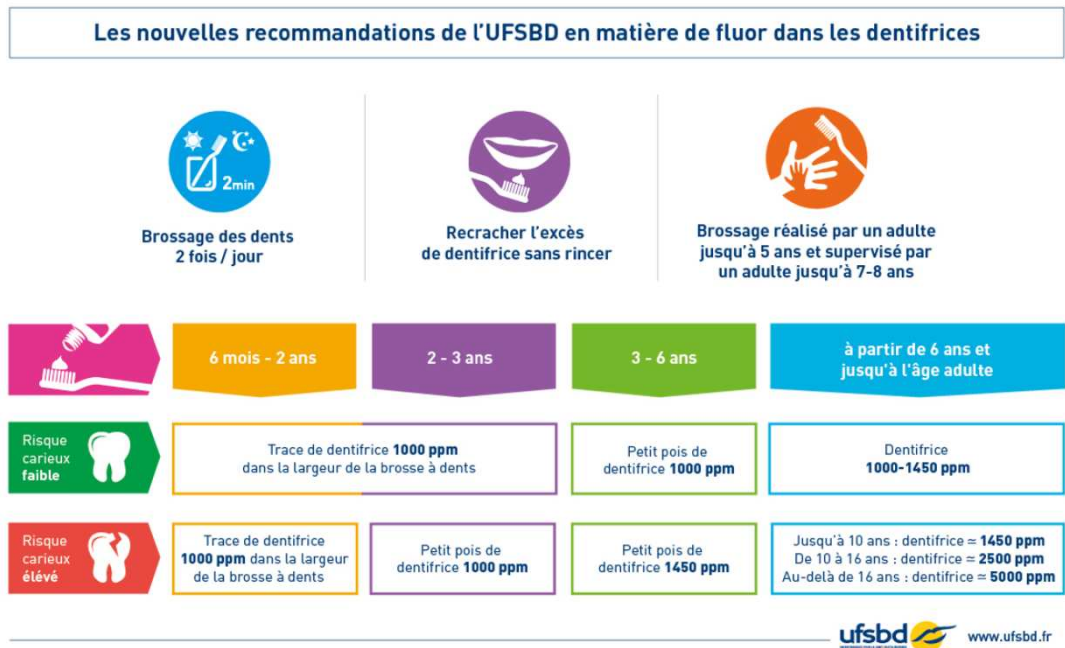


Figure 26 : Les nouvelles recommandations de l'UFSBD en matière de fluor dans les dentifrices (69).

La haute autorité de santé (HAS) recommande l'utilisation de gouttière fluorée ou le brossage des dents avec un dentifrice fortement dosé en fluor, chez les patients traités par radiothérapies cervico-faciales, le dosage pour l'un et l'autre doit être supérieur à 10 000 ppm (70).

Le chirurgien-dentiste peut recommander une application quotidienne d'un gel de fluorure de sodium neutre à 1% à l'aide de gouttières personnalisées, cette application réduit significativement les caries post-radicales (67).

Les gouttières de fluoration sont des dispositifs personnalisés fabriqués à partir d'une empreinte primaire à l'aide de plaques thermoformées. Elles présentent une épaisseur de 1 à 2 mm et sont souples. Il est essentiel de veiller à ce que les collets dentaires, qui sont la partie la plus vulnérable de la dent, soient correctement recouverts par la gouttière. Pour cela, elle est découpée environ 3mm au-dessus du bord cervical (Figure 27).

Elles doivent assurer un contact intime entre la surface dentaire et le gel fluoré, tout en assurant un port agréable pour le patient. Ces gouttières sont mises en bouche avec un gel fluoré ou un dentifrice de haute teneur en fluor (1 000 à 20 000 ppm) pendant 5 à 10 minutes, et ce, de manière continue tout au long de la vie (71) (72).

Chez les enfants, les gouttières doivent être renouvelées régulièrement compte tenu de la croissance des arcades.





Figure 27 : Photographie de gouttières fluorées (73).

#### Protocole d'utilisation des gouttières fluorés :

- se brosser les dents avec une brosse à dents souple et un dentifrice fluoré,
- appliquer une fine couche de gel au fluor dans les gouttières,
- porter les gouttières fluorées 10 minutes chaque jour,
- retirer les gouttières, cracher l'excédent de gel, ne pas rincer la bouche (risque d'ingestion chez les patients de moins de 6 ans),
- nettoyer les gouttières à l'eau claire, les sécher puis les remettre dans leur boîte,
- attendre 30 minutes avant de recommencer à manger ou boire. Il est conseillé d'effectuer cette procédure le soir avant le coucher.

Le tableau 11 rappelle les recommandations d'utilisation des vernis, gels fluorés et bains de bouche chez les patients à risque carieux élevé. Ces protocoles peuvent être appliqués chez les patients traités par radiothérapie cervico-faciale, compte tenu du risque important de développement des lésions carieuses lié à la xérostomie.

Tableau 11 : Recommandations d'application des vernis et de gels fluorés et de rinçage avec des bains de bouche chez le sujet à risque carieux élevé (74).

PRODUITS	CONSEILS CLINIQUES
<b>Vernis à usage professionnel</b> (≥ 22 600 ppmF)	Utilisable en dentures temporaires, mixte, permanente. À appliquer 2 à 4 fois /an en particulier en cas de carie précoce de l'enfance. Nettoyer les dents avant utilisation. Appliquer en fine couche sur toutes les dents plus ou moins isolées de la salive en fonction de la composition du vernis avec ou sans résine. S'aider d'une micro-brossette ou d'un pinceau au niveau des faces directement accessibles et d'un fil dentaire en proximal. Ne pas manger ni boire pendant au moins 30 minutes après l'application et si possible durant 2 à 4 heures. Ne pas se brosser les dents le jour de l'application.
<b>Gels à usage professionnel</b> (≥ 12 300 ppmF)	Ne pas utiliser chez les enfants de moins de 6 ans, le rapport risques/bénéfice étant élevé suite au danger d'ingestion du gel. À appliquer au moins 2 fois/an à l'occasion des visites de suivi trimestrielles ou semestrielles. À appliquer sur les dents nettoyées, le patient étant en position assise. Une aspiration doit être utilisée durant l'application, d'au moins de 4 minutes, et immédiatement après le retrait des gouttières à usage unique ; ses dents sont également nettoyées à l'aide d'une compresse pour limiter l'ingestion du produit.
<b>Rinçage quotidien avec un bain de bouche à 225 ppmF ou hebdomadaire à 900 ppm F.</b>	Ne pas utiliser chez les moins de 6 ans, en raison du risque d'ingestion. Rincer la bouche avec 10 ml de bain de bouche pendant 1 minute. Il peut être utilisé dans les écoles, à l'occasion de programmes de prévention ciblant une population à risque, ou à domicile. Utilisation supervisée (par un parent ou à l'école) plus efficace que non supervisée.

## 5.3 Prise en charge bucco-dentaire des enfants après la radiothérapie

### 5.3.1 Évaluation initiale post-radiothérapie

Cette phase débute à la fin du traitement et peut durer toute la vie. Les dentistes doivent évaluer la santé bucco-dentaire en tenant compte de l'état de santé général de l'enfant en commençant par une évaluation complète de la santé bucco-dentaire.

#### 5.3.1.1 Éducation et prévention

Il est recommandé de :

- poursuivre l'application topique de fluor (brossage, gouttières de fluoration)
- utiliser des bains de bouche et des solutions au bicarbonate,
- maintenir des habitudes alimentaires saines et équilibrées,
- pratiquer régulièrement des exercices pour prévenir le trismus,
- maintenir une hygiène bucco-dentaire optimale,
- hydratation constante et protection des lèvres,

- réaliser des examens cliniques de contrôle.

#### 5.3.1.2 Soins quotidiens

L'hydratation des muqueuses est essentielle et doit être préservée par l'application régulière de baumes protecteurs pour les lèvres.

