

**FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE**

Année de soutenance : 2023

N°:

THESE POUR LE

**DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement le 22 mai 2023

Par Esther BENAYOUN

Née le 01/12/1997 à Bondy – FRANCE

**Spécificités de la prise en charge orthodontique des patients ayant eu  
un cancer de l'enfance.**

**JURY**

Président : Pr. Kevimy AGOSSA

Assesseurs : Dr. Xavier COUTEL

Dr. Amélie DE BROUCKER

Dr. Anne-Julie ROLIN

**PERSONNEL ENSEIGNANT DE LA FACULTE.**

Président de l'Université	:	Pr. R. BORDET
Directrice Générale des Services de l'Université	:	M-D. SAVINA
Doyen UFR3S	:	Pr. D. LACROIX
Directrice des Services d'Appui UFR3S	:	G. PIERSON
Doyen de la faculté d'Odontologie – UFR3S	:	Pr. C. DELFOSSE
Responsable des Services	:	M. DROPSIT
Responsable de la Scolarité	:	G. DUPONT

**PROFESSEURS DES UNIVERSITES :**

K. AGOSSA	Parodontologie
P. BEHIN	Prothèses
T. COLARD	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
<b>C. DELFOSSE</b>	<b>Doyen de la faculté d'Odontologie – UFR3S</b> Odontologie Pédiatrique
<b>E. DEVEAUX</b>	<b>Responsable du Département de Dentisterie Restauratrice</b> <b>Endodontie</b>

## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

T. BECAVIN	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
A. BLAIZOT	Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.
<b>P. BOITELLE</b>	Responsable du Département de <b>Prothèses</b>
<b>F. BOSCHIN</b>	Responsable du Département de <b>Parodontologie</b>
<b>C. CATTEAU</b>	Responsable du Département de <b>Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.</b>
X. COUDEL	Biologie Orale
A. de BROUCKER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
M. DEHURTEVENT	Prothèses
T. DELCAMBRE	Prothèses
F. DESCAMP	Prothèses
M. DUBAR	Parodontologie
A. GAMBIEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
F. GRAUX	Prothèses
M. LINEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
T. MARQUILLIER	Odontologie Pédiatrique
G. MAYER	Prothèses
<b>L. NAWROCKI</b>	Responsable du Département de <b>Chirurgie Orale</b> Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin - CHRU Lille
<b>C. OLEJNIK</b>	Responsable du Département de <b>Biologie Orale</b>
P. ROCHER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
L. ROBBERECHT	Dentisterie Restauratrice Endodontie
<b>M. SAVIGNAT</b>	Responsable du Département des <b>Fonction-Dysfonction, Image Biomatériaux</b>
<b>T. TRENTESAUX</b>	Responsable du Département d' <b>Odontologie Pédiatrique</b>
J. VANDOMME	Prothèses

### ***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.

**Aux membres du jury,**

## **Monsieur le Professeur Kevimy AGOSSA**

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

*Section Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale*

*Département Parodontologie*

- Docteur en Chirurgie Dentaire
- Docteur de l'Université de Lille – mention Sciences de la vie et de la santé Habilitation à Diriger des Recherches (Université de Lille)
- Master II Santé publique *Evaluation médico-économique Recherche Clinique* C.E.S de Parodontologie
- Attestation d'Etudes Approfondies en Odontologie
- Ancien Assistant des Hospices Civils de Lyon
- Ancien Interne en Odontologie
- Lauréat de l'Académie Nationale de Chirurgie Dentaire
- Responsable de l'Unité Fonctionnelle de Parodontologie au CHU de Lille Chargé de mission Relations Internationales

*Je vous remercie d'avoir accepté de présider ce jury et espère que mon travail saura retenir votre intérêt.*

*Votre pédagogie, votre patience et vos connaissances scientifiques mises à la disposition des patients sont un exemple pour nous tous.*

*En espérant avoir plus d'occasions de travailler à vos côtés, recevez ici mes sincères remerciements et l'assurance de ma profonde reconnaissance.*

**Madame le Docteur Amélie de BROUCKER**

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

*Section Réhabilitation Orale*

*Département Sciences Anatomiques*

- Docteur en Chirurgie Dentaire
- Docteur de l'Université de Lille2
- Chargé de mission Vie de campus et relations étudiants

*Je vous remercie d'avoir accepté spontanément de faire partie de ce jury de thèse  
et suis sensible à l'honneur que vous me faites de juger ce travail.*

*Votre gentillesse, votre bonne humeur et votre patience pour transmettre vos  
connaissances constituent une source d'inspiration.*

*Veillez trouver ici l'expression de mes sentiments les plus respectueux et  
reconnaissants.*

## **Monsieur le Docteur Xavier COUTEL**

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

*Section Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale*

*Département Biologie Orale*

- Docteur en Chirurgie Dentaire
- Docteur de l'Université de Lille (Biologie Orale)
- Master « Sciences, Technologies, Santé mention « Biologie cellulaire, Physiologie et Pathologies » - Spécialité « Biologie, Biomorphologie, Bio ingénierie du squelette » (Paris Descartes)

*Je vous remercie d'avoir accepté avec enthousiasme de faire partie de ce jury de thèse.*

*Je tiens également à vous remercier pour les moments où j'ai eu l'opportunité de travailler avec vous, je retiendrai votre engagement, votre bienveillance et votre attention envers vos étudiants et vos patients.*

*Recevez ici mes sincères remerciements et la marque de mon profond respect.*



## **Madame le Docteur Anne-Julie ROLIN**

**Assistante Hospitalo-Universitaire des CSERD**

*Section Développement, Croissance et Prévention*

*Département Orthopédie Dento-Faciale*

- Docteur en Chirurgie Dentaire
- Spécialiste qualifiée en Orthopédie Dento-Faciale

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à ton égard pour ta précieuse contribution  
en tant que directrice de thèse.*

*Ton soutien, tes remarques constructives et ton expertise ont été d'une grande aide  
tout au long de l'élaboration de ma thèse ainsi que tout au long de mon internat.*

*Merci pour ton implication dans notre formation clinique, qui n'aurait pas été la même  
sans ta bienveillance, ta patience et tes bons conseils.*

*Sois assurée de mon profond respect, de ma gratitude et de ma reconnaissance.*



## **Table des abréviations:**

*Classées par ordre alphabétique :*

A.a : *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*

AAPD: American Academy of Pediatric Dentistry (académie américaine d'odontologie pédiatrique)

ALD : Affection longue durée

CSH : Cellule souche hématopoïétique

DDD : Dysharmonie dento-maxillaire

DDM : Dysharmonie dento-dentaire

Gy : Gray

HAS : Haute autorité de santé

LLA : Leucémie lymphoblastique aigue

LNH : Lymphome non Hodgkinien

ICT : Irradiation corporelle totale

IOTN : Index of Orthodontic Treatment Need (indice de besoin de traitement orthodontique)

IRM : Imagerie par résonance magnétique

OCN: Ostéochimionécrose

ORN: Ostéoradionécrose

P.g: *Porphyromonas gingivalis*

SNC : Système nerveux central

# Table des matières :

<b>TABLE DES ABREVIATIONS:</b> .....	<b>11</b>
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>15</b>
<b>I/ LE CANCER CHEZ L'ENFANT ET SES TRAITEMENTS :</b> .....	<b>16</b>
I.1. EPIDEMIOLOGIE .....	16
<i>I.1.1. Incidence et prévalence</i> .....	16
I.1.1.1. Dans le monde.....	16
I.1.1.2. En France .....	17
<i>I.1.2. Formes les plus fréquentes</i> .....	18
I.1.2.1. Hémopathies malignes.....	19
I.1.2.2. Tumeurs solides .....	19
I.2. LES TRAITEMENTS ANTI-CANCEREUX CHEZ L'ENFANT .....	21
<i>I.2.1. La chirurgie carcinologique</i> .....	21
<i>I.2.2. La chimiothérapie</i> .....	21
<i>I.2.3. La radiothérapie</i> .....	22
<i>I.2.4. La curiethérapie</i> .....	22
<i>I.2.5. L'immunothérapie</i> .....	23
<i>I.2.6. Les thérapies ciblées</i> .....	24
<i>I.2.7. Traitement des cancers les plus fréquents</i> .....	25
I.2.7.1. Traitement de la leucémie lymphoblastique aigüe.....	25
I.2.7.2. Traitement des principales tumeurs solides .....	26
<b>II/ IMPACTS DES TRAITEMENTS SUR LA CROISSANCE SQUELETTIQUE, CRANIO-FACIALE ET L'ODONTOGENESE</b> .....	<b>28</b>
II.1. TRAITEMENT PAR RADIOTHERAPIE .....	28
<i>II.1.1. Impact sur les tissus osseux</i> .....	28
II.1.1.1. Squelette axial et appendiculaire.....	28
II.1.1.2. Squelette crânio-facial .....	31
<i>II.1.2. Impact dentaire</i> .....	37
II.1.2.1. Rappels sur le développement dentaire .....	38
II.1.2.2. Anomalies de nombre .....	40
II.1.2.3. Anomalies de forme .....	41
II.1.2.4. Anomalies de structure .....	43
II.1.2.3. Répercussions occlusales .....	44
<i>II.1.3. Impact sur les tissus mous</i> .....	45
II.1.3.1. Glandes salivaires .....	45
II.1.3.2. Parodonte.....	45
II.1.3.3. Muscles et articulations temporo-mandibulaires.....	46
II.2. TRAITEMENT PAR CHIMIOOTHERAPIE.....	47
<i>II.2.1. Impact sur les tissus osseux</i> .....	47
II.2.1.1. Squelette axial et appendiculaire.....	47
II.2.1.2. Squelette crânio-facial .....	48
<i>II.2.2. Impact sur les tissus dentaires</i> .....	49
II.2.2.1. Anomalies de nombre .....	49

II.2.2.2 Anomalies de taille et de forme .....	50
II.2.2.3 Anomalies de structure .....	52
II.2.2.4. Répercussions occlusales .....	53
II.2.3. <i>Impact sur les tissus mous</i> .....	53
<b>III/ PARTICULARITES DE LA PRISE EN CHARGE EN ORTHOPEDIE DENTO- FACIALE :</b> .....	<b>55</b>
III.1. RISQUES ET CONTRAINTES THERAPEUTIQUES A PRENDRE EN COMPTE .....	55
III.1.1. <i>Risque infectieux</i> .....	55
III.1.1.1. Risque d'ostéonécrose .....	55
III.1.1.2. Risque carieux .....	57
III.1.2. <i>Risque de récurrence de la maladie cancéreuse</i> .....	58
III.1.3. <i>Risque de résorption radiculaire</i> .....	58
III.2. STRATEGIES THERAPEUTIQUES .....	61
III.2.1. <i>Précautions à prendre avant d'entreprendre un traitement</i> .....	61
III.2.1.1. Quand entreprendre un traitement ? .....	61
III.2.1.2 Aspect médico-légal .....	62
III.2.1.3. Prévention des complications buccodentaires .....	62
III.2.2. <i>Choix de la thérapeutique adaptée</i> .....	63
III.2.2.1. Solutions de compromis.....	63
III.2.2.2. Précautions particulières à prendre .....	68
III.2.3. <i>Choix du dispositif adapté</i> .....	70
III.2.4. <i>Phase de contention</i> .....	71
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>76</b>
<b>TABLE DES ILLUSTRATIONS :</b> .....	<b>77</b>
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	<b>80</b>



# **Introduction**

Chaque jour, d'importants progrès sont réalisés dans le domaine des traitements des cancers pédiatriques, permettant à des centaines de milliers d'enfants de survivre à l'âge adulte : en France 1 adulte sur 900 est ainsi actuellement un survivant d'un cancer de l'enfance.

Ces patients ont des besoins spécifiques en matière de santé, d'une part du fait des conséquences du cancer lui-même, d'autre part du fait des répercussions des traitements antinéoplasiques : une des spécificités des traitements des cancers pédiatriques est en effet le risque de survenue d'effets indésirables sur le long terme. Ces effets indésirables peuvent notamment concerner le développement squelettique crâniofacial, entraînant des besoins orthodontiques particuliers.

La proportion de ces patients au sein de la population étant en constante croissance, les orthodontistes seront par conséquent de plus en plus confrontés à eux. Il est donc essentiel pour les praticiens de comprendre les répercussions possibles des traitements anti-cancéreux sur la croissance des maxillaires et le développement dentaire, afin de fournir les soins les plus appropriés.

L'objectif de ce travail est d'établir un état des lieux des connaissances actuelles sur les besoins spécifiques en orthopédie dento-faciale des patients survivants d'un cancer de l'enfance afin de permettre aux praticiens de mieux appréhender leur prise en charge.

Nous présenterons dans une première partie les cancers pédiatriques les plus fréquents et les différents types de traitements utilisés actuellement.

Dans une seconde partie, nous nous intéresserons aux conséquences de ces traitements sur la croissance squelettique crânio-faciale et sur le développement dento-alvéolaire.

Enfin nous tenterons dans une troisième partie d'établir des lignes directrices concernant la prise en charge orthodontique de ces patients afin qu'ils puissent aspirer à avoir un accès aux soins orthodontiques à l'instar des enfants n'ayant pas d'antécédent de maladie cancéreuse.

# I/ Le cancer chez l'enfant et ses traitements :

## I.1. Epidémiologie

### I.1.1. Incidence et prévalence

#### I.1.1.1. Dans le monde

Selon une étude publiée par l'OMS en 2017 , chaque année 400 000 enfants et adolescents âgés de 0 à 19 ans développent un cancer , et l'incidence enregistrée tend à augmenter avec le temps(1).

Pour les moins de 14 ans, la fréquence des cancers était de 140 cas pour un million d'enfants par an entre 2001 et 2010 (figure 1). Cette dernière est supérieure de 13 % à ce qu'elle était dans les années 1980 où elle s'élevait à 124 cas pour 1 million d'enfants par an.

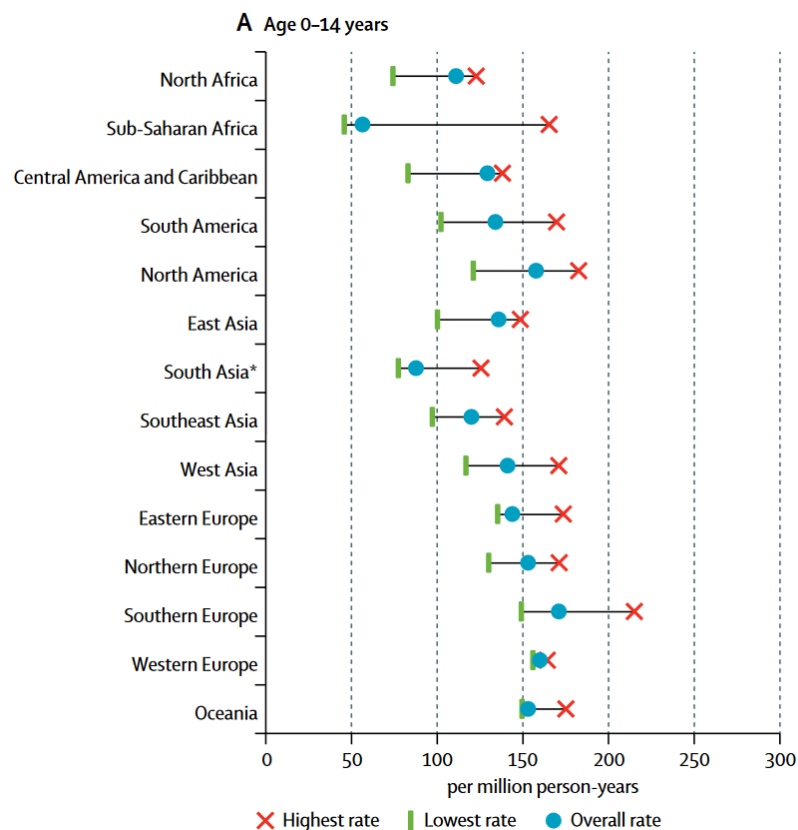


Figure 1 : variation de l'incidence globale des cancers de l'enfant selon la localisation géographique(2)



Chez les enfants, le cancer le plus répandu dans le monde est **la leucémie**, qui représente presque un tiers des cas. Viennent ensuite les tumeurs du système nerveux central (20 %), puis les lymphomes (12%) (figure 2).

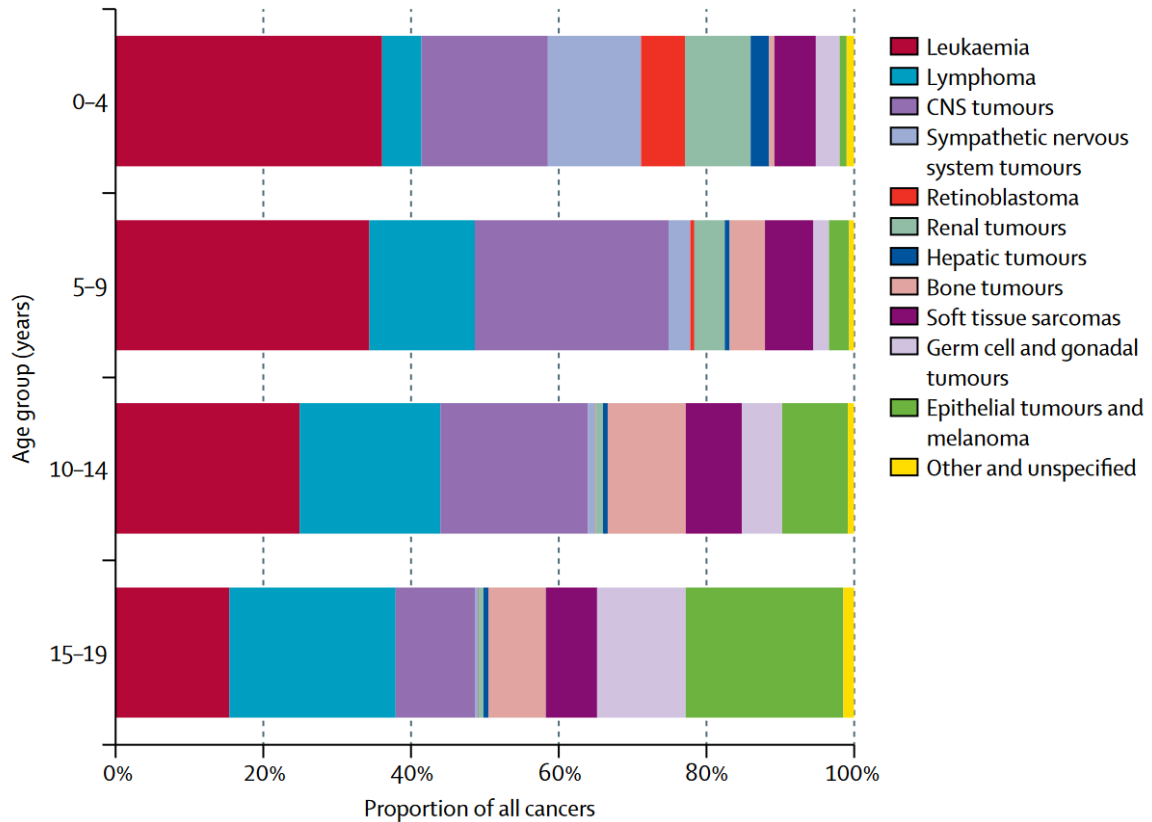


Figure 2: distribution des différents types de cancer par tranche d'âge(2)

**Les garçons** présentent davantage de cas de cancers que les filles, aussi bien chez les moins de 15 ans (151 cas contre 129 cas par million) que pour l'ensemble des 0 à 19 ans (163 cas contre 143 cas par million) (2).

### 1.1.1.2. En France

En France, chez les enfants et adolescents, le cancer touche chaque année, en moyenne, 2 200 nouvelles personnes (1 780 chez les moins de 15 ans et 406 chez les adolescents de 15 à 19 ans en 2015)(3).

On constate une progression régulière des cancers diagnostiqués chez les Français de moins de 15 ans depuis 1980. Le nombre annuel de nouveaux cas, en effet, est passé de 239 en 1980 à 327 en 2003.

La progression est forte chez les enfants de moins de 5 ans (de 99 cas en 1980 à 146 en 2003 soit une augmentation de 47%), un peu moins marquée chez ceux de 5-9 ans (de 71 cas en 1980 à 89 en 2003, soit +25%) et légèrement supérieure chez ceux de 10-14 ans (de 69 à 92 cas soit +33%)(4).

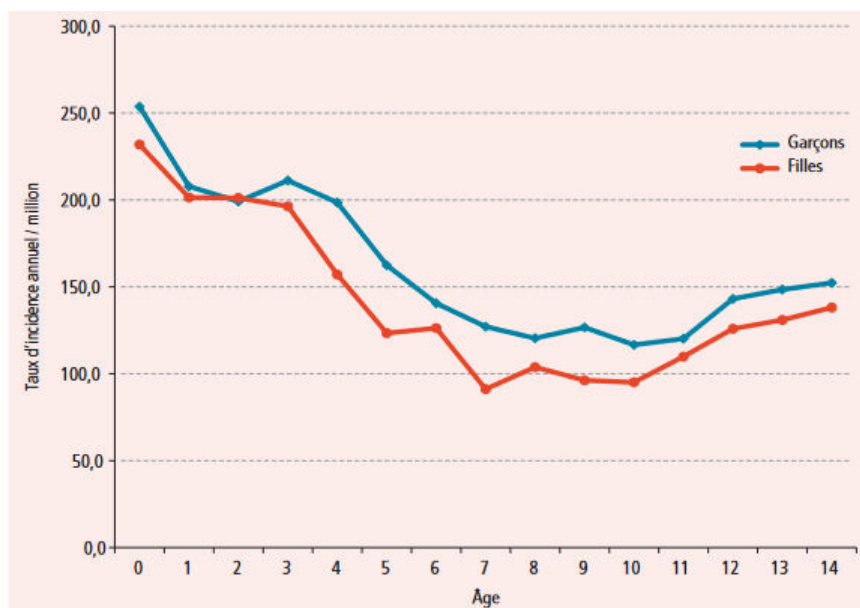


Figure 3: incidence des cancers de l'enfant selon l'âge et le sexe en France métropolitaine de 2000 à 2004(2)

La survie à 5 ans des enfants et adolescents atteints de ces cancers s'est améliorée de manière très significative ces dernières décennies et dépasse aujourd'hui 80 %(5).

