



**HAL**  
open science

# Apport du CBCT dans l'exploration des kystes et des tumeurs bénignes des maxillaires chez l'enfant

Michaël Haïk

► **To cite this version:**

Michaël Haïk. Apport du CBCT dans l'exploration des kystes et des tumeurs bénignes des maxillaires chez l'enfant. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-03297152

**HAL Id: dumas-03297152**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03297152v1>**

Submitted on 23 Jul 2021

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



## **AVERTISSEMENT**

Cette thèse d'exercice est le fruit d'un travail approuvé par le jury de soutenance et réalisé dans le but d'obtenir le diplôme d'État de docteur en chirurgie dentaire. Ce document est mis à disposition de l'ensemble de la communauté Universitaire élargie.

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

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

Code de la Propriété Intellectuelle. Articles L 122.4

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



**UNIVERSITÉ DE PARIS**

**UFR D'ODONTOLOGIE - MONTROUGE**

**Année 2020**

**N° M105**

**THÈSE**

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

Présentée et soutenue publiquement le : 11 décembre 2020

Par

**Michaël HAÏK**

**Apport du CBCT dans l'exploration des kystes et des tumeurs  
bénignes des maxillaires chez l'enfant**

Dirigée par M. le Professeur Benjamin Salmon

JURY

Mme le Professeur Élisabeth Dursun

Président

M. le Professeur Benjamin Salmon

Assesseur

M. le Docteur Nathan Moreau

Assesseur

Mme le Docteur Violaine Smail-Faugeron

Assesseur



## Tableau des enseignants de l'UFR

DÉPARTEMENTS	DISCIPLINES	PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS	MAÎTRES DE CONFÉRENCES
1. DÉVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PRÉVENTION	ODONTOLOGIE PÉDIATRIQUE	Mme DURSUN Mme VITAL	Mme BONNET M. COURSON Mme SMAIL-FAUGERON Mme VANDERZWALM
	ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE	Mme LE NORCY	Mme BENAHMED M. DUNGLAS Mme KAMOUN
	PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ ET ODONTOLOGIE LÉGALE	M. PIRNAY	Mme GERMA
2. CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE	PARODONTOLOGIE	Mme COLOMBIER Mme GOSSET	M. BIOSSE DUPLAN M. BRUN (MCU associé) M. GUEZ
	CHIRURGIE ORALE	M. MAMAN Mme RADOÏ	Mme EJEIL M. GAULTIER M. HADIDA M. MOREAU M. NGUYEN Mme TAÏHI
	BIOLOGIE ORALE	Mme CHAUSSAIN M. GOGLY Mme SÉGUIER Mme POLIARD	Mme ANDRIQUE (MCU associée) M. ARRETO Mme BARDET (MCF) M. BOUCHET (MCF) Mme CHARDIN M. FERRE M. LE MAY
3. RÉHABILITATION ORALE	DENTISTERIE RESTAURATRICE ENDODONTIE	Mme BOUKPESSI Mme CHEMLA	Mme BERÈS Mme BESNAULT M. BONTE Mme COLLIGNON M. DECUP Mme GAUCHER
	PROTHÈSES	Mme WULFMAN	M. CHEYLAN M. DAAS M. DOT M. DUPAGNE (MCU associé) M. EID Mme FOUILLOUX-PATEY Mme GORIN M. RENAULT M. RIGNON-BRET M. TRAMBA
	FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATÉRIAUX	M. SALMON	M. ATTAL Mme BENBELAÏD Mme BENOÎT A LA GUILLAUME (MCF) M. BOUTER M. CHARRIER M. CHERRUAU M. FLEITER Mme FRON CHABOUIS Mme MANGIONE Mme TILOTTA
	PROFESSEURS ÉMÉRITES	M. BÉRENHOLC Mme BRION Mme FOLLIGUET M. LASFARGUES M. LAUTROU	M. LEVY M. PELLAT M. PIERRISNARD M. SAFFAR Mme WOLIKOW

Liste mise à jour le 06 octobre 2020



## Remerciements

---

**À Mme le Professeur Élisabeth Dursun**

*Docteur en Chirurgie dentaire*

*Ancien Interne des hôpitaux*

*Docteur de l'Université Paris 13*

*Habilitée à Diriger des Recherches*

*Professeur des Universités, UFR d'Odontologie - Montrouge*

*Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris*

Je vous remercie de me faire l'honneur de présider ce jury de thèse d'exercice. Je vous remercie également pour votre bienveillance et pour le savoir que vous m'avez enseigné lors de ma formation initiale. Cela m'a permis de découvrir la pédodontie qui est une discipline enrichissante.





**À M. le Professeur Benjamin Salmon**

*Docteur en Chirurgie dentaire*

*Spécialiste qualifié en Chirurgie orale*

*Docteur de l'Université Paris Descartes*

*Habilité à Diriger des Recherches*

*Professeur des Universités, UFR d'Odontologie - Montrouge*

*Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris*

*Vice-Doyen de l'UFR d'Odontologie - Montrouge*

*Chef de service de l'hôpital Bretonneau*

Je vous remercie pour votre encadrement et votre écoute tout au long de la réalisation de cette thèse alliant chirurgie et pédodontie. Veuillez trouver à travers ces quelques mots ma plus profonde gratitude pour votre accompagnement, vos enseignements et votre bienveillance lors de mon cursus hospitalo-universitaire. C'est un réel plaisir d'avoir pu réaliser ce travail avec le chef de service de l'hôpital Bretonneau que vous êtes.



**À M. le Docteur Nathan Moreau**

*Docteur en Chirurgie dentaire*

*Spécialiste qualifié en Chirurgie orale*

*Ancien Interne des Hôpitaux*

*Docteur de l'Université Pierre et Marie Curie*

*Maître de Conférences des Universités, UFR d'Odontologie - Montrouge*

*Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris*

*Lauréat de l'Académie Nationale de Chirurgie dentaire*

Je vous remercie pour l'enseignement de qualité que vous avez partagé tout au long de mon externat à l'hôpital Bretonneau en chirurgie orale. De m'avoir montré la rigueur scientifique nécessaire pour être un bon clinicien. Veuillez trouver ici l'assurance de mon plus grand respect.



**À Mme le Docteur Violaine Smail-Faugeron**

*Docteur en Chirurgie dentaire*

*Spécialiste qualifiée en Médecine bucco-dentaire*

*Docteur de l'Université Pierre et Marie Curie*

*Maître de Conférences des Universités, UFR d'Odontologie - Montrouge*

*Praticien Hospitalier, Assistance Publique-Hôpitaux de Paris*

Je te remercie pour tout l'enseignement en pédodontie que tu m'as apporté. Pour l'application et la bienveillance dont tu fais preuve lors des vacances à l'hôpital Bretonneau. Pour avoir développé en moi cette passion pour la pédodontie. Je te remercie également de m'avoir choisi pour être attaché en pédodontie à l'hôpital Bretonneau l'année passée, ce fut un réel plaisir. Merci d'avoir formé avec Anne Sophie Porot le duo qui m'a encadré et formé dans cette discipline. Trouve par ces quelques lignes mes plus sincères et profonds remerciements.



# Table des matières

---

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>3</b>
<b>1 : GENERALITES SUR LE CBCT ET LES PATHOLOGIES OSSEUSES DES MAXILLAIRES CHEZ L'ENFANT</b> .....	<b>4</b>
1.1 CBCT ET IMAGERIE RADIOLOGIQUE 3D .....	4
1.1.1 Matériel d'imagerie .....	4
1.1.2 Acquisition d'image .....	8
1.1.3 Reconstruction d'images .....	9
1.1.4 Visualisation d'images.....	13
1.1.5 Perspectives d'avenir .....	18
1.2 RADIOPROTECTION SPECIFIQUE A L'ENFANT .....	19
1.2.1 Justification de la tomographie à faisceau conique chez l'enfant .....	19
1.2.2 Optimisation de la tomographie à faisceau conique chez l'enfant .....	19
1.2.3 Indication de l'imagerie de coupe dans les pathologies osseuses .....	23
1.3 CLASSIFICATIONS DES KYSTES ET DES TUMEURS BENIGNES DES MAXILLAIRES 2005 VS 2017 .....	24
1.3.1 Les tumeurs épithéliales odontogènes .....	25
1.3.2 Les tumeurs mixtes odontogènes .....	26
1.3.3 Les tumeurs mésenchymateuses (ecto-mésenchymateuses) odontogènes .....	26
1.3.4 Kystes odontogènes et non odontogènes.....	27
<b>2 : CHOIX DES CRITERES CLINIQUES ET RADIOLOGIQUES : METHODOLOGIE</b> .....	<b>30</b>
2.1 BIBLIOGRAPHIE ET EQUATION DE RECHERCHE .....	30
2.1.1 Équation de recherche.....	30
2.1.2 Littérature « grise » .....	30
2.1.3 Chart Flow .....	31
2.1.4 Les kystes et tumeurs bénignes osseuses retrouvés chez l'enfant à partir des données de la littérature .....	32
2.2 IDENTIFICATION DES CRITERES CLINIQUES ET RADIOLOGIQUES DISCRIMINANTS .....	33
2.2.1 Tableau des critères.....	34
2.2.2 Critères retenus .....	36
2.2.3 Critères non retenus .....	44
<b>3 : RESULTAT ET ARBRE DECISIONNEL</b> .....	<b>46</b>
3.1 UTILITE D'UN ARBRE DECISIONNEL DANS LA PRATIQUE QUOTIDIENNE DU CHIRURGIEN-DENTISTE .....	46
3.2 CONSTRUCTION DE L'ARBRE DECISIONNEL .....	47
3.2.1 Cheminement au sein de l'arbre décisionnel.....	47

3.2.2	<i>Optimisation de l'arbre décisionnel</i>	47
3.2.3	<i>Tableau des diagnostics inclus dans l'arbre décisionnel</i>	48
3.3.	ARBRE DECISIONNEL	50
3.4	QUELQUES EXEMPLES	59
3.4.1	<i>Premier cas</i>	59
3.4.2	<i>Deuxième cas</i>	61
3.4.3	<i>Troisième cas</i>	63
<b>4 :</b>	<b>DISCUSSION ET LIMITES DE L'ARBRE DECISIONNEL</b>	<b>67</b>
4.1	LES LIMITES DE L'ARBRE DECISIONNEL	67
4.1.1	<i>Les limites liées à la méthode</i>	67
4.1.2	<i>Les limites liées à la littérature</i>	68
	<b>CONCLUSION</b>	<b>69</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>71</b>
	<b>TABLE DES FIGURES</b>	<b>73</b>
	<b>TABLE DES TABLEAUX</b>	<b>75</b>
	<b>ANNEXES</b>	<b>76</b>



## Introduction

---

Dans son exercice quotidien, le chirurgien-dentiste peut être amené à diagnostiquer chez de jeunes patients des kystes ou des tumeurs bénignes des maxillaires. L'avènement des examens radiologiques tridimensionnels a considérablement amélioré l'exploration de ces pathologies osseuses. En effet, pour le bilan pré-thérapeutique, le Cone Beam CT (CBCT) facilite le radiodiagnostic pour la prise en charge des patients. Imagerie 3D complémentaire de choix dans le champ dento-maxillaire, le nombre d'examen CBCT a considérablement augmenté en odontologie durant la dernière décennie avec 760 000 actes codés en France en 2018 (Amélie juillet 2020). Ces examens radiologiques sont réalisés dans un cadre de radioprotection spécifique à l'enfant et à l'indication clinique, les protocoles d'acquisition devant être adaptés en fonction de l'âge et des informations attendues.

A l'issue des examens clinique et radiologique, le praticien doit pouvoir définir une liste d'hypothèses diagnostiques permettant le traitement multidisciplinaire de la lésion. La difficulté de cette démarche réside dans le fait qu'il faut, au préalable, une connaissance spécifique et approfondie des critères cliniques et radiologiques des entités susceptibles d'être rencontrées en pédodontie.

Cette thèse a pour but d'établir les critères clinico-radiologiques pertinents pour l'élaboration d'une liste d'hypothèses diagnostiques des kystes et des tumeurs bénignes des maxillaires chez l'enfant. Un arbre décisionnel a été construit dans le but d'orienter le diagnostic et la prise en charge.

En premier lieu, les principes de l'imagerie CBCT seront rappelés ainsi que les modifications apportées par la dernière mise à jour de la classification des kystes et des tumeurs des maxillaires. La méthodologie utilisée pour sélectionner les critères cliniques et radiologiques pertinents chez l'enfant sera ensuite détaillée. Enfin, l'arbre décisionnel qui en résulte sera proposé, de sorte à guider le praticien.

# 1 : Généralités sur le CBCT et les pathologies osseuses des maxillaires chez l'enfant

---

## 1.1 CBCT et imagerie radiologique 3D

Le CBCT ou Cone Beam Computed Tomography a été développé dans les applications dento-maxillaires à partir de 1995. C'est un outil qui est aujourd'hui largement utilisé pour la planification d'implants, l'endodontie, la chirurgie maxillo-faciale et l'orthodontie.

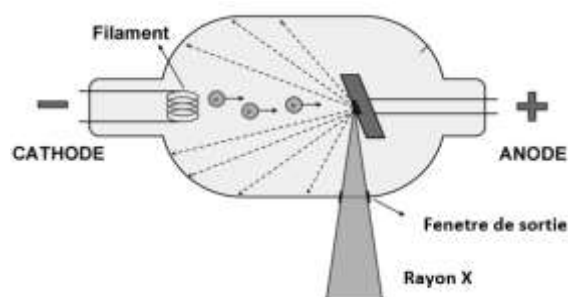
### 1.1.1 Matériel d'imagerie<sup>1</sup>

#### 1.1.1.1 Le tube à rayons X

##### Principe de base

Le CBCT comporte un tube à rayon X, lequel est constitué de deux électrodes de charges opposées, au sein d'une ampoule de verre sous vide. Schématiquement, la différence de potentiel entre ces électrodes accélère les électrons produits au niveau de la cathode et vont entrer en collision avec l'anode chargée positivement. Une partie de l'énergie générée par cette collision est convertie en rayons X par interaction des électrons avec les noyaux des atomes de tungstène du point focal (rayonnement de freinage). Les rayons X sont émis dans toutes les directions, mais la surface de l'anode est légèrement inclinée afin de maximiser le flux des rayons X en direction de la fenêtre de sortie du tube.

Figure 1 : Tube à rayon X



Source : Pauwels et al., « Technical aspects of dental CBCT : state of the art »,2015.

---

<sup>1</sup> Pauwels et al., « Technical aspects of dental CBCT ».

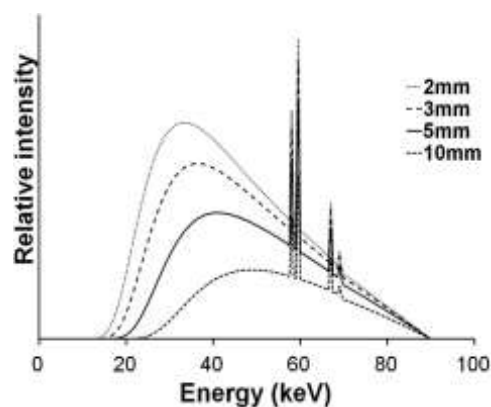
Pour circonscrire la zone d'exploration souhaitée, les rayons X sont collimatés par un collimateur en alliage de plomb. La plupart des systèmes CBCT ont plusieurs tailles de champs de vue ou field of view (FOV) prédéfinis, l'ouverture du collimateur sera donc modifiable pour obtenir le volume d'exploration le plus adéquat.

### Spectre de rayons X et paramètres du tube

Une partie des photons à rayon X générés ont une faible énergie, ils ne participent pas à la formation de l'image radiographique mais expose néanmoins le patient. C'est la raison pour laquelle un filtre (feuille métallique, généralement en aluminium entre 2.5 et 10 mm) est placé à la sortie du tube pour absorber ces rayons inutiles.

L'énergie moyenne ou efficace des rayons X augmente avec l'épaisseur du filtre, comme nous pouvons le voir sur la figure suivante.

Figure 2 : Intensité des rayons X en fonction de l'épaisseur du filtre



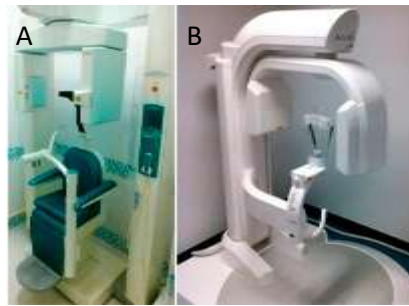
Source : Pauwels et al., « Technical aspects of dental CBCT : state of the art »,2015.

La quantité de photons émis est proportionnelle au produit du courant du tube (mA) par le temps d'exposition. La tension conditionne l'énergie des photons émis. Le réglage des constantes consiste à ajuster ces trois paramètres (tension, intensité, temps d'exposition) et conditionnent directement la qualité des images et la dosimétrie de l'examen radiologique.

#### 1.1.1.2 Portique

Le patient est généralement assis ou debout, et le bras du CBCT qui couple le générateur de rayons X au détecteur (capteur plan) tourne autour de la tête du patient, lui, dans le plan horizontal.

Figure 3 : Portique avec position assise (A) et position debout (B)



Source : Pauwels et al., « Technical aspects of dental CBCT : state of the art »,2015.

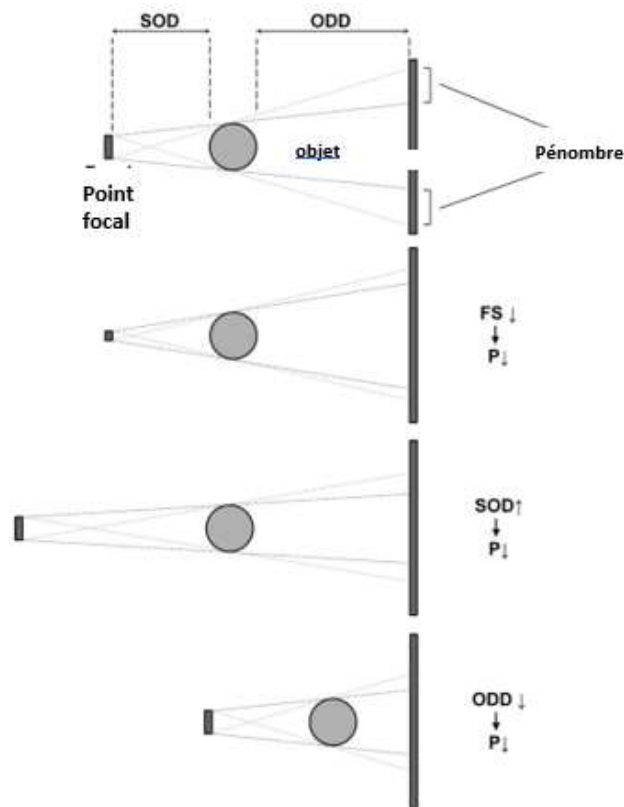
La netteté, *i.e la résolution spatiale*, des images de projection dépend de la géométrie du système et plus particulièrement de :

- La distance source-objet (DSO)
- La distance objet-détecteur (DOD)
- La taille du point focal

Ces facteurs conditionnent la pénombre ou flou géométrique (figure ci-après). Plus la DSO est augmentée, plus les images seront nettes, mais le grossissement géométrique diminue : un compromis est donc nécessaire. De même, plus le point focal est petit, plus la pénombre diminue. En outre, une DOD plus petite (et DSO plus grande) permettent d'utiliser des détecteurs plus petits et donc moins coûteux.

En pratique, la DOD est généralement aussi courte que possible afin de réduire le flou géométrique du point focal et d'augmenter le champ de vue.

Figure 4 : Influence de la DSO, DOD et du point focal sur la pénombre



Source : Pauwels et al., « Technical aspects of dental CBCT : state of the art »,2015.

### 1.1.1.3 Détecteurs

Les détecteurs généralement utilisés pour le CBCT sont des capteurs plans (FPD pour *flat panel detectors*). Ils sont utilisés pour convertir les photons des rayons X en signal électrique. Ces FPD sont sans distorsion, couvrent une gamme d'expositions large et permettent de faire varier la taille du champ de vue. La couche de matériau scintillateur de ces capteurs plans sont soit en oxysulfure de gadolinium ou en iodure de césium. Le scintillateur permet de convertir les photons des rayons X en photons lumineux, qui à leur tour, sont convertis en signaux électriques.

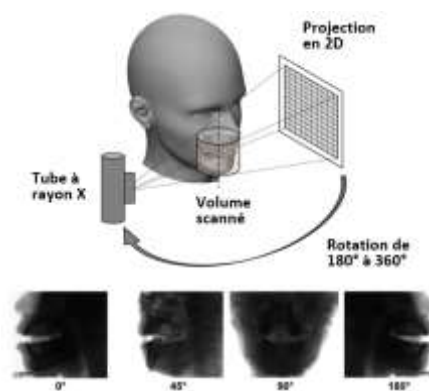
Pour la lecture du signal, différentes technologies existent : les dispositifs à couplage de charge (CCD), les transistors à couche mince (TFT) et les semi-conducteurs à oxyde métallique complémentaire (CMOS). Ils diffèrent en termes de taille de détecteur, de taille de pixel, de niveau de bruit, de sensibilité et de vitesse de lecture. Ce sont les CMOS qui sont principalement utilisés pour le CBCT car ils permettent d'avoir un grand champ de vue, une résolution haute, une vitesse de lecture élevée et un faible bruit électronique.

## 1.1.2 Acquisition d'image<sup>2</sup>

### 1.1.2.1 Principes de base

Pendant un balayage CBCT, le couple tube à rayons X-détecteur tourne de manière circulaire autour de la tête du patient (cf figure 5). La rotation dure généralement entre 10 et 20 s. Pendant la rotation, un faisceau de rayons X, en forme de cône, permet l'acquisition de plusieurs centaines de projections (succession d'images 2D). Un algorithme de reconstruction 3D permettra secondairement de générer un volume radiologique à partir de l'ensemble des projections enregistrées.

Figure 5 : Projections numériques en 2D acquises lors de la réalisation du CBCT



Source : Pauwels et al., « Technical aspects of dental CBCT : state of the art »,2015.

### 1.1.2.2 Paramètres d'acquisition

Si le principe d'acquisition reste semblable, il existe de nombreux paramétrages pour chaque appareil CBCT.

Tout d'abord, il existe deux types d'exposition : l'exposition pulsée et l'exposition continue. Dans l'exposition pulsée, il y a une différence entre le temps de balayage (temps de rotation) et le temps d'exposition (temps cumulé pendant lequel le faisceau de rayon X expose le patient). Par exemple, si 100 projections sont réalisées pendant un balayage qui dure 10 secondes mais que chaque impulsion dure 10 ms, le temps d'exposition sera de 1 seconde. L'exposition continue existe sur d'autres appareils pour laquelle la durée de balayage est égale à la durée d'exposition. Dans l'exposition pulsée, la résolution spatiale est améliorée du fait de la diminution des mouvements. La dose est proportionnelle au produit du temps d'exposition et du courant du tube (mAs).

---

<sup>2</sup> Pauwels et al.

Deuxièmement, la rotation peut être complète ou partielle selon les dispositifs CBCT. En effet, pour reconstruire un champ complet, certaines machines peuvent réaliser des rotations de 360°, d'autres se limitent à 180°. Cela a une incidence sur la dosimétrie puisqu'un balayage plus court diminue le nombre de projections et l'exposition totale. De plus, le point de départ de l'appareil en cas de rotation partielle influe sur la distribution de la dose absorbée au niveau des organes radiosensibles (glandes salivaires). Aussi, en termes de qualité d'image, une rotation partielle a tendance à diminuer la qualité de l'image puisqu'il y a moins de projections et plus de bruit sur les images finales.

Pour finir, le choix de la taille du champ de vue est fondamental puisqu'il conditionne la qualité des images et la dosimétrie. Schématiquement, plus le FOV sera restreint, meilleure sera la résolution spatiale et plus faible sera la dose efficace. Il conviendra donc d'ajuster la taille du champ à l'indication de sorte à optimiser l'examen 3D.

Généralement, l'opérateur peut sélectionner soit manuellement les différents paramètres soit utiliser des protocoles d'exposition prédéfinis à l'installation de l'appareil.