Une application de topiques fluorés à l'aide de gouttière de fluoration tout au long de la vie est nécessaire, afin de prévenir les caries post-radiques.

#### 5.3.1.3 Traitements spécifiques

Les traitements dentaires non invasifs doivent être entrepris dès la première année suivant la fin de la radiothérapie. Les traitements orthodontiques doivent attendre au moins deux ans après la fin du traitement.

#### 5.3.1.4 Suivi régulier

En principe, il est recommandé d'effectuer un contrôle au minimum 2 fois par an (Tableau 12). Ce suivi permet de détecter précocement les effets secondaires à long terme et de les gérer efficacement (50,75).

Tableau 12 : Fréquence et type de surveillance en fonction de la situation clinique après la radiothérapie (62).

Situation	Fréquence de la surveillance	Type de surveillance
HBD et fluoroprofylaxie	6 mois	Clinique +/- radiologique
Fonction salivaire	Réévaluation à 2 ans	Clinique
Prothèses	1 an	Clinique +/- radiologique
ORN	En fonction de l'évolution clinique	Clinique +/- radiologique

#### 5.3.2 Prise en charge des caries post-radiques

Parmi les complications bucco-dentaires liées à la radiothérapie, les caries post-radiques.

Les caries post-radiques présentent une étiologie multifactorielle : la diminution du flux salivaire, les modifications de sa composition et l'apparition

d'un microbiote buccal plus cariogène. De plus, la mucite et le trismus compromettent l'efficacité de l'hygiène bucco-dentaire (Figure 28).



Figure 28 : Caries post-radique chez un enfant traité par radiothérapie à l'âge de 11 ans (67).

La prévention est donc primordiale, elle repose sur une hygiène bucco-dentaire rigoureuse avec un brossage quotidien accompagné de bains de bouche fluorés et au bicarbonate. L'application quotidienne de fluor à l'aide de gouttière est également recommandée.

La prise en charge restauratrice chez les patients irradiés peut être compliquée par le trismus et la xérostomie. Les altérations structurales post-radiques diminuent les propriétés biomécaniques de l'émail et de la dentine compromettant ainsi les systèmes de collages.

En cas d'atteinte pulpaire, le traitement endodontique est généralement préféré à une extraction dentaire, afin de limiter le risque d'ostéoradionécrose. Sa réalisation peut être compliquée en raison de la limitation d'ouverture buccale et de la xérostomie. Lorsque la dose d'irradiation reçue est supérieure à 30 Gy, les anesthésies intra-ligamentaires et intra-septales sont contre indiquées et une antibioprophylaxie reste indispensable (59,62).

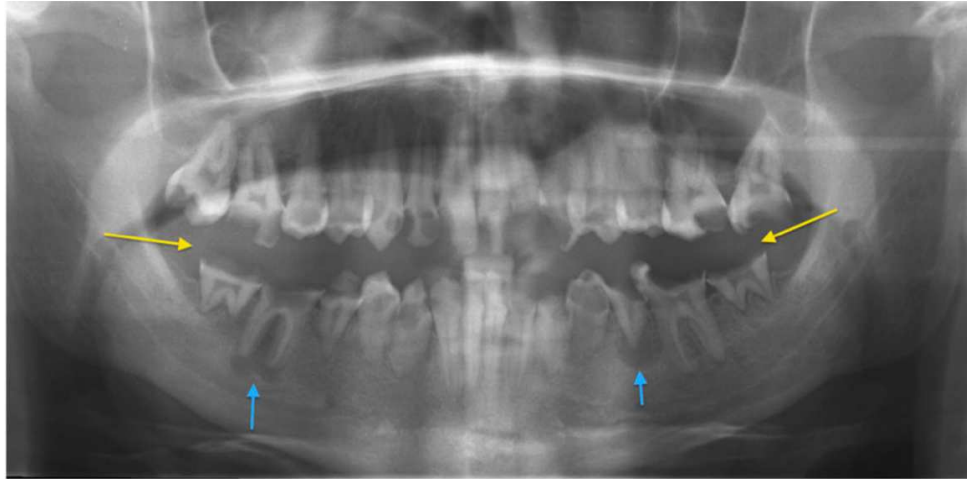


Figure 29 : Radiographie panoramique montrant des caries post-radiques (57).

Sur la radiographie panoramique, nous pouvons observer des lésions carieuses (flèches jaunes) secondaires à une hypoplasie de l'émail et à une xérostomie chez un patient de 20 ans traité par radiothérapie pour un lymphome de hodgkin à l'âge de 8 ans. Les flèches bleues indiquent des images radiolaires péri apicales indiquant la formation de granulomes après une infection prolongée. (Figure 29) (57).

### 5.3.3 Prise en charge de la xérostomie

Le patient développe généralement la xérostomie dans les quelques semaines suivant le début de la radiothérapie et celle-ci peut ne pas se rétablir après l'arrêt de la radiothérapie.

Le professionnel de santé peut prescrire divers traitements afin de limiter la xérostomie tels que : substitut salivaire artificiel en gels, en sprays ou en bain de bouche, sialogogues (chewing-gums sans sucre ou la gomme de phosphate de calcium amorphe CCP-ACP), rinçages oraux réguliers non médicamenteux.

L'eau froide, le lait et d'autres boissons fraîches non acides sans sucre peuvent également aider les patients à soulager les symptômes (59,63).

### 5.3.4 Prise en charge des problèmes musculosquelettiques et du trismus

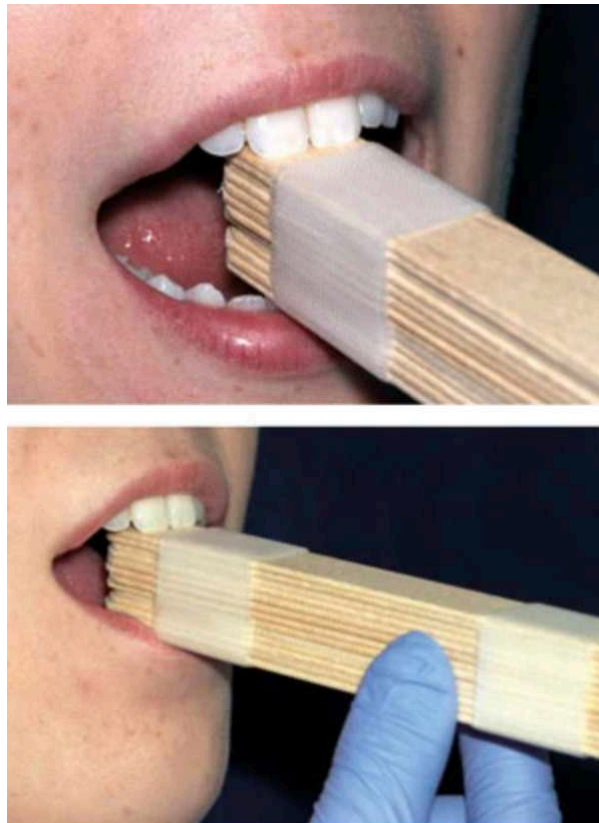
Le trismus constitue une complication pouvant apparaître au cours ou à la suite d'une radiothérapie. Il résulte de phénomènes de fibrose affectant les muscles masticateurs et se traduit par une imitation des fonctions orofaciales ainsi que par une entrave à l'hygiène bucco-dentaire.

Une rééducation précoce incluant des massages de la mâchoire et des exercices d'étirements est essentielle pour la prévention et la gestion du trismus.

Il est également possible de mettre en place des myorelaxants et des antalgiques (59).

Le patient peut faire des exercices pour maintenir une ouverture buccale et une mobilité maximale des mâchoires dès le début de la radiothérapie.

En cas de limitation, le patient peut empiler et scotcher des abaisse-langues et peut les utiliser comme guide d'ouverture et comme outil pour les exercices au moins 3 à 4 fois par jour (Figure 30) (63).



*Figure 30 : Abaisse-langues pour la rééducation d'une ouverture buccale (63).*

Il existe également le TheraBite qui est un système de rééducation du mouvement de la mâchoire, spécialement conçu pour traiter le trismus et une mobilité réduite de la mandibule (Figure 31).