L'augmentation ainsi observée, d'une part de l'incidence des cancers, et d'autre part du taux de survie implique une augmentation de la proportion de patients survivants de cancers dans la population générale, et potentiellement la population orthodontique.

### 1.1.2. Formes les plus fréquentes

Les cancers de l'enfant sont très différents de ceux de l'adulte : les principales localisations cancéreuses retrouvées chez l'adulte (poumon, sein, prostate, intestin)

sont rarement retrouvées chez l'enfant. Ainsi, ce sont principalement les **leucémies** et les **tumeurs du système nerveux central** qui constituent les principales affections malignes de l'enfant(6).

#### *1.1.2.1. Hémopathies malignes*

Les hémopathies malignes représentent environ 40% des cancers chez l'enfant de moins de 15 ans(7).

Celles-ci résultent de la prolifération anormale et anarchique de cellules plus ou moins matures des lignées hématopoïétiques, lymphoïdes ou myéloïdes(8).

On distingue (figure 4) :

- Les leucémies(33% des cas de cancers de l'enfant) :  
Les leucémies aiguës sont les plus fréquentes (environ 95% des cas de leucémies), particulièrement la leucémie lymphoblastique aiguë (LLA), qui représente la majorité des cas.  
Elles peuvent survenir à tout âge mais plus particulièrement entre 1 et 10 ans, le pic d'incidence se situant entre 2 et 3 ans (5).  
Leur pronostic est bon, avec un taux de survie à cinq ans supérieur à 80%.  
Les leucémies aiguës myéloïdes sont plus rares et de moins bon pronostic (taux de survie à 5 ans de 61%).
- Les lymphomes :  
Les lymphomes malins représentent 10% des cancers de l'enfant. Les lymphomes malins non Hodgkiniens (LNH) sont les plus fréquents.  
Ils surviennent principalement entre 1 et 15 ans et ont un bon pronostic : le taux de survie à 5 ans est supérieur à 80% (9).

#### *1.1.2.2. Tumeurs solides*

Les tumeurs solides représentent environ 60% des cancers chez l'enfant de moins de 15 ans(4). On distingue principalement :

- Les tumeurs du système nerveux central (22% des cas) (10).  
Elles peuvent toucher l'enfant à tout âge et sont de pronostic défavorable, le taux de survie à 5 ans étant légèrement inférieur à 65%.
- Les tumeurs embryonnaires: elles siègent surtout dans le rein (néphroblastome 6% des cancers de l'enfant) et le système nerveux sympathique (neuroblastome, 9% des cancers de l'enfant), mais aussi l'oeil (rétinoblastome, 2%), le foie (hépatoblastome, 1%)(2).  
Le pronostic de ce type de tumeur est variable, les neuroblastomes ayant un taux de survie à 5 ans plus faible (60%) que les néphroblastomes (84%).
- D'autres formes moins fréquentes, telles que les tumeurs osseuses (6% des cancers), les sarcomes des tissus mous (5% des cancers), les tumeurs germinales (3% des cancers), les carcinomes (3% des cancers), sont également retrouvées (1).

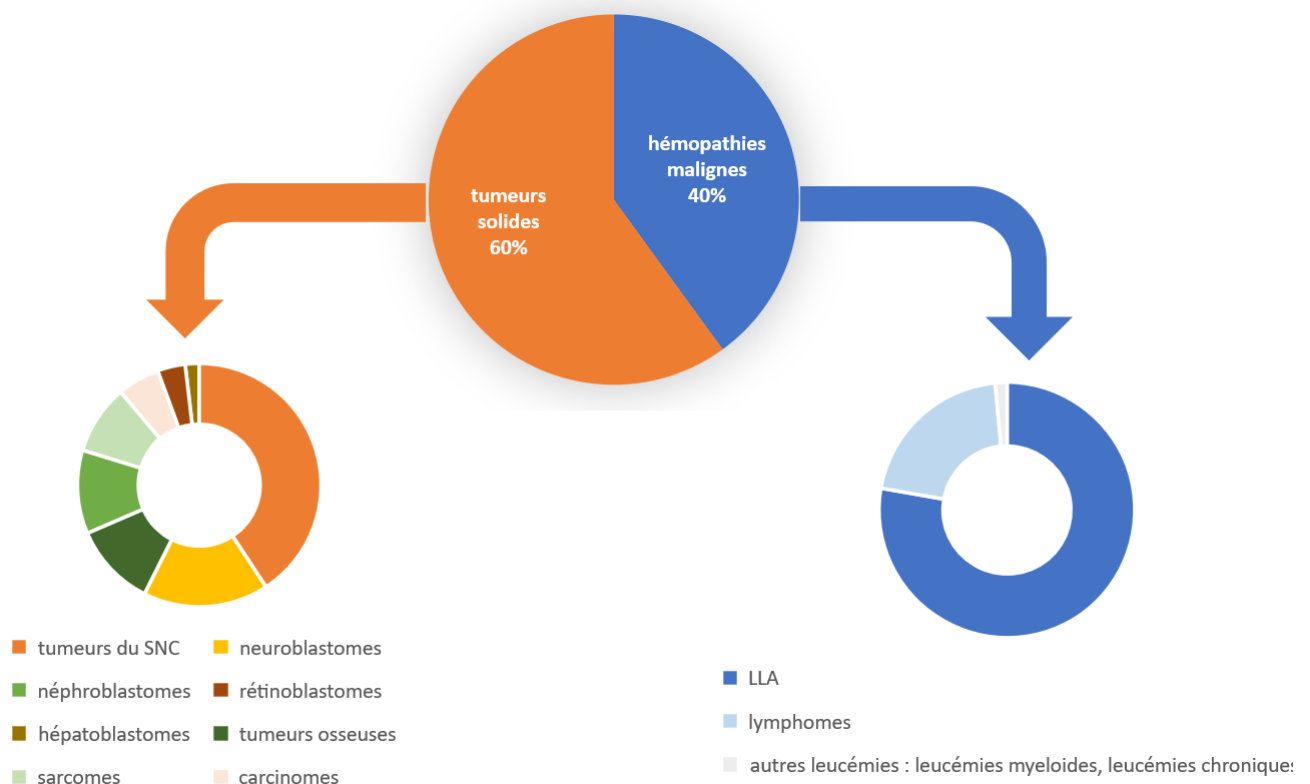


Figure 4 : répartition des différents types de cancers chez l'enfant (iconographie personnelle)

## I.2. Les traitements anti-cancéreux chez l'enfant

### I.2.1. La chirurgie carcinologique

La chirurgie est un traitement local ou loco-régional du cancer qui a pour objectif d'enlever la tumeur primitive, les éventuels ganglions correspondants et les éventuelles métastases.

Elle peut être le seul traitement réalisé ou être associée à d'autres traitements (radiothérapie et/ou chimiothérapie)(11).

Chez l'enfant, la chirurgie est souvent indiquée dans le traitement des tumeurs solides(12) : c'est la thérapeutique de choix, réalisée en première intention dans le cadre de ces tumeurs limitées.

### I.2.2. La chimiothérapie

La chimiothérapie utilise des substances médicamenteuses qui vont empêcher la croissance et le développement des cellules cancéreuses et/ou les détruire.

Dans la plus grande majorité des cas, les pathologies malignes des enfants sont sensibles aux chimiothérapies (principalement grâce à la prolifération rapide des cellules cancéreuses et à leur grande capacité à rentrer en apoptose)(13,14).

Ainsi, la chimiothérapie joue un rôle majeur dans les traitements pédiatriques : c'est le **traitement principal** des leucémies et de certains lymphomes ; c'est un traitement complémentaire de la chirurgie ou de la radiothérapie dans les autres cancers.

Différents types de molécules sont fréquemment retrouvées dans le traitement des cancers de l'enfant : agents alkylants (méchloréthamine, cisplatine), agents anti-métaboliques (méthotrexate), agents anti-mitotiques (vincristine, vinblastine) ou encore les corticoïdes.

### I.2.3. La radiothérapie

Un tiers des enfants atteints d'un cancer bénéficie de radiothérapie dans la prise en charge initiale, ce qui représente 800 à 900 irradiations pédiatriques par an en France, réalisées sur les recommandations de l'Institut National du Cancer (15).

Elle a pour but de réduire la taille de la tumeur, faciliter l'intervention et/ou minimiser le risque de récurrence locale du cancer(16).

Deux types de radiothérapies sont à distinguer :

- La radiothérapie externe : radiothérapie transcutanée.
- La radiothérapie interne : curiethérapie (cf I.2.4).

Le principe de la radiothérapie externe repose sur l'émission de radiations ionisantes, la dose est exprimée en Gray (unité d'énergie absorbée par unité de masse, correspondant à une énergie de 1 joule par Kg).

Les contraintes de doses aux organes à risque sont particulièrement complexes chez l'enfant, avec des organes dont la croissance varie selon l'âge, et des doses recommandées souvent mal définies en raison de la rareté des indications(17).

Ainsi dans le cadre des cancers de l'enfant l'irradiation peut ainsi se faire :

- ❖ De manière locale ou loco-régionale, principalement pour les tumeurs solides (18).

Dans le cadre de ces irradiations à visée curative, la dose totale varie selon les cas de **30 à 70 Gy**.

- ❖ De manière globale : chez l'enfant, l'irradiation corporelle totale (ICT) est fréquemment utilisée avant une greffe de moelle osseuse dans le cadre du traitement des hémopathies malignes(19).

Les doses employées montrent une tolérance acceptable vis à vis des tissus sains : généralement **12Gy**.

### I.2.4. La curiethérapie

La curiethérapie est une technique particulière de radiothérapie qui consiste à introduire la source d'irradiation directement au contact ou à l'intérieur de la tumeur. Elle s'intègre aujourd'hui de plus en plus à la prise en charge de certains types de cancers pédiatriques, notamment les sarcomes(20,21).

## I. 2.5. L'immunothérapie

De nouvelles stratégies thérapeutiques sont nécessaires pour améliorer la survie des enfants et adolescents ayant un cancer de haut risque, et réduire les séquelles liées aux traitements(22). Aujourd'hui, le concept de l'immunothérapie consiste à traiter le cancer à partir du système de défense de l'individu. Les traitements d'immunothérapie sont dirigés contre les cellules tumorales et/ou le système immunitaire afin :

- d'induire une réponse antitumorale effectrice en aidant le système immunitaire à détecter les cellules cancéreuses (immunothérapie passive) (figure 5).
- d'amplifier une réponse antitumorale déjà existante (immunothérapie active).

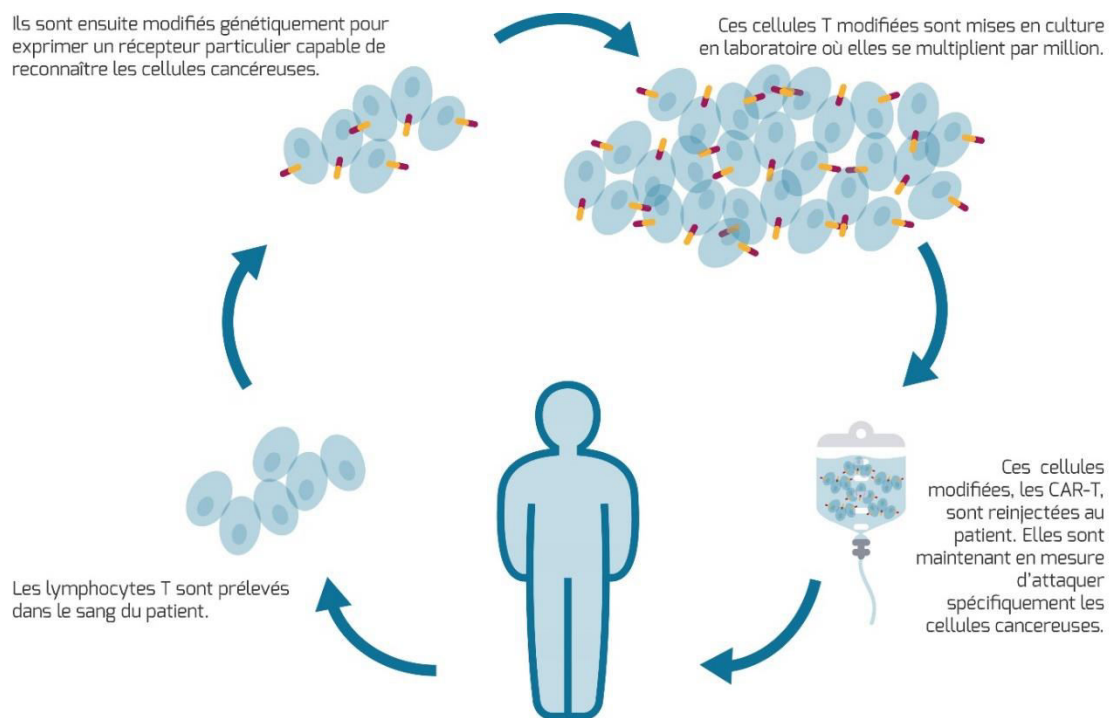


Figure 5: immunothérapie passive dans le cadre du traitement de la LLA(23)

Sur la base des résultats obtenus chez l'adulte, l'immunothérapie a démontré ces dernières années des succès notables en pédiatrie et constitue ainsi une perspective d'avenir dans les traitements des cancers de l'enfant.

## I. 2.6. Les thérapies ciblées

Les thérapies ciblées constituent un ensemble de médicaments conçus pour bloquer la croissance ou la propagation des cellules tumorales en interférant avec des altérations moléculaires ou avec des mécanismes qui sont à l'origine de leur développement(24).

Ces nouvelles thérapies entrent le plus souvent dans le cadre d'essais cliniques, et leur utilisation chez les enfants est aujourd'hui restreinte par le manque de données sur l'efficacité et la tolérance(25).

Les différentes thérapeutiques anti-cancéreuses abordées ci-dessus, peuvent s'associer selon le type de cancer (figure 6).

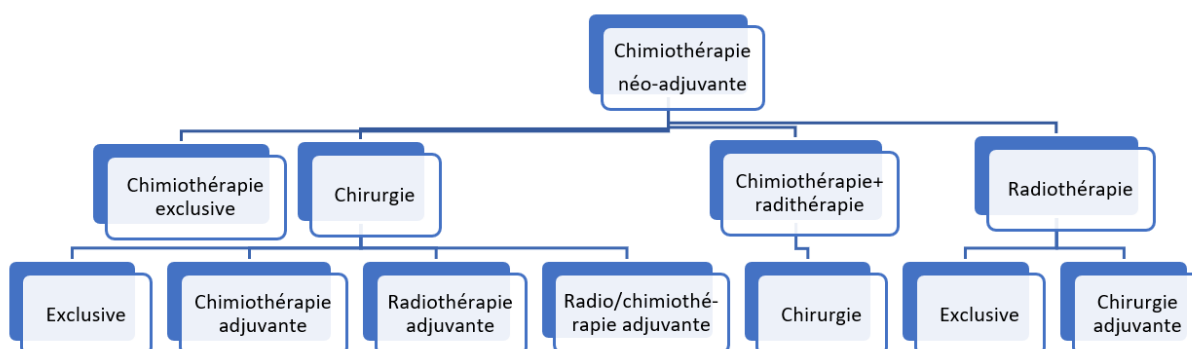


Figure 6 : possibilités d'associations de traitements fréquemment retrouvées chez l'enfant (iconographie personnelle)



## I.2.7. Traitement des cancers les plus fréquents

### I.2.7.1. Traitement de la leucémie lymphoblastique aigüe

Les leucémies lymphoblastiques aigües sont les cancers les plus retrouvés chez l'enfant(2).

Elles sont habituellement traitées par **chimiothérapie**.

Le protocole de traitement classique consiste en l'administration d'associations chimio-thérapeutiques (prednisone, vincristine, méthotrexate...)(26).

Une **radiothérapie** peut être mise en place en complément et parfois, lorsque le pronostic est mauvais et une transplantation de moelle osseuse (greffe de cellules souches hématopoïétiques) est indiquée(27).

Ainsi, on peut avoir recours chez l'enfant à la radiothérapie pour traiter une leucémie qui s'est propagée au liquide céphalorachidien et au SNC ou une leucémie qui s'est propagée aux testicules, ces zones étant peu accessibles à la chimiothérapie.

- Dans le cadre de l'irradiation localisée (cranio-encéphalique – testiculaire), les doses de radiothérapie oscillent entre **18 et 24 grays**.
- Dans le cadre de l'irradiation corporelle totale : en préparation d'une greffe de cellules souches, la dose est généralement de **12Gy**.

Tableau 1: traitements de la LLA

Type de cancer	Traitement
LLA	En fonction de l'atteinte : - <u>Chimiothérapie seule</u> - <u>Chimiothérapie</u> associée à une <u>irradiation</u> : <ul style="list-style-type: none"><li>• Localisée (doses entre 18 et 24gy)</li><li>• Corporelle totale (doses d'environ 12Gy), dans le cadre d'une greffe de cellules souches.</li></ul>

### 1.2.7.2. Traitement des principales tumeurs solides

Tableau 2: traitements anticancéreux selon les types de cancers chez l'enfant (28)

Type de cancer	Traitement
Tumeur du SNC	Traitement selon le volume et la localisation tumorale : <u>chirurgie +/- radiothérapie</u> Si ces options thérapeutiques sont impossibles (ex : jeune enfant): <u>chimiothérapie seule</u>
Néphroblastome	<u>Chimiothérapie + chirurgie</u>
Neuroblastome	<u>Chimiothérapie + chirurgie</u> pour les formes les moins sévères <u>Polychimiothérapies</u> pour les tumeurs inopérables
Rétinoblastome	Traitement selon la localisation, la taille, et l'âge : Si envahissement important des structures visuelles : <u>énucléation chirurgicale + chimiothérapie + irradiation localisée</u>
Tumeur osseuse maligne	Ostéosarcome : <u>Chimiothérapie + chirurgie</u>

### **En résumé :**

- ✓ La proportion de survivants de cancers de l'enfance ne cesse de croître.
  
- ✓ Les formes les plus fréquemment retrouvées sont les leucémies lymphoblastiques aiguës et les tumeurs solides localisées.
  - Le traitement principal de la leucémie lymphoblastique aiguë est la chimiothérapie.  
Elle peut être accompagnée de radiothérapie dans certains cas.
  - Les traitements des tumeurs solides localisées consistent en l'association de différentes thérapeutiques : chirurgie, chimiothérapie et radiothérapie.
  
- ✓ La connaissance des thérapeutiques administrées dans le cadre des cancers les plus fréquents de l'enfant est importante : elle permet une meilleure compréhension des répercussions possibles de ces traitements sur la croissance crânio-faciale et dento-alvéolaire.

## **II/ Impacts des traitements sur la croissance squelettique, crânio-faciale et l'odontogenèse**

La radiothérapie et la chimiothérapie restent aujourd'hui les thérapeutiques les plus couramment administrées le cadre des cancers infantiles, ces traitements agressifs vont impacter le développement de l'enfant à différents niveaux.

### **II.1. Traitement par radiothérapie**

Comme vu précédemment, bien que la radiothérapie cible les tissus cancéreux, cette dernière touche également les tissus sains présents dans les champs d'irradiation.

Des lésions cellulaires vont ainsi être induites sur les tissus sains, occasionnant des complications pouvant se manifester tout au long de la croissance de l'enfant.

On constate ainsi **un impact sur la croissance squelettique et crânio-faciale** mais également sur **l'odontogenèse**.

#### **II.1.1. Impact sur les tissus osseux**

La sévérité des lésions iatrogènes de l'os en croissance est influencée par de nombreux facteurs tels que : la dose totale d'irradiation, l'âge du patient et la nature des centres de croissance irradiés (29).

##### *II.1.1.1. Squelette axial et appendiculaire*

Le squelette se constitue au cours du développement fœtal sous la forme d'un modèle de cartilage hyalin. Des points d'ossification apparaissent au sein de cette matrice cartilagineuse dans un ordre précis pendant la vie fœtale et post-natale (figure 7).

Les cartilages de croissance et les chondroblastes, cellules responsables de la croissance en longueur de l'os, présentent une grande radiosensibilité. Une irradiation de ceux-ci conduit à un **défaut de croissance résiduelle** ou un **arrêt de croissance** selon la dose reçue (30).