### **1.1.3 Reconstruction d'images<sup>3</sup>**

#### **1.1.3.1 Prétraitement des données brutes**

Avant la reconstruction, un prétraitement est réalisé sur les données brutes en 2D. Une correction du décalage entre pixels d'un même détecteur est possible. De même, une correction de la rémanence d'une projection latente peut être effectuée lorsque le nombre de projections à la seconde est élevé. Enfin, les imperfections dues aux pixels défectueux ou aux lignes de projections peuvent être reconnues et supprimées. L'efficacité du prétraitement dépend beaucoup de la connaissance des paramètres d'acquisition (spectre du faisceau, distribution de diffusion, distance source-détecteur, réponse du détecteur, etc.).

#### **1.1.3.2 Algorithmes de reconstruction**

A partir de plusieurs projections 2D, la reconstruction tridimensionnelle est possible selon le théorème de Radon. Dans le CBCT, l'objet numérisé est reconstruit comme une matrice 3D de voxels (qui est l'équivalent du pixel pour la 3D). Le voxel est isotrope, c'est-à-dire que sa longueur, sa largeur et son épaisseur sont de même mesure. Cela permet de garder un niveau de résolution toujours élevé aussi bien pour les coupes axiale, sagittale ou frontale que pour une coupe oblique. Une valeur de gris est

---

<sup>3</sup> Pauwels et al.

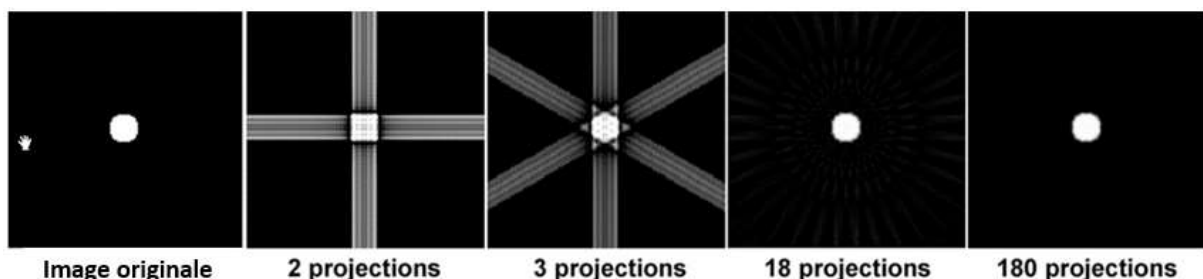
attribuée au voxel en fonction de l'atténuation du faisceau de rayon X réalisée dans le matériau traversé.

La reconstruction d'images est regroupée en trois catégories :

- La rétroprojection filtrée (FBP pour *filtered back projection*)
- La technique de reconstruction algébrique (ART pour *algebraic reconstruction technique*)
- La méthode statistique

Concernant la FBP, c'est l'algorithme de Feldkamp – Davis – Kress (FDK) qui est utilisé, en raison de sa simplicité et du temps de reconstruction rapide. Dans ce système, la valeur de chaque pixel de l'image de projection est attribuée à un voxel de la représentation 3D. Lorsque cela est effectué pour chaque projection, une image de l'objet numérisé est reconstruite. A ce processus de rétroprojection, est associé un filtrage qui se décompose successivement en un premier filtre pour corriger le flou intrinsèque au processus de projection / rétroprojection, et un second filtre de lissage pour réduire le bruit haute fréquence qui est amplifié par le premier filtre. La résolution spatiale peut être grandement affectée par le filtre de lissage.

Figure 6 : Rendu de l'image en fonction du nombre de projections effectuées par la rétroprojection filtrée



Source : Pauwels et al., « Technical aspects of dental CBCT : state of the art »,2015.

La reconstruction itérative ART est un processus long et répété dans lequel le coefficient d'atténuation pour chaque voxel est estimé par une comparaison répétée entre des données de projection et l'estimation de l'image actuelle. Après avoir obtenu une reconstruction initiale (par exemple par FBP), l'image est ajustée en fonction de ce que seraient les données de projections issues de l'estimation de reconstruction actuelle. Celles-ci sont comparées aux données de projections réelles, après quoi, une nouvelle reconstruction corrigée est obtenue.

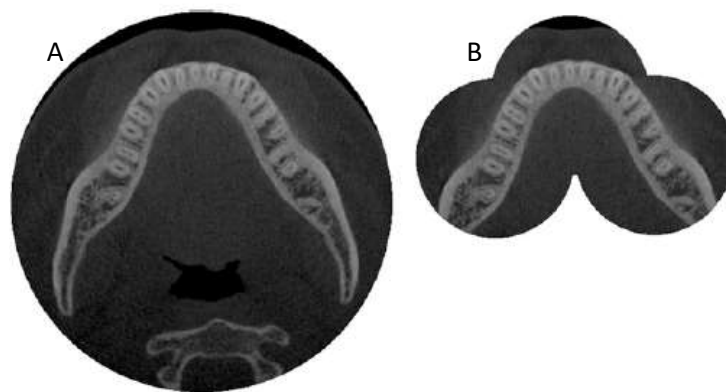
La reconstruction d'image statistique est une technique nécessitant un temps de calcul important, et de ce fait, actuellement peu utilisée pour le système du CBCT. L'image est reconstruite sur la base d'un modèle statistique des données de projections. Ainsi, un modèle de la physique d'acquisition est créé, ce qui va permettre de diminuer le bruit intrinsèque malgré un nombre limité d'incidence de rayons X.



### 1.1.3.3 Assemblage d'images

Plusieurs numérisations consécutives sont acquises et sont ensuite assemblées en une seule image. Cela permet de combiner plusieurs champs de vue réduits par exemple (cf figure 7). Le couple tube récepteur va se déplacer sur une distance prédéfinie entre les numérisations laissant un léger chevauchement entre les images. L'assemblage sera permis par correspondance automatique des images grâce au recalage des images.

Figure 7 : Un grand champ de vue (A) versus 3 petits champs de vue (B) regroupant l'ensemble de la dentition mandibulaire



Source : Pauwels et al., « Technical aspects of dental CBCT : state of the art »,2015.

### 1.1.3.4 Etalonnage de la valeur de gris

Pour chaque voxel, une valeur de gris est attribuée permettant de reconstruire l'image. La gamme de valeurs de gris (c'est-à-dire le nombre de valeurs de gris différentes) dépend du nombre de bits de l'image, une image de n bits ayant  $2^n$  valeurs de gris possibles (par exemple 12 bits =  $2^{12} = 4096$  valeurs de gris).

Les valeurs de gris peuvent être calibrées en unités de Hounsfield (HU) qui expriment l'absorption relative des rayons X d'un voxel, en tenant compte de l'absorption de l'air et de l'eau par la formule suivante:

$$HU = 1000 \times \frac{\mu_{\text{voxel}} - \mu_{\text{eau}}}{\mu_{\text{eau}}}$$

$\mu_{\text{voxel}}$  et  $\mu_{\text{eau}}$  étant les coefficients d'atténuation linéaires pour le voxel et l'eau

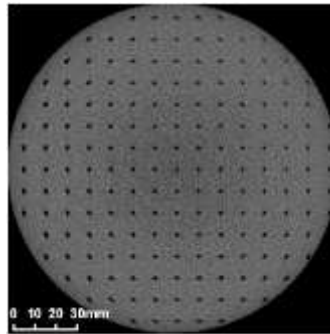
Cependant pour le CBCT, cette calibration est controversée, le rayonnement diffusé étant important et les valeurs de gris étant influencées par les structures situées en dehors du champ de vue (exomass).

### 1.1.3.5 Calibrage géométrique

Une reconstruction d'image précise nécessite un étalonnage de la géométrie du système d'imagerie. Un étalonnage géométrique est effectué avec des objets de tests spécifiques dont les distances et les formes sont connues, permettant de connaître avec exactitude leurs positions attendues pour chaque vue de projection. Il n'est pas essentiel que la source de rayons X et le détecteur suivent une révolution parfaitement circulaire dans le balayage, mais l'orbite doit être reproductible et décrite avec précision par l'étalonnage pour éviter les distorsions.

Les derniers détecteurs FPD génèrent peu de distorsions, mais les premières générations nécessitent généralement une correction pour tenir compte des distorsions en barillet (cf figure 8).

Figure 8 : Distorsion en barillet (les distances semblent plus élargies au bord qu'au centre), défaut dont il faut tenir compte pour la correction de l'image



Source : Pauwels et al., « Technical aspects of dental CBCT : state of the art »,2015.

### 1.1.3.6 Qualité d'image

La qualité d'image est caractérisée par quatre paramètres essentiels :

- La résolution spatiale
- Le contraste
- Le bruit
- Les artefacts

Il est important de juger ces quatre critères ensemble car certains sont interdépendants. La résolution spatiale: c'est la capacité de discriminer des petites structures dans une image. Elle est déterminée par de nombreux facteurs tels que la taille du point focal, la taille du détecteur, le filtre de lissage et la taille du voxel reconstruit.

Le contraste : le contraste d'une image radiographique est la capacité à distinguer des tissus de densité différente. Il dépend de plusieurs facteurs, tels que la gamme des valeurs d'exposition détectée par le détecteur, les facteurs d'exposition et la profondeur en bits de l'image reconstruite. De plus, le

contraste perçu dépend des paramètres d'affichages. Le contraste se caractérise par la différence des valeurs entre deux voxels sur une image. Par exemple, la différence moyenne de niveau de gris entre les voxels correspondant à une région de graisse versus une région de muscle adjacent.

Le bruit : Il représente la variabilité aléatoire des valeurs de voxels dans une image. Il existe différents types de bruit selon leurs origines :

- bruit quantique : inhérent aux l'interactions aléatoires se produisant pendant la production et l'atténuation des rayons X
- bruit électronique : causé par la conversion et la transmission du signal du détecteur

Un compromis est nécessaire entre le bruit et la résolution spatiale car ce qui améliore l'un, dégrade l'autre. Le rapport contraste / bruit quant à lui, permet de caractériser la performance d'imagerie.

Les artefacts : Les artefacts peuvent être définis comme des régions de l'image qui sont aberrantes. Ils ne correspondent pas à l'objet réel. Parmi les principales sources d'artefacts dans le CBCT on retrouve la diffusion des rayons X. Elle provient d'incohérences de données associées à l'interaction des photons X avec la matière, en particulier avec les structures très radio-denses telle que le métal<sup>4</sup>. Elle peut entraîner des ombres et des traînées apparentes induisant une sous-estimation des valeurs d'atténuation. La correction des artefacts métalliques est encore imparfaite et à l'étude. Il est important de noter que l'augmentation des paramètres d'exposition n'améliore pas la qualité de l'image et n'est donc pas justifiée.

Enfin, étant donné que le temps de balayage est relativement long, il est possible d'avoir des artefacts cinétiques dus au mouvement du patient. Il faudra privilégier des temps de balayage courts s'il y a un risque que le patient bouge, pour les enfants par exemple.

#### **1.1.4 Visualisation d'images<sup>5</sup>**

##### **1.1.4.1 Reformatage multiplanaire**

La reconstruction crée une matrice 3D qui peut être observée comme une série d'images en coupe 2D de référence : vues axiales, sagittales et coronales. Le plan axial découpe le volume de haut en bas, le plan sagittal découpe le volume de gauche à droite, le plan coronaire découpe le volume d'avant en

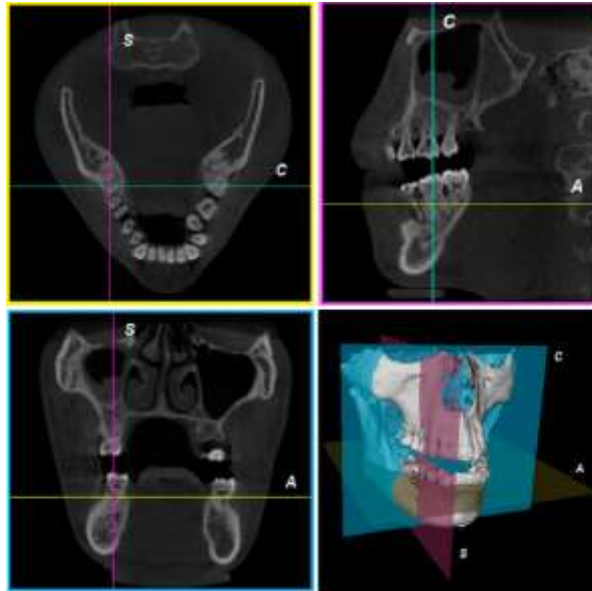
---

<sup>4</sup> Salmon, *Cone beam CT en pratique dentaire : du chirurgien-dentiste au radiologue.*

<sup>5</sup> Pauwels et al., « Technical aspects of dental CBCT ».

arrière. La fenêtre multiplannaire permet d'afficher trois cadres qui représentent les trois vues orthogonales en même temps, facilitant la navigation dans le volume. Dans chaque cadre sont retrouvées des lignes en couleur matérialisant les axes des coupes affichées dans le cadre de la couleur correspondante ( cf figure 9).

Figure 9 : Reformatage multiplannaire



Source : Pauwels et al., « Technical aspects of dental CBCT : state of the art »,2015.

#### 1.1.4.2 Reformatage oblique de courbe

A partir d'une acquisition unique, le reformatage oblique permet de changer l'angle des coupes orthogonales pour explorer le volume dans toutes directions ou rotations possibles. Ainsi, comme exposée dans la figure suivante, l'orientation de la coupe peut se faire selon l'axe de la branche mandibulaire.

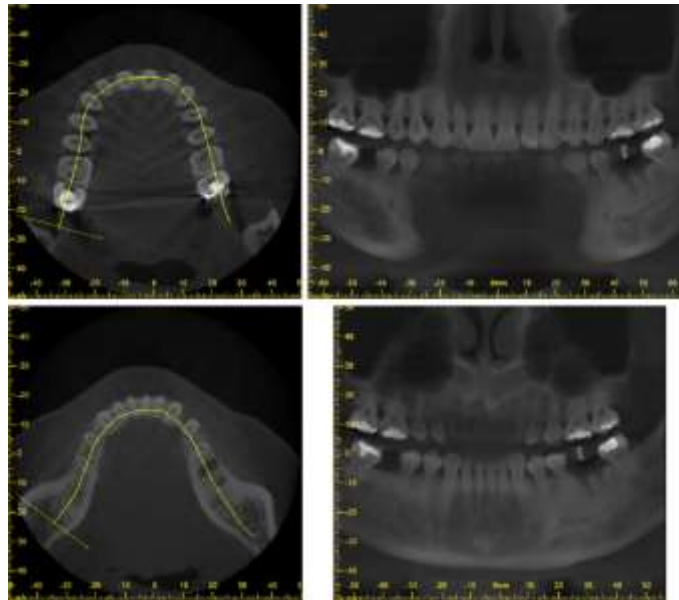
Figure 10 : Réagencement de la coupe pour une meilleure visualisation selon l'axe souhaité



Source : Pauwels et al., « Technical aspects of dental CBCT : state of the art »,2015.

Une courbe pseudo-panoramique peut être tracée pour le maxillaire et la mandibule à l'aide de ces outils.

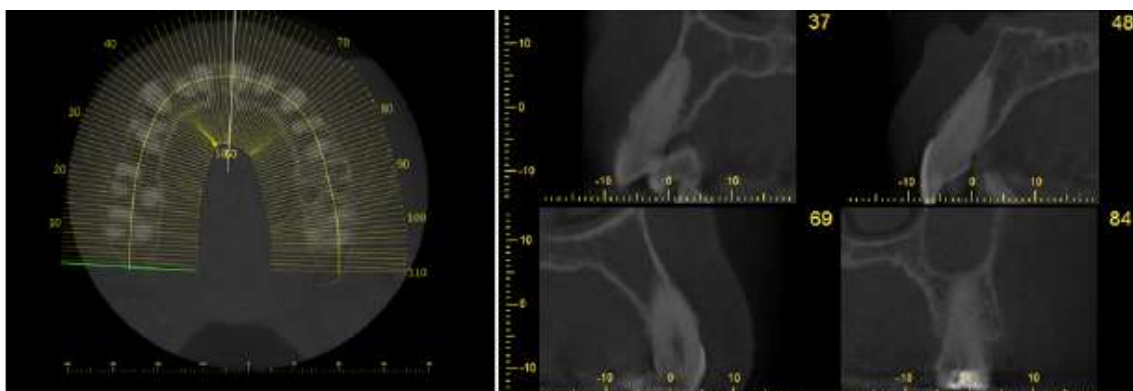
Figure 11 : Traçage de la courbe souhaitée pour la panoramique. A noter : la nécessité de réaliser une courbe par arcade



Source : Pauwels et al., « Technical aspects of dental CBCT : state of the art »,2015.

Des coupes vestibulo-linguales/vestibulo-palatines numérotées peuvent être tracées grâce à des lignes perpendiculaires à la courbe panoramique comme illustrées dans la figure suivante.

Figure 12 : Coupes numérotées permettant une visualisation très précise (l'épaisseur de coupe peut être modifiée)

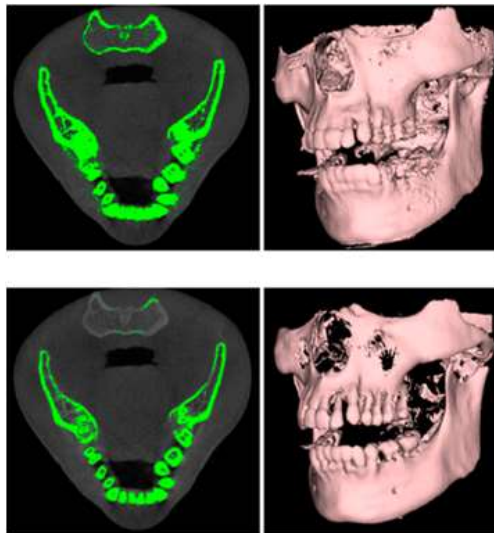


Source : Pauwels et al., « Technical aspects of dental CBCT : state of the art »,2015.

### 1.1.4.3 Autres visualisations

Sur la vue multiplanaire, il est aussi possible d'observer un rendu en 3D appelé rendu de surface ou rendu de volume indirect. Il faut faire une distinction entre le volume 3D et le rendu de surface, en effet, le rendu de surface est une technique de traitement des données 2D en formes géométriques primaires, une perte d'information est donc possible. L'image est formée à partir d'un seuillage des niveaux de gris qui est généralement prédéfinie pour plus de simplicité. Etant donné que la forme change en fonction de la valeur définie, ce rendu 3D ne doit être utilisé que pour une visualisation complémentaire et non à des fins d'analyses ou de diagnostics.

Figure 13 : La modification du seuillage modifie le rendu de surface



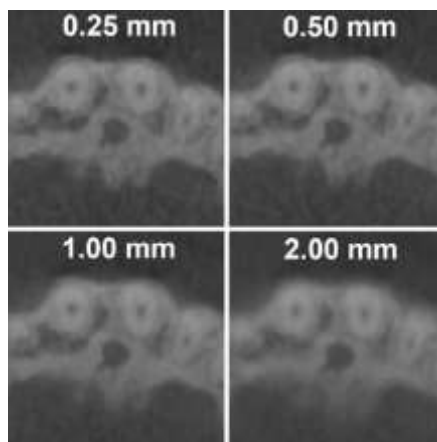
Source : Pauwels et al., « Technical aspects of dental CBCT : state of the art »,2015.

### 1.1.4.4 Manipulation d'images

Après la reconstruction, les images CBCT peuvent être manipulées de différentes manières pour optimiser la visualisation des structures anatomiques et des lésions, voire pour segmenter (c'est-à-dire isoler) certaines parties de l'image.

Un filtrage de base peut également être appliqué pour avoir un rendu plus net. Mais il est également possible d'augmenter l'épaisseur des coupes, ce qui permet de diminuer le bruit au détriment de la netteté.

Figure 14 : L'augmentation de l'épaisseur de coupe permet d'obtenir une image moins bruitée, mais aussi avec une moins bonne résolution

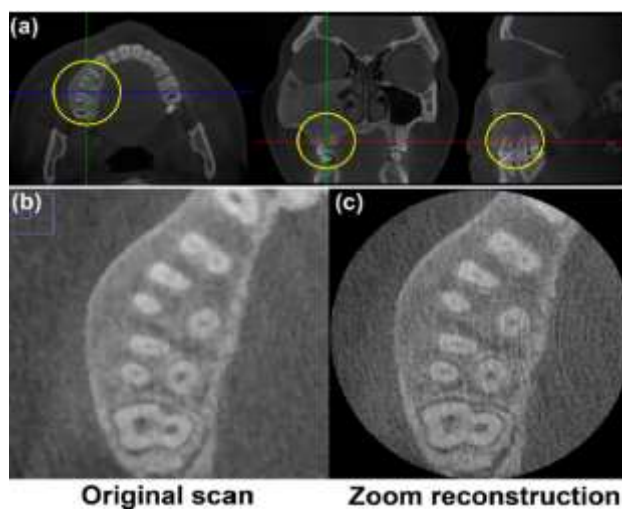


Source : Pauwels et al., « Technical aspects of dental CBCT : state of the art »,2015.

Lorsque la visualisation de petits détails est nécessaire, il est conseillé de ne pas utiliser cette technique.

D'un point de vue informatique lorsqu'on exporte des images CBCT, il est possible de sélectionner le nombre de coupes exportées. C'est au praticien de décider du nombre et de l'intervalle entre les coupes à exporter en fonction de l'indication. En effet, ce processus entraîne une perte d'information. La rétro-reconstruction est une autre option pour mettre en évidence des détails dans une partie de l'image. Pour cela, le praticien peut sélectionner une région d'intérêt et la reconstruire avec de plus petits voxels rendant l'image plus nette mais plus bruitée.

Figure 15 : Rétro-reconstruction effectuée sur une coupe coronaire permettant une meilleure visualisation des détails



Source : Pauwels et al., « Technical aspects of dental CBCT : state of the art »,2015.

Puisque cette reconstruction est effectuée avec les données brutes initiales, elle évite une nouvelle exposition du patient.

#### 1.1.4.5 Affichage du moniteur

L'affichage du moniteur doit permettre une résolution native, c'est-à-dire qu'il y a au moins un pixel d'affichage pour un pixel d'image pour une netteté d'image optimale

Figure 16 : Possibilité d'afficher chaque coupe en grand écran pour exploiter au maximum les performances du moniteur



Source : Pauwels et al., « Technical aspects of dental CBCT : state of the art »,2015.

Voici l'affichage d'un scan CBCT 170x170x120 mm avec une taille de voxel de 0,25 mm (680x680x480 voxels) sur un écran 21,5 pouces avec une résolution de 1920x1080 pixels. A gauche, l'image avec plusieurs coupes ne permet l'utilisation que de 0,4 pixels de moniteur pour afficher un pixel d'image. Le moniteur est un facteur limitant pour la netteté de l'image. A droite, l'augmentation de la fenêtre pour la coupe axiale permet d'utiliser environ 1,8 pixels du moniteur pour afficher un pixel d'image. De plus, le contraste et la luminosité doivent également être ajustés. L'interface graphique du logiciel doit pouvoir apparaître, c'est la raison pour laquelle des écrans de bonne qualité avec une haute résolution sont nécessaires pour ne pas diminuer la qualité d'image.

#### 1.1.5 Perspectives d'avenir

Des améliorations sont attendues concernant notamment la technologie pour les détecteurs ainsi que les algorithmes de reconstruction et de correction plus performants, avec pour finalité une amélioration de la qualité de l'image et une réduction de la dose délivrée au patient. Les indications du CBCT pourraient alors s'élargir et l'aide apportée au praticien serait plus complète.