Le système utilise le mouvement passif répétitif et l'étirement pour restaurer la mobilité, la flexibilité des muscles masticateurs, des articulations temporo-mandibulaire et des tissus conjonctifs. Un programme de traitement couramment utilisé est 7-7-7, soit 7 étirements par jour effectués 7 fois maintenu pendant 7 secondes. Le patient doit commencer la rééducation dès le début de la radiothérapie, et continuer pendant et après le traitement.

En cas de douleurs musculaires ou articulaires, les étirements peuvent être plus longuement maintenu pendant 30 secondes (63).



Figure 31 : Photographies d'un TheraBite (63).

### 5.3.5 Prise en charge orthodontique

Les enfants ou adolescents ayant reçu une radiothérapie cervico-faciale devraient bénéficier du même accès au traitement orthodontique que les autres patients. L'exposition à l'irradiation à un âge précoce engendre des conséquences à long terme, notamment sur le développement crânio-facial et bucco-dentaire, ce qui augmente le besoin de traitement orthodontique.

A la fin de la radiothérapie, une consultation précoce avec un orthodontiste est essentielle, surtout en cas de troubles de croissance crânio-faciale. Dans certains cas, le recours à des techniques chirurgicales de reconstruction peut s'avérer nécessaire (40).

Le traitement orthodontique doit être initié ou repris au minimum deux ans après la fin du traitement anti-cancéreux et uniquement en l'absence de récurrence.

L'orthodontiste devra tenir compte du terrain général affaibli par l'irradiation. Il est nécessaire de mettre en place des considérations spéciales afin d'élaborer un plan de traitement global en considérant les problèmes de santé chroniques chez ces patients.

Plusieurs précautions doivent être intégrées au plan de traitement :

- utiliser des forces légères pour limiter le risque de résorptions radiculaires,
- adapter les protocoles thérapeutiques en fonction des modifications du développement dentaire induites par l'irradiation (résorption radiculaires, racines courtes),
- limiter les déplacements dentaires, et éviter les extractions autant que possible pour préserver la stabilité osseuse,
- réduire la durée globale du traitement, car l'os irradié est hypovascularisé, plus fragile, et présente une activité de résorption accrue par rapport à un os sain,
- les extractions doivent être épargner autant que possible pour minimiser les déplacements dentaires et donc le risque de résorptions radiculaires,
- réaliser des contrôles radiographiques à 6 mois après le début du traitement, en cas de résorption, interrompre le traitement durant 3 mois (avec arc passifs) (76).

Enfin, l'information du patient et de sa famille sur les risques pouvant survenir au cours du traitement orthodontique et aux précautions à prendre, ainsi que la surveillance des signes buccaux révélateurs de rechute, sont aussi d'une importance capitale.

Cette éducation thérapeutique contribue à renforcer l'implication du patient et à assurer une surveillance efficace tout au long du suivi orthodontique (76).

### **5.3.6 Prise en charge de l'ostéoradionécrose**

L'ostéoradionécrose (ORN) est l'une des complications grave mais rare de la radiothérapie chez les enfants. Elle peut survenir à la suite d'actes chirurgicaux comme une extraction dentaire dans les zones irradiées.



#### *5.3.6.1 Prévention de l'ostéoradionécrose*

Une évaluation bucco-dentaire complète et minutieuse doit être réalisée avant le début du traitement.

Il est recommandé de mettre en place des soins bucco-dentaires préventifs, d'assurer une hygiène bucco-dentaire rigoureuse, et d'effectuer des contrôles réguliers pendant et après la radiothérapie.

Une concertation pluridisciplinaire entre chirurgien-dentiste et radiothérapeute est indispensable en cas d'un acte chirurgicale post-radiothérapie (77).

D'après la société française de chirurgie orale SFCO, pour diminuer les risque d'ORN, les avulsions dentaires éventuellement nécessaires doivent être effectuées :

- après information sur la dose reçue et les champs d'irradiation,
- dans un plateau technique chirurgical adapté à la situation et apportant les garanties de qualité et de sécurité.

Si la dose d'irradiation reçue par le maxillaire ou la mandibule est inférieur est à 30 Gy, il n'y a pas lieu de prendre des mesures particulières.

Devant un risque d'ORN, c'est-à-dire une dose supérieure à 30 Gy, une antibioprofylaxie au moins 1 heures avant le geste doit être institué en cas de geste invasif (avulsion, curetage), et de la poursuivre jusqu'à cicatrisation muqueuse. Une régularisation osseuse avec pansement alvéolaire suivie d'une suture doit être effectuée.

Les anesthésies intra-septales et intra-ligamentaires sont contre-indiquées, les anesthésies locales para-apicales ou loco-régionales sont conseillés. L'utilisation de vasoconstricteurs est possible mais doit être raisonnée.

Un suivi bucco-dentaire est recommandé avec une fréquence de 4 à 6 mois après irradiation supérieure à 30 Gy afin de prévenir la survenue d'un foyer infectieux et de contrôler la fluoroprofylaxie (62,78).

#### *5.3.6.2 Traitements de l'ostéoradionécrose*

En cas d'ORN, la prise en charge doit être la plus précoce possible. Il existe deux formes d'ORN.

La forme débutante :

Il s'agit d'une ORN avec une étendue limitée, la prévention d'une surinfection locale repose sur un traitement conservateur non chirurgical, comprenant la prescription d'un bain de bouche antiseptique, une antibiothérapie à large spectre (amoxicilline + acide clavulanique + fluoroquinolones), l'oxygénation hyperbare et le protocole PENTOCLO.

Une chirurgie à minima peut être effectuée, consistant en un curetage osseux de la zone nécrotique, avec ou sans séquestrectomie.

La forme avancée :

Il s'agit d'une aggravation de la forme débutante qui se manifeste par une ORN réfractaire avec aggravation de la symptomatologie, le patient est adressé à un chirurgien ORL ou un chirurgien maxillo-facial pour une chirurgie interruptrice et une reconstruction osseuse (62).

Le tableau 13 résume les principaux effets tardifs associés à la radiothérapie et leur prise en charge.

Tableau 13 : Résumé des effets tardifs associés à la radiothérapie chez les patients pédiatriques avec les recommandations de dépistage et de prise en charge (57).

Effets tardifs potentiels	Recommandations de dépistage /prise en charge
<b>Altération du développement dentaire</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agénésie dentaire ou radiculaire.</li> <li>- Racines fines ou courtes.</li> <li>- Dysplasie de l'émail.</li> <li>- Microdontie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Détartrage, examen et application de fluor, tous les 6 mois.</li> <li>- Examen buccal : annuel.</li> <li>- Orthopantomogramme de référence avant tout acte dentaire.</li> </ul>
<b>Altération des glandes salivaires</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Xérostomie.</li> <li>- Dysfonctionnement des glandes salivaires.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Détartrage, examen et application de fluor : tous les 6 mois.</li> <li>- Évaluation de la xérostomie : annuelle.</li> <li>- Traitement par substituts salivaires, agents humidifiants ou sialogogues.</li> </ul>
<b>Anomalies crâniocaciales</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trismus.</li> <li>- Dysfonction de l'articulation temporo-mandibulaire.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Évaluation psychosociale : annuelle.</li> <li>- Examen cranio-facial : annuel.</li> <li>- Exercices d'étirement mandibulaire</li> <li>Utilisation de dispositifs de mobilisation de la mâchoire.</li> </ul>
<b>Ostéoradionécrose</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Imagerie (radio, scanner, IRM) ou biopsie chirurgicale si nécessaire.</li> <li>- Prise en charge par oxygénothérapie hyperbare ou intervention chirurgicale.</li> </ul>
<b>Cancer oral secondaire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inspection et palpation annuelle de la cavité buccale, de la peau et des tissus mous.</li> <li>- Biopsie des lésions suspectes.</li> </ul>

## **6 REALISATION D'UNE PLAQUETTE D'INFORMATION A DESTINATION DES PARENTS**

### **6.1 Protocole de réalisation**

La plaquette d'information a été conçue à l'aide de l'application Canva, en utilisant des illustrations issues de la même plateforme. Le format retenu est celui d'une brochure pliante en trois volets, permettant une lecture progressive et structurée. Le choix des couleurs et des visuels ont été pensés afin de rendre le support à la fois attrayant, clair et facilement compréhensible par tous.