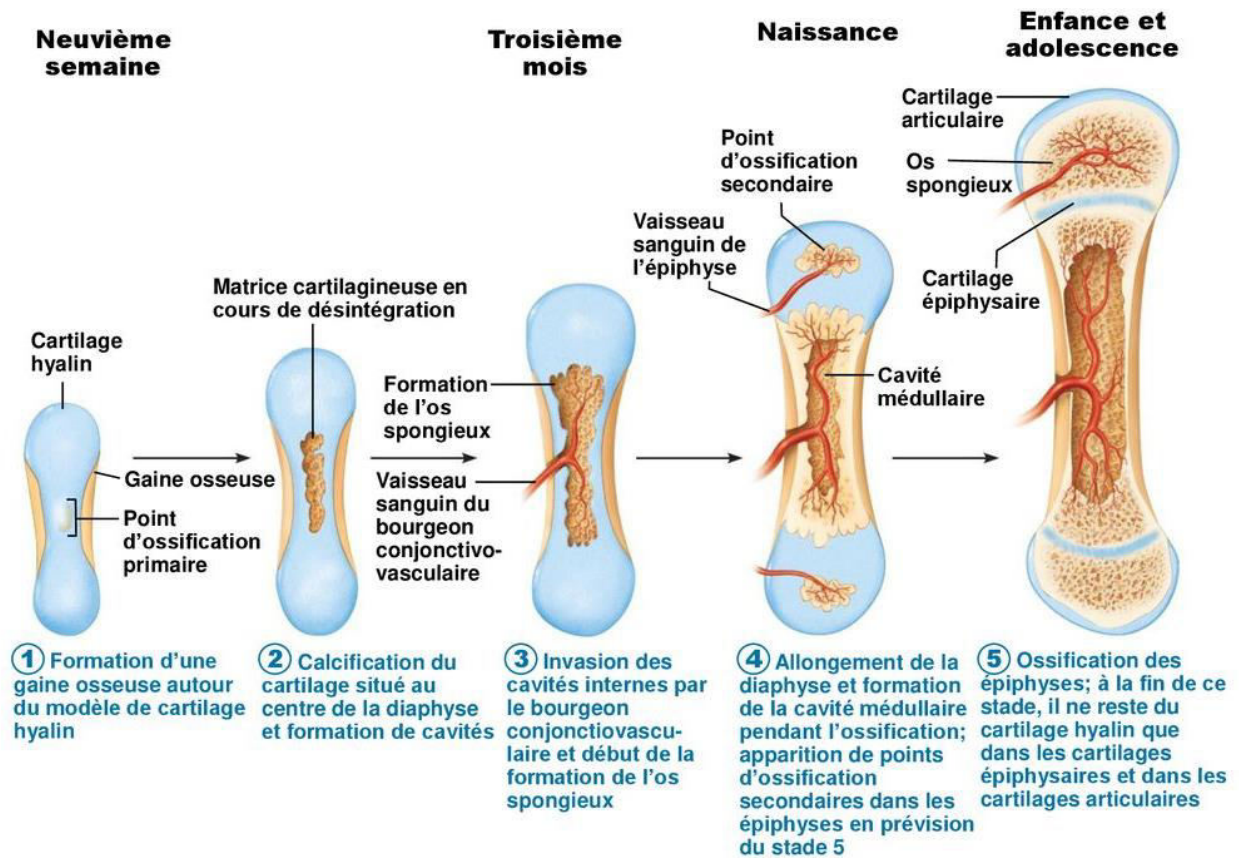


Figure 7: ossification endochondrale d'un os long (31)

Les résultats d'études expérimentales suggèrent une **relation dose-effet linéaire** entre 5 et 40 Gy(32) :

- Les troubles de croissance s'observent pour des niveaux de dose relativement faibles, de l'ordre de **10 Gy**, dès lors que le cartilage de conjugaison est inclus dans le volume irradié.
- Une dose de **14 Gy** diminue transitoirement la vitesse de croissance jusqu'à 15%, la vitesse de croissance revient rapidement à 60 à 80% des niveaux pré-thérapeutiques mais n'est pas encore normalisée 80 jours après l'irradiation(33).
- A la suite d'une exposition unique d'une dose plus forte (**≥20 Gy**), le cartilage de conjugaison ne réussit pas à récupérer de ses lésions aiguës, et la croissance cesse dans l'os atteint.

Ainsi, une étude réalisée chez des enfants de moins de 16 ans ayant reçu une forte dose dans d'importants volumes indique que la perte moyenne de croissance observée est de 7 à 8 %, soit environ 13 cm(34).

Ces altérations sont également corrélées à **l'âge** ainsi qu'au **sexe** de l'enfant, elles sont plus marquées :

- Chez les enfants irradiés **avant l'âge de 6 ans**
- Chez **les garçons** que chez les filles (35) (figure 8).

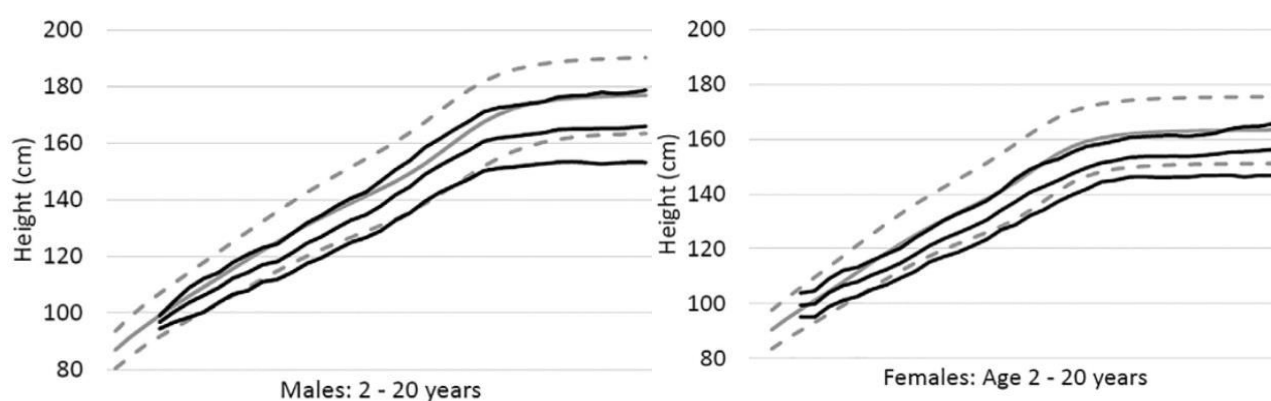


Figure 8: courbes de taille moyennes chez les patients irradiés (en noir) versus population générale (en gris) +/- déviation standard(36)

Il existe également dans certains cas une **composante endocrinienne** concourant à une altération de croissance : dans le cadre de l'irradiation du système nerveux central (comme vu précédemment chez les patients atteints de LLA ou de tumeurs du SNC), du crâne, du nasopharynx, ou de la face, incluant l'axe hypothalamo-hypophysaire.

En effet l'irradiation de cet axe peut altérer la fonction hypophysaire, notamment son action sur la sécrétion de **l'hormone de croissance**, ce qui explique les retards de croissance observés et donc la taille réduite des patients concernés (tableau 3) (37,38).

Tableau 3: conséquences de l'irradiation sur la croissance osseuse (39)

Traitement en cause	Complication	Facteur de risque
<b>Radiothérapie vertébrale</b>	Altération de la croissance vertébrale.	Age jeune lors de l'irradiation et dose de radiation.
<b>Irradiation corporelle totale</b>	Altération de la croissance des os longs.	Age jeune lors de l'irradiation et dose de radiation.
<b>Radiothérapie hypothalamo-hypophysaire</b>	Déficit en hormone de croissance.	Doses comprises entre 18 à 24 Gy : incidence 70-85% après 5 ans. Dose >30 Gy : incidence 80-100% à 5 ans.

#### II.1.1.2. Squelette crânio-facial

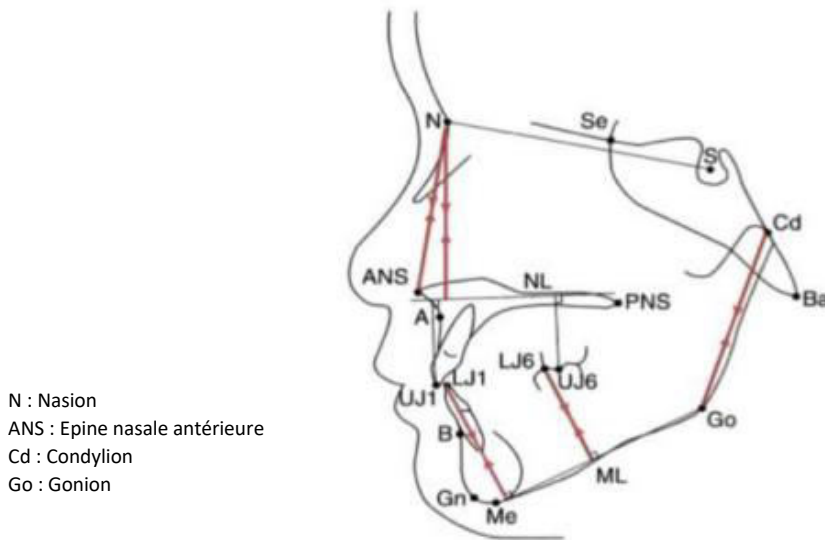
L'irradiation de la sphère oro-faciale va entraîner des conséquences sur l'os basal et sur l'os alvéolaire (40).

##### II.1.1.2.1. Impact sur les bases osseuses

Les études de DAHLOF ET AL. (41) ainsi que de GOZ ET WANNENMACHE(40) ont suivi sur 3 à 5 ans des enfants ayant été irradiés avant l'âge de 13 ans dans le cadre d'une LLA (irradiation intracrânienne de l'ordre de 24gy).

En comparaison avec un groupe témoin non irradié, les patients irradiés présentent des **dimensions réduites au niveau de la base du crâne ainsi qu'au niveau des dimensions verticales et sagittales de la face**, cette réduction est d'autant plus marquée chez les patients ayant été irradiés **avant l'âge de 7 ans** (38,41).

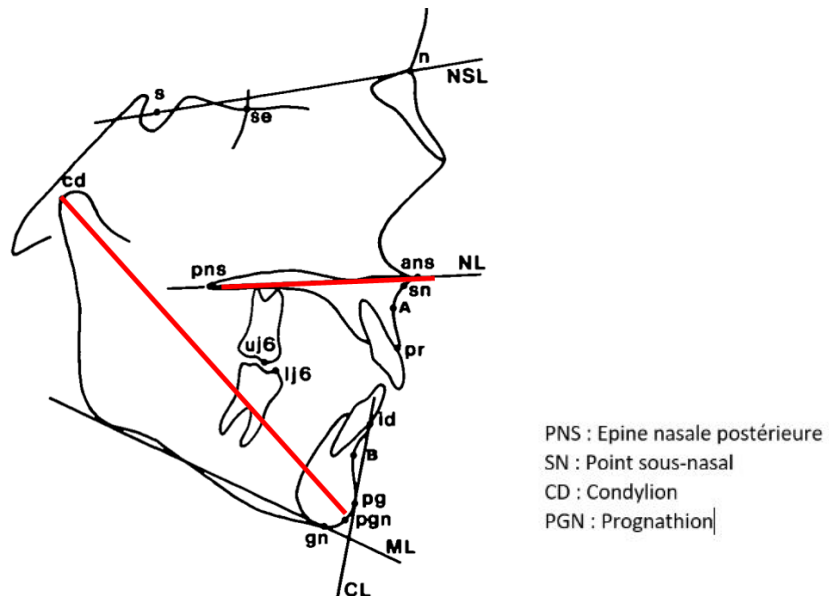
- Concernant la dimension verticale on observe :
  - **Une diminution de la hauteur faciale** postérieure de l'ordre de 10% ainsi qu'une diminution de la hauteur faciale antérieure de l'ordre de 5%
  - **Une diminution de la hauteur de l'étage moyen** (N-ANS, figure 9)
  - **Une diminution de la longueur du ramus** (Go-Cd, figure 9)



N : Nasion  
 ANS : Epine nasale antérieure  
 Cd : Condylion  
 Go : Gonion

Figure 9: modifications de la dimension verticale induites par la radiothérapie dans le cadre du traitement d'une LLA (42)

- Concernant la dimension sagittale on observe :
  - **Une réduction significative des longueurs sagittales des bases osseuses maxillaires** (distance PNS-SN) **et mandibulaires** (distance Cd-Pgn) (Figures 10 et 11).
  - Une réduction de la dimension sagittale mandibulaire plus marquée **entraînant un rétrognathisme mandibulaire** notamment chez les patients irradiés avant l'âge de 5 ans (figure 12) (43).



PNS : Epine nasale postérieure  
 SN : Point sous-nasal  
 CD : Condylion  
 PGN : Prognathion

Figure 10: repères céphalométriques de référence (41)



Variables	BMT-group n = 14	Control-group n = 70	t-value
s-n	61.27	62.08	2.01*
pns-sn	42.28	43.33	2.64**
cd-pgn	87.53	92.06	8.61***
n-gn	88.42	93.96	8.05***
n-ans	40.51	42.90	6.82***
se-pns	33.93	38.34	14.07***
ans-gn	49.48	52.83	5.58***

Figure 11: comparaison des dimensions sagittales du maxillaire et de la mandibule de 14 patients traités par radiothérapie dans le cadre d'une LLA avec un groupe témoin non irradié(41)



Figure 12: téléradiographie de profil d'un patient irradié présentant une hypodivergence faciale et une rétromandibulie (iconographie personnelle)

Dans le cadre d'irradiations de tumeurs solides localisées de la tête et du cou (sarcomes, carcinomes) les doses administrées localement étant élevées (40-60 gy), d'autres effets secondaires s'ajoutent tels que des **hypoplasies** ou des **asymétries faciales prononcées** (42,44).

DENYS ET AL (45) ont dans leur étude suivi sur 4 ans des enfants atteints de rhabdomyosarcomes ou carcinomes nasopharyngés. Une **asymétrie maxillaire** notamment de l'arcade zygomatique était fréquemment observée (figure 13).



*Figure 13: mise en évidence de l'asymétrie faciale et des hypoplasies maxillaire et mandibulaire chez un patient ayant été traité pour un rhabdomyosarcome(46)*

Une autre étude suivant également des patients atteints de rhabdomyosarcomes (47) a mis en évidence l'apparition **d'hypoplasies maxillaires ou mandibulaires**(46) :

- Au maxillaire, cela se traduit par une **insuffisance du sens transversal, une endognathie et une occlusion inversée des secteurs latéraux (figure 14).**
- A la mandibule, cela se traduit par un **rétrognathisme mandibulaire** (figure 15), avec une diminution de la valeur de l'angle SNB par rapport à la valeur de référence.

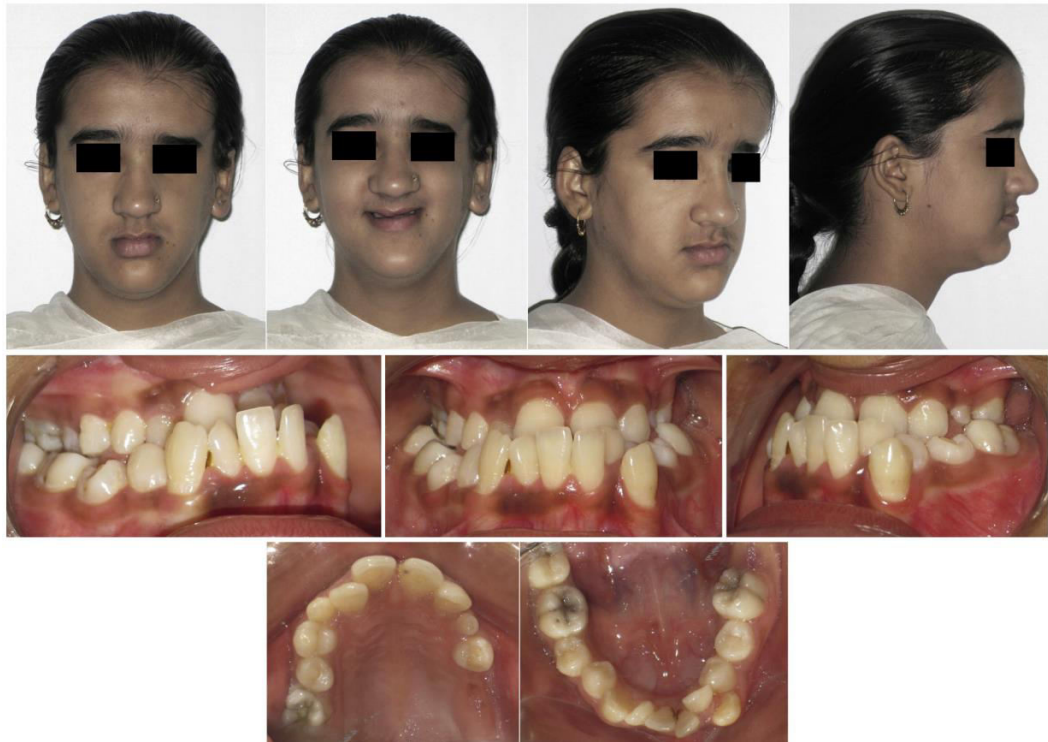


Figure 14: mise en évidence de l'insuffisance transversale et sagittale maxillaire chez une patiente ayant été traitée pour un rétinoblastome(48)

Variable	Measured value		Standard norm value*		
	mm	Degrees	mm	Degrees	SD
Co-B	86.5	—	107.9	—	3.7
Co-Gn	93	—	119.9	—	4.0
Co-Go	38	—	56.8	—	3.5
Go-Gn	64.5	—	78.9	—	4.0
PNS-ANS	48	—	56.7	—	2.9
S-N	66.5	—	76.0	—	2.9
S-Ba	43	—	46.5	—	3.6
Ba-N	100	—	111.8	—	4.9
S-Gn	101.5	—	128.6	—	4.9
S-Go	58.5	—	76.6	—	5.5
S-B	93.5	—	114.0	—	3.9
S-A	79.5	—	89.7	—	3.8
N-Me	100	—	122.3	—	5.9
SNA	—	81	—	81.3	3.5
SNB	—	72	—	77.9	3.8
ANB	—	9	—	3.4	2.5
SNL/NL	—	12	—	8.1	1.8
SNL/ML	—	38	—	33.7	6.2
NL/ML	—	26	—	25.6	6.1

Figure 15: valeurs céphalométriques d'un enfant traité pour un rhabdomyosarcome de la tête et du cou versus valeurs standards (49)

### II.1.1.2.2. Impact sur l'os alvéolaire

La hauteur d'os alvéolaire observée est réduite tant au maxillaire qu'à la mandibule :

- A la mandibule : on observe une diminution de la hauteur antérieure et postérieure de l'os alvéolaire (diminution des distances LJ1-Me et LJ6-ML) (figure 9).
- Au maxillaire : une diminution de la hauteur des procès alvéolaires pouvant atteindre jusqu'à 50% de perte du volume initial(49).

Cette diminution marquée va de pair avec les anomalies entraînées par les irradiations sur le développement de l'organe dentaire.

### II.1.1.2.3. Cas particulier de l'ostéoradionécrose des maxillaires

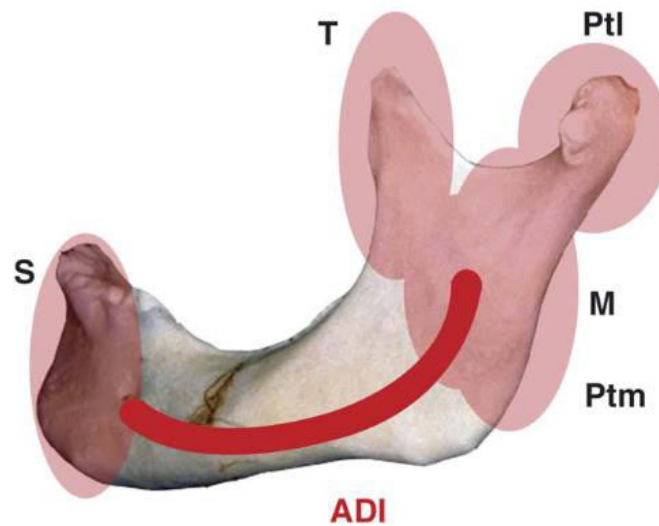
L'ostéoradionécrose des maxillaires (ORN) est une ostéolyse spontanée ou provoquée, survenant après irradiation, en dehors de toute récurrence tumorale. Elle se traduit par une exposition osseuse, des douleurs persistantes, des fistules, et la survenue possible de fractures osseuses(50) (figure16).



*Figure 16: manifestation clinique d'une ostéoradionécrose mandibulaire chez l'adulte(51)*

Il s'agit ainsi d'une maladie iatrogène secondaire à l'irradiation des structures osseuses **situées dans les champs d'irradiation**, elle s'exprime cliniquement après une exposition à des doses **supérieures à 35 Gy**.

**L'atteinte mandibulaire prédomine par rapport au maxillaire** : elle représente près de 95% des ORN du massif facial (52) avec pour principaux sites l'angle et la branche horizontale de la mandibule(53), ces zones étant fragiles en raison de leur vascularisation moindre (54)(figure 17).



Vascularisation mandibulaire. S : Symphyse ; ADI : artère alvéolaire inférieure ; T : temporal ; M : masséter ; Ptl : ptérygoïdien latéral ; Ptm : ptérygoïdien mésial.

Figure 17: sites préférentiels de l'ORN à la mandibule (en rose) (50)

Chez l'enfant, des cas d'ostéoradionécrose orbitaire dans le cadre de rhabdomyosarcomes orbitaires(55) sont rapportés dans la littérature; cependant aucun cas d'ostéoradionécrose des mâchoires n'est actuellement rapporté(35). Cela peut s'expliquer par le fait que l'enfant n'est pas exposé aux mêmes facteurs de risque que l'adulte :

- Certaines comorbidités augmentant le risque infectieux telles que le tabac ou le diabète de type 2(56) ne sont pas retrouvées chez l'enfant.
- La vascularisation diminue physiologiquement avec l'âge(57). Chez l'enfant il est probable qu'un lien de corrélation existe entre l'importante vascularisation osseuse et l'absence de cas d'ORN des maxillaires(35).

### II.1.2. Impact dentaire

Bien que les nouvelles techniques de radiothérapie permettent de définir précisément les champs d'irradiation en contournant au maximum les structures non tumorales voisines, les organes dentaires peuvent être inclus dans le champ d'irradiation.

L'irradiation va alors induire des anomalies dentaires :

- **De nombre** (agénésies par destruction du germe dentaire)
- **De forme** (microdontie, dysmorphies radiculaires ou coronaires)
- **De structure** (dysplasies dentinaires, hypoplasie amélaire)(58)(figure 18)



*Figure 18: anomalies de nombre (agénésie de prémolaires maxillaires), de forme (arrêt du développement radiculaire) et de structure (21 hypominéralisée) chez une patiente irradiée dans le cadre d'un rhabdomyosarcome à l'âge de 3 ans) (iconographie personnelle)*

Ces effets dépendent du **dosage** du rayonnement, de **l'âge d'exposition** ainsi que du **stade de développement dentaire**.

#### *II.1.2.1. Rappels sur le développement dentaire*

L'odontogenèse est classiquement décrite par la succession de différents stades correspondant aux différents degrés de morphogenèse et d'histo-différenciation (figure 19).

Elle débute vers la cinquième semaine de la vie intra-utérine et s'achève à l'âge adulte (figure 20).