## 1.2 Radioprotection spécifique à l'enfant

De plus en plus de cabinets dentaires font appel à la radiographie 3D pour l'exploration du volume osseux. Cela est dû au fait que la radiographie 2D peut créer dans certains cas une distorsion d'images. En effet, la superposition de structures, la détermination précise de la taille et des limites de la lésion, en particulier dans l'axe vestibulo-lingual/vestibulo-palatin, peut être sous-estimée ou surestimée à l'OPT. Les jeunes patients sont aussi concernés par l'exposition à ces rayonnements. Une attention particulière doit donc être accordée à la radioprotection en pédiatrie du fait de la radiosensibilité des enfants et de la grande variabilité des doses délivrées selon les protocoles d'imagerie.<sup>6</sup>

### 1.2.1 Justification de la tomographie à faisceau conique chez l'enfant

Plusieurs projets ont vu le jour afin d'étudier, d'analyser, d'encadrer et de justifier chez l'enfant l'utilisation du CBCT. On peut citer par exemple le projet DIMITRA (dentomaxilloofacial paediatric imaging : an investigation toward low dose radiation induced risks – <https://dimitra.be>) ou SEDENTEX-CT ( <https://www.sedentextct.eu>).

SEDENTEX-CT a montré que la dose efficace du CBCT en pédiatrie était supérieure à la dose des radiographies conventionnelles<sup>7</sup>. En effet, des protocoles à haute résolution avec de grands champs de vue délivrent des doses similaires au TDM médical<sup>8</sup>.

De manière générale, une meilleure qualité de l'image est obtenue lorsqu'une haute résolution est utilisée. Pour l'analyse de l'imagerie, une image diagnostiquement acceptable est nécessaire mais il ne s'agit pas forcément d'une image de haute qualité<sup>9</sup>. De plus, les doses absorbées chez les enfants peuvent être plus élevées que les doses adultes en raison de la plus petite taille des patients.

Le projet SEDENTEX-CT a montré que les examens CBCT doivent être recommandés dans les situations cliniques dans lesquelles les informations fournies peuvent modifier le diagnostic ou améliorer le plan de traitement. **C'est le cas notamment pour les pathologies orofaciales et osseuses de la mâchoire ou pour les anomalies dentaires comme l'a révélé l'académie américaine de radiologie dento-maxillo-faciale<sup>10</sup>.**

### 1.2.2 Optimisation de la tomographie à faisceau conique chez l'enfant

Le projet DIMITRA a pour but de définir les risques et les effets biologiques potentiels des expositions radiologiques en odontologie pédiatrique afin de pouvoir optimiser l'utilisation de la tomographie à

---

<sup>6</sup> Marcu et al., « Estimation of the radiation dose for pediatric CBCT indications ».

<sup>7</sup> Marcu et al.

<sup>8</sup> Hedesiu et al., « Irradiation provided by dental radiological procedures in a pediatric population ».

<sup>9</sup> Oenning et al., « Halve the dose while maintaining image quality in paediatric Cone Beam CT ».

<sup>10</sup> Marcu et al., « Estimation of the radiation dose for pediatric CBCT indications ».

faisceau conique. Pour cela, différents points ont été analysés : caractérisation radiobiologique (réponse des cellules souches buccales, analyse de la salive), dosimétrie (modélisation Monte Carlo), études épidémiologiques, qualité d'image et optimisation des doses en imagerie pédiatrique dento-maxillaire<sup>11</sup>.

Le projet DIMITRA propose de passer du principe ALARA (As Low As Reasonably Achievable) et ALADA (As Low As Diagnostically Acceptable) vers ALADAIP (As Low As Diagnostically Acceptable being Indication-oriented and Patient-specific).<sup>12</sup>

L'optimisation des protocoles d'exposition CBCT chez les enfants se fait grâce à l'estimation de la dose absorbée au niveau des organes pour différents âges et différentes pathologies. En effet, les principes de radioprotection répondent aux besoins cliniques spécifiques de l'enfant.

Pour mesurer ces doses absorbées, plusieurs types de dosimètres existent : les dosimètres thermoluminescents traditionnels (DTL), les dosimètres optiques à chambre d'ionisation ou des dosimètres à effet de champ métal-oxyde-semiconducteur (MOSFET pour *Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*).<sup>13</sup>

Ce sont les protocoles à faible dose chez les enfants qui visent à ajuster le champ de vue et les paramètres d'exposition en fonction de la situation clinique et de l'âge du patient.

La dose efficace peut varier largement en fonction :

- De l'appareil CBCT
- Des paramètres utilisés
- De la géométrie de balayage
- Du type de système de détection
- De la forme complexe du faisceau de rayons X<sup>14</sup>

**Une adaptation est donc nécessaire en tenant compte de l'indication, des caractéristiques du champ de vue et du niveau de résolution.**<sup>15</sup>

#### 1.2.2.1 Mesure de dosimétrie

Des variabilités importantes de distribution de doses ont été décrites pour le CBCT. La dosimétrie doit donc s'effectuer sur de nombreuses localisations spécifiques. Ces points sont choisis dans les zones où

---

<sup>11</sup> Oenning et al., « Cone-beam CT in paediatric dentistry ».

<sup>12</sup> Hedesiu et al., « Irradiation provided by dental radiological procedures in a pediatric population ».

<sup>13</sup> Marcu et al., « Estimation of the radiation dose for pediatric CBCT indications ».

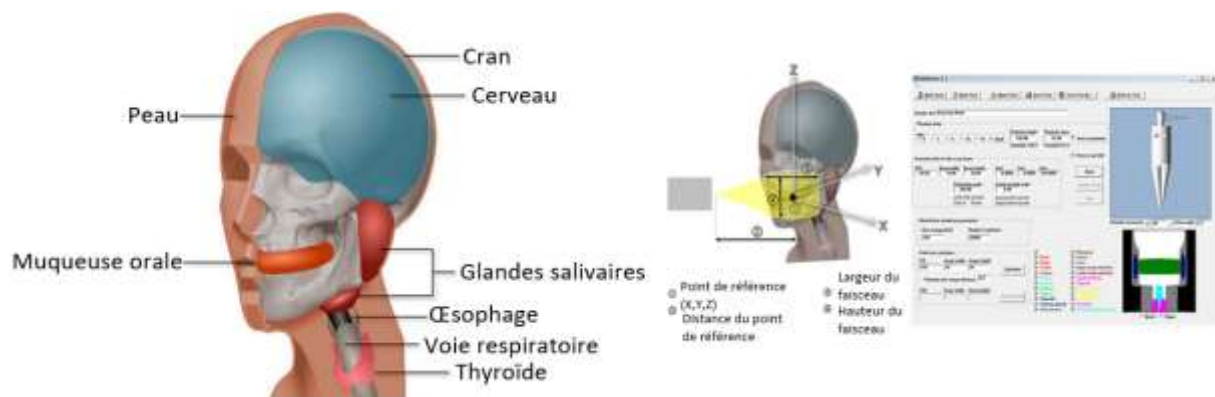
<sup>14</sup> Oenning et al., « Cone-beam CT in paediatric dentistry ».

<sup>15</sup> Hedesiu et al., « Irradiation provided by dental radiological procedures in a pediatric population ».

se situent les différents organes pour tenir compte de cette distribution complexe de rayonnement et des différences de radiosensibilité des dits organes.<sup>16</sup>

La simulation de Monte Carlo (MC) est fortement recommandée par les directives SEDENTEXCT pour le calcul des doses efficaces d'expositions CBCT. Cette simulation permet de calculer la distribution complète des doses absorbées par les organes en fonction des caractéristiques techniques et spécifiques du patient<sup>17</sup>.

Figure 17 : Simulateur de Monte Carlo (MC)



Source : Lee et al., « Dose assessment in dental cone-beam computed tomography : comparison of optically stimulated luminescence dosimetry with Monte Carlo method », 2020.

À gauche, les organes de la tête et du cou inclus dans le fantôme virtuel et à droite, les variables géométriques requises pour le logiciel de simulation MC.

Cependant, l'évaluation des doses de CBCT dans des conditions cliniques reste difficile en raison de la variabilité des protocoles d'acquisition et des appareils CBCT.

À ce jour, il n'y a pas de preuve d'un effet oncologique radio-induit dans le cadre d'examen radiologiques à faible dose. De plus, les extrapolations à partir des données connues à forte doses (bombardement japonais et accidents nucléaires) sont considérées comme peu pertinentes pour des doses inférieures à 100 mSv.

**Les recommandations considèrent que les stratégies d'optimisation, l'équilibrage de la dose et la qualité de l'image doivent être spécifiques de l'âge et de l'indication<sup>18</sup>.**

<sup>16</sup> Marcu et al., « Estimation of the radiation dose for pediatric CBCT indications ».

<sup>17</sup> Marcu et al.

<sup>18</sup> Oenning et al., « Cone-beam CT in paediatric dentistry ».

### 1.2.2.2 Études sur les protocoles et l'estimation des doses<sup>19</sup>

Plusieurs études de cohorte prospective ou rétrospective ont comparé les doses efficaces (2D vs CBCT). Les mesures ont été effectuées sur des sujets jeunes ou sur des fantômes pédiatriques anthropomorphiques, en utilisant des dosimètres thermoluminescents ou par simulation de Monte Carlo.

Pour les études cliniques, les éléments qui ont été collectés sont : l'indication, le protocole d'exposition (milli ampérage, secondes, kilo voltage, champ de vue, et taille du voxel), l'âge à l'exposition ainsi que la qualité de l'image et le niveau de netteté. Des groupes ont été formés afin de permettre l'optimisation du CBCT en fonction de l'indication.

### 1.2.2.3 Résultats<sup>20</sup>

Les petits champs de vue (<10 cm de hauteur) étaient principalement utilisés pour les dents incluses et les pathologies endodontiques. Les grands champs de vue quant à eux étaient plutôt choisis pour l'évaluation des anomalies dentaires multiples, des fentes orofaciales ou pour la chirurgie orthognathique. Il a été constaté que la dose efficace était très variable et augmentait considérablement lors d'utilisation de grands champs. Ainsi la plus petite dose a été retrouvée pour le groupe endodontique et la dose la plus élevée pour les anomalies dentaires.

Les doses absorbées par les organes étaient par ordre d'importance décroissante au niveau des glandes salivaires suivis du cerveau, de la thyroïde puis de la moelle osseuse rouge. La dose cumulée médiane chez les enfants sélectionnés était de 231,4  $\mu\text{Sv}$ <sup>21</sup>.

Dans l'étude comparative, les doses efficaces médianes pour les expositions radiologiques dentaires 2D étaient inférieures à 20  $\mu\text{Sv}$ , un niveau de rayonnement plus élevé (au-dessus de 50  $\mu\text{Sv}$ ) a été trouvé pour les examens CBCT effectués.

La dose cumulative individuelle dans le groupe CBCT s'est avérée significativement plus élevée chez les enfants âgés de 11 à 14 ans.

Dans la dernière étude sur la qualité de l'image, il a été observé que la réduction de 90 kVp à 70 kVp et de 40 mA à 16 mA n'altèrent pas significativement la qualité d'images. La taille des voxels est un

---

<sup>19</sup> Marcu et al., « Estimation of the radiation dose for pediatric CBCT indications »; Hedesiu et al., « Irradiation provided by dental radiological procedures in a pediatric population »; Oenning et al., « Halve the dose while maintaining image quality in paediatric Cone Beam CT »; Oenning et al., « Cone-beam CT in paediatric dentistry ».

<sup>20</sup> Marcu et al., « Estimation of the radiation dose for pediatric CBCT indications »; Hedesiu et al., « Irradiation provided by dental radiological procedures in a pediatric population »; Oenning et al., « Halve the dose while maintaining image quality in paediatric Cone Beam CT »; Oenning et al., « Cone-beam CT in paediatric dentistry ».

<sup>21</sup> Marcu et al., « Estimation of the radiation dose for pediatric CBCT indications ».

élément important puisque l'image était plus nette lorsque les voxels étaient de 180 µm (comparativement à 400 µm) . La dose efficace diminue considérablement avec la réduction de kVp, en particulier chez les jeunes enfants. L'âge, la taille, le sexe, et l'indication de l'examen sont donc à prendre en compte dans le choix du protocole.

**Le protocole ayant pour données 70 kVp, 16 mAs et 180 µm de taille de voxel peut être considéré comme la référence dans le cas de l'appareil CBCT utilisé dans cette étude (Carestream CS9300)<sup>22</sup>.**

Ainsi, la taille du champ reste la stratégie la plus efficace pour réduire la dose. Un champ de 8x8 cm doit être choisi lorsqu'il faut inclure les deux arcades. Pour les indications limitées à un secteur dentaire, un champ de 5x5 cm doit être privilégié.

### **1.2.3 Indication de l'imagerie de coupe dans les pathologies osseuses<sup>23</sup>**

Concernant les pathologies osseuses bénignes, il est nécessaire d'utiliser le scanner médical (tomodensitométrie) ou le CBCT. En effet, l'analyse 3D peut fournir des informations précieuses pour le pronostic et améliore la planification chirurgicale. Le CBCT par exemple, a montré une meilleure visualisation pour les lésions présentant des foyers calcifiés comme les tumeurs odontogènes adénomatoïdes ou les tumeurs odontogènes kystiques calcifiées.

La décision entre le MSCT ou CBCT dépend de l'implication des tissus mous et des besoins en agents de contraste. Lorsqu'une tumeur maligne est envisagée, le CBCT n'est pas indiqué et un scanner injecté ou d'autres examens spécifiques (tomographie par émission de positons [TEP], imagerie par résonance magnétique [IRM]) doivent être choisis. **En général, pour l'évaluation pré-chirurgicale des lésions présentant un profil bénin et intra osseux, la tomographie à faisceau conique doit être considérée comme la méthode de choix.**

La sélection du champ de vue est aussi très importante, une image appropriée doit montrer :

- La lésion dans son ensemble
- Les limites dans tous les plans de l'espace
- Les tissus environnants et souvent les deux côtés de l'arcade pour une comparaison controlatérale.

Par conséquent, dans le cas des pathologies kystiques et tumorales bénignes des maxillaires, la restriction du champ de vue peut ne pas être applicable comme une stratégie d'optimisation. Pour réduire le risque d'exposition aux rayonnements ionisants, l'optimisation devra se faire via les autres paramètres (constantes d'exposition, niveau de résolution...). Il a été démontré que les examens CBCT

---

<sup>22</sup> Oenning et al., « Halve the dose while maintaining image quality in paediatric Cone Beam CT ».

<sup>23</sup> Oenning et al., « Cone-beam CT in paediatric dentistry ».

effectués en mode basse résolution « low dose » peuvent convenir à l'évaluation et au suivi de lésions osseuses.

Même si le niveau actuel des preuves concernant l'indication chez les enfants reste limité, des recommandations pour l'utilisation de la tomographie à faisceau conique existent. Certains projets de recommandation comme le projet DIMITRA, précédemment cité, réévalueront d'ici 2022 les recommandations si le niveau de preuves évoluait de manière significative.

### **1.3 Classifications des kystes et des tumeurs bénignes des maxillaires 2005 VS 2017**

La quatrième édition de la classification OMS des kystes odontogènes et des tumeurs osseuses maxillo-faciales a été publiée début 2017 (tableau 1). Le groupe de travail qui établit ledit consensus est composé de plusieurs spécialistes : (Prof Takashi Takata, président ; Prof Daniel Baumhoer, Prof Samir El-Mofty, Prof Edward Odell, Prof Paul Speight, Prof John Wright, Prof Rosnah Zain). La pertinence clinique, la validité scientifique, la simplicité et l'utilité pour les anatomopathologistes non spécialisés ont guidé ces experts. De nombreux changements ont été réalisés pour fournir une classification réactualisée. Les kystes odontogènes ont été réincorporés dans la classification de 2017 et mis à jour à partir de la classification de 1992.

Les tumeurs odontogènes sont divisées en deux groupes, les tumeurs bénignes et les tumeurs malignes.

La classification de 2005 avait divisé les tumeurs bénignes en trois :

- « Épithélium odontogène avec stroma fibreux mature sans ectomésenchyme odontogène »
- « Épithélium odontogène avec ectomésenchyme odontogène avec ou sans formation de tissus durs »
- « Mésenchyme et / ou ectomésenchyme odontogène avec ou sans épithélium odontogène ».

La nouvelle version de 2017 les classe en trois nouveaux groupes simplifiés :

- Les tumeurs épithéliales odontogènes
- Les tumeurs mésenchymateuses (ecto-mésenchymateuses) odontogènes
- Les tumeurs mixtes odontogènes.

*NB : les changements concernant la classification des tumeurs malignes ne seront pas abordés dans cette thèse qui se limite aux pathologies bénignes chez l'enfant.*

### 1.3.1 Les tumeurs épithéliales odontogènes<sup>24</sup>

#### 1.3.1.1 Améloblastome

Dans la classification de l'OMS en 2005, les améloblastomes ont été classés en quatre types :

- Améloblastome solide / multikystique
- Améloblastome extra-osseux / périphérique
- Améloblastome desmoplastique
- Améloblastome unikystique.

Actuellement, la nouvelle version de 2017 a été simplifiée en 3 types :

- Améloblastome conventionnel
- Améloblastome unikystique
- Améloblastome extra-osseux / périphérique.

L'adjectif « solide / multikystique » a été abandonné car il entraîne une confusion avec l'améloblastome unikystique et n'avait pas de signification biologique.

L'améloblastome desmoplastique a été reclassé comme un sous-type histologique de l'améloblastome conventionnel car il se comporte comme celui-ci, malgré quelques différences cliniques et radiographiques.

L'odontoaméloblastome qui était inclus dans la classification en 2005 en tant qu'entité du groupe « épithélium odontogène avec ectomésenchyme odontogène, avec ou sans formation de tissus durs », n'a pas été classé comme entité séparée dans la version de 2017. Il s'agit bien de l'association d'un améloblastome à un odontome.

L'améloblastome unikystique (UAM) a été reconnu comme un sous-type distinct de l'améloblastome et, est divisé en trois sous-types selon le schéma de prolifération de son épithélium : luminal, intraluminal et mural. Concernant la thérapeutique à adopter, la classification de 2017 admet que si les deux premiers sous types (luminal et intraluminal) doivent être traités de manière conservatrice, le type mural devrait être traité comme un améloblastome conventionnel à cause de son caractère récidivant.

*NB : Les autres tumeurs épithéliales odontogènes comme la tumeur odontogène squameuse, la tumeur odontogène épithéliale calcifiante et la tumeur odontogène adénomatoïde ont été mises à jour mais sans modifications significatives.*

---

<sup>24</sup> Wright et Vered, « update from the 4th edition of the world health organization classification of head and neck tumours ».

### **1.3.2 Les tumeurs mixtes odontogènes<sup>25</sup>**

#### **1.3.2.1 Fibro-odontome améloblastique et fibro-dentinome améloblastique**

Certains fibromes améloblastiques (AF) sont néoplasiques et ne produisent pas de tissus durs dentaires. Mais d'autres lésions, appelées fibro-dentinome améloblastique (AFD) et fibro-odontome améloblastique (AFO), histologiquement identiques au fibrome améloblastique produisent des tissus durs dentaires. Avec le temps, ces entités évoluent en odontomes. Il a été décidé qu'il y avait peu de preuves pour justifier le classement de l'AFD et de l'AFO en tant qu'entité indépendante. Ils ont donc été regroupés dans le groupe des « odontomes » comme faisant partie des « odontomes en développement ».

#### **1.3.2.2 Tumeurs odontogènes primordiales**

La tumeur odontogène primordiale fait partie des nouvelles entités qui sont apparues dans la classification des tumeurs bénignes du maxillaire de 2017. Seuls sept cas ont été rapportés depuis 2014. La plupart des cas survenaient chez des enfants et sont localisés à la mandibule. Radiologiquement, la lésion est radioclaire, bien circonscrite et péricoronaire. Histologiquement cette entité est composée d'un tissu conjonctif fibreux immature et, est bordée par un épithélium cubique ou cylindrique. Les tumeurs sont traitées par chirurgie conservatrice, et aucune récurrence n'a été signalée.

### **1.3.3 Les tumeurs mésenchymateuses (ecto-mésenchymateuses) odontogènes<sup>26</sup>**

#### **1.3.3.1 Le fibrome odontogène**

En 2005, l'OMS a défini le fibrome odontogène comme « un néoplasme rare, caractérisé par des quantités variables d'épithélium odontogène d'apparence inactive incorporé dans un stroma fibreux mature ». Il est divisé en un type « pauvre en épithélium » appelé type simple, et un type « riche en épithélium » souvent appelé type OMS.

En 2017, le groupe de consensus, après avoir débattu a conclu que le type simple était mal défini et documenté, et a décidé d'abandonner la sous-classification. Le fibrome odontogène a été défini comme « un néoplasme rare de tissu conjonctif fibreux mature, avec des quantités variables d'épithélium odontogène d'apparence inactive avec ou sans preuve de calcification » dans la nouvelle classification.

---

<sup>25</sup> Wright et Vered.

<sup>26</sup> Wright et Vered.



### 1.3.3.2 Le fibrome cémento-ossifiant et fibrome ossifiant

Dans la classification des tumeurs odontogènes de 2005, le fibrome ossifiant n'est présent dans aucun des trois groupes précités. Il a cependant été rapporté dans un quatrième groupe classant les « lésions liées aux os ». Le fibrome ossifiant se produit dans les mâchoires et, est composé de deux variantes : le fibrome ossifiant trabéculaire juvénile et le fibrome ossifiant psammomateuse juvénile. Ces entités sont classées en tant que lésion fibro et chondro- osseuse dans la nouvelle classification de 2017.

Le fibrome cémento-ossifiant est sans doute d'origine ligamentaire parodontale et donc odontogène. Mais étant donné qu'histologiquement il est difficile de différencier les cellules provenant du ciment des cellules osseuses, il est souvent difficile de le distinguer du fibrome ossifiant. Le consensus a donc établi que si cette entité apparaissait dans « une zone dentée » il s'agirait d'un fibrome cémento-ossifiant. Ainsi le fibrome cémento-ossifiant est inclus dans la classification 2017 dans le groupe des tumeurs odontogènes pour le distinguer des deux variantes juvéniles.

*NB : Les autres tumeurs mésoenchymateuses (ecto-mésoenchymateuses) odontogènes comme le myxome et le cémentoblastome odontogènes ont été mis à jour dans la classification 2017.*

### 1.3.4 Kystes odontogènes et non odontogènes<sup>27</sup>

La nouvelle classification réintègre les kystes osseux des mâchoires de l'ancienne classification de 1992 et de nouvelles entités.

#### 1.3.4.1 Les kystes collatéraux inflammatoires

Dans le groupe des kystes inflammatoires, on retrouve les kystes collatéraux inflammatoires, ces derniers se divisent en kystes paradentaires et kystes de la furcation.

#### 1.3.4.2 Kératokyste odontogène/Tumeur odontogénique kératokystique

La décision la plus controversée dans la classification de 2017 a été de classer la tumeur odontogène kératokystique dans la catégorie des kystes en tant que Kératokyste odontogène. A ce jour, le niveau de preuve est suffisant pour classer cette entité en tant que tumeur kératokystique odontogénique.

En 2005, la « croissance agressive », le taux de récurrence après traitement, la variante rare « solide » et des mutations de gènes avaient entraîné la reclassification en tant que tumeur. Etant donné que les kystes odontogènes n'étaient pas inclus dans la classification de 2005, un doute persistait concernant

---

<sup>27</sup> Bornstein et al., « Le kératokyste odontogène : kyste odontogène ou tumeur bénigne ? » ; Wright et Vered, « Update from the 4th edition of the world health organization classification of head and neck tumours ».

l'intention des auteurs de classer les kystes mutés en tant que néoplasmes, et ceux non mutés en tant que kystes.

Enfin, plusieurs articles sur les kératokystes ont montré une régression complète après décompression. Cela contredit la définition de la néoplasie qui se définit comme une autonomisation et une croissance continue après arrêt du stimulus qui l'a produit.

Il est important de noter que le panel de consensus ne précise pas forcément que les tumeurs kératokystiques odontogéniques ne sont pas néoplasiques, mais les preuves manquent actuellement pour justifier la poursuite de cette dénomination en tant que tumeur.

La classification de 2005 a déplacé le kyste odontogène calcifié dans la classification tumorale et l'a renommé tumeur odontogène kystique calcifiée. Les explications qui accompagnaient cette dénomination n'offraient que peu ou pas de justification pour inclure ces lésions kystiques comme néoplasmes. En 2017, le panel de consensus a donc décidé de ramener la tumeur odontogène kystique calcifiée à la classification des kystes.