### **6.2 Objectif de la plaquette d'information**

L'objectif principal de la plaquette est de transmettre un message clair, accessible et adapté aux parents.

Cette plaquette a pour rôle de rappeler aux parents les conséquences de la radiothérapie sur la cavité buccale de l'enfant et sur les tissus avoisinants, tout en fournissant des conseils pratiques à appliquer avant, pendant et après la radiothérapie. Elle constitue un outil d'accompagnement pour les parents, en leur offrant un support simple et pédagogique, destiné à les aider à suivre les étapes essentielles afin de préserver la santé bucco-dentaire de leurs enfants.

En plus de son aspect informatif, ce support vise à améliorer la compréhension des complications bucco-dentaire liés à la radiothérapie, à renforcer l'implication des parents dans la prévention et la prise en charge quotidienne, ainsi contribuer à réduire les risques de complication et à améliorer la qualité de vie de l'enfant.

La réalisation de cette plaquette s'inscrit dans une démarche globale de prévention et d'éducation thérapeutique, indispensable dans l'accompagnement des enfants soumis à la radiothérapie et de leur famille.

### **6.3 Protocole de diffusion**

Il sera proposé aux centres de radiothérapie de distribuer la plaquette pour les parents d'enfants traités par radiothérapie cervico-faciale. Un format numérique est également disponible sur la plateforme NextCloud de l'université de Lille via le lien et le QR code suivant :

<https://nextcloud.univ-lille.fr/index.php/s/QRkTMgmg5txLkT>



Figure 32 : QR code donnant accès à la version numérique de la plaquette d'information, hébergée sur la plateforme NextCloud de l'université de Lille.

## 6.4 Visuels et description de la plaquette d'information



Figure 33 : Plaquette d'information, page 1 (source personnelle).

La première page introduit le sujet avec un vocabulaire accessible, spécifiquement adapté aux parents, et met en avant la dimension préventive du document.



Figure 34 : Plaquette d'information, page 2 (source personnelle).

La deuxième page reprend la définition de la radiothérapie et met en avant l'impact de celle-ci sur un enfant en pleine croissance.

**Quels sont ses répercussions sur la bouche de mon enfant ?**

**Conséquences à court terme**

**Mucite** : inflammation de la muqueuse de la bouche qui s'accompagne de douleur, rougeur, aphtes et une modification du goût

**Conséquences à long terme**

- Sécheresse des muqueuses buccales (diminution salivaire)
- Dents courtes et / ou fines
- Dents avec des racines très courtes
- Tâches brunes ou blanches sur les dents
- Caries après la radiothérapie

**Conséquences sur la croissance des mâchoires et des muscles du visage**

- Trismus** : limitation d'ouverture de la bouche
- Troubles de croissance cranio-faciale** : asymétrie du visage

Figure 35 : Plaquette d'information, page 3 (source personnelle).

La troisième page présente les principales conséquences de la radiothérapie cervico-faciale sur la cavité buccale et les tissus avoisinants.

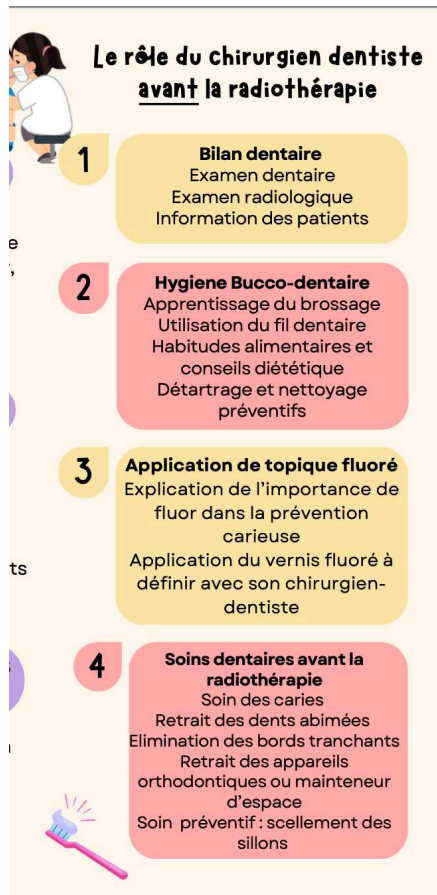


Figure 36 : Plaquette d'information, page 4 (source personnelle).

La quatrième page met en avant le rôle du chirurgien-dentiste avant le début de la radiothérapie avec des recommandations à suivre afin de prévenir les complications au niveau de la cavité buccale.

### Le rôle du chirurgien dentiste pendant la radiothérapie

- 1** **Maintien d'une bonne santé bucco-dentaire**  
Hygiène bucco-dentaire rigoureuse  
Bain de bouche 3 à 4 fois/jour  
Brosse à dents souple  
Dentifrice fluoré, doux  
Hydratation des lèvres
- 2** **Prise en charge de la douleur due à l'inflammation**  
Auto-surveillance et surveillance par les parents  
Prescription par votre médecin (Antalgiques)  
Méthodes non médicamenteuse :  
cryothérapie, hypnose, laser, musicothérapie  
Conseils diététiques :  
bonne hydratation, alimentation froide, liquide ou mixée, éviter les aliments acides, épicés, irritants
- 3** **Soins dentaires**  
Soins d'urgence

Figure 37 : Plaquette d'information, page 5 (source personnelle).

La cinquième page donne des conseils pratiques à mettre en œuvre pendant la radiothérapie, visant à réduire les effets secondaires aigus, en particulier la mucite.



### **Le rôle du chirurgien dentiste après la radiothérapie**

- 1** **Contrôle après la radiothérapie**  
Prévention  
Radiographie de contrôle  
Port quotidien de gouttière de fluoruration, suivi à long terme
- 2** **Soins des caries**
- 3** **Traitement de la sécheresse buccale**  
Substituts salivaires en sprays ou en gels, chewing-gum et boissons fraîche sans sucre
- 4** **Traitement de la limitation d'ouverture buccale**  
Rééducation-massage  
Exercices d'étirements et de mobilisation de la mâchoire
- 5** **Appareils orthodontiques**  
Minimum 2 ans après la radiothérapie



Retrouvez cette  
plaquette au format  
numérique :



Figure 38 : Plaquette d'information, page 6 (source personnelle).

La sixième et dernière page rappelle les étapes essentielles à suivre après une radiothérapie afin d'assurer une prise en charge globale et durable de la santé bucco-dentaire de l'enfant. Elle contient également un QR code pour retrouver une version numérique de cette plaquette d'information.

## 7 CONCLUSION

Cette thèse a pour objectif d'analyser les effets de la radiothérapie cervico-faciale chez l'enfant sur les structures bucco-dentaires, leur prise en charge et d'élaborer une plaquette d'information destinée aux parents. Cet outil vise à fournir une information claire et accessible sur les effets secondaires de la radiothérapie, afin d'anticiper les complications et d'en favoriser une prise en charge précoce.

La prévention, initiée dès les premières étapes du parcours de soins, reste à ce jour le moyen le plus efficace pour limiter les atteintes bucco-dentaires et préserver la qualité de vie de l'enfant. Une information compréhensible et adaptée aux familles est indispensable. Elle les aide à devenir acteurs du parcours médical de leur enfant tout en facilitant la collaboration avec les professionnels de santé.