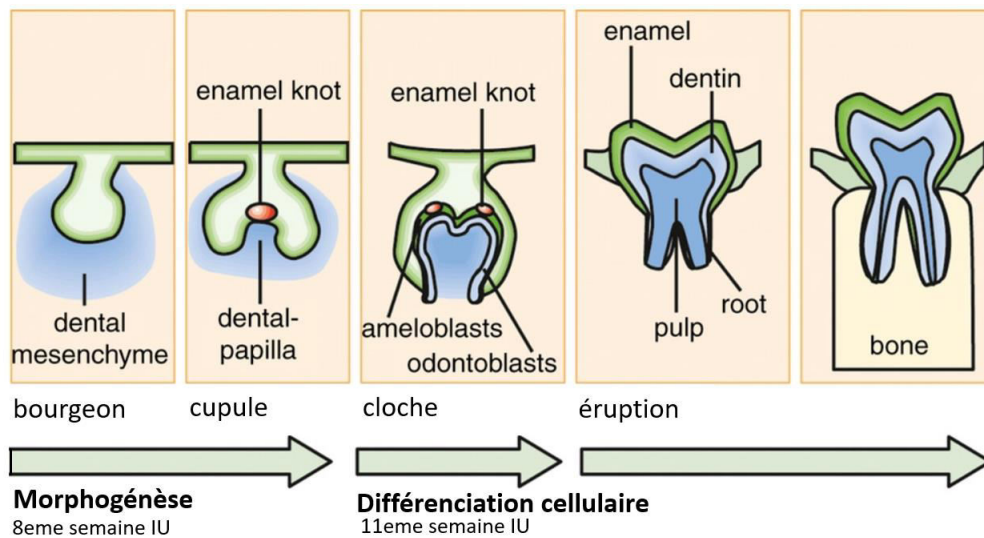


Figure 19: stades morphogénétiques du germe dentaire au cours de l'odontogénèse(59)

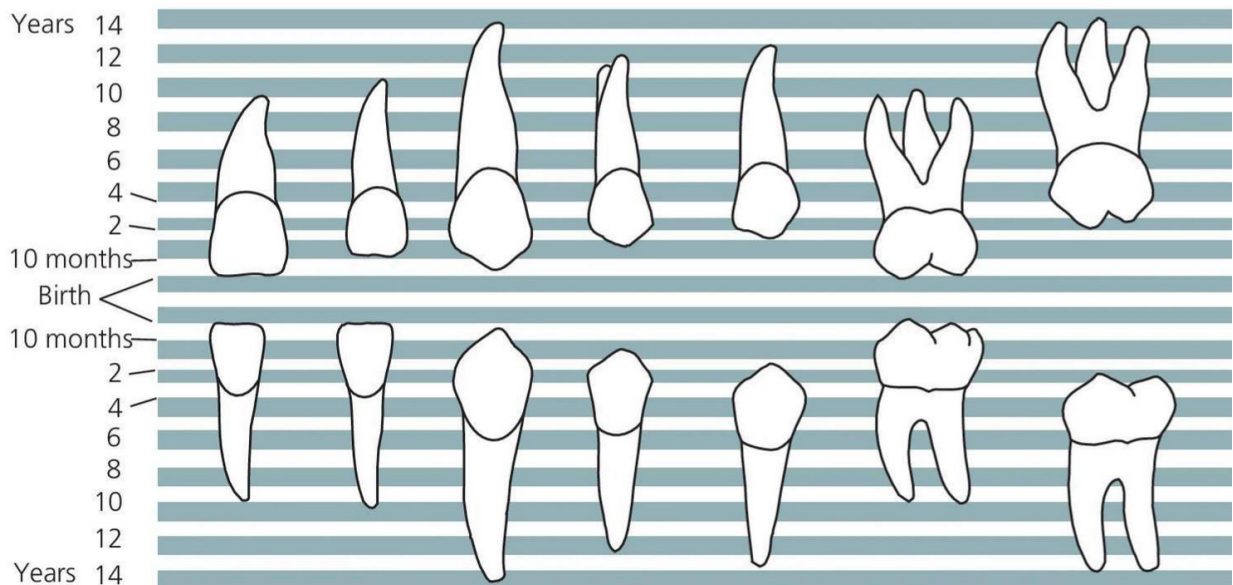


Figure 20: structures dentaires en cours d'édification en fonction de l'âge(60).

Histologiquement, la radiothérapie cervico-faciale interfère directement avec l'odontogénèse tant au niveau de la dentinogénèse que de l'amélogénèse : les améloblastes et odontoblastes, cellules hautement différenciées, perdent leur spécificité et vont se dédifférencier à la suite de l'irradiation.

Ainsi, la gravité des séquelles dentaires est **proportionnelle à la dose de rayonnement reçue** (61):

- A partir de 10 Gy, l'amélogénèse des dents non calcifiées est perturbée.
- A 15 Gy, il y a arrêt complet de différenciation des améloblastes.
- Au-delà de 15 Gy, il y a une atteinte sévère des améloblastes et odontoblastes.
- A 30Gy, la nécrose des améloblastes matures est observée, le développement dentaire est définitivement stoppé (62).

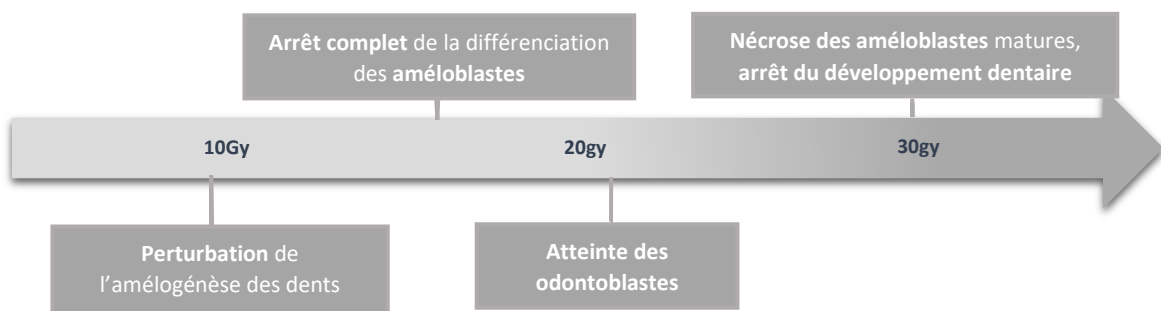


Figure 21: atteinte des tissus dentaires en fonction de la dose d'irradiation reçue (en Gy)  
(iconographie personnelle)

L'âge d'exposition à la radiothérapie est un facteur clé dans l'atteinte des structures dentaires chez l'enfant : si l'exposition a lieu pendant la période de développement coronaire ou radiculaire d'une dent, elle peut avoir un effet sur son édification.

La figure 20 schématise les structures dentaires en formation en fonction de l'âge.

Ainsi, par exemple chez un patient irradié avant l'âge de 1 an, l'atteinte sera essentiellement coronaire incisive et molaire.

#### II.1.2.2. Anomalies de nombre

Si l'irradiation précède le stade de morpho-différenciation et de minéralisation, le bourgeon dentaire peut être détruit et on observera cliniquement une agénésie (figure 22).



Ces agénésies peuvent concerner une ou plusieurs unités dentaires : on parle d'hypodontie lorsqu'il manque moins de 6 dents et d'oligodontie quand plus de 6 dents sont concernées.

Des hyperdonties peuvent également être observées, avec apparition de germes surnuméraires. Ces anomalies de nombre sont présentes selon les études chez 8.5% à 50% des patients irradiés(63).

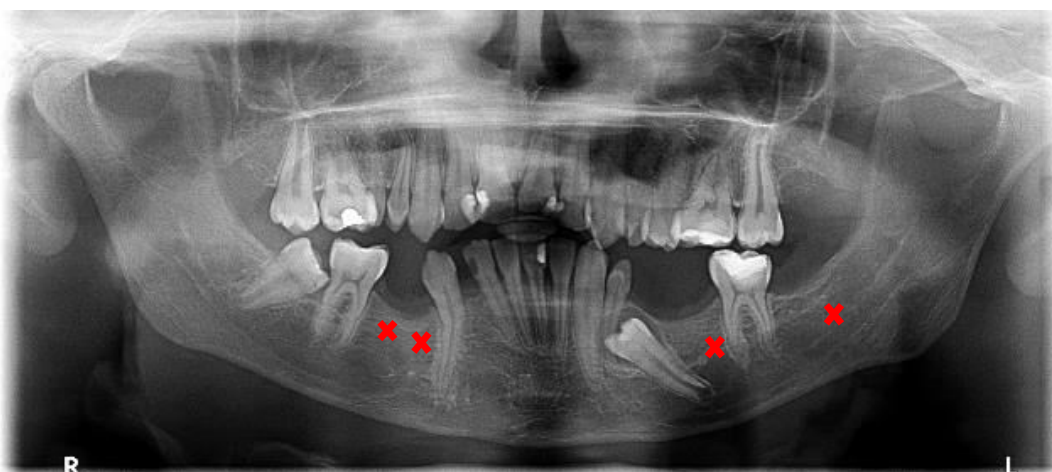


Figure 22: agénésie de prémolaires et molaires mandibulaires et microdontie de prémolaires chez un patient irradié à l'âge d'un an et demi (iconographie personnelle)

### II.1.2.3. Anomalies de forme

Des anomalies de forme peuvent être présentes au niveau :

- Coronaire :
  - On peut observer **une diminution de la taille de la couronne clinique** (estimée selon une étude à 19% pour les incisives et 39 % pour les deuxièmes molaires(64)).
  - **La morphologie coronaire peut également être altérée** (figure 23).



Figure 23: prémolaire maxillaire conoïde chez un patient irradié à l'âge d'un an et demi (courtoisie Dr.Maisongrosse)

- Radiculaire :

Les altérations de la formation radiculaire sont fréquentes, elles incluent :

- **L'arrêt du développement radiculaire :**

Une étude ayant suivi des enfants traités par radiothérapie dans le cadre d'un neuroblastome indique que les fermetures apicales prématurées étaient présentes chez 7 % des patients traités(65).

- **L'amincissement des racines avec une forme en « V »** (figure 24).

Ces anomalies apparaissent lorsque l'irradiation a lieu au moment de l'édification radiculaire de la dent concernée, en conséquence de l'atteinte des cellules de la gaine épithéliale de Hertwig : la fermeture apicale prématurée serait ainsi provoquée par la formation d'ostéodentine dans cette région.



*Figure 24: arrêts prématurés du développement radiculaire chez un patient traité à l'âge de 3 ans (courtoisie Dr Camus)*

- Corono-radiculaire :

On peut observer :

- des **macrodonties** (accroissement exagéré de la taille normale de la dent concernée) (figure 25)
- des **microdonties** (réduction de la taille de la dent concernée) (figure 25)
- des **taurodontismes** (élongation de la chambre pulpaire au détriment de la pulpe radiculaire et de la racine) (figure 26) (64).

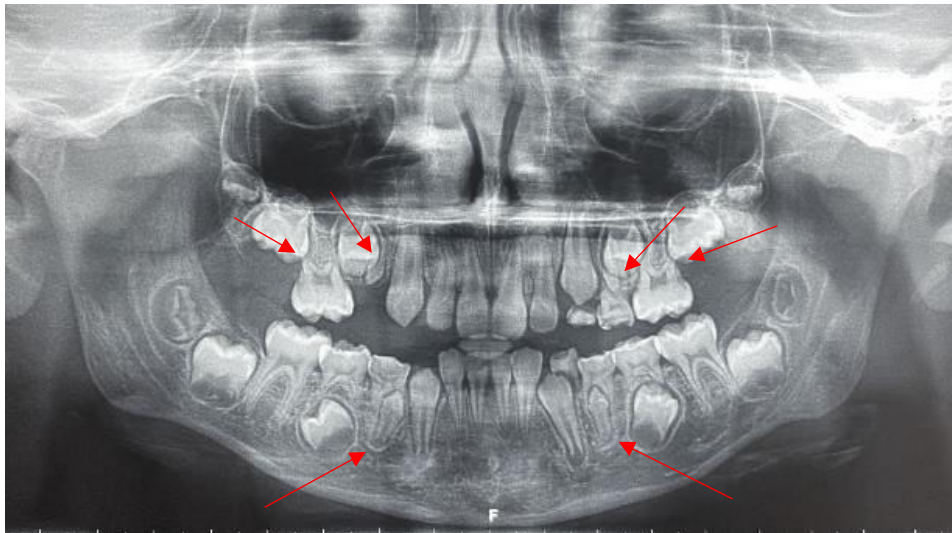


Figure 25: macrodontie des premières molaires maxillaires et microdontie des premières prémolaires maxillaires et mandibulaires chez un patient irradié à l'âge d'un an (iconographie personnelle)

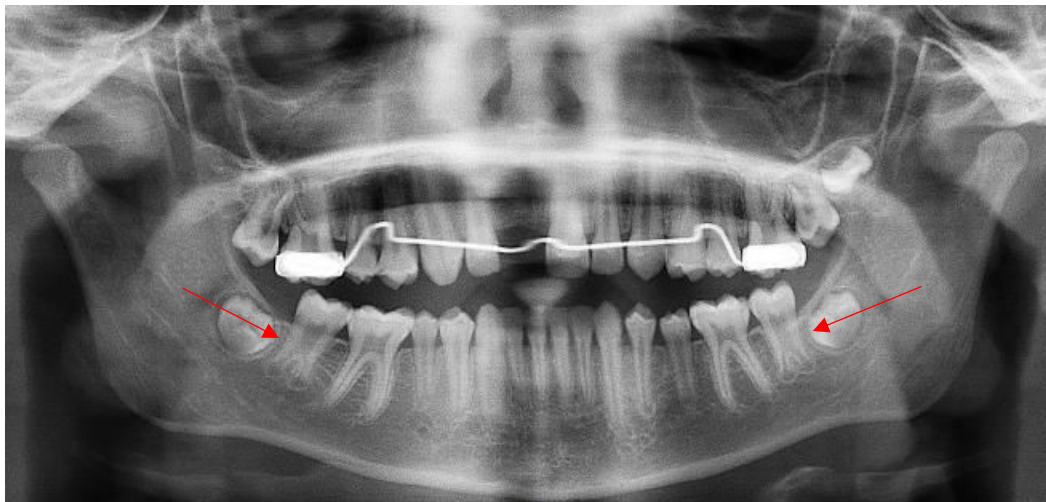


Figure 26: taurodontisme des secondes molaires chez une patiente ayant eu un lymphome à l'âge de 3 ans (iconographie personnelle)

#### II.1.2.4. Anomalies de structure

Les anomalies de structure telles que les **dysplasies** et les **hypoplasies**, sont fréquentes chez les patients irradiés (66).

- L'hypoplasie est définie comme un défaut quantitatif de l'émail, identifié visuellement et histologiquement par une diminution de l'épaisseur de l'émail. Elle est liée à une altération de la reproduction améloblastique (figure 27).



Figure 27: hypoplasie des incisives maxillaires et mandibulaires chez un patient irradié à l'âge d'un an (67)

- La dysplasie de l'émail est une anomalie de la formation de celui-ci résultant d'une perturbation de la différenciation et de la maturation des cellules améloblastiques (figure 28).



Figure 28: dysplasie des secondes prémolaires chez une patiente ayant subi une irradiation de la sphère oro-faciale (61)

### II.1.2.3. Répercussions occlusales

L'étude d'AKHARZOUZ et AL (61) de 2013 s'est intéressée aux anomalies occlusales les plus fréquemment retrouvées chez les patients irradiés durant l'enfance. Il ressort de cette étude que ces patients présentent le plus souvent :

- Dans le sens transversal : une asymétrie rapportée dans 70% des cas (pouvant mener à une occlusion latérale croisée).
- Dans le sens vertical : **un recouvrement augmenté** (>2mm) dans 70% des cas.
- Dans le sens sagittal : **un surplomb augmenté** (>2mm) dans 61% des cas.

On note également des signes de **dysharmonie dento-maxillaire** : un encombrement incisif supérieur à 2mm était rapporté dans 22% des cas.

### II.1.3. Impact sur les tissus mous

#### II.1.3.1. Glandes salivaires

L'irradiation de la sphère oro-faciale peut inclure totalement ou partiellement les glandes salivaires, les endommager, affecter leur fonctionnement et ainsi entraîner progressivement une réduction du flux salivaire (tableau 4).

D'après la littérature, à moins de 40 Gy, les dommages liés à l'irradiation des glandes salivaires sont réversibles, mais après une telle dose, ils deviennent permanents.

Les glandes **parotides** sont plus sensibles aux irradiations que les glandes submandibulaires et sublinguales (68).

*Tableau 4: doses d'irradiation et effets sur la glande parotide(35)*

<b>Dose d'irradiation (Gy)</b>	<b>Effet sur la glande parotide</b>
<10-15	Diminution légère du flux salivaire
20-40	Diminution moyenne du flux salivaire
>40	Diminution sévère du flux salivaire

Chez l'adulte, deux ans après une irradiation, une xérostomie est mise en évidence chez 83.5% des patients. Cependant, chez l'enfant ce phénomène reste plus rare : une étude menée chez des patients ayant eu une irradiation de la tête et du cou a montré une prévalence de 12% de xérostomies , à 7 ans post-irradiation(69).

#### II.1.3.2. Parodontite

L'exposition aux radiations peut induire des modifications au niveau des muqueuses buccales au long terme. Les radiations peuvent être responsables d'une modification locale de la vascularisation, d'une perte d'élasticité des tissus et d'une capacité de cicatrisation réduite(64).

Le traitement par radiothérapie constitue également un facteur prédisposant à la maladie parodontale. Cela s'explique d'une part du fait de l'altération de la fonction salivaire, qui limite le rôle protecteur de la salive ; d'autre part par la modification du microbiote local: la flore bactérienne retrouvée chez les patients irradiés est associée à celle retrouvée dans le cadre de parodontites (A.a, P.g)(70,71).

### *II.1.3.3. Muscles et articulations temporo-mandibulaires*

#### *II.1.3.3.1. Trismus*

Le trismus correspond à la contraction constante et involontaire des muscles masticateurs (temporal, masséter, ptérygoïdien médial et ptérygoïdien latéral), diminuant, voire empêchant l'ouverture buccale.

Il s'agit d'une complication fréquente des tumeurs de la tête et du cou et de leur traitement avec une prévalence allant de 5 à 38%.

L'irradiation de la sphère oro-faciale est un facteur de risque avéré de l'apparition d'un trismus, augmentant l'incidence de ce dernier de 18% (72).

#### *II.1.3.3.2. Troubles des articulations temporo-mandibulaires (ATM)*

DAHLOF et AL (73) constatent une diminution de l'ouverture buccale et une diminution d'amplitude des mouvements de translation chez 53 % des patients irradiés à un âge précoce, en comparaison à un groupe contrôle n'ayant pas eu de traitement.

Le remaniement des ATM ainsi engendré peut être observé figure 29 : cette patiente, qui possède un antécédent d'irradiation de 50Gy, présente un aplatissement du condyle, accompagné cliniquement d'une limitation à l'ouverture buccale et une atrophie du muscle masséter droit(61).



Figure 29: dissymétrie de l'ATM chez une patiente ayant reçu une irradiation >50Gy (61)

## II.2. Traitement par chimiothérapie

### II.2.1. Impact sur les tissus osseux

#### II.2.1.1. Squelette axial et appendiculaire

Les traitements par chimiothérapie peuvent interférer avec la croissance osseuse, notamment en ayant une action inhibitrice sur les cellules à renouvellement rapide, comme c'est le cas des chondrocytes en pleine période de croissance (74).

En effet, les agents chimio-thérapeutiques fréquemment utilisés dans le traitement des cancers pédiatriques (méthotrexate) suppriment l'activité des ostéoblastes et stimulent le recrutement d'ostéoclastes (figure 30).

On observe alors une réduction de la densité osseuse qui peut être permanente.

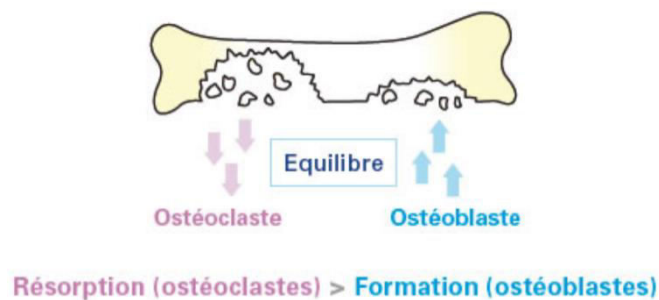


Figure 30: remodelage osseux : balance ostéoblastes/ostéoclastes(75)

Ainsi, il a été démontré que les adultes traités pour des cancers durant l'enfance présentent une **densité osseuse réduite** et parfois des fractures vertébrales asymptomatiques.

De plus, la combinaison de différents agents chimio-thérapeutiques **réduit la longueur des os longs** durant le traitement et impacte la taille définitive du patient(76).

Cas particulier : Les enfants ayant bénéficié de corticothérapie dans le cadre du traitement de leur cancer présentent des cas **d'ostéoporose** (avec une diminution de la densité osseuse). Une réduction de la taille à l'âge adulte est également observée; mais est dans ce cas principalement liée à l'action inhibitrice des corticoïdes sur la libération de l'hormone de croissance(77).

#### *II.2.1.2. Squelette crânio-facial*

ALPALSAN et COLL ont étudié la croissance crânio-faciale chez 30 survivants de lymphomes traités par chimiothérapie sans irradiation et n'ont pas détecté de différence significative dans la croissance crânio-faciale entre les patients survivants et un groupe contrôle sain(78).

Il apparaît ainsi **que les agents chimio-thérapeutiques utilisés seuls** dans le cadre des cancers de l'enfant **n'aient pas d'effets sur la croissance crânio-faciale**, cependant, utilisés en association avec de la radiothérapie, ils potentialisent l'effet de cette dernière sur la croissance (38).

#### Cas de l'ostéochimionécrose (OCN) des maxillaires :

L'OCN des maxillaires se traduit par une exposition d'os nécrosé dans la cavité buccale chez un patient n'ayant pas d'antécédent d'irradiation cervico-faciale.

La survenue d'une OCN est de l'ordre de 1/10 000 chez l'adulte.

A ce jour, aucun cas d'OCN chez l'enfant n'a été décrit dans la littérature.