#### 1.3.4.3 Kyste odontogène orthokératinisé

Dans la classification de 2017, ces kystes sont distincts des kératokystes odontogéniques. En effet, les kystes odontogènes orthokératinisés ne sont pas particulièrement agressifs biologiquement, leur taux de récurrence est faible et ils ne sont pas associés au syndrome du carcinome basocellulaire nevoïde.

#### 1.3.4.4 Kyste odontogène glandulaire

De nouveaux critères diagnostiques pour les kystes odontogènes glandulaires (GOC) ont été présentés. Le chevauchement histologique entre les GOC et les carcinomes mucoépidermoïdes kystiques est reconnu. Il semblerait que les réarrangements de certains gènes observés dans de nombreux carcinomes mucoépidermoïdes ne soient pas retrouvés dans les GOC.

#### 1.3.4.5 Autres kystes odontogéniques et non odontogéniques

Les kystes primordiaux ont été abandonnés et ne sont plus utilisés comme synonymes pour les kératokystes odontogènes.

La plupart des autres kystes odontogènes ont été mis à jour mais sans modifications notables.

A noter que le kyste naso palatin est le seul kyste non odontogène.

La Classification de l'OMS des kystes et tumeurs bénignes des maxillaires 2005 vs 2017 est disponible en annexe.

C'est sur cette base de travail, que nous avons d'extrait les critères clinico-radiologiques pertinents des kystes et tumeurs bénignes des mâchoires chez l'enfant.

## 2 : Choix des critères cliniques et radiologiques : méthodologie

---

### 2.1 Bibliographie et équation de recherche

Pour extraire les critères radiologiques CBCT spécifiques des kystes et des tumeurs bénignes des maxillaires chez l'enfant, une recherche dans la base de données PubMed ainsi que la lecture de livres spécialisés ont été réalisées.

#### 2.1.1 Équation de recherche

Dans la base de données PubMed, la série de mots clés suivante a été utilisée : ("Jaw Cysts"[Mesh] OR "Jaw Cysts" OR "Jaw Cyst" OR "Jaw Neoplasms"[Mesh] OR "jaw neoplasms" OR "jaw neoplasm" OR "Bone Cysts"[Mesh] OR "Bone cysts" OR "bone cyst") AND ("Cone-Beam Computed Tomography"[Mesh] OR "CBCT" OR "cone beam computed tomography") AND (child OR children OR child[MeSH] OR infant OR infants OR infant[MeSH] OR adolescent OR adolescents OR adolescent[MeSH]). L'équation a identifié 53 articles. Une sélection des articles pertinents a été réalisée par lecture du titre puis des résumés. Les articles non accessibles ont été exclus. Au final 29 articles ont été sélectionnés, lus et analysés. 29 entités pathologies kystiques ou tumorales bénignes ont été retrouvées dans les articles sélectionnés. Les titres des articles sont disponibles en annexe.

#### 2.1.2 Littérature « grise »

Afin de ne pas exclure certaines entités pathologiques du fait de la non-disponibilité avec texte intégral de certains articles, une lecture complémentaire de livres et d'autres articles scientifiques non indexés sur PubMed a été réalisée.

Les livres « Imagerie dentaire, sinusienne et maxillofaciale - du Cone beam à l'IRM »<sup>28</sup> de Martin-Duverneuil, et la deuxième Édition du livre « Référentiel Internat Chirurgie Orale »<sup>29</sup> ont permis d'étoffer les informations sur les entités diagnostiques. Mais c'est en grande partie le livre « Pediatric dentistry infancy through adolescence »<sup>30</sup> de Arthur J. Nowak qui a été utilisé. En effet, il compile les différents diagnostics possibles chez l'enfant à partir d'une image radiologique en fonction de la radiodensité et détaille leurs caractéristiques cliniques et radiologiques. Cela a permis de compléter

---

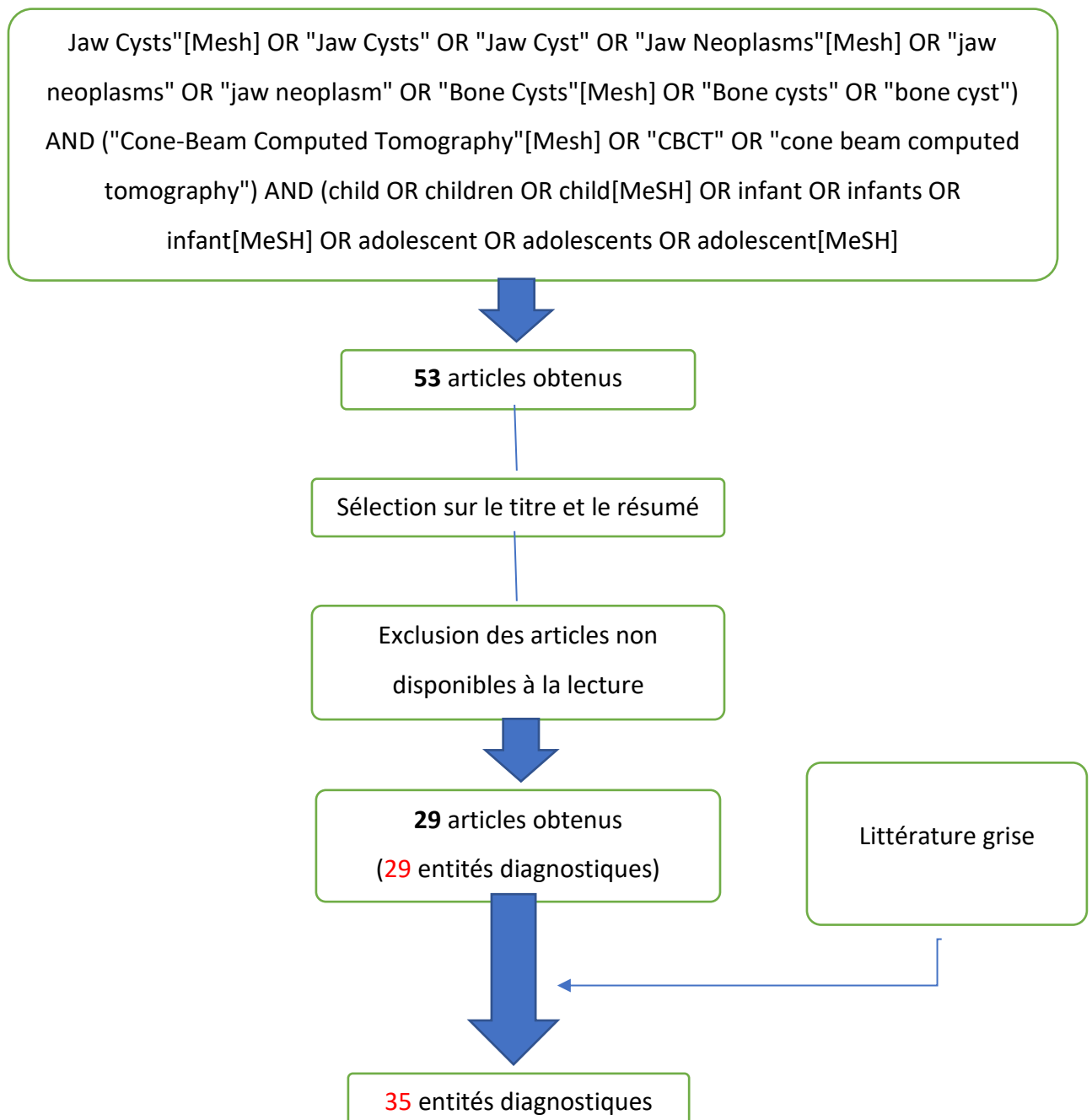
<sup>28</sup> Martin-Duverneuil, *Imagerie dentaire, sinusienne et maxillo-faciale : du cone beam à l'IRM*.

<sup>29</sup> Fricain et al., *Chirurgie orale*.

<sup>30</sup> Nowak, Christensen, et Townsend, *Pediatric dentistry*.

les informations sur les lésions déjà rapportées par les articles. Six diagnostics différentiels (histiocytose à cellules langerhansiennes, kyste osseux anévrysmal, cémentoblastome, ostéome, kyste odontogène glandulaire, tumeur mélanotique neuro-ectodermique de l'enfance), ont ainsi été ajoutés aux 29 précédentes distinguant au total 35 entités.

### 2.1.3 Chart Flow



## 2.1.4 Les kystes et tumeurs bénignes osseuses retrouvés chez l'enfant à partir des données de la littérature

Le tableau ci-après liste les 35 diagnostics possibles retrouvés chez l'enfant ainsi que leurs dénominations dans la nouvelle classification de 2017.

Tableau 1 : Noms des lésions retrouvées dans les articles selon la classification de 2017

N°	Dénomination retrouvée dans la classification de 2017	Nom de la lésion dans les articles sélectionnés
1		Histiocytose à cellules langerhansiennes <sup>31</sup>
2		Lacune de Stafne
3	Kyste collatéral inflammatoire	PARADENTAIRE: KYSTE DE LA FURCATION (BBC)
4	Kyste parodontal latéral	KYSTE PÉRIODONTAL LATÉRAL
5	Kyste osseux solitaire	KYSTE OSSEUX SOLITAIRE(SIMPLE)/TRAUMATIQUE
6	Kyste osseux anévrysmal	KYSTE OSSEUX ANÉVRYSMAL <sup>32</sup>
7	Granulome central à cellule géante	<b>GRANULOME RÉPARATEUR/CENTRAL A CELLULE GÉANTES</b>
8	Tumeur odontogène primordial	<b>TUMEUR ODONTOGENE PRIMODIALE (POT)</b>
9	Ostéome ostéoïde	<b>OSTÉOME OSTÉOÏDE</b>
10	Ostéoblastome	<b>OSTÉOBLASTOME</b>
11	Fibrome cémento-ossifiant	<b>FIBROME CÉMENTO OSSIFIANT</b>
12	Cémentoblastome	<b>CÉMENTOBLASTOME<sup>33</sup></b>
13	Ostéome	<b>OSTÉOME<sup>34</sup></b>
14	Odontome complexe	<b>ODONTOME COMPLEXE</b>
15	Ostéochondrome	<b>OSTÉOCHONDROME</b>
16	Améloblastome unikystique	<b>AMELOBLASTOME (unikystique)</b>
17	Fibrome améloblastique	<b>FIBROME AMÉLOBLASTIQUE</b>
18	Myxome/fibromyxome odontogène	<b>MYXOME ODONTOGÈNE</b>
19	Kyste radiculaire	KYSTE RADICULAIRE (LATÉRAL)
20	Kyste dentigère	KYSTE DENTIGÈRE
21	Kyste odontogène glandulaire	KYSTE ODONTOGÈNE GLANDULAIRE <sup>35</sup> (GOC)
22	Chérubisme	CHÉRUBISME
23	Kératokyste odontogène	KÉRATOKYSTE ODONTOGÈNE

<sup>31</sup> Nowak, Christensen, et Townsend.

<sup>32</sup> Nowak, Christensen, et Townsend.

<sup>33</sup> Nowak, Christensen, et Townsend.

<sup>34</sup> Nowak, Christensen, et Townsend.

<sup>35</sup> Nowak, Christensen, et Townsend.

24	Odontome	<b>FIBRO-DENTINOME AMÉLOBLASTIQUE (AFD)</b>
25	Odontome	<b>ODONTOME EN DÉVELOPPEMENT PÉRIPHÉRIQUE</b>
26	Odontome	<b>FIBRO-ODONTOME AMÉLOBLASTIQUE (AFO)</b>
27	Tumeur odontogène épithéliale calcifiante	<b>TUMEUR ODONTOGÈNE ÉPITHÉLIALE CALCIFIANTE (de Pindborg)</b>
28	Tumeur odontogène adénomatoïde	<b>TUMEUR ODONTOGÈNE ADÉNOMATOÏDE (AOT)</b>
29	Kyste odontogène calcifiée	KYSTE ODONTOGÈNE CALCIFIÉ (kyste de Gorlin)
30	Dysplasie fibreuse	<b>DYSPLASIE FIBREUSE</b>
31	Kyste du canal naso-palatin	KYSTE DU CANAL NASO PALATIN (NPDC)
32	Tumeur mélanotique neuro-ectodermique de l'enfance	<b>TUMEUR NEUROECTODERMIQUE MELANOMIQUE DE LA PETITE ENFANCE</b> <sup>36</sup>
33	Fibrome ossifiant	<b>FIBROME OSSIFIANT PSAMMOATOID JUVÉNILE (JPOF)</b>
34	Fibrome ossifiant	<b>FIBROME OSSIFIANT TRABÉCULAIRE JUVÉNILE (JTOF)</b>
35	Odontome composé	<b>ODONTOME COMPOSÉ</b>

Source : Auteur, Noms des lésions retrouvées dans les articles selon la classification de 2017, 2020.

Les kystes et les tumeurs apparaissent en lettres capitales, les tumeurs apparaissent en « gras ». Il faut noter la présence d'autres diagnostics pathologiques ou de variantes de la normale comme l'histiocytose à cellules langerhansiennes ou la lacune de Stafne qui ne font pas partie des kystes ou des tumeurs osseuses mais qui sont des diagnostics différentiels à prendre en compte.

## 2.2 Identification des critères cliniques et radiologiques discriminants

Les critères cliniques et radiologiques extraits à partir de la littérature ont été les suivants :

- Critères cliniques : âge, sexe, symptomatologie, test de sensibilité
- Critères radiologiques : arcade, site, radiodensité, taille, forme, uni/multiloculaire, limite, déplacement des structures environnantes, résorption dentaire, expansion de la corticale, expansion dans les tissus mous, association à une dent incluse.

Ces critères vont amener le praticien, notamment par élimination, à une ou plusieurs hypothèse(s) diagnostique(s). Il s'agit d'une approche par probabilité ; le diagnostic final ne peut être posé que par l'analyse anatomopathologique.

---

<sup>36</sup> Nowak, Christensen, et Townsend.

## 2.2.1 Tableau des critères

Afin de compiler et de définir les critères déterminants pour l'orientation diagnostique, un tableau qui rassemble, pour chaque lésion, l'ensemble des critères retrouvés dans la littérature a été construit. Dans l'idéal, pour pouvoir évoquer devant un tableau clinico-radiologique les 2 ou 3 diagnostics les plus probables parmi les 35 entités connues, il faudrait une combinaison de 4 critères qui soient spécifiques desdits diagnostics. Une association de critères sera jugée d'autant plus pertinente qu'elle permettra d'éliminer de nombreux diagnostics. En pratique, l'identification de critère isolé pertinent est complexe, compte tenu de l'absence de standardisation dans les rapports de cas et la variabilité des informations disponibles.

Tableau 2 : Tableau des critères clinico-radiologiques selon les diagnostics

	Diagnostics														Moyenne																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35									
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80

Source : Auteur, Tableau des critères clinico-radiologiques selon les diagnostics, 2020.



- Les critères sont rapportés à la ligne 38
- Les numéros de lignes correspondent aux numéros des diagnostics possibles du précédent tableau
- Le « + » signifie que l'information était rapportée par les articles
- Les cases sont en rouge lorsque le critère est jugé pertinent pour l'entité concernée  
Par exemple, le granulome central à cellules géantes (entité numéro 7) est majoritairement localisé à la mandibule ( colonne « arcade »).
- La ligne 36 comptabilise la somme de signes « + » pour chaque critère
- La ligne 37 décrit la distribution de chaque critère  
Par exemple, concernant l'âge « 2/22 (9) » signifie que 2 entités sont systématiquement retrouvées avant 10 ans, 22 le sont entre 10 ans et 20 ans et 9 entités ne sont pas corrélées à l'âge

Pour plus de clarté voici le détail de cette distribution :

- Sexe : 10/4 (21) : garçons/filles (non corrélées au critère)
- Symptomatologie : 21/4(10) : douleur/∅ douleur (non corrélées au critère)
- Test de sensibilité au froid : 9/1(25) : test positif/test négatif (non corrélées au critère)
- Arcade : 15/6(14) : mandibule/maxillaire (non corrélées au critère)
- Site : 18/9(8) : secteur postérieur/secteur antérieur (non corrélées au critère)
- Radiodensité :18/5/5(7) : radioclaire/radio mixte/ radio-opaque (non corrélées au critère)
- Taille : 9/4(22) : supérieure à 20mm/inferieure à 20mm (non corrélées au critère)
- Forme : 9/7(19) : formes communes/formes moins communes (non corrélées au critère)
- Uni/multiloculaire : 18/2(15) : uniloculaire/multiloculaire (non corrélées au critère)
- Limite : 23/2(10) : bien définie/mal définie (non corrélées au critère)
- Déplacement de structures environnantes : 22(13) : peuvent être associées à des déplacements possibles (non corrélées au critère)
- Résorption dentaire : 11(24) : peuvent être associées à des résorptions dentaires (non corrélées au critère)
- Expansion de la corticale : 21(14) : peuvent être associées à une expansion de la corticale vestibulaire ou linguale/palatine (non corrélées au critère)
- Expansion dans les tissus mous : 6(29) : peuvent être associées à une extension dans les tissus mous (non corrélées au critère)
- Association à une dent incluse : 14(21) : peuvent être associées à une dent incluse (non corrélées au critère)

Enfin, les deux colonnes de chiffres à droite du tableau correspondent à la somme des critères pertinents pour chaque diagnostic ( la colonne de gauche comptabilise pour l'ensemble des critères décrits dans la littérature, la plus à droite comptabilise pour les critères qui ont été retenus), la moyenne du nombre de critères est indiquée en bas des colonnes respectivement huit et six critères pertinents.

Par exemple pour l'entité 1 (histiocytose à cellules langerhansiennes), sont rapportés dans la littérature, 7 critères ( sexe, arcade, site, radiodensité, taille, forme, déplacement de structure possible), parmi ces 7 critères décrits dans la littérature, seulement 5 ont été retenus.

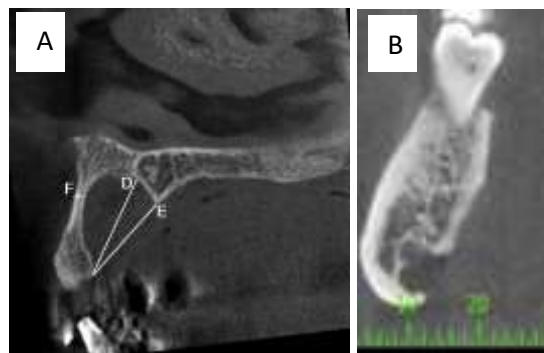
## 2.2.2 Critères retenus

### 2.2.2.1 Critères de premier ordre

#### Arcade :

Ce critère est renseigné dans toutes les entités retrouvées chez l'enfant. Certaines apparaissent presque systématiquement dans une des deux arcades. Par exemple, le kyste du canal naso-palatin n'est diagnostiqué qu'au maxillaire dans la région du canal naso-palatin. De même, la lacune de Stafne (qui n'est pas pathologique) est découverte de manière fortuite dans l'angle mandibulaire.

Figure 18 : Kyste du canal naso palatin au maxillaire (A) et lacune de Stafne à la mandibule (B)



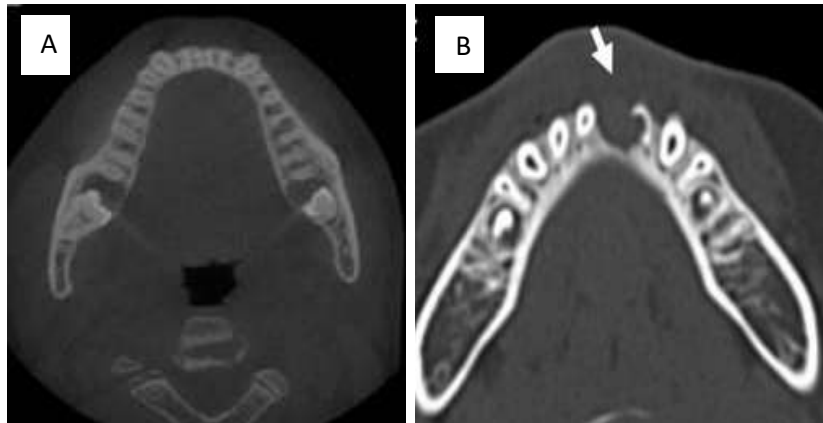
Source : Suter et al., « The nasopalatine duct cyst : an analysis of the relation between clinical symptoms, cyst dimensions, and involvement of neighboring anatomical structures using cone beam computed tomography », 2011. Chen and al., « Stafne bone defect of the molar region of the mandible », 2019.

#### Site :

Le site de la lésion -antérieure ou postérieure- est aussi un critère important, certaines entités apparaissant de manière plus fréquente dans certaines zones. Cette localisation est à prendre en compte pour orienter nos hypothèses diagnostiques dans un premier temps. Le kyste dentigère par

exemple se situe généralement en site mandibulaire postérieur tandis que le granulome central à cellule géante aura plus tendance à se situer en antérieur de la mandibule.

Figure 19 : Kyste dentigère localisé sur les troisièmes molaires mandibulaires (A) et Granulome central à cellule géante localisé à la mandibule antérieure (B)



Source : Bergamini et al., « Unusual multiple dentigerous cysts evaluated by cone beam computed tomography : a case report on non-syndromic patient », 2020. Oda et al., « Central giant cell lesion of the mandible in a 2-year old girl », 2017.

Dans ce travail, la zone antérieure comprend les régions canines et incisives, et que la zone postérieure englobe la région prémolo-molaire ainsi que l'angle et le ramus pour la mandibule. Seul l'ostéochondrome apparaît plus fréquemment au niveau du condyle.

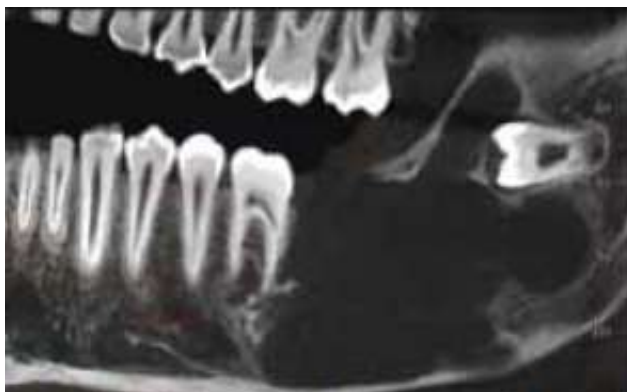
#### Symptomatologie :

Certaines pathologies osseuses sont accompagnées de douleurs plus ou moins intenses calmées ou non par la prise de médicaments, comme par exemple l'ostéome ostéoïde dont la douleur cède aux l'AINS. D'autres sont totalement indolores et de découverte fortuite lors d'un examen de routine. C'est le cas notamment du kyste parodontal latéral. Il est important de rappeler que de nombreuses lésions peuvent devenir douloureuses si l'expansion progresse.

#### Radiodensité :

Une image radiologique est radioclaire lorsque les rayons X qui ont traversé la zone exposée n'ont pas ou peu été atténués par la matière ; l'image paraît sombre. Lorsqu'il y a par exemple une diminution de la densité osseuse, une lacune ou une résorption osseuse, alors l'image projetée sur le capteur sera radioclaire.

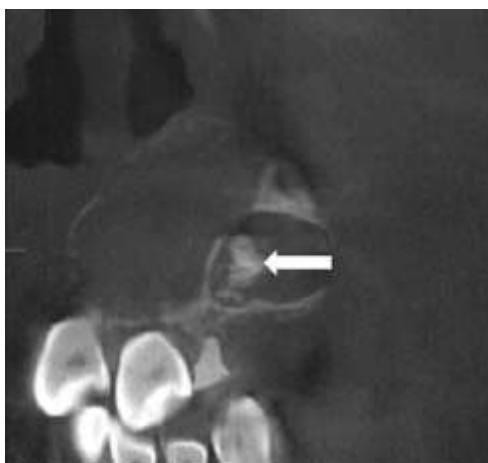
Figure 20 : Image radioclaire d'un fibrome améloblastique



Source : Ferrazzano et al., « Paediatric oral surgery : endoscopic approach in ameloblastic fibroma management. A preliminary report », 2018.

A l'inverse, lorsque des zones traversées par les rayons X sont très minéralisées, alors les rayons X seront plus fortement atténués que le reste du champ de vue et la région concernée apparaîtra radio opaque sur les images radiologiques.