La réussite de cette prise en charge repose sur une collaboration étroite et continue entre oncologues, dentistes pédiatriques et autres professionnels de santé. Les chirurgiens-dentistes ont un rôle clé à jouer dans cette approche pluridisciplinaire, apportant une expertise indispensable dans la gestion des complications bucco-dentaires liés à la radiothérapie. Leur intégration dès le début du traitement permet d'anticiper les effets secondaires, de proposer des soins préventifs, et d'assurer un suivi à long terme adapté à la croissance et aux besoins spécifiques de l'enfant.

Dans cette dynamique, la collaboration internationale PENTEC (PEdiatric Normal Tissue Effects in the Clinic) marque une avancée importante dans le but de réduire la toxicité des tissus sains chez l'enfant traité par radiothérapie. L'analyse de la relation entre la dose et le volume de radiation administrés et la toxicité des organes en développement permet de proposer des recommandations pédiatriques spécifiques et standardisées.

Malgré les progrès en oncologie pédiatrique, les recherches scientifiques portant sur la radiothérapie cervico-faciale chez l'enfant restent très limitées. Le manque de données scientifiques, la diversité des pratiques observées, l'extrapolation des données issues des pratiques de cancérologie adultes, l'absence de consensus clair, constituent un frein majeur à l'élaboration d'un protocole fondé sur des preuves solides. Dans ce contexte, il devient impératif d'établir des recommandations spécifiques adaptées à la population pédiatrique tenant compte de sa croissance et de la sensibilité des tissus en développement.

Enfin, le développement d'outils d'éducation thérapeutique, comme la plaquette d'information réalisée dans le cadre de ce travail, représente un axe prioritaire d'amélioration combiné à une meilleure formation des chirurgiens-dentistes, ainsi que leur intégration dans les équipes de soins. L'ensemble de ces moyens permettront d'offrir une prise en charge plus globale et centrée sur les besoins spécifiques de chaque enfant.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Qu'est-ce que la radiothérapie ? - Traitements [Internet]. [cité 12 avr 2024]. Disponible sur: <https://www.e-cancer.fr/Patients-et-proches/Se-faire-soigner/Traitements/Radiotherapie>
2. Bernier V, Laprie A, Demoor-Goldschmidt C. Radiothérapie pédiatrique en France : mise au point. *Cancer/Radiothérapie*. 2022;26(6):789-93.
3. Rammohan N, Randall JW, Yadav P. History of Technological Advancements towards MR-Linac: The Future of Image-Guided Radiotherapy. *J Clin Med*. 2022;11(16):4730.
4. Gérard JP, Thariat J, Giraud P, Cosset JM. Histoire de l'évolution des techniques de radiothérapie. *Bulletin du Cancer*. 2010;97(7):743-51.
5. Thariat J, Habrand JL, Lesueur P, Chaikh A, Kammerer E, Lecomte D, et al. Apports de la protonthérapie à la radiothérapie d'aujourd'hui, pourquoi, comment ? *Bulletin du Cancer*. 2018;105(3):315-26.
6. Herrmann H, Seppenwoolde Y, Georg D, Widder J. Image guidance: past and future of radiotherapy. *Radiologe*. 2019;59(Suppl 1):21-7.
7. Laprie A, Padovani L, Bernier V, Supiot S, Huchet A, Ducassou A, et al. Radiothérapie des cancers de l'enfant. *Cancer/Radiothérapie*. 2016;20:S216-26.
8. INCa. La lutte contre les cancers pédiatriques en France. Enjeux, actions et perspectives, édition 2023. 2023.
9. Kattner P, Strobel H, Khoshnevis N, Grunert M, Bartholomae S, Pruss M, et al. Compare and contrast: pediatric cancer versus adult malignancies. *Cancer Metastasis Rev*. 2019;38(4):673-82.
10. WHO. Cancer Today [Internet]. [cité 15 déc 2024]. Disponible sur: [https://gco.iarc.who.int/today/en/dataviz/pie?mode=cancer&group\\_populations=1&age\\_end=2](https://gco.iarc.who.int/today/en/dataviz/pie?mode=cancer&group_populations=1&age_end=2)
11. Daly-Schweitzer N, Juliéron M, Gan Tao Y, Moussier A, Bourhis J. La radiothérapie conformationnelle en modulation d'intensité (RCMI) : vers un nouveau standard en radiothérapie des cancers ORL ? *Annales françaises d'Oto-rhino-laryngologie et de Pathologie Cervico-faciale*. 2011;128(5):284-91.
12. Laprie A, Bernier V, Padovani L, Martin V, Chargari C, Supiot S, et al. Guide for paediatric radiotherapy procedures. *Cancer/Radiothérapie*. 2022;26(1):356-67.
13. INCa. Techniques - Radiothérapie [Internet]. [cité 12 juin 2024]. Disponible sur: <https://www.e-cancer.fr/Patients-et-proches/Se-faire-soigner/Traitements/Radiotherapie/Techniques>

14. Ollivier L, Laprie A, Jouglar E, Claude L, Martin V, Muracciole X, et al. Caractéristiques de la radiothérapie chez les adolescents et les jeunes adultes. *Cancer/Radiothérapie*. 2023;27(8):736-45.
15. Alsaihaty Z, Abdul Manan H, Sabarudin A, Yahya N. Hybrid Treatment Planning for Chest Wall Irradiation Utilizing Three-Dimensional Conformal Radiotherapy (3DCRT), Intensity-Modulated Radiation Therapy (IMRT), and Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT): A Systematic Review. *Cureus*. 2024;16(5):e59583.
16. Daly-Schveitzer N, Juliéron M, Gan Tao Y, Moussier A, Bourhis J. La radiothérapie conformationnelle en modulation d'intensité (RCMI) : vers un nouveau standard en radiothérapie des cancers ORL ? *Annales françaises d'Oto-rhino-laryngologie et de Pathologie Cervico-faciale*. 2011;128(5):284-91.
17. Claude L, Todisco L, Leseur J, Laprie A, Alapetite C, Bernier V. Techniques récentes en radiothérapie externe pédiatrique. *Bulletin du Cancer*. 2011;98(5):571-80.
18. Bernier-Chastagner V. La radiothérapie en conditions stéréotaxiques en pédiatrie. *Cancer/Radiothérapie*. 2009;13(6-7):543-9.
19. Folio M. La radiothérapie [Internet]. SFCE - Société Française Cancers Enfant. 2021 [cité 12 avr 2024]. Disponible sur: <https://sf-cancers-enfant.com/patients-et-proches/la-radiotherapie/>
20. Vennarini S, Colombo F, Mirandola A, Orlandi E, Pecori E, Chiaravalli S, et al. Proton Therapy in Non-Rhabdomyosarcoma Soft Tissue Sarcomas of Children and Adolescents. *Cancers*. 2024;16(9).
21. Sire C, Ducteil A, Lagrange JL, Maingon P, Lorchel F, Latorzeff I, et al. Consentement aux soins en radiothérapie. *Cancer/Radiothérapie*. 2024;28(3):290-2.
22. DeNunzio NJ, Yock TI. Modern Radiotherapy for Pediatric Brain Tumors. *Cancers*. 2020;12(6):1533.
23. Haegen MV, Flahault C, Marioni G. Grand manuel de psycho-oncologie: de l'enfant et de l'adolescent. Dunod; 2023. 675 p.
24. Réguerre Y, Lacour B, André N, Claude L, Hameury F, Lavrand F, et al. Tumeurs rares en pédiatrie : particularités épidémiologiques et organisation de leur prise en charge dans le cadre de la Société française des cancers et des leucémies de l'enfant et de l'adolescent (SFCE). *Bulletin du Cancer*. 2010;97(9):1041-5.
25. IHOPe. La radiothérapie [Internet]. [cité 12 juin 2024]. Disponible sur: <https://www.ihope.fr/soins-traitements/les-traitements/la-radiotherapie/>