Cela peut s'expliquer par :

- la faible quantité d'études réalisées à ce sujet.



- la faible indication des agents chimio-thérapeutiques favorisant l'OCN (biphosphates, dénosumab) chez l'enfant.
- l'absence de comorbidités (tabac, diabète de type II, foyers infectieux dentaires) favorisant l'apparition d'OCN chez l'adulte(79).

## **II.2.2. Impact sur les tissus dentaires**

De même que pour la radiothérapie, l'odontogenèse peut être entravée par l'administration de molécules anticancéreuses, si cette dernière est concomitante au développement dentaire.

Ainsi, les agents antimitotiques administrés pendant la période de formation des dents permanentes sont susceptibles d'entraîner des **anomalies de nombre**, de **forme** ou encore de **structure**.

Selon les études, **70% des enfants** traités par chimiothérapie développeraient ainsi des anomalies dentaires(29).

### *II.2.2.1. Anomalies de nombre*

Les anomalies de nombre retrouvées peuvent être par défaut ou par excès.

L'**agénésie** dentaire est fréquemment décrite : l'arrêt de l'odontogenèse à un stade précoce génère une absence de germe de dent permanente (figure 31).

L'étude d'ALPASLAN et AL. qui a suivi 30 patients traités par chimiothérapie uniquement, a indiqué que 50% des patients traités durant l'enfance présentaient une agénésie à l'adolescence(78).

Les dents les plus touchées par ces agénésies sont les secondes prémolaires et deuxièmes molaires(74).

Les patients ayant bénéficié d'une greffe de moelle osseuse accompagnée d'ICT présentent une prévalence plus élevée d'agénésies dentaires comparativement aux patients ayant bénéficié uniquement de chimiothérapie (38).

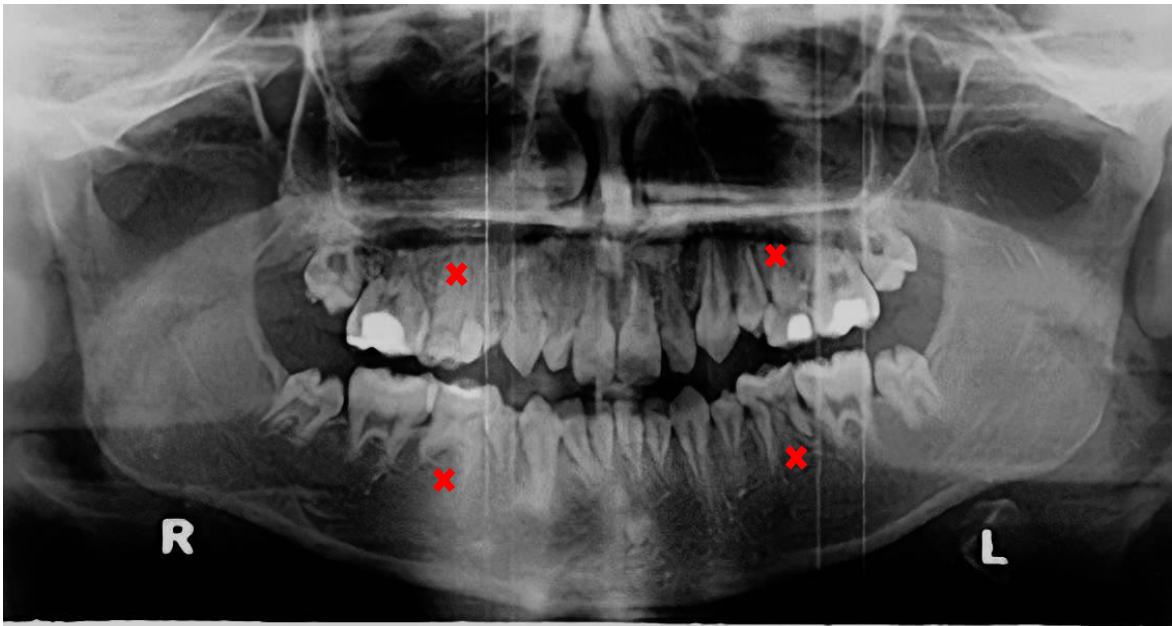


Figure 31: agénésie des secondes prémolaires chez un patient traité pour un neuroblastome à l'âge de 3 ans(80)

#### II.2.2.2 Anomalies de taille et de forme

Des anomalies peuvent être présentes au niveau :

- Coronaire :

- Une **modification de la taille de la couronne clinique** est fréquemment observée.

Selon NASMAN et COLL, les patients traités par chimiothérapie présentent respectivement une diminution de taille de 7 % des incisives mandibulaires et de 15 % des secondes molaires mandibulaires(35).

D'autres dents peuvent être touchées telles que les incisives latérales maxillaires (figure 32).



Figure 32: incisives latérales riziformes chez une patiente traitée par chimiothérapie à l'âge de 1 an (iconographie personnelle)

- Radiculaire :

Des anomalies telles que **l'arrêt du développement radiculaire** ou encore **l'apexification prématurée** sont fréquentes. On observe radiographiquement des racines courtes en forme de V (figure 33).

Cela s'explique par le fait que certains agents chimio-thérapeutiques (vinblastine, vincristine) interfèrent avec la fonction sécrétrice des améloblastes ou odontoblastes matures, ce qui perturbe la sécrétion de la dentine et peut expliquer la prévalence élevée d'arrêts prématurés du développement dentaire (81).



*Figure 33 : arrêts du développement radiculaire et fermeture apicale prématurée chez un patient traité par chimiothérapie à l'âge de 4 ans (courtoisie Dr Le Guedard)*

- Corono-radiculaire :

La prévalence de **microdontie** est 12 fois plus élevée chez les patients ayant eu un traitement par chimiothérapie par rapport aux patients non exposés (81).

Bien que l'exposition aux irradiations et aux agents chimio-thérapeutiques soient deux facteurs de risque indépendants d'apparition d'anomalies dentaires, les études ont mis en évidence un lien entre l'association chimio/radiothérapie et l'augmentation de l'incidence de microdonties (figure 34) (29).

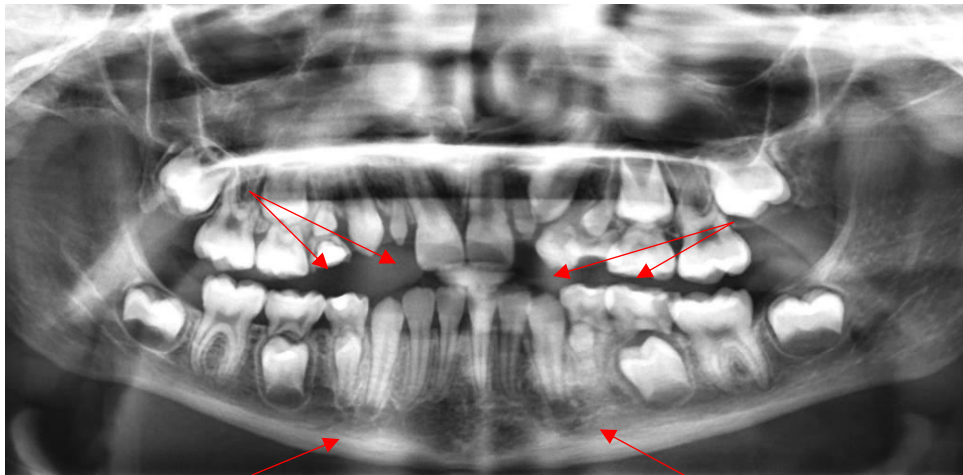


Figure 34: microdonties (14,12,22,34,44) chez une patiente traitée par chimiothérapie à l'âge de 6 mois(82)

### II.2.2.3 Anomalies de structure

De même que dans le cadre de la radiothérapie, des défauts quantitatifs et qualitatifs de l'émail peuvent être observés (dysplasies, hypoplasies).

Selon la littérature, les perturbations de la minéralisation induites par la chimiothérapie se manifestent le plus souvent par des **bandes d'hypo-minéralisation** (figure 35).

Ces anomalies sont ponctuelles, proportionnelles à la durée de la chimiothérapie et s'arrêtent dès que celle-ci cesse(80).



Figure 35: hypoplasies amélares chez un patient ayant eu un traitement à l'âge d'un an (iconographie personnelle)

#### II.2.2.4. Répercussions occlusales

L'équilibre occlusal des patients ayant un antécédent de chimiothérapie durant l'enfance est souvent perturbé (figure 36). En effet, la prévalence élevée d'anomalies de taille telles que les microdonties ou les macrodonties va induire :

- **Une dysharmonie dento-maxillaire** (définie par une perturbation entre la taille des dents d'une arcade dentaire et le périmètre de cette dernière)
- **Une dysharmonie dento-dentaire** (définie par une disproportion entre le diamètre mésio-distal des dents des deux arcades) (83).



Figure 36: perturbation de l'équilibre occlusal chez une patiente ayant une microdontie de 12 22 14 24 induisant une DDM par défaut dentaire et une DDD par défaut maxillaire

#### II.2.3. Impact sur les tissus mous

La toxicité au long terme de chimiothérapies administrées durant l'enfance sur le parodonte et les glandes salivaires est aujourd'hui peu documentée.

Certains agents chimio-thérapeutiques donneraient lieu à une inflammation du tissu glandulaire engendrant une réduction de la sécrétion salivaire. Une revue systématique de la littérature de 2018 s'intéressant au suivi des patients traités par chimiothérapie durant l'enfance confirme que le débit salivaire de ces patients est réduit en comparaison avec les patients non traités(81).

### En résumé :

✓ Les répercussions orthodontiques des traitements anticancéreux les plus souvent reportées sont :

- Au niveau squelettique crânio-facial (essentiellement dans le cadre de la radiothérapie) :

<b>Sens transversal :</b>	-Hypo-développement des bases osseuses maxillaires et mandibulaires (+/-endognathie maxillaire) -Asymétries
<b>Sens vertical :</b>	-Diminution de la hauteur des bases osseuses -Hypodivergence faciale
<b>Sens sagittal :</b>	-Birétrognathie, avec rétrognathie mandibulaire souvent plus marquée, induisant des classes II de Ballard

- Au niveau dento-alvéolaire :

• <b>Sens transversal :</b>	-Inversés d'articulé, notamment en cas d'hypo-développement du maxillaire
<b>Sens vertical :</b>	-Supraclusie antérieure
<b>Sens sagittal :</b>	-Surplomb augmenté

- Dysharmonie dento-maxillaire

- Au niveau dentaire :

• <b>Anomalies de nombre :</b>	-Hypodonties/Agénésies (anomalie la plus fréquente) -Hyperdonties
<b>Anomalies de forme :</b>	-Microdonties/Macrodonties -Racines courtes en forme de « v »
<b>Anomalies de structure :</b>	-Dysplasies -Hypoplasies

- Dysharmonie dento-dentaire

### **III/ Particularités de la prise en charge en orthopédie dento-faciale :**

La nécessité de mise en place d'une thérapeutique orthodontique peut être évaluée à l'aide de l'index IOTN (Index of Orthodontic Treatment Need). Cet index permet de distinguer les patients n'ayant pas besoin de traitement de ceux ayant un besoin modéré et ceux ayant un besoin avéré(84).

Une étude comparant l'IOTN d'adolescents ayant un antécédent de cancer de l'enfance à celui d'adolescents sans antécédent a montré que **61% des patients ayant un antécédent de cancer de l'enfance ont un besoin avéré en traitement orthodontique**, contre 22% seulement pour les patients sans antécédent(61).

La thérapeutique orthodontique constitue donc un enjeu majeur chez ces patients, or selon NEILL et AL., la majorité des spécialistes en orthodontie n'a pas reçu une formation adéquate pour leur prise en charge(85). Il est donc important pour les praticiens d'apprendre à mieux appréhender les particularités des tissus dentaires et parodontaux de ces patients, fragilisés par les traitements antinéoplasiques, afin de mettre en place les thérapeutiques les plus adaptées.

#### **III.1. Risques et contraintes thérapeutiques à prendre en compte**

##### **III.1.1. Risque infectieux**

###### *III.1.1.1. Risque d'ostéonécrose*

Bien qu'aucun cas d'ostéonécrose n'ait été mis en évidence à l'heure actuelle à la suite d'une chimiothérapie ou d'une radiothérapie dans le cadre d'un cancer infantile, le risque d'apparition d'ORN doit être considéré. Notamment dans le cadre de doses d'irradiation élevées (>60Gy), localisées à la mandibule. Ce risque d'ostéoradionécrose persiste tout au long de la vie du patient et ne diminue pas avec le temps(50).

Il est donc important pour le praticien de pouvoir :

- D'une part identifier une ostéoradionécrose :

Un examen régulier et minutieux des muqueuses buccales doit ainsi être réalisé afin d'identifier une potentielle ORN. Cette dernière se manifeste par l'apparition d'une exposition osseuse endo-buccale (figure 37).



Figure 37: manifestation clinique de l'ostéoradionécrose(86)

- D'autre part de prévenir l'apparition d'une ostéoradionécrose :

Les ORN sont en effet plus souvent d'origine provoquée que d'origine spontanée (65% versus 35%(87)). Elles peuvent notamment être causées par un facteur traumatique local (avulsion), ou mécanique (comme dans le cas d'un traitement orthodontique).

Il incombe ainsi au praticien d'adapter sa thérapeutique :

- L'American Academy of Pediatric Dentistry (AAPD) recommande **d'attendre deux ans avant la mise en place d'un traitement orthodontique** chez un patient ayant eu une radiothérapie(88).
- L'Association Francophone des Soins Oncologiques de Support (AFSOS) recommande quant à elle d'inscrire la thérapeutique orthodontique dans un contexte **pluridisciplinaire** et de contacter l'oncologue référent avant la mise en place d'un traitement.
- Les avulsions, si non évitables, doivent être réalisées avec des précautions particulières(89) (figure 38).



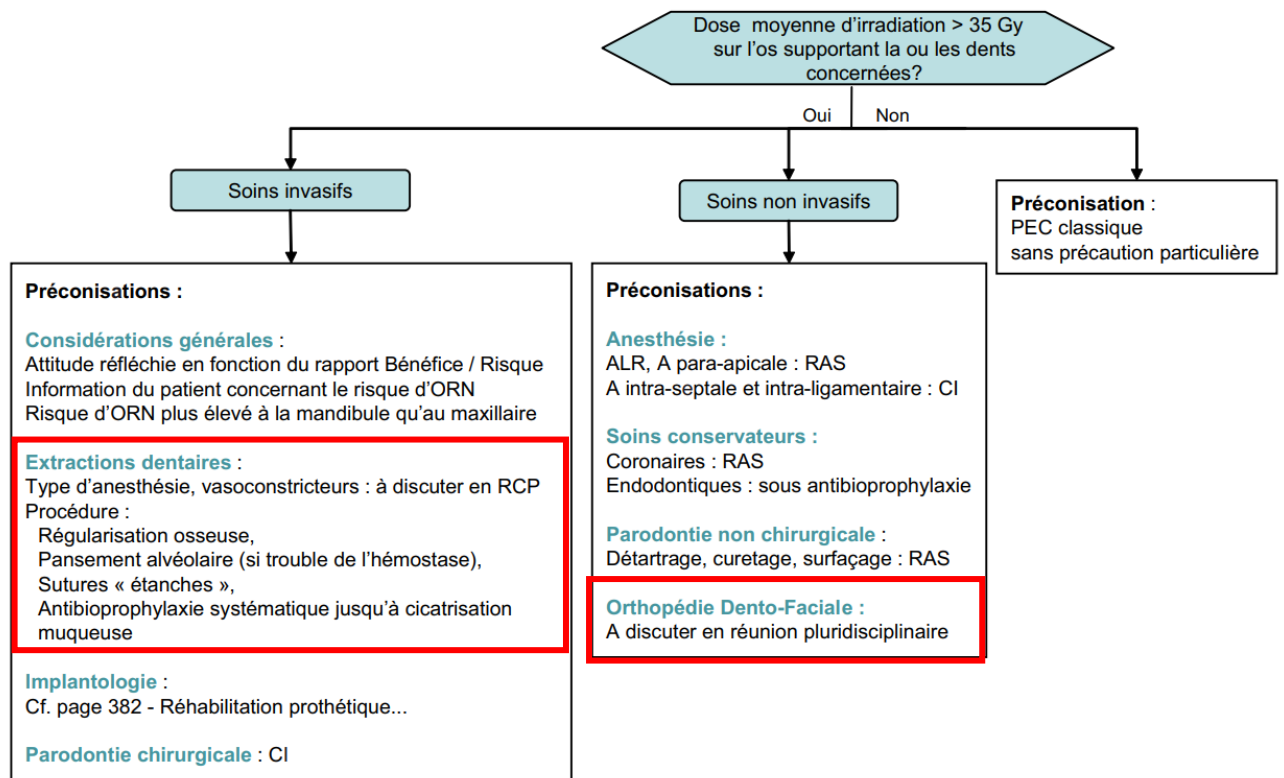


Figure 38: recommandations de l'AFSOS concernant la prise en charge odontologique des patients irradiés de la sphère oro-faciale(90)

### III.1.1.2. Risque carieux

Les enfants qui ont subi une chimiothérapie ou une radiothérapie présentent une cario-susceptibilité élevée en raison de plusieurs facteurs :

- L'altération de la production salivaire par la radiothérapie ou la chimiothérapie (cf II), diminue le rôle protecteur de cette dernière.
- Une modification des habitudes alimentaires des enfants atteints est souvent rapportée : ces patients sont plus enclins à consommer des aliments sucrés ou acides, ceux-ci pouvant augmenter leur risque carieux (74).

L'orthodontiste doit ainsi veiller à la mise en place d'une bonne hygiène bucco-dentaire chez ces patients et être particulièrement vigilant à l'apparition de lésions carieuses.

### **III.1.2. Risque de récurrence de la maladie cancéreuse**

Les muqueuses buccales sont des marqueurs privilégiés de la situation hématologique des patients.

Il faudra ainsi être particulièrement vigilant chez les patients ayant déjà eu un cancer car une récurrence de la maladie est possible(91) (la fréquence des néoplasmes secondaires est de 2,6 % à 12,1 % 25 ans après le diagnostic initial(92)).

Un examen minutieux des muqueuses buccales à la recherche de signes indiquant une potentielle reprise de la maladie doit être ainsi systématique (figure 39).

Il peut s'agir :

- d'ulcérations (figure 39)
- de gingivorragies
- d'hyperplasies gingivales(74).

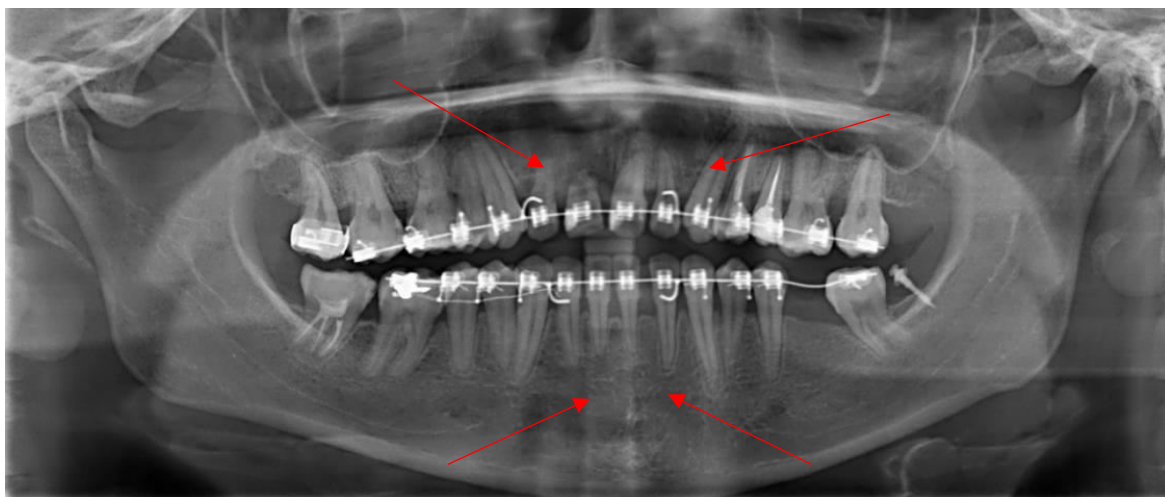


*Figure 39: ulcération rétro molaire apparue dans le cadre d'une leucémie myéloïde aigüe(93)*

### **III.1.3. Risque de résorption radiculaire**

La résorption radiculaire, se définit comme la disparition progressive, partielle, voire totale des tissus radiculaires dentaires. Les traitements orthodontiques

s'accompagnent fréquemment de résorptions radiculaires. Elles sont le plus souvent cliniquement non significatives, mais peuvent parfois être plus importantes et engager le pronostic de la dent concernée (figure 40).



*Figure 40: résorptions radiculaires apparues au cours d'un traitement orthodontique(94)*

L'apparition de résorptions marquées peut être considérée comme un aléa thérapeutique. Cependant, elle peut engager la responsabilité du praticien lorsque ce dernier a failli à son devoir d'information au patient ou lorsqu'elle aurait pu être anticipée et limitée par une démarche thérapeutique adaptée.

Il est ainsi important de savoir reconnaître les terrains à risque accru de résorptions radiculaires. En l'occurrence, plusieurs facteurs vont favoriser l'apparition de résorptions chez les patients avec un antécédent de cancer de l'enfance.

- Facteur anatomique :

Les patients ayant bénéficié de radio/chimiothérapie présentent fréquemment des anomalies radiculaires, des agénésies, ou encore des microdonties. Or, la présence d'une agénésie ou d'une microdontie constitue dans la population générale un facteur de risque d'apparition de résorptions(95).

De plus, la morphologie radiculaire courte et étroite souvent retrouvée chez ces patients (cf II) constitue un terrain particulièrement susceptible aux résorptions.

Cette morphologie en « V » des racines, associée à la perte de la hauteur des procès alvéolaires (cf II), implique non seulement un risque de résorption, mais

également un risque de mobilité pouvant concourir à la perte précoce de l'organe dentaire(64).