Figure 21 : Image de densité mixte d'un kyste odontogène calcifié



Source : Chindasombatjaroen et al., « Calcifying cystic odontogenic tumor associated with other lesions : case report with cone-beam computed tomography findings », 2012

Certaines pathologies osseuses ont la particularité d'avoir des dépôts de calcifications ou la formation d'une néo minéralisation qui se développe après une première phase de destruction osseuse. Cela entraîne sur l'imagerie une/des radio-opacité(s) à l'intérieur de l'image radioclaire, on dit alors que cette image est de densité mixte.

Figure 22 : Image radio-opaque au maxillaire d'une dysplasie fibreuse



Source : Kochanowski et al., « Radiographic diagnosis of fibrous dysplasia in maxilla », 2018

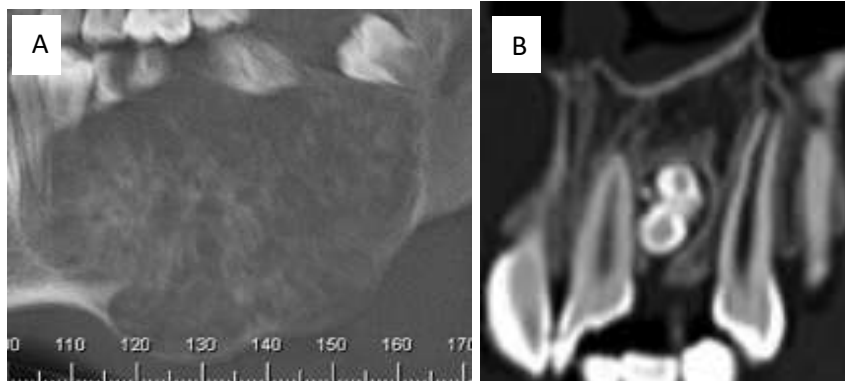
A l'examen panoramique, il peut être difficile de constater la présence de calcifications au sein d'une image radioclaire, surtout lorsque certaines calcifications sont débutantes. En effet, une même entité peut apparaître radio claire initialement et devenir progressivement radio mixte en fonction de son stade de maturation. C'est le cas du cémentoblastome par exemple. Sur ce dernier point, le CBCT a montré son efficacité grâce à sa meilleure résolution comparativement à la tomodensitométrie, permettant une meilleure orientation diagnostique pour certaines lésions.

Taille :

Certaines pathologies osseuses sont discrètes et ne mesurent que quelques millimètres, c'est le cas notamment du kyste parodontal latéral ou de l'ostéome ostéoïde tandis que d'autres peuvent atteindre plusieurs centimètres, par exemple le granulome réparateur à cellules géantes ou de la tumeur odontogène primordiale.

Le CBCT a l'avantage de pouvoir explorer le volume dans des conditions optimums. Il permet donc de mesurer précisément la taille des lésions selon leurs plus grands axes, voire d'en calculer le volume.

Figure 23 : Image d'un ostéoblastome supérieur à 20 mm(A) et odontome composé inférieur à 20mm(B)



Source : Pontual et al., « Aggressive multilocular osteoblastoma in the mandible : a rare and difficult case to diagnose », 2014. Oda et al., « A spatial association between odontomas and the gubernaculum tracts », 2016.

#### Uni/multiloculaire:

Une lésion est dite uniloculaire lorsque la lésion se développe au sein d'une cavité unique. A l'inverse, s'il y a plusieurs petites cavités côte à côte, on dit que la lésion est multiloculaire. Le cloisonnement ou non de la lésion, définissant ainsi son aspect uni ou multiloculaire, est une des caractéristiques qu'il est possible de discriminer aussi bien sur le CBCT que sur une imagerie panoramique.

Certaines lésions peuvent prendre les deux aspects, mais d'autres ont une des deux formes plus fréquente, voire systématique, il est donc important de relever cette spécificité lors du radiodiagnostic.

Figure 24 : Image d'un ostéoblastome multiloculaire à la mandibule (A) et image d'un kyste osseux solitaire uniloculaire à la mandibule (B)



Source : Pontual et al., « Aggressive multilocular osteoblastoma in the mandible : a rare and difficult case to diagnose », 2014. An et al., « Multiple simple bone cysts of the jaws : review of the literature and report of three cases », 2014.

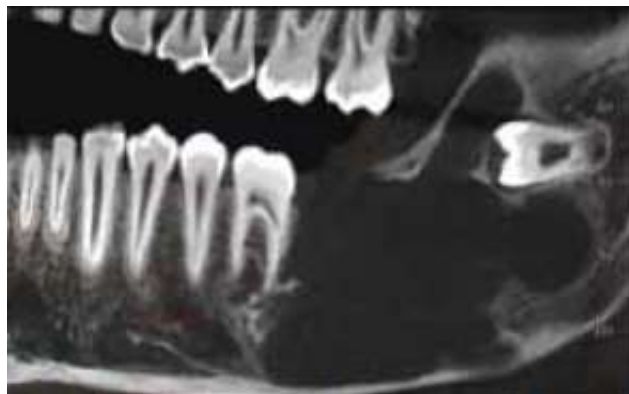
### 2.2.2.2 Critères de second ordre

Les critères de second ordre sont pertinents pour certaines lésions, mais leurs fréquences d'apparition au sein de ces lésions sont variables. Il est donc essentiel de les noter, car leur présence va augmenter la probabilité d'avoir les hypothèses diagnostiques les plus justes possibles, en éliminant d'autres entités où ces caractéristiques sont inexistantes.

#### Déplacement des structures environnantes :

Certaines lésions osseuses peuvent entraîner le déplacement de dents, de germe ou de structure noble (telle que le nerf alvéolaire inférieur) lors de leur développement. D'ailleurs, Il arrive parfois que ce soient ces déplacements dentaires qui amènent le patient à consulter. Ces lésions ont plutôt tendance à avoir une croissance lente, ce qui permet au tissu osseux ou dentaire environnant d'opérer un remodelage et d'accompagner la croissance et l'extension de la lésion.

Figure 25 : Image d'un fibrome améloblastique refoulant le nerf alvéolaire inférieur en apical et la deuxième molaire mandibulaire gauche



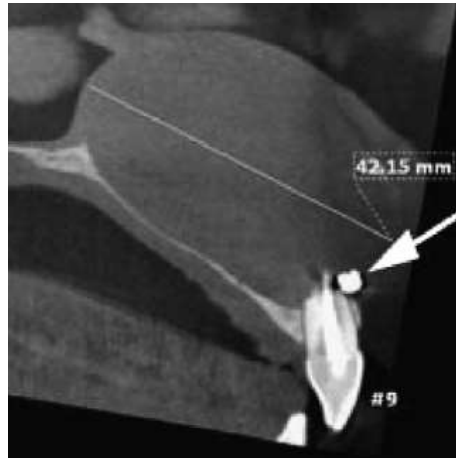
Source : Ferrazzano et al., « Paediatric oral surgery : endoscopic approach in ameloblastic fibroma management. A preliminary report », 2018.

Sur l'ensemble des entités retrouvées, 22 pouvaient entraîner un déplacement de structures environnantes.

#### Résorptions dentaires :

A l'inverse, certaines lésions osseuses évoluent plus rapidement et/ou s'accompagnent d'une inflammation au frontière de la lésion entraînant une résorption dentaire, le plus souvent radiculaire.

Figure 26 : Résorption radiculaire d'une incisive centrale supérieure gauche par un kyste du canal naso-palatin avec la présence d'un matériau endodontique au-delà de l'apex



Source : Suter et al., « Expansive nasopalatine duct cysts with nasal involvement mimicking apical lesions of endodontic origin : a report of two cases », 2011.

Pour quelques lésions, il est possible de constater conjointement des déplacements dentaires et des résorptions radiculaires

#### Expansion osseuse de la corticale :

L'expansion osseuse est un phénomène qui arrive lors du développement de certaines lésions. Cela se produit généralement par apposition périostée, le plus souvent sur la face vestibulaire et une tuméfaction est généralement retrouvée à l'examen clinique.

A l'examen radiologique 3D, il est important de noter l'aspect des corticales, si elles sont amincies ou si elles ont été perforées par la lésion afin d'évaluer l'extension de celle-ci et déterminer si elle reste cantonnée en intra osseux ou s'exteriorise vers les tissus mous. Si c'est le cas, le praticien est amené à faire réaliser une IRM pour déterminer avec précision cette extension vers les parties molles.

Certaines pathologies sont caractéristiques du fait de leur expansion vestibulaire, c'est le cas notamment du kyste de la furcation dont l'expansion vestibulaire est particulièrement marquée au niveau des premières molaires en cours d'éruption.



Figure 27 : Image de l'expansion de la corticale vestibulaire de la première molaire mandibulaire gauche causée par un kyste de furcation vestibulaire



Source : Jih, « Three types of ossifying fibroma : a report of 4 cases with an analysis of CBCT features », 2020.

L'expansion osseuse concerne 11 des 35 entités retrouvées chez l'enfant.

#### Association à une dent incluse :

Certaines lésions sont associées le plus souvent à des dents incluses ou enclavées, c'est le cas notamment du kyste dentigère associé à la troisième molaire par exemple. De plus, il est possible de distinguer les lésions qui entourent une partie de la dent de celle qui englobe toute la dent. Enfin certaines lésions sont retrouvées autour de dents surnuméraires.

Même si cette caractéristique est variable et non systématique pour une même lésion, il est important de la noter, car l'association à une dent incluse va parfois permettre de distinguer deux lésions dont les autres critères semblent identiques.

Figure 28 : Incisive centrale mandibulaire gauche incluse dans un fibro-dentinome améloblastique



Source : Salehinejad et al., « Ameloblastic fibrodentinoma : report of a rare case », 2013.

#### Âge :

L'étude se faisant chez les enfants, il a été décidé de fixer la limite d'âge de 20 ans, les données retrouvées dans la littérature fonctionnant par décennie.

En fonction de l'âge et du développement de l'enfant, certaines pathologies sont plus susceptibles de se retrouver avant ou après 10 ans. Par exemple, la tumeur mélanotique neuro-ectodermique de la petite enfance se retrouve plutôt chez les nourrissons entre 4 et 18 mois. D'autres lésions, comme le kyste périodontal latéral se retrouve plutôt chez le jeune adulte vers 18-20 ans.

Même si ce critère est très bien renseigné dans les articles, sur les 35 entités listées, seules deux entités surviennent systématiquement en dessous de 10 ans. Cependant 22 entités étaient retrouvées systématiquement après 10 ans. Du fait de la disparité de la distribution de ce critère parmi les 35 entités, l'âge n'est qu'un critère de second ordre.

### **2.2.3 Critères non retenus**

#### **2.2.3.1 Critères peu pertinents**

##### Sexe :

Certaines lésions vont avoir tendance à survenir plus souvent chez le garçon ou la fille. Cependant, la prédilection du genre n'a pas été retenue car bien que presque systématiquement rapporté dans les articles, le ratio homme femme n'est pas assez déséquilibré pour en faire un critère discriminant. La lacune de Stafne apparaît six fois plus souvent chez l'homme que chez la femme.

##### Forme :

Les lésions retrouvées avaient le plus souvent des formes similaires, à savoir circulaire, ovale ou ellipsoïde. De plus, pour certaines pathologies il n'y avait pas de vraies distinctions entre les lésions car les formes pouvaient être inconstantes pour une même lésion. Cette caractéristique n'a donc pas paru pertinente pour discriminer les lésions entre elles. Enfin, elle n'était pas systématiquement rapportée par les articles.

##### Limite :

La limite de la lésion peut être bien ou mal définie et bordée d'un liseré d'ostéocondensation sclérotique ou non. Dans cette recherche, une très grande majorité des entités cliniques ont des bords bien définis et nets, ce critère est donc peu pertinent pour discriminer les kystes et les tumeurs bénignes entre eux.

### 2.2.3.2 Critères dont les données sont manquantes

#### Extension de la lésion dans les tissus mous :

Certaines lésions peuvent envahir les tissus mous, c'est le cas notamment de certains ostéoblastomes agressifs ou du myxome odontogène. Il est donc nécessaire de décrire l'envahissement des tissus mous lors de l'analyse radiologique. Cependant, ce critère sera plutôt associé aux tumeurs malignes et est donc trop peu retrouvé au cours des recherches ciblant ici les kystes et tumeurs bénignes du maxillaire.

#### Test de sensibilité au froid :

Certaines lésions ont une origine dentaire et sont associées à une inflammation et infection de la pulpe dentaire, c'est le cas du kyste radiculaire. Il est donc important de pouvoir contrôler la sensibilité de la pulpe des dents adjacentes à la lésion par un test électrique ou un test au froid pour orienter les hypothèses diagnostiques vers une origine endodontique ou non. Mais lors de l'analyse de la littérature, 10 entités renseignent la sensibilité parmi lesquelles, une seule, répond de manière négative (dents non vivantes).

Pour faciliter l'orientation diagnostique, un arbre décisionnel a été réalisé à partir des critères cliniques et radiologiques, considérés dans ce travail comme discriminant.

## 3 : Résultat et arbre décisionnel

---

### 3.1 Utilité d'un arbre décisionnel dans la pratique quotidienne du chirurgien-dentiste

Afin de faciliter l'orientation diagnostique et pour permettre au praticien d'être guidé face à une image radiologique parfois déroutante, il a été décidé de construire un arbre décisionnel qui reprendra les critères de premier et de second ordre précités.

Le chirurgien-dentiste est confronté dans sa pratique quotidienne à de nombreux patients qu'il suit régulièrement pour des contrôles et soins bucco-dentaires. Parmi ce panel de patients, certains sont des enfants qui peuvent développer des kystes ou des tumeurs osseuses, il est donc essentiel que le chirurgien-dentiste puisse les soigner et/ou les réorienter vers un spécialiste le cas échéant.

Face à une image radiologique pathologique, il n'est pas évident pour tout chirurgien-dentiste de pouvoir formuler avec justesse une ou plusieurs hypothèses diagnostiques parmi les nombreux diagnostics possibles, surtout si le praticien n'est pas spécialisé, et de ce fait, peu confronté à ces pathologies.

L'arbre décisionnel a l'avantage de pouvoir guider à travers son arborescence le praticien jusqu'aux hypothèses diagnostiques les plus probables, à l'aide de 10 questions.

- L'image est-elle au maxillaire ou à la mandibule ?
- L'image est-elle en postérieur ou en antérieur ?
- Le patient décrit-il des douleurs ?
- L'image est-elle radioclaire, de densité mixte ou radio opaque ?
- La taille de la lésion est-elle inférieure ou supérieure à 20 mm de grand axe ?
- La lésion semble-t-elle unie ou multiloculaire ?
- Y a-t-il un déplacement de structures environnantes (dent ou nerf) ?
- Y a-t-il une résorption dentaire associée ?
- Y a-t-il une expansion osseuse en vestibulaire ou en linguale/palatin ?
- La lésion est-elle associée à une dent incluse ?

L'arbre permet ainsi à un praticien expérimenté d'arriver à une liste d'hypothèses diagnostiques probables sans connaître initialement pour chaque entité l'ensemble de ces critères ainsi que ses variabilités. L'analyse et le résultat sont fiables et reproductibles et, seule une bonne connaissance descriptive des différents critères est requise pour aboutir aux hypothèses diagnostiques.

## 3.2 Construction de l'arbre décisionnel

Les critères retenus pour décrire la lésion sont successivement : l'arcade, le site, la symptomatologie, la radiodensité, la taille, uni/multiloculaire, puis le déplacement des structures environnantes, la résorption dentaire, l'expansion de la corticale et l'association à une dent incluse.

### 3.2.1 Cheminement au sein de l'arbre décisionnel

Chaque critère divise un bloc d'hypothèses en deux ou trois, comme suit :

Arcade : mandibulaire ou maxillaire

Site : postérieur ou antérieur

Symptomatologie : douleur ou Ø douleur

Radiodensité : radioclaire, radio mixte ou radio opaque

Taille : inférieure à 20 mm ou supérieure à 20mm

Uniloculaire ou multiloculaire

Pour les critères secondaires, seules les entités pour lesquelles la présence du critère est possible sont notées dans les blocs correspondants. C'est à dire, la présence d'un déplacement de structures voisines, la présence de résorption dentaire, la présence d'une expansion corticale et la présence d'une dent incluse au sein de la lésion.

### 3.2.2 Optimisation de l'arbre décisionnel

Pour une meilleure visualisation et un meilleur agencement, l'arbre décisionnel est construit en deux temps. Après avoir appliqué les critères d'arcade, du site, de la symptomatologie et de la radiodensité, nous obtenons vingt-quatre blocs qui ont été classés dans l'ordre alphabétique. Pour chacun de ces différents blocs, la suite des critères a été appliquée. Puis, comme explicité dans le paragraphe « les critères secondaires », l'orientation diagnostique peut être affinée grâce aux critères secondaires.

Du fait de la disparité du critère de l'âge, il a été décidé de faire apparaître celui-ci à l'aide d'un code couleur dans le bloc de fin de chaîne. Les numéros en **vert** sont des diagnostics qui n'apparaissent qu'avant l'âge de 10 ans et ceux en **gris** qu'après l'âge de 10 ans.

Enfin, dans ce même bloc de fin de chaîne, les lésions sont classées en fonction du nombre de critères pertinents retrouvés, et de leur prévalence dans la population pédiatrique lorsque celle-ci est connue.<sup>37</sup>

---

<sup>37</sup> Suter et al., « Expansive Nasopalatine Duct Cysts with Nasal Involvement Mimicking Apical Lesions of Endodontic Origin »; Bodner, « Cystic lesions of the jaws in children »; Lo Muzio et al., « Cystic lesions of the jaws »; Robinson, « Diagnosing the most common odontogenic cystic and osseous lesions of the jaws for the

### 3.2.3 Tableau des diagnostics inclus dans l'arbre décisionnel

Les diagnostics ont été numérotés de (1) à trente-cinq (35).

Tableau 3 : Tableau des diagnostics retrouvés dans l'arbre décisionnel

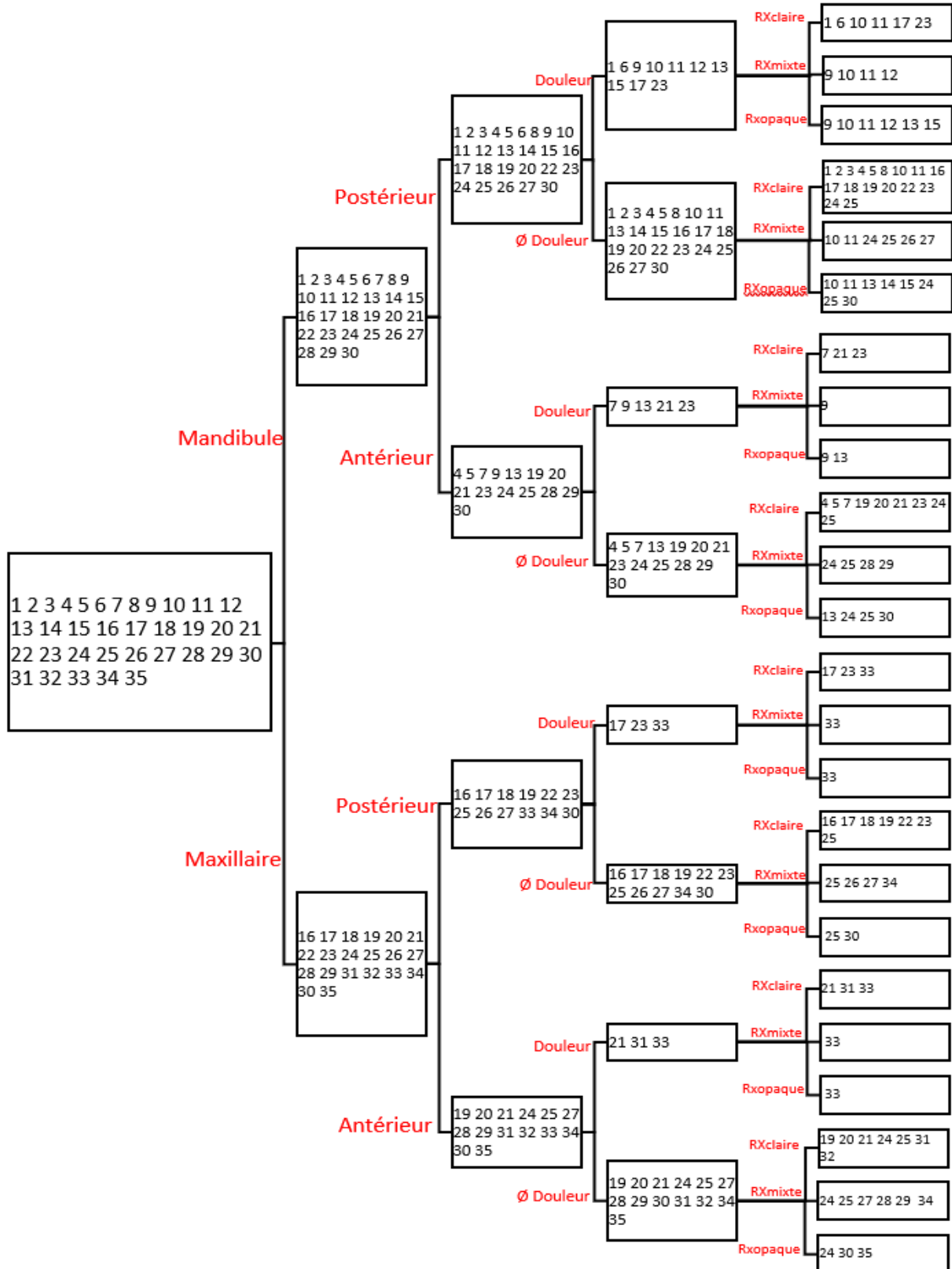
N°	Nom du diagnostic
1	Histiocytose à cellules langerhansiennes
2	Lacune de Stafne
3	KYSTE PARADENTAIRE: KYSTE DE FURCATION (BBC)
4	KYSTE PÉRIODONTAL LATÉRAL
5	KYSTE OSSEUX SOLITAIRE(SIMPLE)/TRAUMATIQUE
6	KYSTE OSSEUX ANÉVRYSMAL
7	<b>GRANULOME RÉPARATEUR/CENTRAL A CELLULE GÉANTES</b>
8	<b>TUMEUR ODONTOGENE PRIMORDIALE (POT)</b>
9	<b>OSTÉOME OSTÉOÏDE</b>
10	<b>OSTÉOBLASTOME</b>
11	<b>FIBROME CÉMENTO OSSIFIANT</b>
12	<b>CÉMENTOBLASTOME</b>
13	<b>OSTÉOME</b>
14	<b>ODONTOME COMPLEXE</b>
15	<b>OSTÉOCHONDROME</b>
16	<b>AMELOBLASTOME (unikystique)</b>
17	<b>FIBROME AMÉLOBLASTIQUE</b>
18	<b>MYXOME ODONTOGÈNE</b>
19	KYSTE RADICULAIRE (LATÉRAL)
20	KYSTE DENTIGÈRE
21	KYSTE ODONTOGÈNE GLANDULAIRE (GOC)
22	CHÉRUBISME
23	KÉRATOKYSTE ODONTOGÈNE
24	<b>FIBRO-DENTINOME AMÉLOBLASTIQUE (AFD)</b>
25	<b>ODONTOME EN DÉVELOPPEMENT PÉRIPHÉRIQUE</b>
26	<b>FIBRO-ODONTOME AMÉLOBLASTIQUE (AFO)</b>
27	<b>TUMEUR ODONTOGÈNE ÉPITHÉLIALE CALCIFIANTE</b>
28	<b>TUMEUR ODONTOGÈNE ADÉNOMATOÏDE (AOT)</b>

practicing pathologist »; da Silva et al., « Epidemiologic study of odontogenic and non-odontogenic cysts in children and adolescents of a brazilian population »; Mosier, « Lesions of the jaw »; Bilodeau et Collins, « Odontogenic cysts and neoplasms »; Soluk Tekkesin et al., « Odontogenic lesions in a pediatric population ».