26. Claude L, Jouglar E, Duverge L, Orbach D. Update in pediatric nasopharyngeal undifferentiated carcinoma. *Br J Radiol.* oct 2019;92(1102):20190107.
27. INCa. Comprendre la radiothérapie [Internet]. 2009 [cité 29 sept 2024]. Disponible sur: <https://www.cancer.fr/content/download/7061/file/GUIRAD09.pdf?version=12>
28. Yoel A, Adjumain S, Liang Y, Daniel P, Firestein R, Tsui V. Emerging and Biological Concepts in Pediatric High-Grade Gliomas. *Cells.* 2024;13(17):1492.
29. Cuny T, Reynaud R, Raverot G, Coutant R, Chanson P, Kariyawasam D, et al. Diagnosis and management of children and adult craniopharyngiomas: a French Endocrine Society/French Society for Paediatric Endocrinology & Diabetes Consensus Statement. *Annales d'Endocrinologie.* 2024;S0003426624001082.
30. Jackson K, Packer RJ. Recent Advances in Pediatric Medulloblastoma. *Curr Neurol Neurosci Rep.* 2023;23(12):841-8.
31. Zafar A, Wang W, Liu G, Wang X, Xian W, McKeon F, et al. Molecular targeting therapies for neuroblastoma: Progress and challenges. *Medicinal Research Reviews.* 2021;41(2):961-1021.
32. Sergi C, éditeur. Index. In: *Advancements in Cancer Research.* Exon Publications; 2023. p. 145-7.
33. Héritier S, Marquis N, Leverger G. Prise en charge des leucémies pédiatriques. *Soins Pédiatrie/Puériculture.* 2021;42(320):35-40.
34. Sorin T, Mansuy L, Colson T, Minetti C, Brix M, Simon E. Sarcome d'Ewing mandibulaire chez l'enfant : reconstruction par membrane induite. *Revue de Stomatologie, de Chirurgie Maxillo-faciale et de Chirurgie Orale.* 2014;115(5):318-22.
35. Zhang S, Liu X, Li L, Qiu L, Qian Z, Zhou S, et al. Hodgkin's lymphoma: 2023 update on treatment. *Cancer Biology & Medicine.* 2023;21(4):269.
36. Gartrell J, Pappo A. Recent advances in understanding and managing pediatric rhabdomyosarcoma. *F1000Res.* 2020;9:F1000 Faculty Rev-685.
37. Rhee DS, Rodeberg DA, Baertschiger RM, Aldrink JH, Lautz TB, Grant C, et al. Update on pediatric rhabdomyosarcoma: A report from the APSA Cancer Committee. *Journal of Pediatric Surgery.* 2020;55(10):1987-95.
38. Iatrou I, Theologie-Lygidakis N, Schoinohoriti O, Tzermpas F, Vessala AM. Rhabdomyosarcoma of the maxillofacial region in children and adolescents: Report of 9 cases and literature review. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery.* 2017;45(6):831-8.

39. Ben-Ami T. Nasopharyngeal Carcinoma in Children, Current Treatment Approach. *J Pediatr Hematol Oncol.* 2024;46(3):117-24.
40. Al-Ansari S, Stolze J, Bresters D, Brook AH, Laheij AMGA, Brand HS, et al. Late Complications in Long-Term Childhood Cancer Survivors: What the Oral Health Professional Needs to Know. *Dentistry Journal.* 2024;12(1):17.
41. Coelho SM, Pandolfo MT, Bortoluzzi EA, Rossetto HL, Pereira RP, Minamisako MC, et al. Effect of radiation therapy on fracture resistance of simulated immature teeth submitted to root reinforcement. *International Journal of Paediatric Dentistry.* 2024;34(1):3-10.
42. Blakemore P. Mouth Care for Children and Young People Requiring Chemotherapy, Radiotherapy and/or Haemopoietic Stem Cell Transplantation. 2024.
43. Palmer JD, Tsang DS, Tinkle CL, Olch AJ, Kremer LCM, Ronckers CM, et al. Late effects of radiation therapy in pediatric patients and survivorship. *Pediatric Blood & Cancer.* 2021;68:e28349.
44. Binois É, Duperray M, Dahan M. Les traitements des cancers des voies aéro-digestives supérieures. 2018.
45. Caillot É, Denis F. Mucites radio-induites buccopharyngées : actualités sur la prise en charge. *Cancer/Radiothérapie.* 2012;16(5):358-63.
46. ARCAGY-GINECO DBP. Infocancer. 2025 [cité 28 janv 2025]. Les effets secondaires de la radiothérapie. Disponible sur: <https://www.arcagy.org/infocancer/traitement-du-cancer/traitements-locoregionaux/radiotherapie/les-effets-secondaires.html/>
47. Paulino AC. Health Link: Healthy living after treatment of childhood, adolescent, and young adult cancer. *Children's Oncology Group;* 2023.
48. Cleirec M, Salagnac JM. Conséquences buccales des traitements en oncologie pédiatrique. In: *La Bouche de L'enfant et de L'adolescent.* Elsevier; 2019. p. 135-45.
49. Lafond D. Health Link : Vivre en santé après le traitement d'un cancer chez l'enfant, l'adolescent, et le jeune adulte. *Children's Oncology Group;* 2023.
50. Özyılkan D. Oral and Dental Health in Paediatric Oncology Patients. *cjms.* 2024;0(0):0-0.
51. El Osta N, Osta L. Détermination de l'Âge Dentaire en Odontologie Médico - Légale. *International Arab Journal of Information Technology.* 2014;5:19-25.
52. Oral health and oral health management in children with acute lymphoblastic leukemia. *IJFM.* 2023;5(8).

53. Duruk G, Acar B, Temelli Ö. Effect of different doses of radiation on morphological, mechanical and chemical properties of primary and permanent teeth—an in vitro study. *BMC Oral Health*. 2020;20(1):242.
54. Rio MIRD, Rodrigues DR, Lyra ML, Freire NDA, Ramos MEB, Israel MS. How radio and chemotherapy can affect the development of the teeth. *J Oral Diag*. 2024;8:1-6.
55. Hoogeveen RC, Hol MLF, Pieters BR, Balgobind BV, Berkhout EWER, Schoot RA, et al. An overview of radiological manifestations of acquired dental developmental disturbances in paediatric head and neck cancer survivors. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2020;49(3):20190275.
56. Mattos VD de, Ferman S, Magalhães DMA, Antunes HS, Lourenço SQC. Dental and craniofacial alterations in long-term survivors of childhood head and neck rhabdomyosarcoma. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*. 2019;127(4):272-81.
57. Effinger KE, Migliorati CA, Hudson MM, McMullen KP, Kaste SC, Ruble K, et al. Oral and dental late effects in survivors of childhood cancer: a Children's Oncology Group report. *Support Care Cancer*. 2014;22(7):2009-19.
58. Yong CW, Robinson A, Hong C. Dental Evaluation Prior to Cancer Therapy. *Front Oral Health*. 2022;3:876941.
59. Goh EZ, Beech N, Johnson NR, Batstone M. The dental management of patients irradiated for head and neck cancer. *Br Dent J*. 2023;234(11):800-4.
60. Rahul M, Atif M, Tewari N, Mathur V. Cancer-related radiation therapy in early childhood leading to root abnormality in multiple permanent teeth. *BMJ Case Rep*. 2021;14(8):e244770.
61. Ritwik P. Dental Care for Patients With Childhood Cancers. *TOJ*. 2018;18(4):351-7.
62. Hélène LC, Aline D. Radiothérapie et soins bucco-dentaires. 9 oct 2020 [cité 20 mai 2025]; Disponible sur: [https://ressources-aura.fr/wp-content/uploads/2018/02/SBDRT\\_2020\\_AFSOS.pdf](https://ressources-aura.fr/wp-content/uploads/2018/02/SBDRT_2020_AFSOS.pdf)
63. Jawad H, Hodson NA, Nixon PJ. A review of dental treatment of head and neck cancer patients, before, during and after radiotherapy: part 2. *Br Dent J*. 2015;218(2):69-74.
64. Poirée M, Lervat C, Marec-Berard P. Mucites chimio-induites en oncologie pédiatrique : quelles perspectives ? *Bulletin du Cancer*. 2021;108(7):761-70.
65. Guerrini-Rousseau L, Marec-Berard P, Bolle S, Laurent S. Traitement des douleurs de mucite : actualités et perspectives. *Bulletin du Cancer*. 2019;106(9):776-83.
66. El Bousaadani A, Eljahd L, Abada R, Rouadi S, Roubal M, Mahtar M. Actualités de la prévention et du traitement des mucites orales chez les