- Facteur mécanique :

La mécanique des mouvements dentaires est basée sur l'équilibre entre la force appliquée et la réponse biologique des tissus parodontaux (figure 41) : les résorptions surviennent lorsque les forces appliquées au niveau apical dépassent la résistance et la capacité de réparation des tissus péri-apicaux (90).

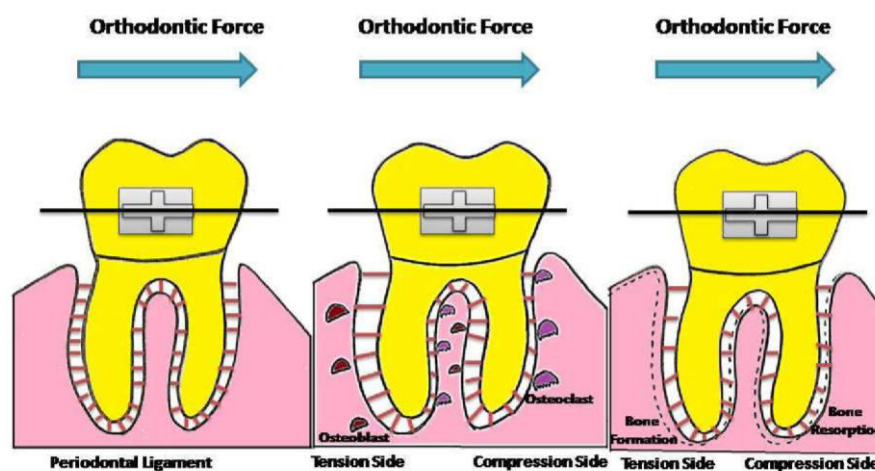


Figure 41: biomécanique des mouvements dentaires(98)

Or, les tissus parodontaux des patients ayant reçu une chimio/radiothérapie sont fragilisés, leurs capacités de réparation sont ainsi diminuées et le risque de résorption augmenté.

Il faudra ainsi adapter :

- L'intensité des forces exercées : il existe un lien de corrélation positif entre l'augmentation de la force appliquée et l'augmentation de la fréquence d'apparition de résorptions (99)
- Le choix des de mouvements souhaités : certains mouvements sont plus à risque de résorption, tels que le torque incisif radiculo-lingual ou encore l'ingression incisive (100)
- La durée du traitement : plus la durée du traitement augmente, plus le risque de résorption augmente(101).

## III.2. Stratégies thérapeutiques

### III.2.1. Précautions à prendre avant d'entreprendre un traitement

#### III.2.1.1. Quand entreprendre un traitement ?

Avant d'entreprendre un traitement orthodontique, il est impératif de s'informer de la date de fin de traitement anticancéreux ainsi que des thérapeutiques en cours (antibioprophylaxies et immunosuppresseurs sont le signe d'un risque infectieux encore présent(102)).

Ainsi, le traitement pourra être entamé :

- Pour les traitements par chimiothérapie seule (n'ayant pas nécessité de radiothérapie ou de greffe) il n'y a actuellement pas de consensus : **le traitement orthodontique peut débuter dès la fin du traitement** selon certaines recommandations (103).  
D'autres recommandations préconisent **d'attendre 2 ans afin d'écarter le risque de rechute de la maladie**(104).  
La décision d'entreprendre le traitement est ainsi prise au cas par cas, avec l'accord de l'oncologue référent.
- Pour les traitements ayant nécessité une greffe de cellules souches humaines (GCSH), **le traitement pourra être entamé deux ans après la greffe**, lorsque la reconstitution immunologique sera obtenue et les complications aiguës rares écartées.
- Pour les traitements par radiothérapie, **l'AAPD recommande d'attendre deux ans avant la mise en place d'un traitement**(46). Il est recommandé de contacter l'oncologue référent afin de connaître les territoires irradiés et d'obtenir son accord notamment lorsque les maxillaires sont dans le champ d'irradiation.

### *III.2.1.2 Aspect médico-légal*

- La prise en charge doit être pluridisciplinaire, en collaboration avec l'oncologue référent et le dentiste référent :
  - L'accord de l'oncologue sera recherché, notamment dans le cadre d'un antécédent d'irradiation cervico-faciale.
  - Une collaboration étroite entre le dentiste et l'orthodontiste est nécessaire afin de planifier la réhabilitation prothétique future chez ces patients présentant souvent des agénésies.

Dans le cas d'oligodonties, il faut informer le patient qu'il bénéficie d'une prise en charge à 100% dans le cadre de l'ALD pour la réhabilitation prothétique future. Une demande de prise en charge du traitement orthodontique chez l'adulte, assimilable à un TO200, peut également être envisagée dans ce cas selon la HAS(105).

- Le patient doit être informé des risques particuliers liés à sa condition : risque accru de résorption, risque carieux, risque d'irritation des muqueuses fragilisées (cf III.1).

### *III.2.1.3. Prévention des complications buccodentaires*

L'orthodontiste veillera avant d'entamer un traitement à :

- Adresser le patient chez le dentiste référent afin de réaliser un bilan bucco-dentaire, réaliser les soins nécessaires le cas échéant. Des scellements de sillons sont recommandés afin de prévenir l'apparition de lésions carieuses.
- Instaurer une motivation continue à l'hygiène buccodentaire. Le praticien réalisera une prescription adaptée de brosse à dents souple, brossettes, fil dentaire, dentifrice et bain de bouche.
- Adapter ses prescriptions en fluor : il peut s'agir de gouttières fluorées à porter tous les jours (notamment pour les patients ayant eu de la radiothérapie), ou d'applications topiques régulières de vernis fluoré.

### III.2.2. Choix de la thérapeutique adaptée

Les plans de traitements doivent être individualisés chez ces patients afin de prendre en compte leurs besoins spécifiques.

#### III.2.2.1. Solutions de compromis

##### III.2.2.1.1. Sur les objectifs de traitement

Il est important de bien évaluer **la balance bénéfique/risque et de privilégier un traitement rapide avec des moyens thérapeutiques simples.**

- Le praticien doit notamment prendre en compte dans sa décision thérapeutique l'impact des traitements anti-cancéreux sur la croissance maxillaire et/ou mandibulaire.
- Lors de la phase d'interception, la stimulation de la croissance maxillaire doit dans la mesure du possible être recherchée. Cette dernière peut être réalisée à l'aide d'appareils d'expansion transversale (disjoncteur, plaque à vérin,...) (figure 42) (106).

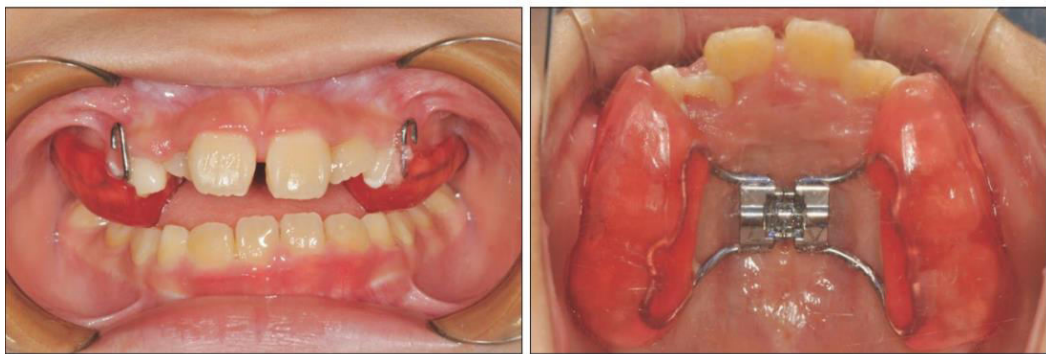


Figure 42: expansion transversale maxillaire chez un patient ayant eu une LLA avec un disjoncteur sur gouttière (106)

- Les objectifs de traitement doivent être modulés chez les patients présentant une classe II squelettique liée à un défaut de croissance mandibulaire imputable aux traitements antinéoplasiques (cf II). L'obtention d'une classe I par stimulation de la croissance mandibulaire peut difficilement être réalisable et ne doit pas être systématiquement recherchée en fin de traitement(107).

Les figures 43 à 45(108) illustrent une patiente ayant un antécédent de LLA. Elle présentait en début de traitement (figure 43) une classe II de Ballard et une classe 2 d'angle avec une rétro-mandibulie marquée. Le traitement a consisté en une compensation dento-alvéolaire de la classe II squelettique avec avulsion de prémolaires (figure 44).

La superposition des téléradiographies de profil de début et de fin révèle que la position de la base osseuse mandibulaire n'a pas été modifiée (figure 45).



Figure 43: bilan de pré-traitement orthodontique(108)



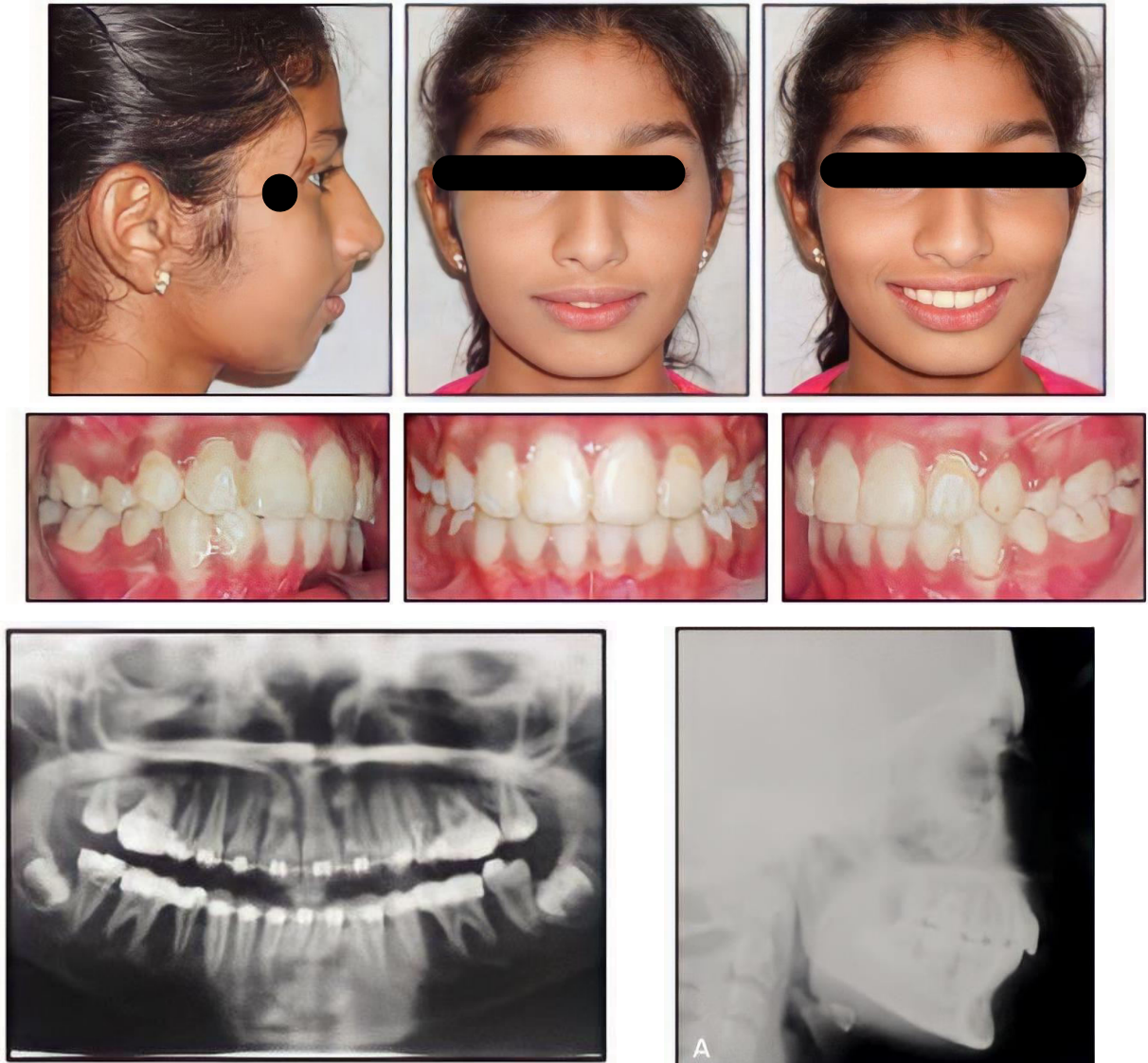


Figure 44: bilan de fin de traitement orthodontique(108)

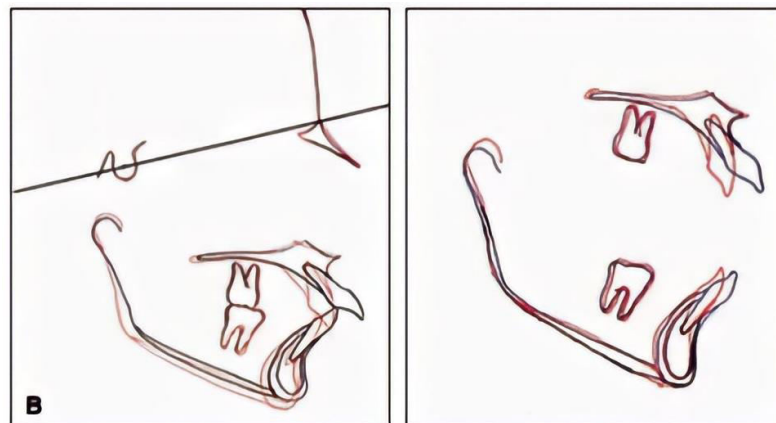
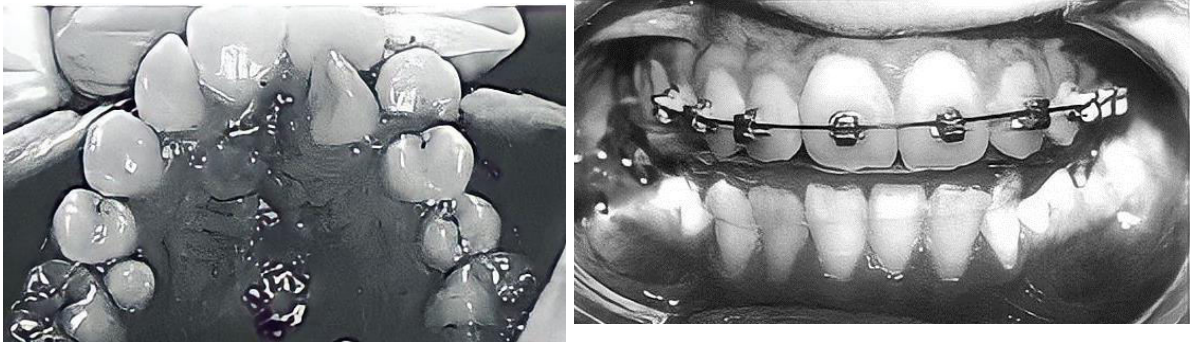


Figure 45: superposition des tracés céphalométriques de début et fin de traitement (108)

- Si certaines malformations dentaires ou maxillofaciales peuvent être corrigées à l'aide d'un traitement orthodontique adapté, lorsque la formation radiculaire a été interrompue, il faudra évaluer au cas par cas la possibilité d'utilisation des forces de traction sur les dents concernées(74).

Le patient présenté dans la figure 46 a bénéficié, malgré des racines réduites au maxillaire, d'un traitement multi-attaches afin de corriger son encombrement. Des compromis ont été réalisés : seule l'arcade maxillaire a été traitée afin de répondre à la demande du patient et diminuer le préjudice esthétique, la durée du traitement a été réduite et des forces légères ont été utilisées(109)



*Figure 46: mise en place d'un traitement multi-attaches chez un patient présentant une édification radiculaire inachevée (109)*

Dans les cas où l'atteinte radiculaire est très marquée, la mise en place d'un traitement multi-attaches ne sera cependant pas envisageable (figure 47). La thérapeutique s'orientera dans ces cas vers une réhabilitation prothétique ou implantaire.

- Dans le cadre de grands décalages squelettiques non corrigibles par les traitements orthopédiques classiques, les chirurgies orthognathiques sont envisageables, sous réserve de l'accord de l'équipe pluridisciplinaire.  
Il peut s'agir de traitements orthodontico-chirurgicaux classiques, ou de chirurgie orthognathique uniquement, lorsque l'anatomie dentaire ne permet pas la mise en place d'un multi-attaches (figures 47 et 48)(110).



Figure 47: patient présentant une formation radicaire interrompue ne permettant pas la mise en place d'un traitement multi-attaches (110)



Figure 48: photographies exo-buccales avant/après traitement chirurgical sans traitement multi-attaches (110)

### III.2.2.1.2. Sur la durée du traitement

Les études montrent qu'une durée de traitement réduite diminue le risque d'apparition de complications telles que les résorptions, les irritations muqueuses,...(101)

### III.2.2.1.3. Sur le choix de traiter les deux arcades

La question de traiter uniquement l'arcade maxillaire se pose chez certains patients ayant été irradiés à la mandibule. Le risque d'ORN concerne en effet majoritairement la mandibule et dans certains cas il est possible de réaliser un compromis et de ne pas traiter la mandibule pour s'affranchir de ce risque (107).

## *III.2.2.2. Précautions particulières à prendre*

### III.2.2.2.1. Afin de limiter l'apparition de résorptions

- Les mouvements souhaités doivent être adaptés (cf III.1, éviter le torque radiculo-lingual et l'ingression incisive) (figure 49).
- La réalisation d'une pause d'une durée de 3 mois après 6 mois de traitement actif diminue significativement le risque d'apparition de résorptions (111).
- Des contrôles radiographiques doivent être mis en place tous les 6 mois pour surveiller l'apparition de résorptions (74).
- En cas d'atteinte radiculaire, le traitement doit être interrompu pendant trois mois : l'appareil n'est pas retiré, mais l'arc devra être passif.

<p>RISQUE FAIBLE</p>	<p><b>Traitement après information et consentement éclairé du patient</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rééducation fonctionnelle avant traitement</li> <li>- Prévion d'un contrôle radiologique par rétroalvéolaires à 6/8 mois puis tous les 6 mois des incisives supérieures</li> <li>- Maîtrise de la thérapeutique employée</li> <li>- Respect de la planification du traitement</li> </ul>
<p>RISQUE MODÉRÉ</p>	<p><b>Traitement avec précautions spécifiques</b></p> <p><b>Information et consentement éclairé du patient</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rééducation fonctionnelle avant traitement</li> <li>- Evaluation et thérapeutique de soutien parodontal</li> <li>- Limitation du temps de traitement</li> <li>- Surveillance radiologique accrue (status complet pré-thérapeutique, puis clichés rétroalvéolaires tous les 6 mois sur les dents antérieures)</li> <li>- Limitation des mouvements exposant à la résorption radiculaire</li> <li>- Forces légères interrompues</li> <li>- Désocclusion par cales</li> <li>- Suivi, contention longue et équilibration occlusale</li> </ul>
<p>RISQUE SÉVÈRE</p>	<p><b>Compromis thérapeutique ou absence de traitement</b></p> <p><b>Information et consentement éclairé du patient</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limitation des objectifs de traitement (fonctionnels et esthétiques)</li> <li>- Pas de mouvements inducteurs de résorption radiculaire</li> <li>- Surveillance radiologique accrue</li> <li>- Cales de désocclusion</li> <li>- Contention longue voire définitive</li> <li>- Equilibration occlusale</li> <li>- Dans les deux cas, prévion éventuelle à la place ou en relai de l'ODF : prothèse (implant) et/ou chirurgie orthognathique</li> </ul>

*Figure 49: recommandations concernant la prise en charge orthodontique en fonction du risque de résorption(96)*

#### III.2.2.2.2. Dans le cas d'avulsions chez un patient ayant eu de la radiothérapie

Il faut évaluer la balance bénéfice/risque lors de la prise de décision de réaliser des avulsions chez un patient à risque d'OCN. Si elles ne sont pas évitables, les avulsions doivent être réalisées par un spécialiste selon un protocole rigoureux, sous couverture antibiotique.

#### III.2.2.2.3. Dans le cadre d'agénésies multiples

Le praticien doit veiller à anticiper la gestion des espaces. Le choix de la méthode de remplacement des dents manquantes se fera selon les antécédents du patient : par fermeture d'espaces, réhabilitation prothétique ou implantaire. De récentes études ont montré que la réhabilitation orale par pose d'implants peut être envisagée et effectuée avec succès chez les patients irradiés(112).

#### III.2.2.2.4. Dans le cadre d'utilisation d'auxiliaires

La pose d'auxiliaires tels que les minivis est possible chez les patients ayant eu une chimiothérapie mais également dans certains cas en fonction de la localisation chez les patients ayant eu une radiothérapie : il faudra pour cela demander à l'oncologue une cartographie précise des zones irradiées(113).

#### III.2.3. Choix du dispositif adapté

- Le choix s'orientera vers des appareils non irritants, les patients gardant une fragilité muqueuse et une sensibilité accrue aux infections.  
Selon certains auteurs, des manifestations buccales telles que des glossites, ou une sensation de goût métallique, sont associées aux produits corrosifs et à la libération d'ions par les appareils chez ces patients plus sensibles(92).  
Il est ainsi recommandé de privilégier le titane aux autres métaux pour les dispositifs orthodontiques, ce dernier présentant une plus grande résistance à la corrosion(114).
- L'utilisation de brackets esthétiques (céramiques) est privilégiée à celle de brackets métalliques. En effet, la présence de métal peut être responsable d'artefacts lors d'examens médicaux de contrôle (tels que les IRM) que ces patients peuvent être amenés à faire régulièrement(115).  
Les aligners pourront eux aussi être proposés mais aucune étude n'a été à ce jour réalisée concernant l'utilisation d'aligners chez ces patients.
- Le choix du système adhésif et de la procédure de collage doit prendre en compte les particularités de l'émail, souvent fragilisé.  
L'application d'hypochlorite de sodium 5% avant la mise en place du système adhésif améliore les performances de collage sur l'émail hypominéralisé (116).
- Les forces appliquées doivent être optimales et rester faibles : une force faible (force allant de 20 à 150 grammes par dent(117)) permet de limiter l'apparition de résorptions radiculaires (118).