29	KYSTE ODONTOGÈNE CALCIFIÉ ( kyste de Gorlin)
30	<b>DYSPLASIE FIBREUSE</b>
31	KYSTE DU CANAL NASO-PALATIN (NPDC)
32	<b>TUMEUR NEUROECTODERMIQUE MELANOMIQUE DE LA PETITE ENFANCE</b>
33	<b>FIBROME OSSIFIANT PSAMMOATOID JUVÉNILE (JPOF)</b>
34	<b>FIBROME OSSIFIANT TRABÉCULAIRE JUVÉNILE (JTOF)</b>
35	<b>ODONTOME COMPOSÉ</b>

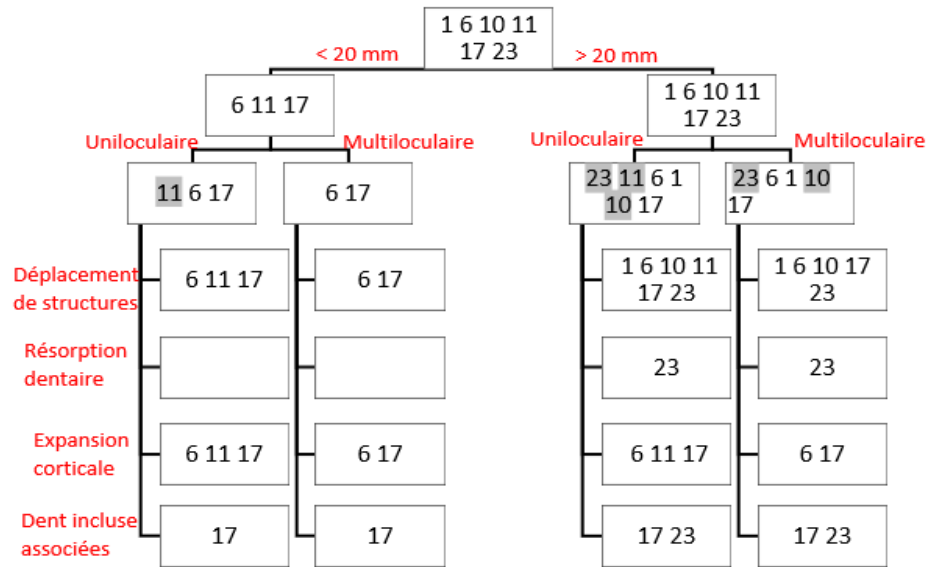
Source : Auteur, Tableau des diagnostics retrouvés dans l'arbre décisionnel,2020.