- enfants cancéreux : recommandations pratiques. *Cancer/Radiothérapie*. 2016;20(3):226-30.
67. Otmani N. Oral and maxillofacial side effects of radiation therapy on children. *J Can Dent Assoc*. 2007;73(3):257-61.
68. Centre Hospitalier de Luxembourg. Favoriser le mieux-être des enfants traités par chimiothérapie: Le Service National d’Onco-Hématologie pédiatrique (SNOHP) se dote d’un LaserPen grâce au soutien de la Fondatioun Kriibskrank Kanner [Internet]. 2020 [cité 10 sept 2025]. Disponible sur: <https://www.chl.lu/fr/actualites/le-SNOHP-se-dote-d-un-LaserPen-grace-au-soutien-de-la-Fondatioun-Kriibskrank-Kanner>
69. UFSBD. Fiche dentifrice fluoré [Internet]. 2021 [cité 23 sept 2025]. Disponible sur: [https://www.ufsbd.fr/wp-content/uploads/2021/11/fiche-dentifrice\\_fluore\\_021121.pdf](https://www.ufsbd.fr/wp-content/uploads/2021/11/fiche-dentifrice_fluore_021121.pdf)
70. Jeanblanc G, Poullie A, Rumeau-Pichon C. Stratégies de prévention de la carie dentaire : Argumentaire. HAS; 2010. Disponible sur : [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2010-10/corriges\\_rapport\\_cariedentaire\\_version\\_postcollege-10sept2010.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2010-10/corriges_rapport_cariedentaire_version_postcollege-10sept2010.pdf).
71. Guichard M. L’odontologiste et la radiothérapie : thérapeutique (2nde partie). *Clinic*. 2011;32(9).
72. Hamzaoui S, Sakout M, Bentahar O. Place de la prosthodontie maxillo-faciale dans la prévention du patient irradié. *Cancer/Radiothérapie*. 1 sept 2022;26(5):749-53.
73. Hôpitaux Universitaires Genève. [www.hug.ch](http://www.hug.ch). 2020 [cité 23 sept 2025]. Prévention lors d’une radiothérapie cervico-faciale : conseils pour éviter les complications bucco-dentaires. Disponible sur: [https://www.hug.ch/sites/interhug/files/documents/radiotherapie\\_cervicofaciale.pdf](https://www.hug.ch/sites/interhug/files/documents/radiotherapie_cervicofaciale.pdf)
74. Droz D, Sixou JL, Delfosse C, Vital S, Muller-Bolla M. Le fluor en prévention primaire : Recommandations du Collège des Enseignants en Odontologie Pédiatrique. 2021;16.
75. Bilan dentaire avant une radiothérapie ou une chirurgie oncologique ORL – Centres interdisciplinaires d’oncologie [Internet]. [cité 18 juin 2025]. Disponible sur: <https://centrescancer.chuv.ch/examen/bilan-dentaire-avant-une-radiotherapie/>
76. Elhaddaoui R, Bahije L, Chbicheb S, Zaoui F. Irradiation cervicofaciale et traitement orthodontique. *International Orthodontics*. 2015;13(2):139-48.
77. Soares SC, Roux LJD, Castro AR, Silva CC, Rodrigues R, Macho VMP, et al. Oral Manifestations: A Warning-Sign in Children with Hematological Disease Acute Lymphocytic Leukemia. *Hematology Reports*. 2023;15(3):491-502.



78. SFCO. societechirorale.com. 2012 [cité 22 sept 2025]. Prise en charge des foyers infectieux bucco-dentaires. Disponible sur: [https://societechirorale.com/wp-content/uploads/2023/06/recommandations\\_foyers\\_infectieux\\_texte\\_court\\_1.pdf](https://societechirorale.com/wp-content/uploads/2023/06/recommandations_foyers_infectieux_texte_court_1.pdf)

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Découverte des rayons X par Roentgen, photographie de la main de son épouse à droite (4).....	21
Figure 2 : A) « bombe » au cobalt - B) accélérateur miniaturisé robotisé à 6 degrés de liberté avec commande, C) repositionnement en temps réel en cours de séance depuis un pupitre extérieur à la salle de traitement (4).....	23
Figure 3 : Améliorations en radiothérapie au cours des 3 dernières décennies. AOR : organe a risque, MR : résonance magnétique (6).....	25
Figure 4 : Estimation des incidences des cancers, répartition en pourcentage. France, tout sexe, de 0 à 14 ans, 2022 (Selon l'OMS) (10).....	27
Figure 5 : Dispositifs d'immobilisation pour la radiothérapie (RT). Feuille rigide de maille plastique (a) et masque personnalisé (b) (22).....	31
Figure 6 : Les étapes successives d'un traitement radiothérapique en modulation d'intensité (16).....	33
Figure 7 : Radiographie d'un médulloblastome chez un enfant traité par radiothérapie (22).....	38
Figure 8 : Masse du corps mandibulaire droit sans signe inflammatoire (34)..	40
Figure 9 : Orthopantomogramme (OPT), volumineuse lésion ostéolytique du corps mandibulaire droit refoulant les germes des dents 44 et 45 (34).....	41
Figure 10 : Lésion de 50mm×22mm×32mm centrée sur le corps droit de la mandibule soufflant la corticale antérieure. A. Réaction périostée. B. Lyse corticale. C et D. Envahissement tumoral intra-osseux (34).....	42
Figure 11 : Tomographie par émission de positon (TEP), hypermétabolisme symphysaire et du corps mandibulaire droit (34).....	42
Figure 12 : Vues axiale (A) et coronale (B) d'un plan de traitement par faisceau de protons, utilisant la technique de protonthérapie par balayage de faisceau (20).....	44
Figure 13 : Vue clinique préopératoire du patient montrant un gonflement buccal sur le côté gauche (38).....	45
Figure 14 : À gauche : orthopantomogramme original du même patient montrant l'architecture osseuse perturbée du Ramus mandibulaire et de l'angle s'étendant jusqu'au germe de la dent 37. À droite : scanner original, montrant une ostéolyse du Ramus gauche (38).....	46

Figure 15 : Images au microscope électronique à balayage de l'émail et de la dentine dans les groupes témoin, irradié à 30 Gy et irradié à 60 Gy, à des grossissements de 100x, 500x et 1000x (53).....	53
Figure 16 : Arrêt de l'édification radiculaire dans le territoire d'irradiation à gauche (48).....	54
Figure 17 : Radiographie panoramique réalisé à l'âge de 23 ans chez une patiente atteinte d'un rhabdomyosarcome à l'âge de 3 ans (55).....	56
Figure 18 : Coupe axiale d'un scanner dosimétrique montrant la planification de la radiothérapie (55).....	57
Figure 19 : a : radiographie panoramique à l'âge de 5 ans et 11 mois, b : à l'âge de 9 ans et 1 mois, c : à l'âge de 16 ans et 4 mois (55).....	58
Figure 20 : Trouble du développement acquis dans la région des molaires (55).....	60
Figure 21 : Trouble du développement acquis dans la région antérieure (55).61	
Figure 22 : Hypo développement de la croissance faciale et des tissus mous dans le site irradié (48).....	63
Figure 23 : Écouvillons buccaux (63).....	71
Figure 24 : Mucite localisée au niveau de la lèvre supérieure chez un enfant traité par radiothérapie (67).....	73
Figure 25 : Traitement d'une mucite chez un enfant par le LaserPen (68).....	78
Figure 26 : Les nouvelles recommandations de l'UFSBD en matière de fluor dans les dentifrices (69).....	80
Figure 27 : Photographie de gouttières fluorées (73).....	81
Figure 28 : Caries post-radique chez un enfant traité par radiothérapie à l'âge de 11 ans (67).....	84
Figure 29 : Radiographie panoramique montrant des caries post-radiques (57).....	85
Figure 30 : Abaisse-langues pour la rééducation d'une ouverture buccale (63).....	86
Figure 31 : Photographies d'un TheraBite (63).....	87