### III.2.4. Phase de contention

La mise en place d'un traitement orthodontique chez les patients ayant un antécédent de cancer de l'enfance permet une amélioration de leur qualité de vie (119).

Cependant la stabilité des résultats du traitement au long terme est moindre chez ces patients, comparé aux sujets sains (cela pourrait s'expliquer notamment par les modifications induites par les traitements antinéoplasiques sur les tissus parodontaux) (104).

Il est donc important pour l'orthodontiste :

- **D'informer le patient** du risque accru de récurrence et de la fragilité de la stabilité des résultats.
- De mettre en place en fin de traitement une **contention adaptée**.  
Les recommandations actuelles préconisent la mise en place d'un fil collé à la mandibule et d'une gouttière ou plaque de Hawley au maxillaire(120).

Le choix de la contention devra être adaptée à la situation clinique : en cas d'agénésies avec attente de réhabilitation prothétique en fin de croissance, la phase de contention devra prendre en compte la période de temporisation afin de garantir la stabilité des résultats (figure 50).

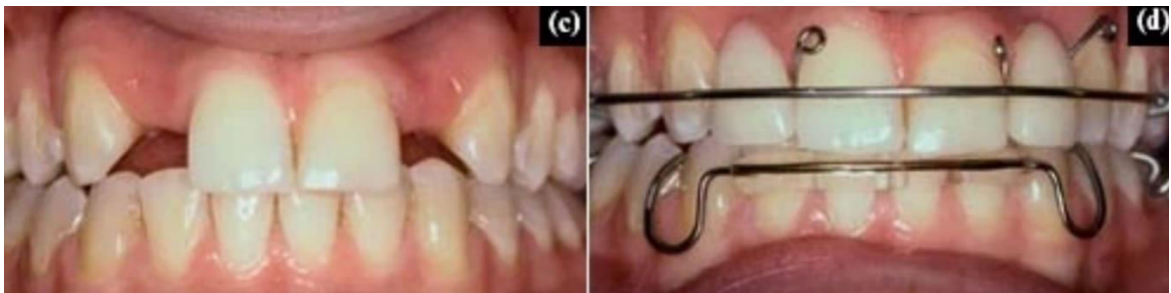


Figure 50: plaque de Hawley avec dents prothétiques remplaçant 12 22 manquantes, utilisée en contention temporaire(121)

- De mettre en place un **suivi régulier** accompagnant le patient jusqu'à la fin de sa croissance.

L'orthodontiste veillera notamment à la bonne intégration fonctionnelle et esthétique des réhabilitations prothétiques lorsqu'elles sont nécessaires, ainsi qu'à la réalisation d'une nouvelle contention adaptée.



## En résumé :

✓ La prise en charge orthodontique des patients ayant eu un cancer de l'enfance doit prendre en compte les spécificités de ces patients à chaque étape du traitement :

- ✓ S'informer sur les antécédents et traitements du patient et obtenir l'accord de l'oncologue avant d'entreprendre un traitement.
- ✓ Attendre 2 ans après la fin d'un traitement par radiothérapie avant de débuter l'orthodontie.
- ✓ Si le patient a été traité uniquement par chimiothérapie, il est possible avec accord de l'oncologue de débuter l'orthodontie dès la fin du traitement.
- ✓ Informer le patient des risques liés à sa condition.
- ✓ Réaliser un bilan bucco-dentaire chez le dentiste et mettre en place une hygiène orale stricte.

- ✓ Choix de dispositifs non irritants
- ✓ Utilisation de forces légères
- ✓ Contrôles radiographiques tous les 6 mois
- ✓ Réaliser une pause de 3 mois de traitement actif multi-attaches tous les 6 mois réduit l'apparition de résorptions.



- ✓ Objectifs de traitement et plan de traitement individualisés, adaptés aux risques spécifiques du patient (risque d'OCN, de résorptions) :
  - Solutions de compromis dans le cadre de décalages squelettiques marqués
  - Choix de traiter que l'arcade maxillaire en cas d'irradiation à hautes doses de la mandibule
- ✓ Coordination pluridisciplinaire avec l'oncologue, le chirurgien-dentiste et si besoin le chirurgien maxillo-facial.
- ✓ Durée de traitement réduite.

# Prise en charge orthodontique des patients survivants d'un cancer de l'enfance



L'augmentation de la proportion de survivants de cancers infantiles génère aujourd'hui une hausse de la demande de soins orthodontiques de ces patients, il est donc important pour le praticien de se familiariser avec les spécificités de leur prise en charge.



En France 1 adulte sur 900 est actuellement un survivant d'un cancer de l'enfance; et l'incidence de ces cancers tend à augmenter avec le temps.



Les patients atteints ont la plupart du temps bénéficié de traitements agressifs tels que:



**La radiothérapie:**  
Pouvant être administrée:  
- à faible doses sur l'ensemble du corps (dans le cadre d'hémapathies)  
- à forte doses de manière localisée (dans le cadre de tumeurs solides).



**La chimiothérapie:**  
-Pouvant être administrée aussi bien dans le cadre des hémapathies que des tumeurs solides.  
-Elle constitue le traitement principal dans le cadre des hémapathies.

**!** Ces traitements, administrés durant la période de croissance, vont avoir des repercussions pouvant impacter la prise en charge orthodontique à plusieurs niveaux.

## Impact squelettique crânio-facial:



La radiothérapie peut altérer la croissance maxillaire et/ou mandibulaire, induisant:

• Dans le sens vertical: ↘  
Une diminution des hauteurs faciales antérieure et postérieure ainsi qu'une diminution de la longueur du ramus.

• Dans le sens sagittal: ↘  
Une réduction significative des longueurs sagittales des bases osseuses maxillaires et mandibulaires, avec souvent un rétrognathisme mandibulaire marqué (notamment chez les patients irradiés avant l'âge de 5 ans).

• Dans le sens transversal:  
Lors d'irradiations de tumeurs solides localisées de la tête et du cou (sarcomes, carcinomes) les doses administrées localement étant élevées (40-60 Gy), il est possible d'observer des hypoplasies ou des asymétries faciales prononcées, pouvant induire une insuffisance du sens transversal.

• Un risque au long terme d'ostéoradionécrose des maxillaires.



La radiothérapie et la chimiothérapie vont induire des anomalies :

- De nombre (agénésies, hyperdonties)
- De forme (microdonties, macrodonties, dysmorphies radiculaires ou coronaires, arrêt du développement radiculaire)
- De structure (dysplasies, hypoplasies)



Les traitements anticancéreux administrés durant la période de croissance vont donc:

- D'une part impacter le développement crânio-facial et dento-alvéolaire, créant ainsi un besoin en traitement orthodontique (hypo-développement des bases osseuses, anomalies dentaires).
- D'autre part fragiliser le patient et créer des conditions locales pouvant compliquer la mise en place d'un traitement orthodontique (racines courtes créant un terrain favorable aux résorptions, risque d'ostéonécrose).

→ La prise en charge orthodontique de ces patients reste ainsi un véritable challenge pour l'orthodontiste.



# Prise en charge orthodontique des patients survivants d'un cancer de l'enfance

Les conséquences des traitements anti-cancéreux doivent être prises en compte par le praticien à chaque étape du traitement, afin de fournir les soins les plus adaptés:



- Avant la mise en place d'un traitement :**
- S'informer sur les antécédents et traitements du patient et obtenir l'accord de l'oncologue.
  - Attendre 2 ans après la fin d'un traitement anticancéreux ayant impliqué une radiothérapie avant de débiter l'orthodontie.
  - Si le patient a été traité uniquement par chimiothérapie, il est possible avec accord de l'oncologue de débiter l'orthodontie dès la fin du traitement anti-cancéreux.
  - Informer le patient des risques liés à sa condition (ostéonécrose, résorption radiculaire...).
  - Réaliser un bilan bucco-dentaire chez le dentiste et mettre en place une hygiène orale stricte.

- Lors du choix de la thérapeutique :**
- La prise en charge doit s'inscrire dans un contexte pluridisciplinaire, en coordination avec l'ensemble de l'équipe de soins (oncologue, chirurgien-dentiste, chirurgien maxillo-facial, orthophoniste...).
  - Les objectifs de traitement ainsi que le plan de traitement doivent être individualisés: ils seront adaptés aux besoins (hypo-développement des bases osseuses, anomalies dentaires) et aux risques spécifiques (risque d'ostéonécrose, de résorptions) du patient.
- Exemples:
- Solutions de compromis dans le cadre de décalages squelettiques marqués, avec un arrêt de la croissance mandibulaire.
  - Choix de traiter l'arcade seule maxillaire, en cas d'irradiation de la mandibule à haute dose (>40Gy).

- La durée de traitement sera dans la mesure du possible réduite.
- Le choix du dispositif doit s'orienter vers des matériaux et appareils non irritants.
- L'utilisation de forces légères est préférable et diminue le risque d'apparition de complications telles que les résorptions.
- La pose d'auxiliaires, tels que les minivis, est possible (en cas d'antécédent de radiothérapie localisée aux maxillaires, il faudra au préalable obtenir la cartographie de l'irradiation ainsi que l'accord de l'oncologue). ✓
- Les traitements orthodontico-chirurgicaux sont possibles, sous réserve de l'accord de l'équipe pluridisciplinaire. ✓

- Tout au long du traitement :**
- Une attention particulière doit être portée à l'inspection des muqueuses buccales: seront recherchées les lésions pouvant évoquer une récurrence de la maladie cancéreuse (ulcérations), ou une ostéonécrose (exposition osseuse).
  - La motivation à l'hygiène orale du patient doit être entretenue.
  - La réalisation de contrôles radiographiques tous les 6 mois est recommandée.
  - En cas d'apparition de résorptions, un arrêt des forces orthodontiques de 3 mois est préconisé.

- Durant la phase de contention**
- S'assurer de la pérennité des résultats en veillant à la bonne intégration fonctionnelle et occlusale.
  - Accompagner le patient tout au long de sa croissance et veiller à la continuité des soins dentaires notamment dans le cadre de réhabilitations prothétiques.



Figure 51: prise en charge orthodontique des patients survivants d'un cancer de l'enfance (iconographie personnelle)

## **Conclusion**

L'augmentation de l'incidence des cancers de l'enfance, corrélée à l'amélioration du taux de survie des patients atteints, implique que l'orthodontiste est aujourd'hui de plus en plus confronté à des patients ayant survécu à un cancer infantile dans sa pratique courante.

La chimiothérapie et la radiothérapie demeurent les traitements les plus utilisés. Ces traitements agressifs peuvent impacter la croissance, en particulier celle des maxillaires ainsi que le développement dentaire. Un hypo-développement plus ou moins marqué dans les sens transversal, vertical et sagittal peut être observé et des anomalies dentaires telles que des agénésies multiples, des hypoplasies et des arrêts du développement radiculaire sont fréquentes.

Les traitements antinéoplasiques génèrent ainsi un besoin en traitement orthodontique mais peuvent également limiter, voire contre indiquer, la mise en place de ce traitement en fragilisant les différents tissus dentaires et parodontaux. La prise en charge de ces patients constitue ainsi un véritable défi pour l'orthodontiste.

La connaissance des besoins spécifiques et précautions à prendre lors de la mise en place du traitement est nécessaire car elle permet une approche simplifiée, facilitant l'accès aux soins orthodontiques à ces patients.

La réalisation d'un mémoire portant sur l'évaluation des besoins orthodontiques de ces patients pourrait permettre aux praticiens de se familiariser avec les anomalies les plus fréquentes retrouvées chez ces patients afin mieux appréhender leur prise en charge et fournir des soins plus efficaces et plus personnalisés.

# Table des illustrations :

## Table des figures

Figure 1 : variation de l'incidence globale des cancers de l'enfant selon la localisation géographique(2) .....	16
Figure 2: distribution des différents types de cancer par tranche d'âge(2) .....	17
Figure 3: incidence des cancers de l'enfant selon l'âge et le sexe en France métropolitaine de 2000 à 2004(2).....	18
Figure 4 : répartition des différents types de cancers chez l'enfant (iconographie personnelle) .....	20
Figure 5: immunothérapie passive dans le cadre du traitement de la LLA(23) .....	23
Figure 6 : possibilités d'associations de traitements fréquemment retrouvées chez l'enfant (iconographie personnelle) .....	24
Figure 7: ossification endochondrale d'un os long (31).....	29
Figure 8: courbes de taille moyennes chez les patients irradiés (en noir) versus population générale (en gris) +/- déviation standard(36).....	30
Figure 9: modifications de la dimension verticale induites par la radiothérapie dans le cadre du traitement d'une LLA (42) .....	32
Figure 10: repères céphalométriques de référence (41).....	32
Figure 11: comparaison des dimensions sagittales du maxillaire et de la mandibule de 14 patients traités par radiothérapie dans le cadre d'une LLA avec un groupe témoin non irradié(41).....	33
Figure 12: téléradiographie de profil d'un patient irradié présentant une hypodivergence faciale et une rétromandibulie (iconographie personnelle) .....	33
Figure 13: mise en évidence de l'asymétrie faciale et des hypoplasies maxillaire et mandibulaire chez un patient ayant été traité pour un rhabdomyosarcome(46) .....	34
Figure 14: mise en évidence de l'insuffisance transversale et sagittale maxillaire chez une patiente ayant été traitée pour un rétinoblastome(48).....	35
Figure 15: valeurs céphalométriques d'un enfant traité pour un rhabdomyosarcome de la tête et du cou versus valeurs standards (49).....	35
Figure 16: manifestation clinique d'une ostéoradionécrose mandibulaire chez l'adulte(51) ..	36
Figure 17: sites préférentiels de l'ORN à la mandibule (en rose) (50).....	37
Figure 18: anomalies de nombre (agénésie de prémolaires maxillaires), de forme (arrêt du développement radiculaire) et de structure (21 hypominéralisée) chez une patiente irradiée dans le cadre d'un rhabdomyosarcome à l'âge de 3 ans) (iconographie personnelle).....	38
Figure 19: stades morphogénétiques du germe dentaire au cours de l'odontogenèse(59) ...	39
Figure 20: structures dentaires en cours d'édification en fonction de l'âge(60). .....	39
Figure 21: atteinte des tissus dentaires en fonction de la dose d'irradiation reçue (en Gy) (iconographie personnelle) .....	40
Figure 22: agénésie de prémolaires et molaires mandibulaires et microdontie de prémolaires chez un patient irradié à l'âge d'un an et demi (iconographie personnelle).....	41
Figure 23: prémolaire maxillaire conoïde chez un patient irradié à l'âge d'un an et demi (courtoisie Dr.Maisongrosse).....	41
Figure 24: arrêts prématurés du développement radiculaire chez un patient traité à l'âge de 3 ans (courtoisie Dr Camus) .....	42
Figure 25: macrodontie des premières molaires maxillaires et microdontie des premières prémolaires maxillaires et mandibulaires chez un patient irradié à l'âge d'un an (iconographie personnelle).....	43
Figure 26: taurodontisme des secondes molaires chez une patiente ayant eu un lymphome à l'âge de 3 ans (iconographie personnelle).....	43

Figure 27: hypoplasie des incisives maxillaires et mandibulaires chez un patient irradié à l'âge d'un an (67).....	44
Figure 28: dysplasie des secondes prémolaires chez une patiente ayant subi une irradiation de la sphère oro-faciale (61).....	44
Figure 29: dissymétrie de l'ATM chez une patiente ayant reçu une irradiation >50Gy (61)...	47
Figure 30: remodelage osseux : balance ostéoblastes/ostéoclastes(75).....	47
Figure 31: agénésie des secondes prémolaires chez un patient traité pour un neuroblastome à l'âge de 3 ans(80).....	50
Figure 32: incisives latérales riziformes chez une patiente traitée par chimiothérapie à l'âge de 1 an (iconographie personnelle).....	50
Figure 33 : arrêts du développement radiculaire et fermeture apicale prématurée chez un patient traité par chimiothérapie à l'âge de 4 ans (courtoisie Dr Le Guedard) .....	51
Figure 34: microdonties (14,12,22,34,44) chez une patiente traitée par chimiothérapie à l'âge de 6 mois(82) .....	52
Figure 35: hypoplasies amélaire chez un patient ayant eu un traitement à l'âge d'un an (iconographie personnelle) .....	52
Figure 36: perturbation de l'équilibre occlusal chez une patiente ayant une microdontie de 12 22 14 24 induisant une DDM par défaut dentaire et une DDD par défaut maxillaire.....	53
Figure 37: manifestation clinique de l'ostéoradionécrose(86).....	56
Figure 38: recommandations de l'AFSOS concernant la prise en charge odontologique des patients irradiés de la sphère oro-faciale(90).....	57
Figure 39: ulcération rétro molaire apparue dans le cadre d'une leucémie myéloïde aigue(93) .....	58
Figure 40: résorptions radiculaire apparues au cours d'un traitement orthodontique(94) ....	59
Figure 41: biomécanique des mouvements dentaires(98).....	60
Figure 42: expansion transversale maxillaire chez un patient ayant eu une LLA avec un disjoncteur sur gouttière (106).....	63
Figure 43: bilan de pré-traitement orthodontique(108).....	64
Figure 44: bilan de fin de traitement orthodontique(108) .....	65
Figure 45: superposition des tracés céphalométriques de début et fin de traitement (108)...	65
Figure 46: mise en place d'un traitement multi-attaches chez un patient présentant une édification radiculaire inachevée (109).....	66
Figure 47: patient présentant une formation radiculaire interrompue ne permettant pas la mise en place d'un traitement multi-attaches (110) .....	67
Figure 48: photographies exo-buccales avant/après traitement chirurgical sans traitement multi-attaches (110) .....	67
Figure 49: recommandations concernant la prise en charge orthodontique en fonction du risque de résorption(96) .....	69
Figure 50: plaque de Hawley avec dents prothétiques remplaçant 12 22 manquantes, utilisée en contention temporaire(121).....	71
Figure 51: prise en charge orthodontique des patients survivants d'un cancer de l'enfance (iconographie personnelle) .....	75

## Table des tableaux

Tableau 1: traitements de la LLA .....	25
Tableau 2: traitements anticancéreux selon les types de cancers chez l'enfant (28) .....	26
Tableau 3: conséquences de l'irradiation sur la croissance osseuse (39).....	30
Tableau 4: doses d'irradiation et effets sur la glande parotide(35).....	45



## **Références bibliographiques**

1. World Health Organization [en ligne]. WHO global initiative for childhood cancer: increasing access, advancing quality, saving lives. World Health Organization; 2021.[cité le 25 décembre 2022]. Disponible sur: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/347370>
2. Steliarova-Foucher E, Colombet M, Ries LAG, Moreno F, Dolya A, Bray F, et al. International incidence of childhood cancer, 2001–10: a population-based registry study. *The Lancet Oncology*. juin 2017;18(6):719-31.
3. Lacour B, Guyot-Goubin A, Guissou S, Bellec S, Désandes E, Clavel J. Incidence of childhood cancer in France: National Children Cancer Registries, 2000–2004. *European Journal of Cancer Prevention*. mai 2010;19(3):173-81.
4. Dulioust J, Pépin P, Grémy I. Ile-de-France. Epidémiologie des cancers chez l'enfant de moins de 15 ans. *ADSP*.2007;61:99-108.
5. Clavel J, Goubin A, Auclerc MF, Auvrignon A, Waterkeyn C, Patte C, et al. Incidence of childhood leukaemia and non-Hodgkin's lymphoma in France: National Registry of Childhood Leukaemia and Lymphoma, 1990-1999. *Eur J Cancer Prev*. avr 2004;13(2):97-103.
6. Desandes E, Lacour B, Clavel J. Les cancers des adolescents et des jeunes patients : vision épidémiologique et organisations des soins en France. *Bulletin du Cancer*. 1 déc 2016;103(12):957-65.
7. Sommelet D, Clavel J, Lacour B. Apport des registres nationaux des cancers de l'enfant : surveillance et recherche. *Archives de Pédiatrie*. juin 2005;12(6):814-6.
8. Leymarie V. Diagnostic des hémopathies malignes myéloïdes : apports de la classification OMS 200. *Ann Biol Clin*. 2004;62:8.
9. Brousse N, Vasiliu V, Michon J, Canioni D. Lymphomes non hodgkiniens de l'enfant. *Annales de Pathologie*. déc 2004;24(6):574-86.
10. Lacour B, Goujon S, Guissou S, Guyot-Goubin A, Desmée S, Désandes E, et al. Childhood cancer survival in France, 2000-2008. *Eur J Cancer Prev*. sept 2014;23(5):449-57.
11. Tamburini P. Prescriptions et précautions en odontologie chez les patients sous traitement anti-cancéreux [Thèse]. Nancy (France): Faculté d'odontologie de Nancy; 2015.
12. E-cancer [En ligne]. 2022 ; Chirurgie - Les cancers chez l'enfant [cité 27 nov 2022] Disponible sur: <https://www.e-cancer.fr/Patients-et-proches/Les-cancers/Les-cancers-chez-l-enfant/Chirurgie>
13. Elhoudzi, Jamila. Review of Le cancer de l'enfant: aspects pratiques. *The Maghreb Review*, vol. 37 no. 2, 2012, p. 178-179.
14. Bleyer WA. Cancer chemotherapy in infants and children. *Pediatr Clin North Am*. juin 1985;32(3):557-74.