### 3.3. Arbre décisionnel

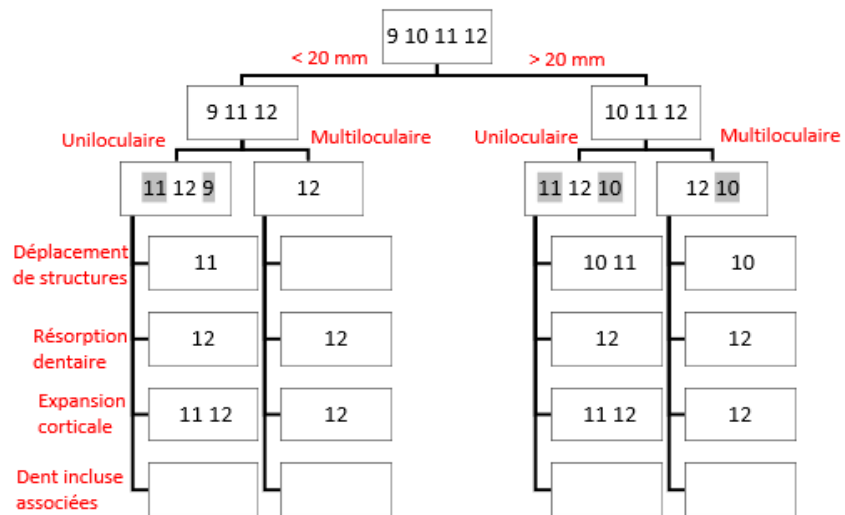




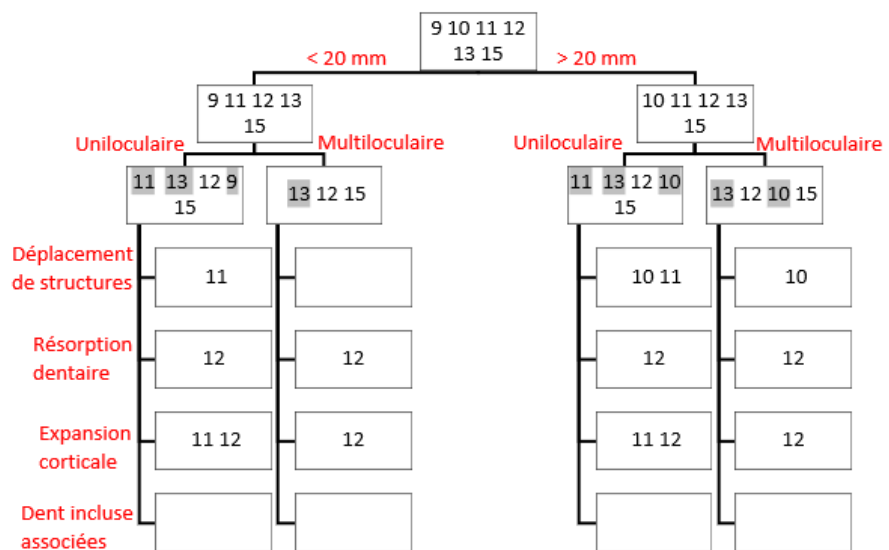
A



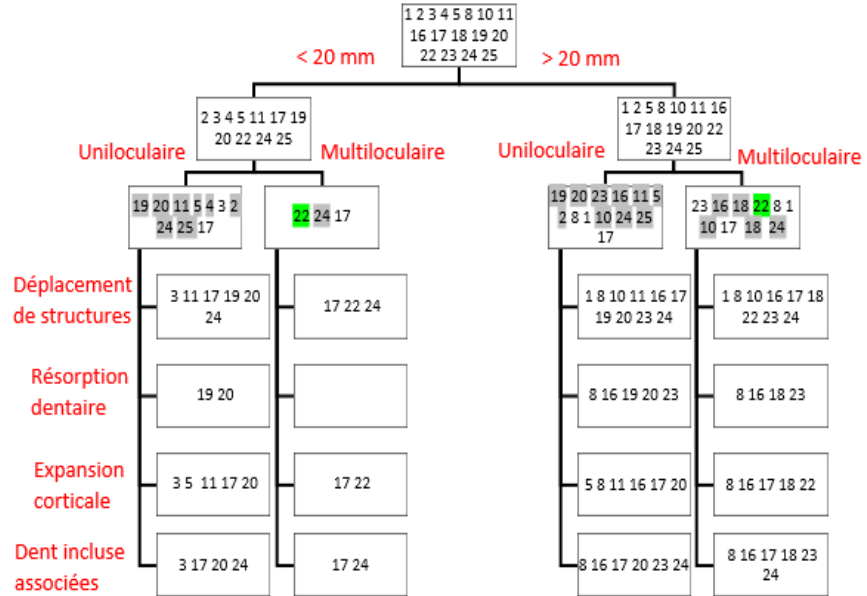
B



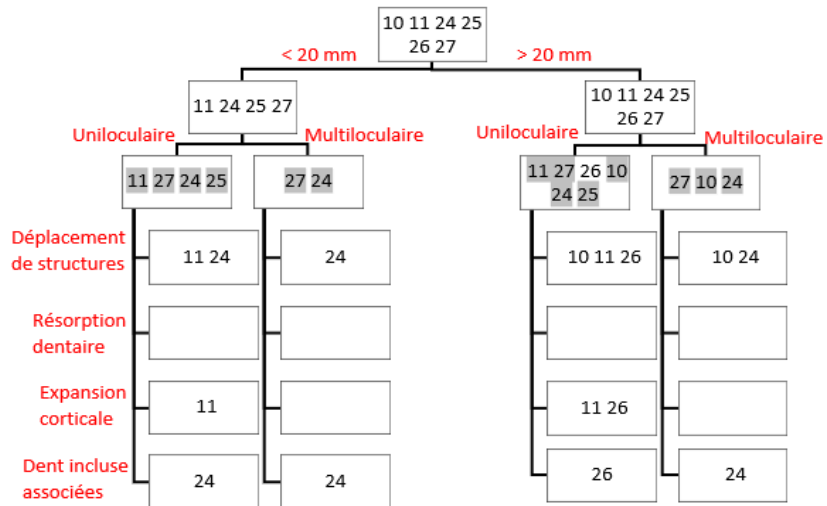
C



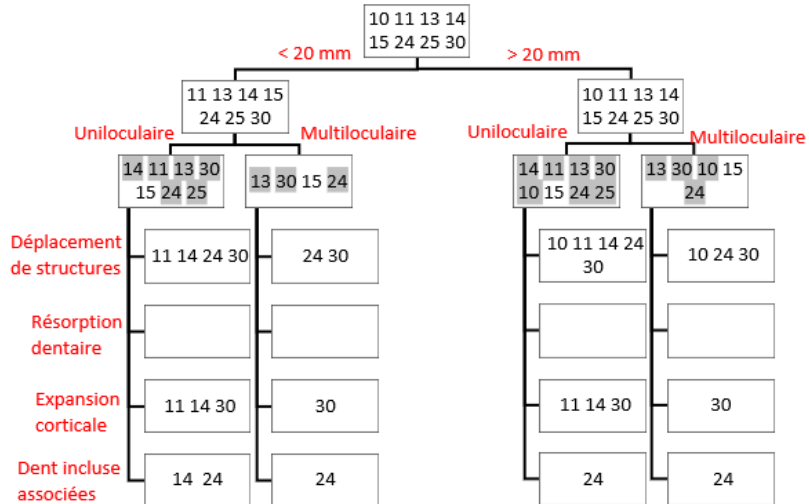
D



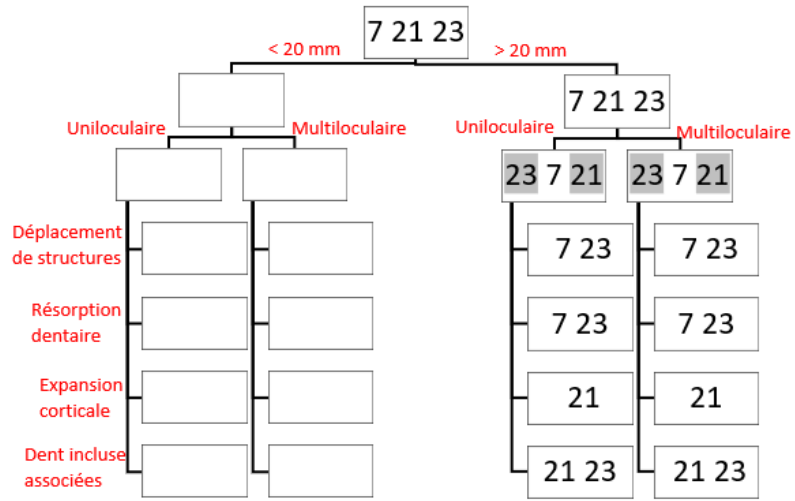
E



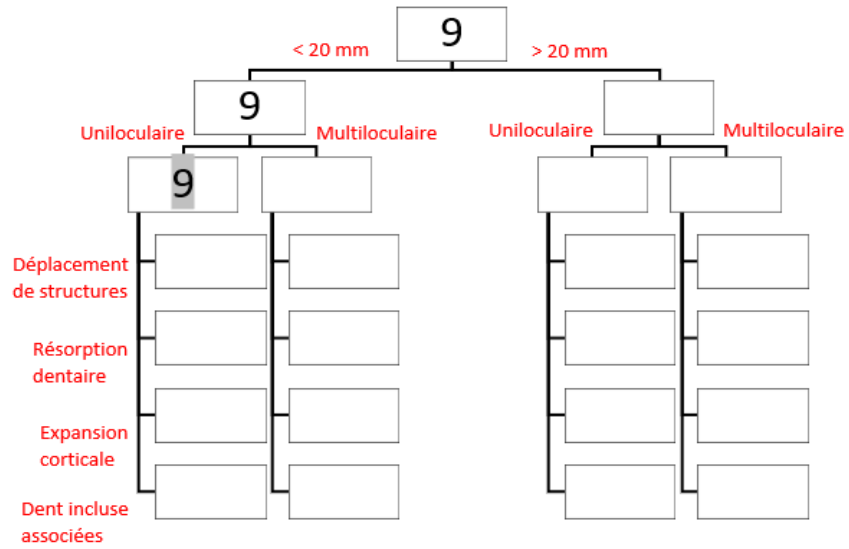
F



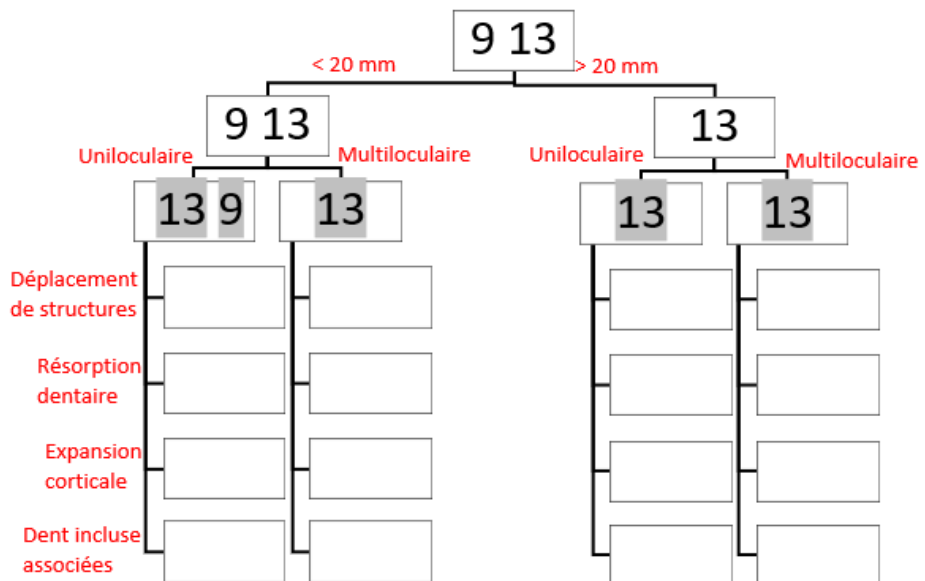
G



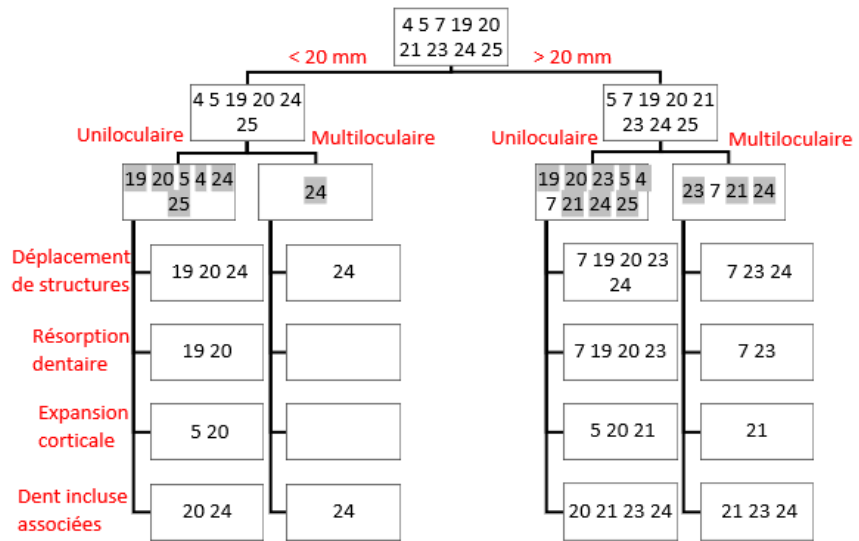
H



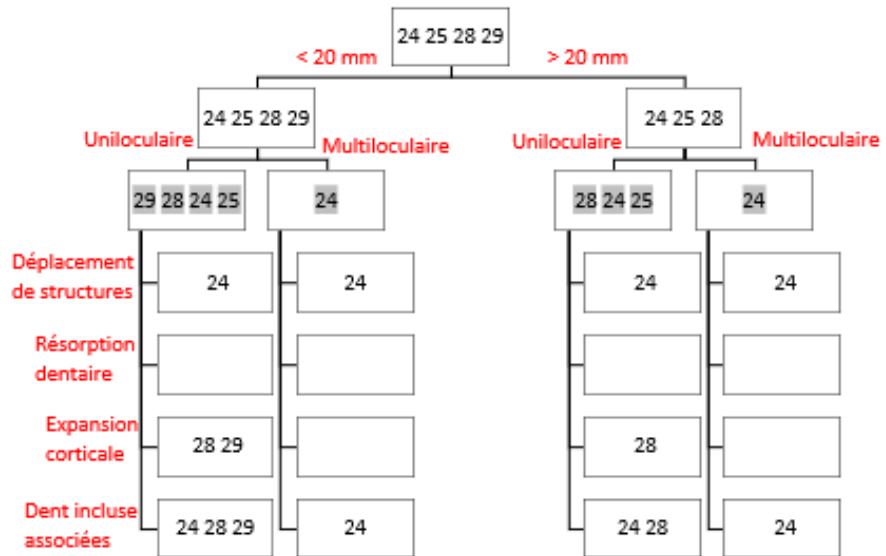
I



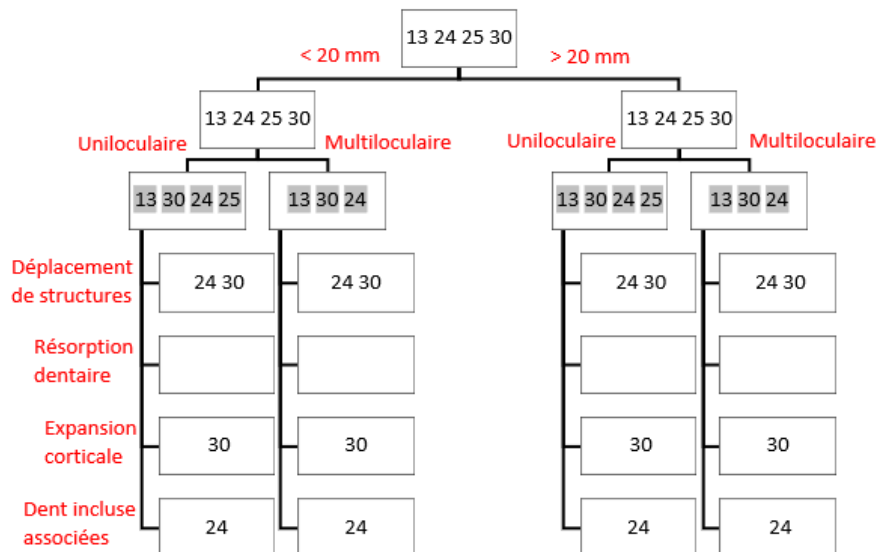
J



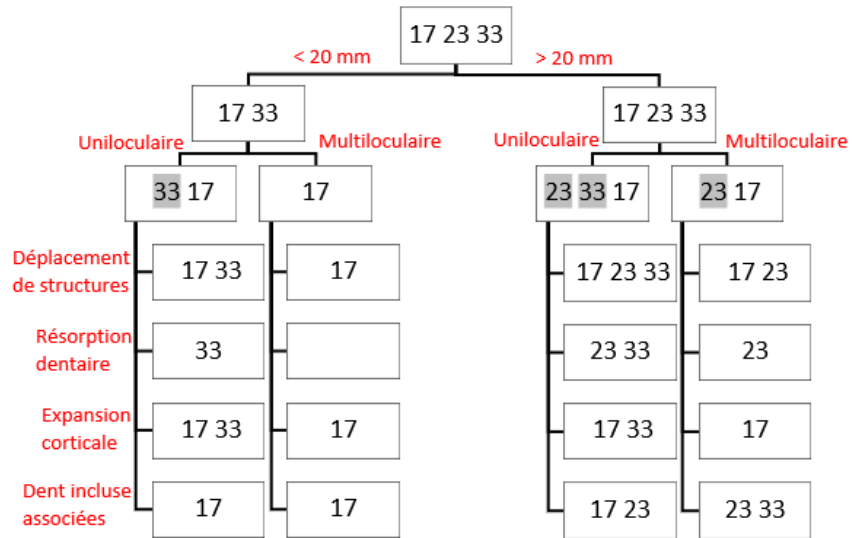
K



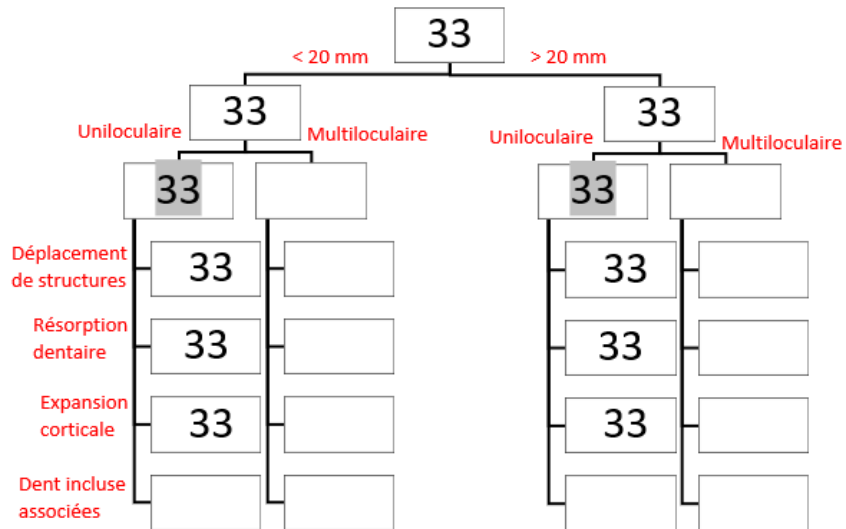
L



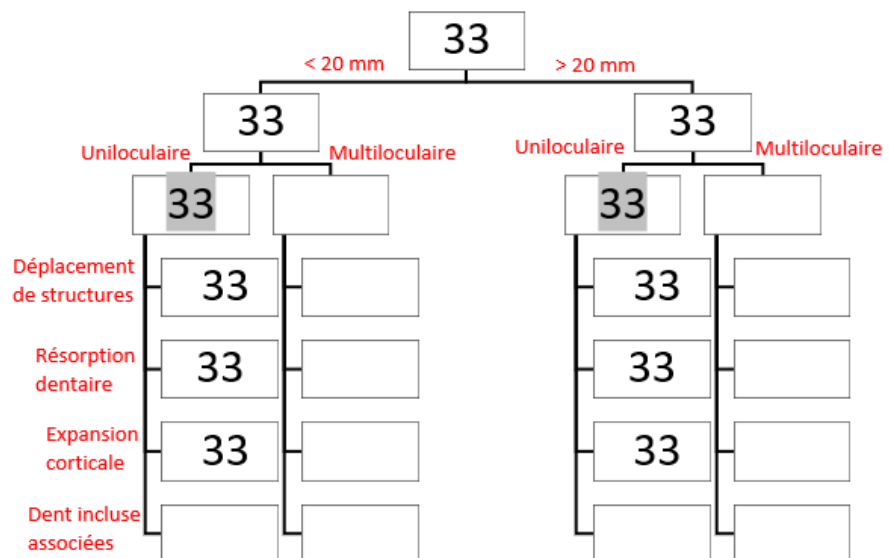
M



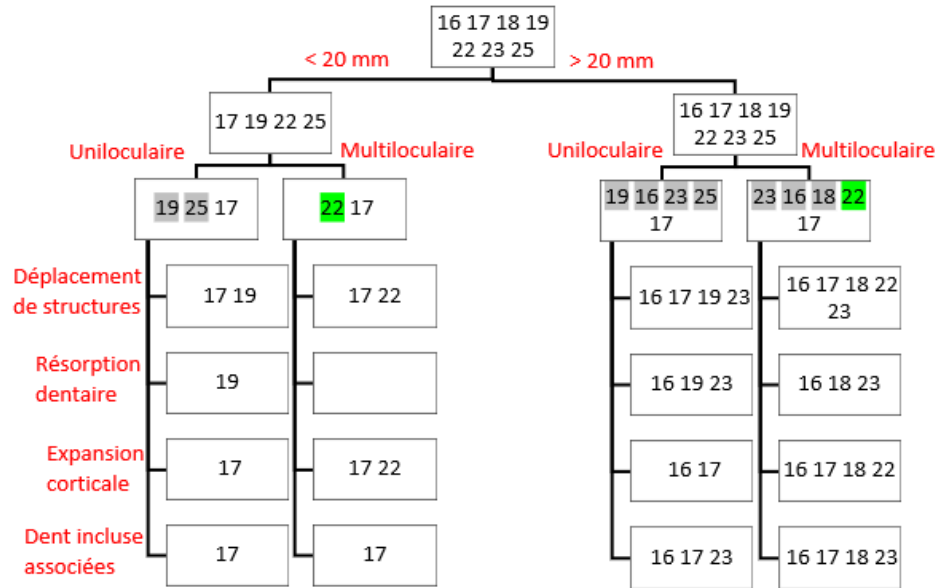
N



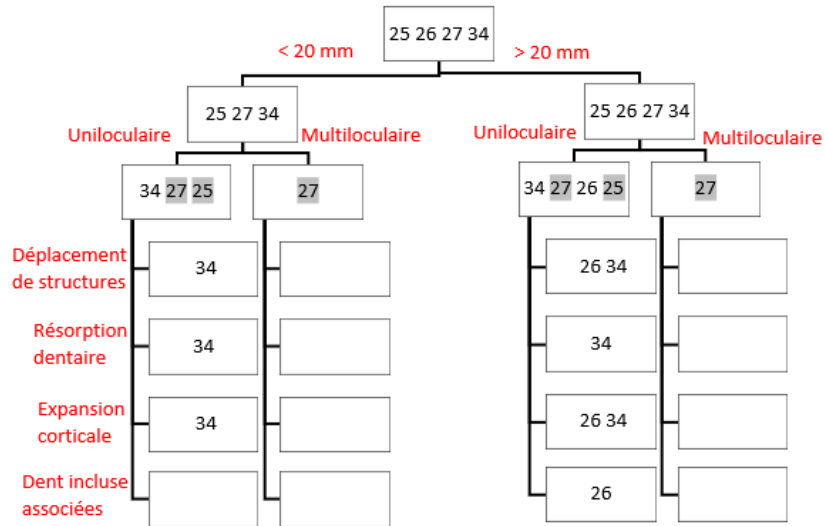
O



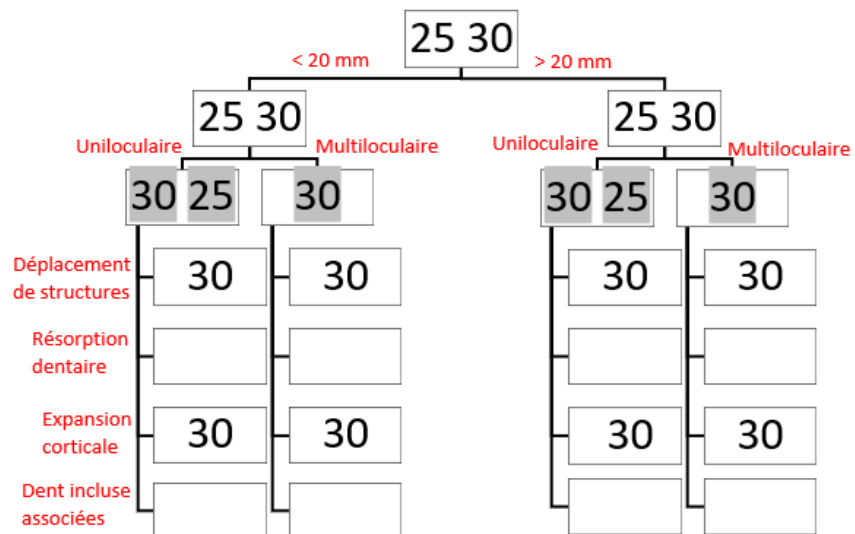
P



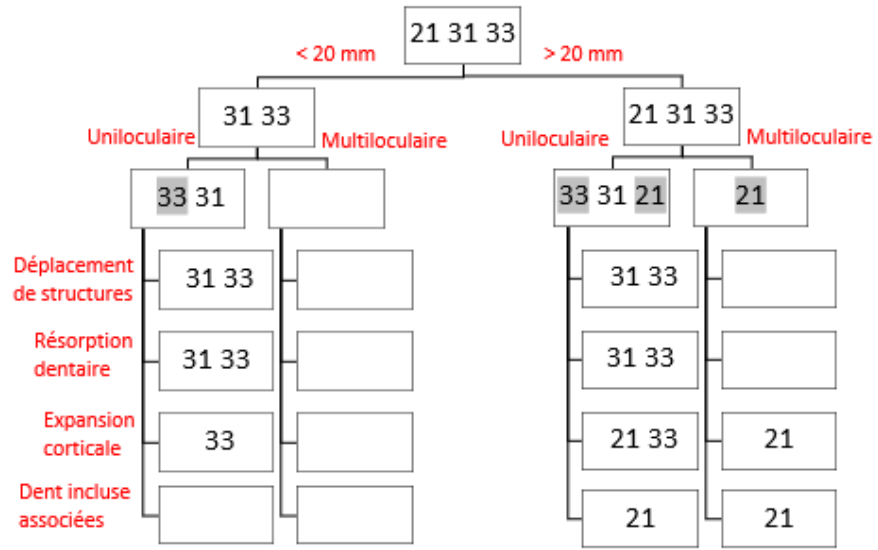
Q



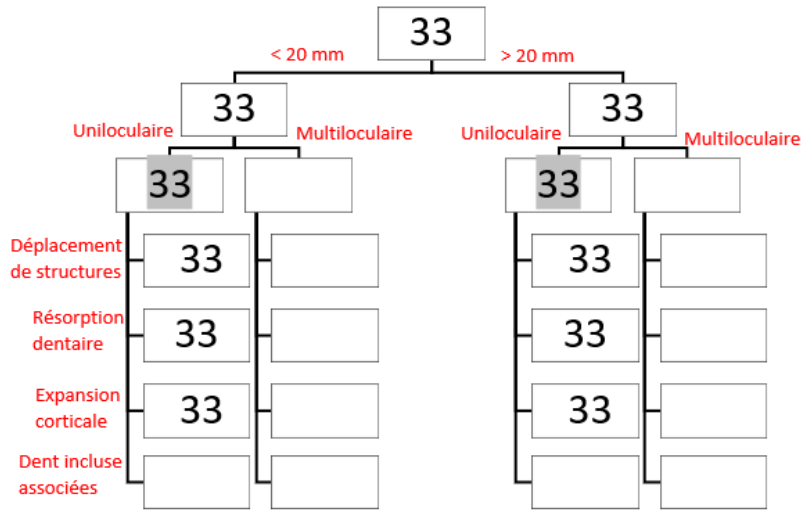
R



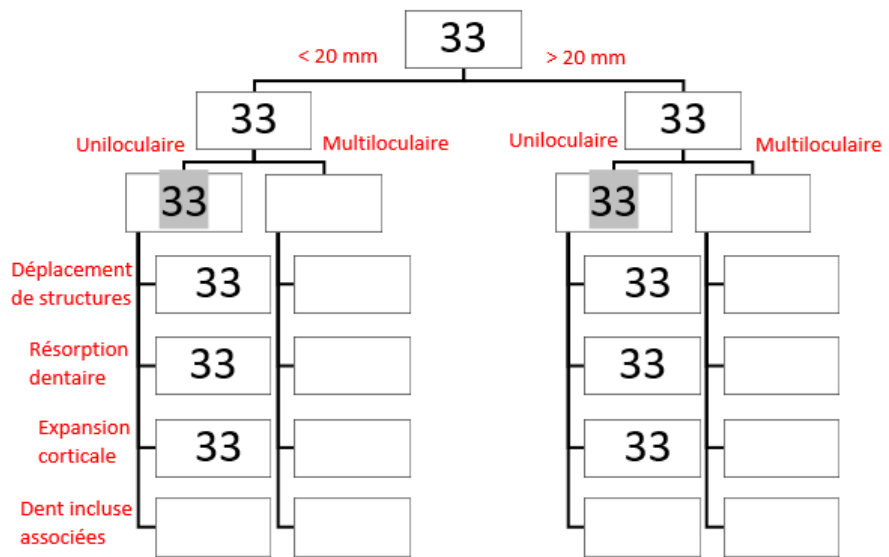
S



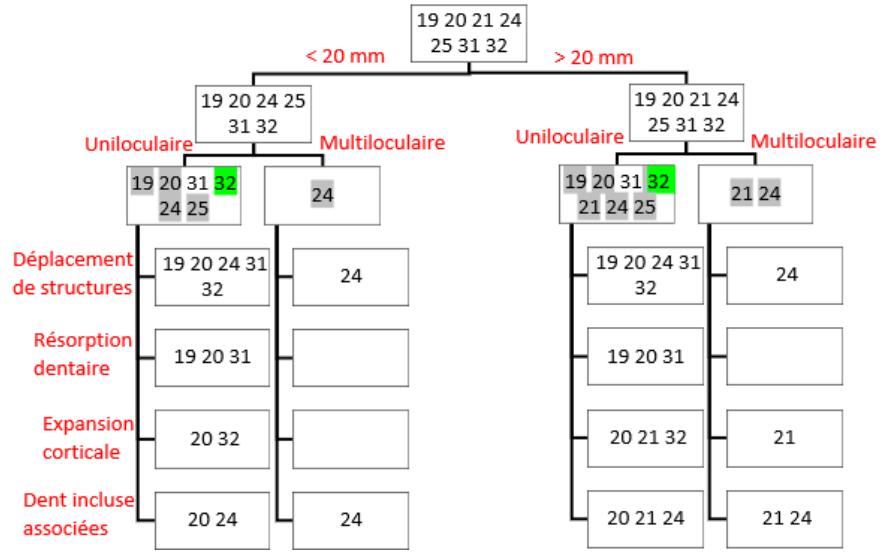
T



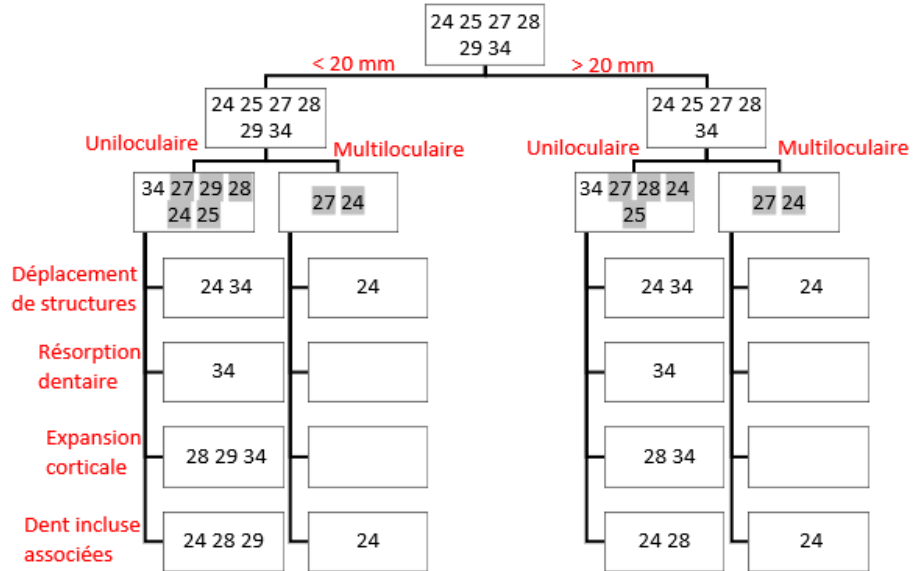
U



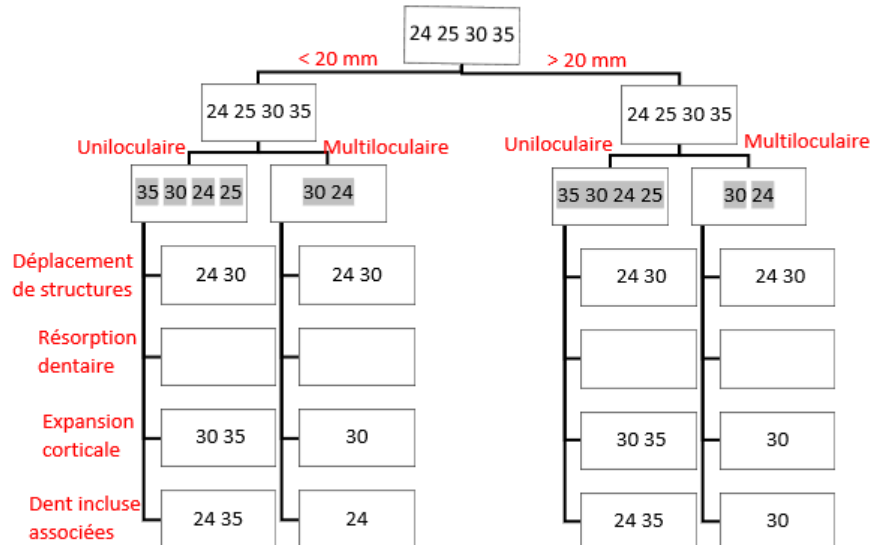
V



W



X





### 3.4 Quelques exemples

Nous allons tester l'arbre décisionnel sur trois cas cliniques détaillés dans les articles suivants :

- « *Ameloblastic Fibrodentinoma : Report of a Rare Case* »
- « *Tender swelling of the posterior mandible* »
- « *Surgical Management of the Buccal Bifurcation Cyst: Bone Grafting as a Treatment Adjunct to Enucleation and Curettage* »

Pour chacun des cas, nous allons nous référer à ce qui est indiqué dans l'article concernant les informations cliniques et radiologiques du cas traité.

#### 3.4.1 Premier cas

« Une fille de 13 ans sans antécédent médical s'est présentée [...] pour la non-éruption de son incisive centrale gauche mandibulaire [...] il n'y avait aucune mention de douleur ni de gonflement »

Après examen clinique, un examen radiologique 2D puis Cone Beam ont été effectués

Figure 29 : CBCT de la mandibule du premier cas décrit en coupe frontale



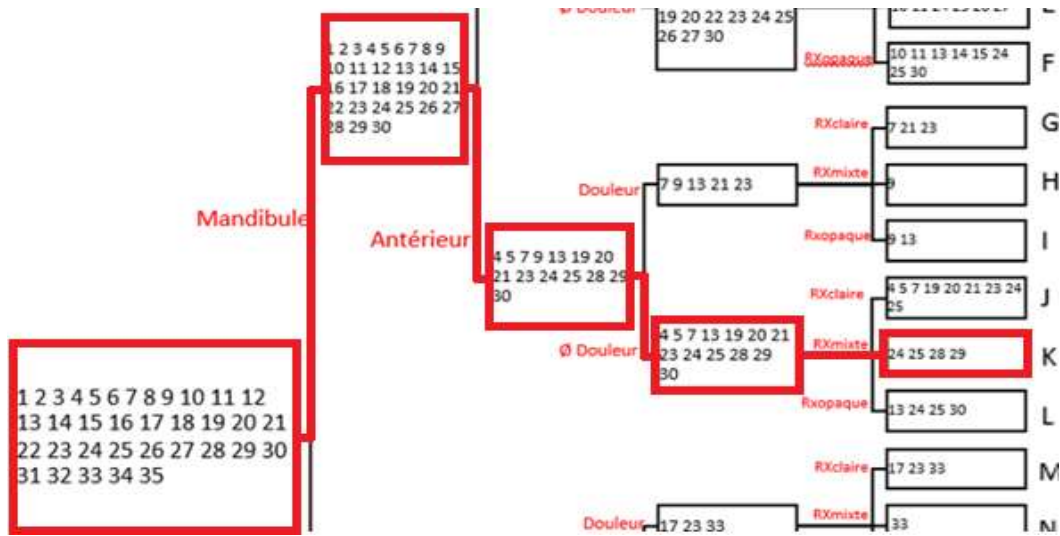
Source : Salehinejad et al., « Ameloblastic fibrodentinoma : report of a rare case », 2013

Voici ce que rapporte l'article :

« Les résultats radiographiques périapicaux ont montré une lésion périapicale mixte [...] sur l'incisive centrale gauche mandibulaire. Les images de tomographie à faisceau conique (CBCT) ont révélé une radiotransparence périapicale et multiloculaire avec de petits foyers calcifiés entourant la couronne de la dent incluse, associée à un déplacement apicale [...] la plus grande taille 12 x 7 x 3 mm, tandis que les plus petites mesurent presque 7 x 5 x 3 mm »

Voici le cheminement dans l'arbre décisionnel à partir des informations récoltées :

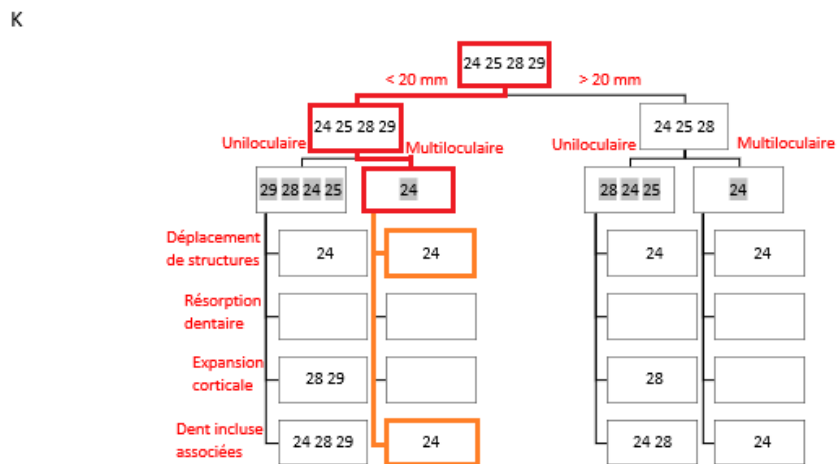
Figure 30 : Cheminement au sein de l'arbre décisionnel du premier cas décrit à l'aide des informations récoltées



Source : Auteur, Cheminement au sein de l'arbre décisionnel du premier cas décrit à l'aide des informations récoltées, 2020.

Poursuivons le parcours dans la deuxième partie de l'arbre décisionnel :

Figure 31 : Cheminement au sein de l'arbre décisionnel du premier cas décrit à l'aide des informations récoltées (Suite)



Source : Auteur, Cheminement au sein de l'arbre décisionnel du premier cas décrit à l'aide des informations récoltées (Suite), 2020.

24 : fibro-dentinome améloblastique ( AFD)

L'article liste par la suite les diagnostics différentiels possibles de cette lésion, à savoir le fibro-dentinome améloblastique, le fibrodontome améloblastique et la tumeur odontogène kystique calcifiée.

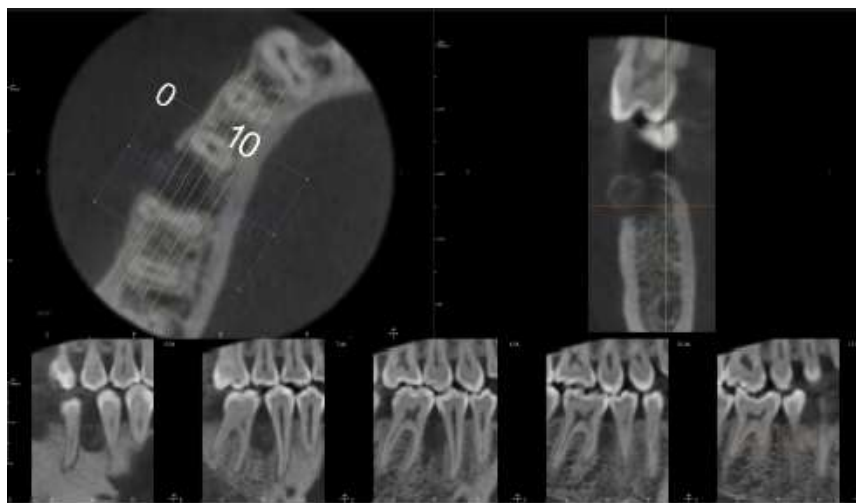
Après examen anatomopathologique, les « constatations étaient toutes indicatives de l'AFD » (fibro-dentinome améloblastique).

### 3.4.2 Deuxième cas

« Un homme de 18 ans sans antécédent médical s'est présenté [...] pour une évaluation de ses troisièmes molaires et d'une radio-clarté de la mandibule postérieure droite. Le patient avait remarqué une «bosse» dans la zone de radioclarité [...] avec un léger inconfort. »

Après l'examen clinique, un CBCT a été réalisé.

Figure 32 : CBCT de la mandibule du premier cas décrit en coupe multiplanaire

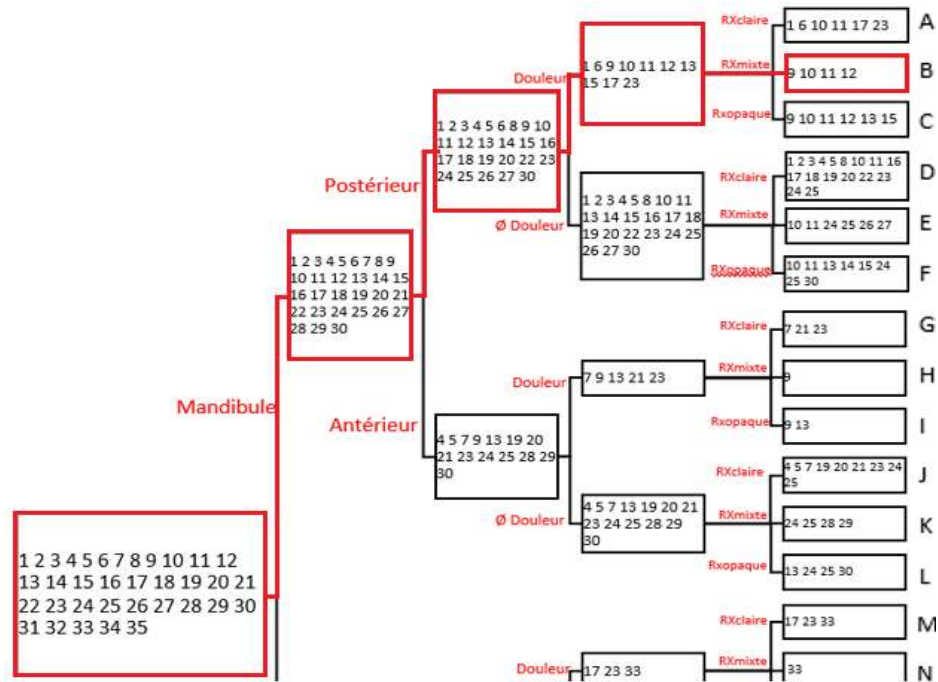


Source : Betz et al., « Tender swelling of the posterior mandible », 2020.

Voici ce que l'article rapporte concernant la description des images radiologiques : « La tomographie à faisceau conique a révélé une lésion ronde de densité mixte entre la deuxième prémolaire mandibulaire droite et la première molaire. L'entité mesurait environ 10x6x6 mm dans les plus grandes dimensions. [...] Aucun déplacement dentaire, résorption radiculaire ou effet sur le canal alvéolaire inférieur n'étaient présents. »

Voici le cheminement dans l'arbre décisionnel à partir des informations récoltées

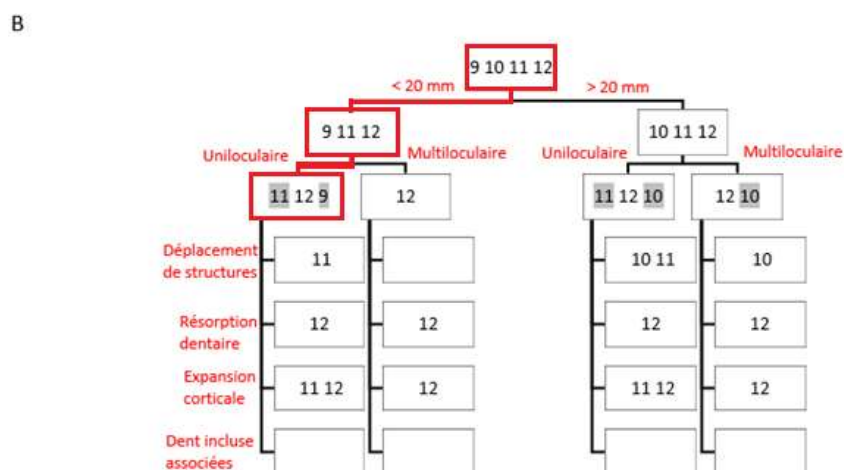
Figure 33 : Cheminement au sein de l'arbre décisionnel du deuxième cas décrit à l'aide des informations récoltées



Source : Auteur, Cheminement au sein de l'arbre décisionnel du deuxième cas décrit à l'aide des informations récoltées, 2020.