Figure 32 : QR code donnant accès à la version numérique de la plaquette d'information, hébergée sur la plateforme NextCloud de l'université de Lille.....	92
Figure 33 : Plaquette d'information, page 1 (source personnelle).....	92
Figure 34 : Plaquette d'information, page 2 (source personnelle).....	93
Figure 35 : Plaquette d'information, page 3 (source personnelle).....	94
Figure 36 : Plaquette d'information, page 4 (source personnelle).....	95
Figure 37 : Plaquette d'information, page 5 (source personnelle).....	96
Figure 38 : Plaquette d'information, page 6 (source personnelle).....	97

## TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Incidence des cancers chez les enfants et adolescents entre 2014 et 2020 en France (8). .....	25
Tableau 2 : Taux de guérison du cancer chez les enfants âgés de 0 à 15 ans, 1 an et 5 ans après le diagnostic en France (8). .....	26
Tableau 3 : Indication et dose prescrite dans le cas d'un médulloblastome en pédiatrie (12). .....	32
Tableau 4 : Classification des mucites radio-induites selon l'OMS (45). .....	48
Tableau 5 : Évolution des dents temporaires (51). .....	51
Tableau 6 : Évolution des dents permanentes (51). .....	52
Tableau 7 : Résumé des effets tardifs bucco-dentaire associés à la radiothérapie chez les enfants atteints de cancers (57). .....	66
Tableau 8 : Protocole de soins bucco-dentaires de base pour la prévention des complications bucco-dentaire (64). .....	72
Tableau 9 : Échelle HEDEN d'évaluation de la douleur. ....	75
Tableau 10 : Recommandations de prévention et prise en charge de la mucite (64) (65,66). .....	77
Tableau 11 : Recommandations d'application des vernis et de gels fluorés et de rinçage avec des bains de bouche chez le sujet à risque carieux élevé (74). .....	82
Tableau 12 : Fréquence et type de surveillance en fonction de la situation clinique après la radiothérapie (62). .....	83
Tableau 13 : Résumé des effets tardifs associés à la radiothérapie chez les patients pédiatriques avec les recommandations de dépistage et de prise en charge (57). .....	90

## ANNEXES

Annexe 1 : Plaquette d'information sur la santé bucco-dentaire destinée aux parents d'enfants traités par radiothérapie de la tête et du cou (partie 1).

### Le rôle du chirurgien dentiste pendant la radiothérapie


- Maintien d'une bonne santé bucco-dentaire**  
Hygiène bucco-dentaire rigoureuse  
Bain de bouche 3 à 4 fois/jour  
Brosse à dents souple  
Dentifrice fluoré, doux  
Hydratation des lèvres
- Prise en charge de la douleur due à l'inflammation**  
Auto-surveillance et surveillance par les parents  
Prescription par votre médecin (Antalgiques)  
Méthodes non médicamenteuse :  
cryothérapie, hypnose, laser, musicothérapie  
Conseils diététiques :  
bonne hydratation, alimentation froide, liquide ou mixée, éviter les aliments acides, épicés, irritants
- Soins dentaires**  
Soins d'urgence


### Le rôle du chirurgien dentiste après la radiothérapie

- Contrôle après la radiothérapie**  
Prévention  
Radiographie de contrôle  
Port quotidien de gouttière de fluoruration, suivi à long terme
- Soins des caries**
- Traitement de la sécheresse buccale**  
Substituts salivaires en sprays ou en gels, chewing-gum et boissons fraîches sans sucre
- Traitement de la limitation d'ouverture buccale**  
Rééducation-massage  
Exercices d'étirements et de mobilisation de la mâchoire
- Appareils orthodontiques**  
Minimum 2 ans après la radiothérapie


**PROTÉGER LA BOUCHE DE VOTRE ENFANT TRAITÉ PAR RADIOTHÉRAPIE DE LA TÊTE ET DU COU**

**Des conseils simples pour préserver ses dents, ses gencives et son sourire**





Retrouvez cette plaquette au format numérique :



## LA RADIOTHÉRAPIE CERVICO-FACIALE ET LES DENTS



**QU'EST CE QUE C'EST ?**



La radiothérapie cervico-faciale est un traitement qui utilise des rayonnements pour détruire les cellules cancéreuses d'une tumeur.

Elle est pratiquée dans un service spécialisé au sein d'un hôpital, les séances sont courtes, et se font sans hospitalisation.

Chez l'enfant, ces rayonnements peuvent perturber la croissance crano-faciale, le développement dentaire et toucher aussi d'autres parties de la tête, comme les muscles du visage ou l'articulation des mâchoires.

### Quels sont ses répercussions sur la bouche de mon enfant ?



**Conséquences à court terme**

**Mucite** : inflammation de la muqueuse de la bouche qui s'accompagne de douleur, rougeur, aphtes et une modification du goût

**Conséquences à long terme**

Sécheresse des muqueuses buccales (diminution salivaire)

Dents courtes et / ou fines

Dents avec des racines très courtes

Tâches brunes ou blanches sur les dents

Caries après la radiothérapie

**Conséquences sur la croissance des mâchoires et des muscles du visage**

**Trismus** : limitation d'ouverture de la bouche

**Troubles de croissance crano-faciale** : asymétrie du visage



### Le rôle du chirurgien dentiste avant la radiothérapie

- 1**

**Bilan dentaire**  
Examen dentaire  
Examen radiologique  
Information des patients
- 2**

**Hygiène Bucco-dentaire**  
Apprentissage du brossage  
Utilisation du fil dentaire  
Habitudes alimentaires et conseils diététiques  
Détartrage et nettoyage préventifs
- 3**

**Application de topique fluoré**  
Explication de l'importance de fluor dans la prévention carieuse  
Application du vernis fluoré à définir avec son chirurgien-dentiste
- 4**

**Soins dentaires avant la radiothérapie**  
Soin des caries  
Retrait des dents abimées  
Elimination des bords tranchants  
Retrait des appareils orthodontiques ou maintien d'espace  
Soin préventif : scellement des sillons





Thèse d'exercice : Chir. Dent. : Lille : Année 2025

La radiothérapie cervico-faciale chez l'enfant : élaboration d'une plaquette d'information à destination des parents. / **Nadia Rahim**. - p. (113) : ill. (38) ; réf. (78).

**Domaines** : Odontologie pédiatrique, prévention.

Mots clés Libres : radiothérapie, cancer pédiatrique, conséquences, effets secondaires, prise en charge, cabinet dentaire, prévention bucco-dentaire, xérostomie, mucite, information des parents.

#### Résumé de la thèse en français

Les cancers pédiatriques représentent environ 2 000 nouveaux cas par an en France. Parmi eux, près d'un tiers des enfants sont traités par radiothérapie, principalement pour des tumeurs de la région cervico-faciale, soit environ 800 à 900 irradiations pédiatriques chaque année.

La radiothérapie cervico-faciale chez un enfant en période de croissance entraîne diverses séquelles, en particulier au niveau de la cavité buccale et les tissus avoisinants.

L'objectif de cette thèse est de concevoir une plaquette d'information destinée à sensibiliser les parents aux conséquences de la radiothérapie sur le développement dentaire et les structures crâniofaciales de leurs enfants, ainsi qu'aux mesures préventives et de suivi à mettre en place avant, pendant et après le traitement.

#### **JURY** :

Président : Monsieur le Professeur Thomas MARQUILLIER

Assesseurs : Monsieur le Docteur Thomas TRENTESAUX

Madame le Docteur Marie DUBAR

Madame le Docteur Margaux FAUQUEUX