15. E-cancer [En ligne] Chiffres clés de l'observatoire national de la radiothérapie [cité 28 déc 2022]. Disponible sur: <https://www.e-cancer.fr/Professionnels-de-sante/Les-traitements/Radiotherapie/Chiffres-cles-de-la-radiotherapie>
16. Kalapurakal JA, Thomas PR. Pediatric radiotherapy. An overview. *Radiol Clin North Am.* nov 1997;35(6):1265-80.
17. Claude L, Laprie A. Quelles contraintes pour quels organes à risque en radiothérapie chez l'enfant ? *Cancer/Radiothérapie.* oct 2015;19(6-7):484-8.
18. Laprie A, Padovani L, Bernier V, Supiot S, Huchet A, Ducassou A, et al. Radiothérapie des cancers de l'enfant. *Cancer/Radiothérapie.* sept 2016;20:S216-26.
19. Zilli T, Miralbell R, Ozsahin M. Irradiation corporelle totale : présent et avenir. *Cancer/Radiothérapie.* sept 2009;13(5):428-33.
20. Haie-Meder C, Martelli H, Dumas I, Mazon R, Oberlin O. Curiethérapie dans les sarcomes en pédiatrie : techniques, indications, résultats et perspectives. *Bulletin du Cancer.* mai 2011;98(5):549-57.
21. Peiffert D, Coche-Dequéant B, Lapeyre M, Renard S. Curiethérapie des cancers de la tête et du cou : synthèse des recommandations européennes et principales indications. *Cancer/Radiothérapie.* 1 juin 2018;22(4):359-66.
22. Pasqualini C, Riolland F, Valteau-Couanet D, Michon J, Minard-Colin V. Nouvelles perspectives dans l'immunothérapie des cancers pédiatriques. *Bulletin du Cancer.* déc 2018;105:S68-79.
23. E-cancer [En ligne] Thérapies ciblées et immunothérapie spécifique. [cité 26 mars 2023]. Disponible sur: <https://www.e-cancer.fr/Patients-et-proches/Se-faire-soigner/Traitements/Therapies-ciblees-et-immunotherapie-specifique/Immunotherapie-mode-d-action>
24. Faure S. Thérapies ciblées anticancéreuses (1/2). *Actualités Pharmaceutiques.* mai 2015;54(546):57-61.
25. Faure S. Thérapies ciblées anticancéreuses (2/2). *Actualités Pharmaceutiques.* juin 2015;54(547):57-60.
26. Sylvie Castaigne. Recommandations pour le diagnostic et le traitement des leucémies aiguës myéloblastiques. *Hématologie.* 1 janv 2004;10(1):80-96.
27. Michel G, Barlogis V. Leucémies aiguës myéloïdes de l'enfant. *Oncologie.* juill 2006;8(6):533-6.
28. Kalifa C. *Cancers de l'enfant.* Flammarion Médecine-Sciences; 2008.
29. Kaste SC, Goodman P, Leisenring W, Stovall M, Hayashi RJ, Yeazel M, et al. Impact of radiation and chemotherapy on risk of dental abnormalities. *Cancer.* 2009;115(24):5817-27.
30. Bourhis J, Mornex F. Effets tardifs des radiations sur l'os mature et en croissance. *Cancer/Radiother.* 1997; 1:801-9

31. Marie H, Hoehn K. Anatomie et physiologie humaines. Pearson;2019.
32. Alheit H, Baumann M, Thames HD, Geyer P, Kumpf R, Herrmann T. Fractionation Effect on Radiation-Induced Growth Retardation of Tibia in Rabbits and Rats. *Acta Oncologica*. janv 1998;37(2):151-8.
33. Eifel PJ, Donaldson SS, Thomas PRM. Response of growing bone to irradiation: A proposed late effects scoring system. *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*. mars 1995;31(5):1301-7.
34. Wilimas J, Thompson E, Smith KL. Long-Term Results of Treatment of Children and Adolescents with Hodgkin's Disease. *Cancer*. 1980;46(10):2123-5.
35. Roussel L. Traitements anticancéreux chez l'enfant : complications aiguës et séquelles buccodentaires tardives. [Thèse] Nancy. 2017
36. Mizumoto M, Oshiro Y, Pan H, Wang F, Kaste SC, Gajjar A, et al. Height after photon craniospinal irradiation in pediatric patients treated for central nervous system embryonal tumors. *Pediatric Blood & Cancer*. 2020;67(10):28617.
37. Sklar CA, Constine LS. Chronic neuroendocrinological sequelae of radiation therapy. *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*. mars 1995;31(5):1113-21.
38. Dahllöf G, Huggare J. Orthodontic considerations in the pediatric cancer patient: A review. *Seminars in Orthodontics*. 1 déc 2004;10(4):266-76.
39. Thomas-Teinturier C, Salenave S. Séquelles endocriniennes après traitement d'un cancer pédiatrique : de l'enfance à l'âge adulte. *Bulletin du Cancer*. juill 2015;102(7-8):612-21.
40. Göz G, Wannemacher M, Dücker J, Jobke A. Die kraniofaziale Entwicklung nach Strahlentherapie im Kindesalter. *Fortschritte der Kieferorthopädie*. 1 janv 1988;49(1):29-36.
41. Dahllöf G, Forsberg CM, Ringdén O, Bolme P, Borgström B, Näsman M, et al. Facial growth and morphology in long-term survivors after bone marrow transplantation. *European Journal of Orthodontics*. nov 1989;11(4):332-40.
42. Karsila-Tenovuo S, Jahnukainen K, Peltomäki T, Minn H, Kulmala J, Salmi TT, et al. Disturbances in craniofacial morphology in children treated for solid tumors. *Oral Oncology*. oct 2001;37(7):586-92.
43. Sonis AL, Tarbell N, Valachovic RW, Gelber R, Schwenn M, Sallan S. Dentofacial development in long-term survivors of acute lymphoblastic leukemia: A comparison of three treatment modalities. *Cancer*. 1990;66(12):2645-52.
44. Fromm M, Littman P, Raney RB, Nelson L, Handler S, Diamond G, et al. Late effects after treatment of twenty children with soft tissue sarcomas of the head and neck. Experience at a single institution with a review of the literature. *Cancer*. 15 mai 1986;57(10):2070-6.
45. Denys D, Kaste SC, Kun LE, Chaudhary MA, Bowman LC, Robbins KT. The effects of radiation on craniofacial skeletal growth: a quantitative study. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. sept 1998;45(1):7-13.

46. Chang PC, Lin SY. A Long-Term Follow-Up of Dental and Craniofacial Disturbances after Cancer Therapy in a Pediatric Rhabdomyosarcoma Patient: Case Report. *Int J Environ Res Public Health*. 19 nov 2021;18(22):12158.
47. Raney RB, Anderson JR, Kollath J, Vassilopoulou-Sellin R, Klein MJ, Heyn R, et al. Late effects of therapy in 94 patients with localized rhabdomyosarcoma of the orbit: Report from the Intergroup Rhabdomyosarcoma Study (IRS)-III, 1984-1991. *Med Pediatr Oncol*. juin 2000;34(6):413-20.
48. Khan S, Maheshwari S, Khan MT, Verma SK. Long term dento-facial effects of radiotherapy in a treated patient of retinoblastoma. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*. sept 2014;4(3):214-7.
49. Dento-maxillofacial sequelae in a child treated for a rhabdomyosarcoma in the head and neck: A case report. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 1 sept 1998;86(3):297-303.
50. Raoul G, Maes J Pasquier D. Ostéoradionécroses des maxillaires. *EMC - Stomatologie*. 2005;1(4):255-76.
51. Marx RE. A new concept in the treatment of osteoradionecrosis. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. juin 1983;41(6):351-7.
52. Curi M, Dib L. Osteoradionecrosis of the jaws: a retrospective study of the background factors and treatment in 104 cases. *J Oral Maxillofac Surg*. juin 1997;55(6):545-546.
53. Rougier A. *Prise en charge préventive et curative de l'ostéoradionécrose dans la sphère orale [thèse]*. Bordeaux (France): Université de Bordeaux ; 2021.
54. Bettoni J, Olivetto M, Bouaoud J, Duisit J, Testelin S, Devauchelle B, et al. L'ostéoradionécrose mandibulaire: physiopathologie, épidémiologie, diagnostic et prévention. *Ortho-Rhumato*. 2020 ;18(4) :6-12.
55. Skippen B, Rossi A, Nozza P, Bernardini FP. Pediatric Orbital Osteoradionecrosis. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg*. 2017;33(3):e54-5.
56. Kuhnt T, Stang A, Wienke A, Vordermark D, Schweyen R, Hey J. Potential risk factors for jaw osteoradionecrosis after radiotherapy for head and neck cancer. *Radiat Oncol*. déc 2016;11(1):101.
57. Bradley JC. The clinical significance of age changes in the vascular supply to the mandible. *Int J Oral Surg*. 1981;10(Suppl 1):71
58. Najafi S, Tohidastakrad Z, Momenbeitollahi J. The Long-Term Effects of Chemo Radiotherapy on Oral Health and Dental Development in Childhood Cancer. *Journal of Dentistry*. 8(1):5.
59. Thesleff I. Current understanding of the process of tooth formation: transfer from the laboratory to the clinic. *Australian dental journal*. 2014;59(s1):48-54.
60. Ruyssinck L, Toulouse K, Bordon Cueto de Braem V, Cauwels R, Dhooge C. Impact of Hematopoietic Stem Cell Transplantation on Dental Development. *Biology of Blood and Marrow Transplantation*. janv 2019;25(1):107-113.

61. Akharzouz C, Chauty S, Bodard AG. Enfants ayant reçu une irradiation de la région cranio-cervico-faciale : évaluation du besoin de traitement orthodontique. *Orthod Fr.* juin 2013;84(2):157-68.
62. Burke FJT, Frame JW. The effect of irradiation on developing teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology.* 1 janv 1979;47(1):11-3.
63. 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.* 1 juill 2014;22(7):2009-19.
64. Elhaddaoui R, Bahije L, Chbicheb S, Zaoui F. Cervico-facial irradiation and orthodontic treatment. *International Orthodontics.* juin 2015;13(2):139-48.
65. Kaste SC, Hopkins KP, Bowman LC, Santana VM. Dental abnormalities in children treated for neuroblastoma. *Med Pediatr Oncol.* janv 1998;30(1):22-7.
66. Goho C. Chemoradiation therapy: effect on dental development. *Pediatr Dent.* 1993;15(1):6-12.
67. Halperson E, Matalon V, Goldstein G, Saieg Spilberg S, Herzog K, Fux-Noy A, et al. The prevalence of dental developmental anomalies among childhood cancer survivors according to types of anticancer treatment. *Sci Rep.* 16 mars 2022;12(1):4485.
68. Turner L, Mupparapu M, Akintoye SO. Review of the complications associated with treatment of oropharyngeal cancer: a guide for the dental practitioner. *Quintessence Int.* mars 2013;44(3):267-79.
69. Paulino AC, Simon JH, Zhen W, Wen BC. Long-term effects in children treated with radiotherapy for head and neck rhabdomyosarcoma. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 1 déc 2000;48(5):1489-95.
70. Sroussi HY, Epstein JB, Bensadoun RJ, Saunders DP, Lalla RV, Migliorati CA, et al. Common oral complications of head and neck cancer radiation therapy: mucositis, infections, saliva change, fibrosis, sensory dysfunctions, dental caries, periodontal disease, and osteoradionecrosis. *Cancer Medicine.* 2017;6(12):2918-31.
71. Al-Nawas B, Grötz KA. Prospective study of the long term change of the oral flora after radiation therapy. *Support Care Cancer.* 1 mars 2006;14(3):291-6.
72. Dijkstra PU, Kalk WWI, Roodenburg JLN. Trismus in head and neck oncology: a systematic review. *Oral Oncology.* oct 2004;40(9):879-89.
73. Dahllöf G, Forsberg C, Borgström B. Changes in craniofacial development induced by growth hormone therapy in children treated with bone marrow transplantation. *Acta Paediatrica.* nov 1994;83(11):1165-9.
74. Mercier M, Bocquet E, Danguy M, Rousset MM. Planification des soins bucco-dentaires et des traitements ODF chez les enfants atteints d'une hémopathie maligne. *L'Orthodontie Française.* 1 sept 2011;82(3):299-306.
75. Zeng J, Guo J, Sun Z, Deng F, Ning C, Xie Y. Osteoblastic and anti-osteoclastic activities of strontium-substituted silicocarnotite ceramics: In vitro and in vivo studies. *Bioactive Materials.* sept 2020;5(3):435-46.

76. Viana MB, Vilela MIOP. Height deficit during and many years after treatment for acute lymphoblastic leukemia in children: A review. *Pediatr Blood Cancer*. févr 2008;50(S2):509-16.
77. Van Leeuwen BL, Kamps WA, Jansen HWB, Hoekstra HJ. The effect of chemotherapy on the growing skeleton. *Cancer Treatment Reviews*. oct 2000;26(5):363-76.
78. Alpaslan G, Alpaslan C, Gögen H, Oğuz A, Cetiner S, Karadeniz C. Disturbances in oral and dental structures in patients with pediatric lymphoma after chemotherapy: a preliminary report. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. mars 1999;87(3):317-21.
79. Hernandez M, Phulpin B, Mansuy L, Droz D. Use of new targeted cancer therapies in children: effects on dental development and risk of jaw osteonecrosis: a review. *Journal of Oral Pathology & Medicine*. 2017;46(5):321-6.
80. Nawrocki L, Libersa P, Porée F, Lambilliotte A, Mazingue F, Nelken B, et al. Chimiothérapie anticancéreuse et développement dentaire. *Med Buccale Chir Buccale*. 2003;9(1):7-20.
81. Busenhardt DM, Erb J, Rigakos G, Eliades T, Papageorgiou SN. Adverse effects of chemotherapy on the teeth and surrounding tissues of children with cancer: A systematic review with meta-analysis. *Oral Oncology*. août 2018;83:64-72.
82. Zulijani A, Žigante M, Morelato L, Perić B, Milardović A. Oligomicrodontia in a Pediatric Cancer Survivor after Chemotherapy: A Case Report. *Healthcare*. août 2022;10(8):1521.
83. Boileau Marie-José, Canal Pierre. Orthodontie de l'enfant et du jeune adulte . Tome 1. Principes et moyens thérapeutiques. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2011.
84. Richmond S, Ngom PL, Diagne F. Le besoin de traitement orthodontique : l'iotn , ou index of orthodontic treatment need (deuxième partie). *Orthod Fr*. déc 2005;76(4):303-8.
85. Neill CC, Migliorati C, Trojan T, Kaste S, Karydis A, Rowland C, et al. Experience and expertise regarding orthodontic management of childhood and adolescent cancer survivors. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. nov 2015;148(5):765-70.
86. Singh A, Huryn JM, Kronstadt KL, Yom SK, Randazzo JR, Estilo CL. Osteoradionecrosis of the jaw: A mini review. *Front Oral Health*. 28 juill 2022;3:980786.
87. Marx RE, Johnson RP. Studies in the radiobiology of osteoradionecrosis and their clinical significance. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. oct 1987;64(4):379-90.
88. American Academy of Pediatric Dentistry. The reference manual of pediatric dentistry, 2019-2020. Chicago, IL: American Academy of Pediatric Dentistry; 2019.
89. Thariat J, de Mones E, Darcourt V, Poissonnet G, Marcy PY, Guevara N, et al. Dent et irradiation : prévention et traitement des complications dentaires de la radiothérapie y compris l'ostéoradionécrose. *Cancer/Radiothérapie*. avr 2010;14(2):137-44.
90. Chauv-Bodard AG. Association Francophone des Soins Oncologiques de Support [en ligne] ;2020 [cité le 25/04/2023]. Disponible sur : <https://www.afsos.org/wp->

91. Tabone MD, Leverger G. Les enfants guéris d'une leucémie aiguë lymphoblastique qui deviennent adultes. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*. oct 2009;193(7):1519-28.
92. Mishra S. Orthodontic Therapy for Paediatric Cancer Survivors: A Review. *Journal of Clinical and Diagnostic Research : JCDR*. 1 mars 2017;11:1-4.
93. O'hana D, Baudet-Pommel M, Barthélémy I, Devoize L. Ulcérations buccales révélatrices d'une leucémie aiguë myéloïde de type 4. *Med Buccale Chir Buccale*. janv 2015;21(1):37-41.
94. Uribe S. Radiopaedia.org [en ligne].2016[cité 16 mars 2023]. Disponible sur: <https://doi.org/10.53347/rID-48203>
95. Le Norcy E, Lautrou A, Le Goff C. Facteurs affectant la résorption radiculaire associée aux traitements d'orthodontie. *International Orthodontics*. juin 2005;3(2):129-40.
96. Samadet V, Bacon W. Les résorptions radiculaires : facteurs de risque et attitudes thérapeutiques. *Rev Orthop Dento-Faciale*. sept 2007;41(3):263-93.
97. Amat P. Approche éthique et juridique des résorptions radiculaires en orthodontie. *Alpha Omega France*. 1 juin 2019;28:11-4.
98. Kitaura H, Kimura K, Ishida M, Sugisawa H, Kohara H, Yoshimatsu M, et al. Effect of Cytokines on Osteoclast Formation and Bone Resorption during Mechanical Force Loading of the Periodontal Membrane. *TheScientificWorldJournal*. 19 janv 2014;2014:617032.
99. Roscoe MG, Meira JBC, Cattaneo PM. Association of orthodontic force system and root resorption: A systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. mai 2015;147(5):610-26.
100. Parker RJ, Harris EF. Directions of orthodontic tooth movements associated with external apical root resorption of the maxillary central incisor. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. déc 1998;114(6):677-83.
101. Fox N. Longer orthodontic treatment may result in greater external apical root resorption. *Evid Based Dent*. 2005;6(1):21.
102. Sheller B, Williams B. Orthodontic management of patients with hematologic malignancies. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. juin 1996;109(6):575-80.
103. Boyer É, Robert G, Gandemer V, Bonnaure-Mallet M. Prise en charge orthodontique en oncologie pédiatrique. *Rev Orthop Dento Faciale*. oct 2016;50(4):385-94.
104. Mitus-Kenig M, Derwich M, Czochrowska E, Pawlowska E. Cancer survivors present significantly lower long-term stability of orthodontic treatment: a prospective case-control study. *Eur J Orthod*. 12 janv 2021;43(6):631-8.

105. Haute autorité de santé [en ligne]. Agénésies dentaires multiples : oligodontie et anodontie ; 2020 [cité 27 mars 2023]. Disponible sur : [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2021-11/pnds\\_agenesies\\_dentaires\\_multiples-texte-novembre\\_2021.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2021-11/pnds_agenesies_dentaires_multiples-texte-novembre_2021.pdf)
106. Kim JH, Jih M. An orthodontic approach for Class III malocclusion in a pediatric cancer patient: A case report. *Oral Biol Res.* 31 mars 2019;43(1):103-9.
107. Mituś-Kenig M, Łoboda M, Marcinkowska-Mituś A, Durka-Zajac M, Pawłowska E. Orthodontic treatment in oncological patients. *Przegl Lek.* 2015;72(5):243-5.
108. Kumar S, Valiathan A, Jayaswal P, Sivakumar A. Class II treatment of an adolescent patient with a history of acute lymphocytic leukemia. *J Clin Orthod.* déc 2011;45(12):661-5.
109. Dahllöf G, Jönsson A, Ulmner M, Huggare J. Orthodontic treatment in long-term survivors after pediatric bone marrow transplantation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* nov 2001;120(5):459-65.
110. Martin P, Muller E, Paulus C. Alteration of facial growth after radiotherapy: orthodontic, surgical and prosthetic rehabilitation. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery.* sept 2019;120(4):369-72.
111. Levander E, Malmgren O, Eliasson S. Evaluation of root resorption in relation to two orthodontic treatment regimes. A clinical experimental study. *Eur J Orthod.* juin 1994;16(3):223-8.
112. Bodard AG, Gourmet R, Lucas R, Bonnet E, Breton P. Implants dentaires en territoire irradié: Série de 33 patients. *Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-faciale.* 1 juin 2006;107(3):137-42.
113. Anne-Sophie Casals. Mini-vis de traction orthodontique : analyse de la littérature [thèse]. Marseille (France) :Chirurgie;2020.
114. Mockers O, Deroze D, Camps J. Cytotoxicity of orthodontic bands, brackets and archwires in vitro. *Dental Materials.* 1 juin 2002;18(4):311-7.
115. Patel A, Bhavra GS, O'Neill JRS. MRI scanning and orthodontics. *J Orthod.* déc 2006;33(4):246-9.
116. Ekambaram M, Yiu CKY. Bonding to hypomineralized enamel – A systematic review. *International Journal of Adhesion and Adhesives.* sept 2016;69:27-32.
117. Krishnan V, Davidovitch Z. Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* avr 2006;129(4):469.e1-32.
118. Boyer É, Robert G, Gandemer V, Bonnaure-Mallet M. Orthodontic strategies in pediatric oncology. *J Dentofacial Anom Orthod.* 2017;20(1):104.
119. Mitus-Kenig M, Derwich M, Czochrowska E, Pawlowska E. Quality of Life in Orthodontic Cancer Survivor Patients—A Prospective Case–Control Study. *IJERPH.* 12 août 2020;17(16):5824.

120. Wouters C, Lamberts TA, Kuijpers-Jagtman AM, Renkema AM. Development of a clinical practice guideline for orthodontic retention. *Orthod Craniofac Res.* mai 2019;22(2):69-80.
121. Roberts-Harry D, Sandy J. Orthodontics. Part 12: Combined orthodontic treatment. *Br Dent J.* avr 2004;196(8):449-55.



**Thèse d'exercice : Chir. Dent. : Lille : Année 2023 – N°:**

Spécificités de la prise en charge orthodontique des patients ayant eu un cancer de l'enfance /**BENAYOUN Esther.**

**Domaines** : Orthopédie Dento-Faciale

**Mot clés libres** : Orthopédie dento-faciale, cancer enfant

**Résumé de la thèse :**

Les progrès importants réalisés dans le domaine des traitements des cancers pédiatriques, permettent aujourd'hui à des centaines de milliers d'enfants de survivre à l'âge adulte. La demande de prise en charge orthodontique de ces patients est ainsi en constante croissance.

De ce fait, il est primordial pour les orthodontistes de comprendre les conséquences des traitements anticancéreux sur la croissance maxillo-faciale et le développement dentaire, afin de prodiguer les soins les plus appropriés. Ce travail a pour dessein de dresser un état des lieux des connaissances actuelles concernant les besoins orthodontiques spécifiques des patients ayant survécu à un cancer pédiatrique ainsi que des recommandations actuelles concernant leur prise en charge. Pour finir, un guide de bonnes pratiques est proposé à l'attention des praticiens.

**JURY :**

**Président : Pr Kevimy AGOSSA**

**Assesseurs : Dr Xavier COUTEL**

**Dr Amélie De Broucker**

**Dr Anne-Julie ROLIN**