Dans la suite de l'arbre décisionnel, nous retrouvons :

Figure 34 : Cheminement au sein de l'arbre décisionnel du deuxième cas décrit à l'aide des informations récoltées (Suite)



Source : Auteur, Cheminement au sein de l'arbre décisionnel du deuxième cas décrit à l'aide des informations récoltées (Suite), 2020.

Voici les hypothèses diagnostiques

11 : fibrome cémento ossifiant

12 : cémentoblastome

9 : ostéome osteoïde

Les hypothèses diagnostiques évoquées par l'article sont :

« L'odontome, la tumeur odontogène adénomatoïde, la tumeur odontogène kystique calcifiée, la tumeur odontogène épithéliale calcifiante, le fibrome cémento-ossifiant et l'ostéome ostéoïde ».

Après analyse anatomopathologique, l'article conclut « Selon l'actuelle Organisation mondiale de la santé[...] notre lésion a été diagnostiquée comme un ostéome ostéoïde ».

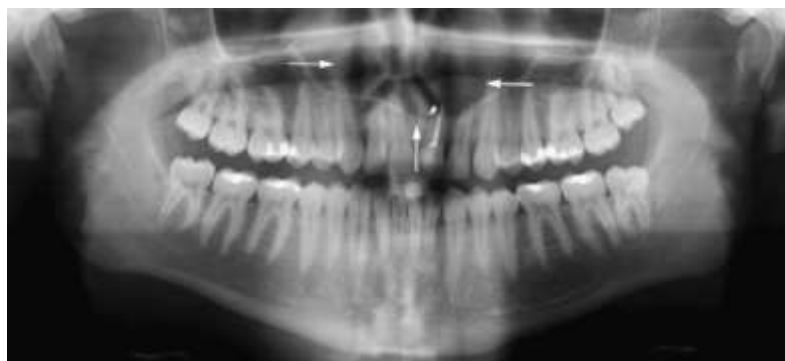
### 3.4.3 Troisième cas

« Un patient de sexe masculin âgé de 17 ans et de santé générale a été adressé [...] en raison d'une sensation de pression diffuse dans le maxillaire antérieur [...] un traitement endodontique avait été réalisé sur la dent n°9 (incisive centrale maxillaire gauche).

Lors de l'inspection [...] intra-orale, un gonflement buccal important était visible et douloureux. [...] Toutes les dents, à l'exception de la n°9 (incisive centrale maxillaire gauche), ont réagi positivement au test de sensibilité au froid ».

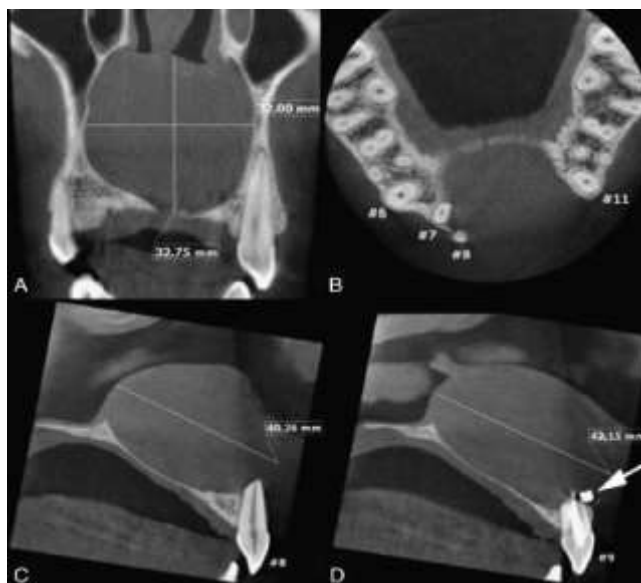
Un examen radiologique panoramique ainsi qu'un Cone Beam ont été réalisés

Figure 35 : Panoramique du troisième cas décrit : les flèches indiquent les limites de la lésion



Source : Levarek et al., « Surgical management of the buccal bifurcation cyst : bone grafting as a treatment adjunct to enucleation and curettage », 2014

Figure 36 : CBCT de la lésion décrite dans le troisième cas en coupe multiplanaire



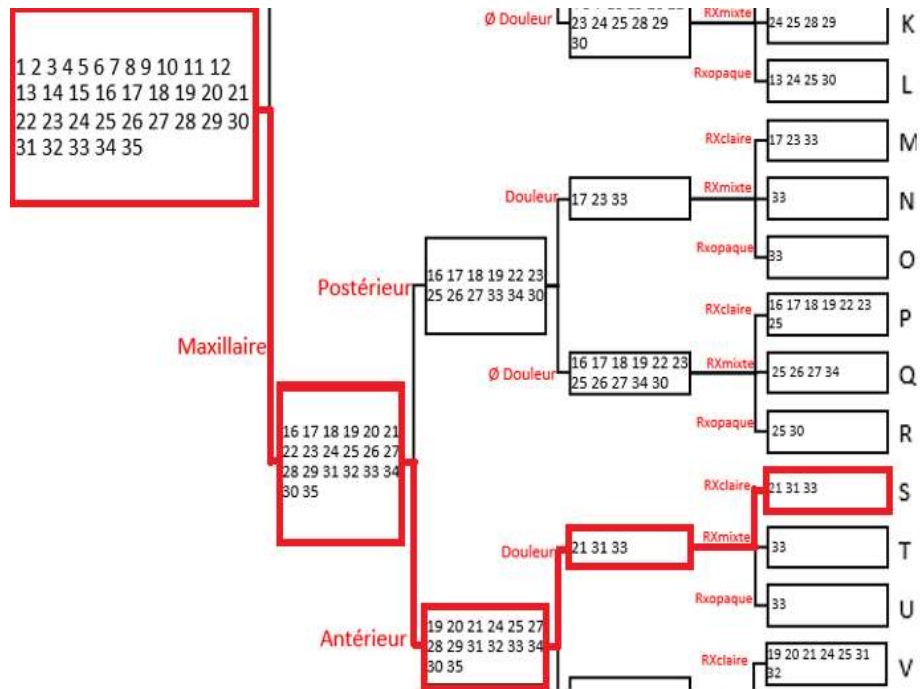
Source : Levarek et al., « Surgical management of the buccal bifurcation cyst : bone grafting as a treatment adjunct to enucleation and curettage », 2014

« Sur la vue panoramique, une grande radio-transparence s'étendant de la région canine supérieure gauche à la région canine supérieure droite et incluant la cavité nasale. »

« Une tomographie par ordinateur à faisceau conique [...] a été réalisée [...]. La radiotransparence avait une dimension de plus de 30 mm en vue coronale (A) et de plus de 40 mm dans les coupes sagittales (D). [...] les dents n° 8 (incisive centrale maxillaire droite)(C), n° 9 (incisive centrale maxillaire gauche ) (D) et n° 10 (incisive latérale maxillaire gauche) ont montré des signes de résorption. »

Après analyse de ces informations, le cheminement dans l'arbre décisionnel est le suivant :

Figure 37 : Cheminement au sein de l'arbre décisionnel du troisième cas décrit à l'aide des informations récoltées

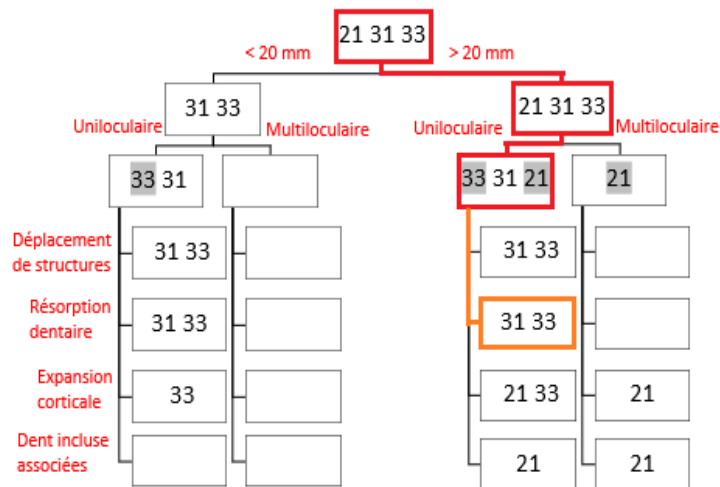


Source : Auteur, Cheminement au sein de l'arbre décisionnel du troisième cas décrit à l'aide des informations récoltées, 2020.

Poursuivons l'arbre pour le bloc S :

Figure 38 : Cheminement au sein de l'arbre décisionnel du troisième cas décrit à l'aide des informations récoltées (Suite)

S



Source : Auteur, Cheminement au sein de l'arbre décisionnel du troisième cas décrit à l'aide des informations récoltées (Suite), 2020.

Voici les hypothèses diagnostiques possibles pour ce cas :

33 : fibrome ossifiant psammomatoïde juvénile (JPOF)

31 : Kyste du canal naso-palatin (NPDC)

21 : Kyste odontogène glandulaire (GOC)

L'article poursuit sur les hypothèses diagnostiques retrouvées après analyse anatomopathologique :

« Sur la base de ces résultats, un NPDC, un kyste radiculaire étendu ou une tumeur odontogène kératokystique (KOT) ont été suspectés, et une chirurgie exploratoire a été prévue pour confirmer le diagnostic histopathologiquement » et l'article conclut :

« Ces découvertes ont abouti au diagnostic final de NPDC (kystes du conduit naso palatin) ».

Ces résultats de l'arbre décisionnel concluants ne doivent pas entraîner une baisse de vigilance du praticien face à une lésion. En effet, l'arbre comprend certaines limites.



## 4 : Discussion et limites de l'arbre décisionnel

---

### 4.1 Les limites de l'arbre décisionnel

#### 4.1.1 Les limites liées à la méthode.

##### 4.1.1.1 La nécessité de comparer les entités sur des critères communs

Après analyse des articles, il a été décidé de choisir des critères permettant de comparer l'ensemble des entités entre elles. En effet, l'arbre décisionnel fonctionne par élément de comparaison. C'est-à-dire, qu'il a été nécessaire d'utiliser des critères communs aux 35 entités pour pouvoir les classer et les comparer. Cependant, certaines caractéristiques ne sont pas comparables car très spécifiques à certaines lésions. On peut noter par exemple que la forme en « cœur de carte à jouer », localisée dans le bloc incisivo-canin maxillaire est pathognomonique au kyste du canal naso palatin. Ainsi, la spécificité de certaines lésions ne peut pas être intégrée à l'arbre, ce qui le rend moins pertinent pour celles-ci .

##### 4.1.1.2 La difficulté à apprécier la fréquence d'apparition et la variabilité des critères retenus

De plus, au cours de la recherche dans la littérature, certains critères n'étaient pas systématiquement associés à une entité. Pour une partie d'entre eux la fréquence d'apparition était quantifiée, pour l'autre partie, seuls des termes tels que « présence possible », « le plus souvent », « généralement retrouvé », étaient associés aux critères recherchés. La question a été soulevée quant à savoir pour les premiers; *à partir de quel pourcentage peut-on les considérer comme « systématique » pour l'arbre décisionnel ?* et pour les seconds; *comment retranscrire ces termes dans l'arborescence de l'arbre décisionnel ?* . Il a été décidé d'intégrer les uns comme étant « systématique » lorsque la fréquence d'apparition était très importante (supérieure à 85%) et pour les autres, ils ont été considérés systématiques lorsque des termes comme « le plus souvent », « généralement » étaient associés. En cas de doute, le critère n'était pas tranché et l'entité était incluse dans les deux branches de l'arbre. Ainsi, si la lésion présente des variabilités peu communes, l'arbre décisionnel ne pourra pas aider le praticien à la diagnostiquer car ces variabilités ne sont pas prises en compte.

#### 4.1.1.3 L'exclusion des tumeurs malignes face à une image radiologique

Enfin, la liste des hypothèses diagnostiques peut sembler tronquée puisque les tumeurs malignes n'ont pas été prises en compte lors de la lecture de la littérature. Il serait intéressant de pouvoir réaliser le même travail pour les tumeurs malignes ainsi que leurs diagnostics différentiels. Mais une nouvelle analyse des critères sur l'ensemble des kystes et tumeurs osseuses des maxillaires est nécessaire, car certains critères notés peu pertinents dans le cadre de notre travail, pourraient devenir plus discriminants.

#### 4.1.2 Les limites liées à la littérature

##### 4.1.2.1 Le manque d'informations et la trop grande variabilité de certains critères

Certaines entités sont présentes dans de nombreuses ramifications, car les critères recherchés pour ces entités semblent peu pertinents. Cela est principalement dû à un manque d'informations ou à une information trop variable pour ces entités. Sur le tableau des critères, l'odontome en développement périphérique par exemple, ne rassemble que 3 critères pertinents par manque d'informations sur les 8 possibles !!! Il est ainsi présent dans plus de 30 blocs de fin de chaîne et dans 12 lettres différentes. Il est important de noter que l'arbre ne comporte pas de manière exhaustive toutes les pathologies possibles, il se base sur ce qui a été décrit et publié dans la littérature sur la base de données PubMed, certaines entités trop rares étant peu ou pas décrites.

##### 4.1.2.2 Les entités dont les critères sont controversés

De plus, pour certains critères, en cas de controverse entre auteurs sur une entité diagnostique, une recherche plus élargie était réalisée sur la base de données PubMed, et les articles les plus récents et les plus pertinents étaient sélectionnés pour trancher les doutes. Si celui-ci persistait, l'entité était incluse dans les deux branches de l'arbre.

##### 4.1.2.3 Les changements dus à la nouvelle classification de 2017

Enfin, la classification ayant été modifiée en 2017, comme expliqué dans le I.4, certaines entités sont apparues comme la tumeur odontogène primordiale. D'autres sont devenues des entités distinctes ou ont été reclassifiées en sous-groupe voire supprimées. C'est le cas notamment du fibrome ossifiant avec ces sous-groupes juvéniles et du fibrome cémento ossifiant rendant le travail de recherche plus difficile et moins précis.

## Conclusion

---

Nous avons pu voir que face à une image radiologique pathologique, les critères clinico-radiologiques sont déterminants pour l'orientation des hypothèses diagnostiques des kystes et des tumeurs bénignes des maxillaires. Le radio-diagnostic et la prise en charge doivent être multidisciplinaires chez l'enfant afin de permettre, après traitement, la croissance des maxillaires. L'arbre décisionnel est un outil important pour analyser et classer les entités observées sur un Cone Beam Computed Tomography.

Il est important de souligner que ce travail n'inclut pas les tumeurs malignes des maxillaires. Une vigilance accrue est donc nécessaire face aux signes radiologiques de malignité d'une entité à diagnostiquer

Figure 39 : Les principaux critères évocateurs de bénignité ou malignité

Critères évocateurs de bénignité	Critères évocateurs de malignité
<ul style="list-style-type: none"><li>- Pas d'adénopathie</li><li>- Image bien délimitée</li><li>- Limite nette</li><li>- Présence d'un Liseré d'ostéocondensation</li><li>- Pas d'envahissement dans les tissus mou malgré une soufflure voire une rupture de la corticale</li><li>- Refoulement harmonieux des éléments anatomiques environnants</li><li>- Déplacement dentaire t résorption nette</li><li>- Evolution lente</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lésion large &gt; 6 cm</li><li>- Image irrégulière</li><li>- Limites absentes ou floues</li><li>- Réaction périostée complexe et interrompu</li><li>- Envahissement des tissus mous et des structure adjacentes</li><li>- Elargissement desmodontal irrégulier</li><li>- Aspect de dent « flottantes »</li><li>- Evolution rapide</li></ul>

Source : Auteur d'après Monville, « Intérêt de l'imagerie dans le diagnostic des lésions malignes des maxillaires », 2018, 2020.

Le développement d'un logiciel ou d'une application pour smartphone de l'arbre décisionnel permettrait un accès encore plus rapide et à un plus grand nombre de cet outil. Cela aiderait un praticien, expérimenté ou non, face à une image inhabituelle.

Figure 40 : Exemple d'interface d'application pour l'aide au diagnostic



Source : Auteur d'après l'application Torah-box, 2020.

On pourrait imaginer que dans le futur proche, une intelligence artificielle ayant compilé l'ensemble des critères cités dans la littérature ainsi que l'ensemble de l'imagerie réalisée, pourrait rendre l'orientation diagnostique encore plus précise en incluant toutes les variabilités connues au même titre que les entités extrêmement rares .

## Bibliographie

---

- Bilodeau, E. A., et B. M. Collins. « Odontogenic cysts and neoplasms ». *Surgical Pathology Clinics* 10, n° 1 (2017): 177-222. <https://doi.org/10.1016/j.path.2016.10.006>.
- Bodner, L. « Cystic lesions of the jaws in children ». *International journal of pediatric otorhinolaryngology* 62, n° 1 (2002): 25-29. [https://doi.org/10.1016/S0165-5876\(01\)00583-3](https://doi.org/10.1016/S0165-5876(01)00583-3).
- Bornstein, M., A. Filippi, H. Jörg, J T. Lambrecht, et D. Buser. « Le kératokyste odontogène : kyste odontogène ou tumeur bénigne ? » *Revue mensuelle suisse d'odonto-stomatologie* 115 (2005): 6.
- Fricain, J. C., S. Boisramé-Gastrin, A. G. Chaux-Bodard, S. Cousty, L. Devoize, P. Ilesclous, et L. Radoi Pervilhac. *Chirurgie orale. 2e édition revue et complétée*. Paris : Espace ID, 2019.
- Hedesiu, M., M. Marcu, B. Salmon, R. Pauwels, A. C. Oenning, Oana Almasan, Raluca Roman, Mihaela Baciut, et Reinhilde Jacobs. « Irradiation provided by dental radiological procedures in a pediatric population ». *European journal of radiology* 103 (2018): 112-17. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2018.04.021>.
- Lo Muzio, L., M. Mascitti, A. Santarelli, C. Rubini, F. Bambini, M. Procaccini, D. Bertossi, M. Albanese, V. Bondi, et P. F. Nocini. « Cystic lesions of the jaws : a retrospective clinicopathologic study of 2030 cases ». *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology* 124, n° 2 (2017): 128-38. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2017.04.006>.
- Marcu, M., M. Hedesiu, B. Salmon, R. Pauwels, A. Stratis, A. C. C. Oenning, M. E. Cohen, et al. « Estimation of the radiation dose for pediatric CBCT indications : a prospective study on ProMax3D ». *International journal of paediatric dentistry* 28, n° 3 (2018): 300-309. <https://doi.org/10.1111/ipd.12355>.
- Martin-Duverneuil, N. *Imagerie dentaire, sinusienne et maxillo-faciale : du cone beam à l'IRM*. Imagerie médicale. Paris : Lavoisier Médecine Sciences, 2016.
- Mosier, K. M. « Lesions of the jaw ». *Seminars in ultrasound, CT and MRI* 36, n° 5 (2015): 444-50. <https://doi.org/10.1053/j.sult.2015.08.003>.
- Nowak, A., J. Christensen, et J. Townsend. *Pediatric dentistry : infancy through adolescence*. 6th edition. Philadelphia : Elsevier, 2019.
- Oenning, A C, R Jacobs, R Pauwels, A Stratis, M Hedesiu, et B Salmon. « Cone-beam CT in paediatric dentistry : DIMITRA project position statement ». *Pediatric Radiology* 48, n° 3 (2018): 308-16. <https://doi.org/10.1007/s00247-017-4012-9>.
- Oenning, A. C., R. Pauwels, A. Stratis, K. De Faria Vasconcelos, E. Tijskens, A. De Grauwe, R. Jacobs, et B. Salmon. « Halve the dose while maintaining image quality in paediatric cone beam CT ». *Scientific reports* 9, n° 1 (2019): 5521. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-41949-w>.
- Pauwels, R, K Araki, J H Siewerdsen, et S S Thongvigittanee. « Technical aspects of dental CBCT : state of the art ». *Dentomaxillofacial radiology* 44, n° 1 (2015): 20140224. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20140224>.
- Robinson, R. A. « Diagnosing the most common odontogenic cystic and osseous lesions of the jaws for the practicing pathologist ». *Modern pathology* 30, n° S1 (2017): S96-103. <https://doi.org/10.1038/modpathol.2016.191>.
- Salmon, B. *Cone beam CT en pratique dentaire : du chirurgien-dentiste au radiologue*. Montpellier : Sauramps Médical, 2014.
- Silva, L. da, A. Gonzaga, M. Severo, C. Barros, A. de Medeiros, L. de Souza, et É. da Silveira. « Epidemiologic study of odontogenic and non-odontogenic cysts in children and adolescents of a brazilian population ». *Medicina oral patología oral y cirugía bucal*, 2018, 0-0. <https://doi.org/10.4317/medoral.22138>.

- Suluk Tekkesin, M., E. B. Tuna, V. Olgac, N. Aksakalli, et C. Alatli. « Odontogenic lesions in a pediatric population : review of the literature and presentation of 745 cases ». *International Journal of Pediatric otorhinolaryngology* 86 (2016): 196-99.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2016.05.010>.
- Suter, V. G. A., M. Büttner, H. J. Altermatt, P. A. Reichart, et M. M. Bornstein. « Expansive nasopalatine duct cysts with nasal involvement mimicking apical lesions of endodontic origin : a report of two cases ». *Journal of endodontics* 37, n° 9 (2011): 1320-26.  
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.05.041>.
- Wright, J. M., et M. Vered. « Update from the 4th edition of the world health organization classification of head and neck tumours : odontogenic and maxillofacial bone tumors ». *Head and neck pathology* 11, n° 1 (2017): 68-77. <https://doi.org/10.1007/s12105-017-0794-1>.

## Table des figures

---

Figure 1 : Tube à rayon X.....	4
Figure 2 : Intensité des rayons X en fonction de l'épaisseur du filtre.....	5
Figure 3 : Portique avec position assise (A) et position debout (B) .....	6
Figure 4 : Influence de la DSO, DOD et du point focal sur la pénombre.....	7
Figure 5 : Projections numériques en 2D acquises lors de la réalisation du CBCT.....	8
Figure 6 : Rendu de l'image en fonction du nombre de projections effectuées par la rétroprojection filtrée.....	10
Figure 7 : Un grand champ de vue (A) versus 3 petits champs de vue (B) regroupant l'ensemble de la dentition mandibulaire.....	11
Figure 8 : Distorsion en barillet (les distances semblent plus élargies au bord qu'au centre), défaut dont il faut tenir compte pour la correction de l'image .....	12
Figure 9 : Reformatage multiplanaire .....	14
Figure 10 : Réagencement de la coupe pour une meilleure visualisation selon l'axe souhaité .....	14
Figure 11 : Traçage de la courbe souhaitée pour la panoramique. A noter : la nécessité de réaliser une courbe par arcade .....	15
Figure 12 : Coupes numérotées permettant une visualisation très précise (l'épaisseur de coupe peut être modifiée).....	15
Figure 13 : La modification du seuillage modifie le rendu de surface.....	16
Figure 14 : L'augmentation de l'épaisseur de coupe permet d'obtenir une image moins bruitée, mais aussi avec une moins bonne résolution .....	17
Figure 15 : Rétro-reconstruction effectuée sur une coupe coronaire permettant une meilleure visualisation des détails.....	17
Figure 16 : Possibilité d'afficher chaque coupe en grand écran pour exploiter au maximum les performances du moniteur .....	18
Figure 17 : Simulateur de Monte Carlo (MC) .....	21
Figure 18 : Kyste du canal naso palatin au maxillaire (A) et lacune de Stafne à la mandibule (B).....	36
Figure 19 : Kyste dentigère localisé sur les troisièmes molaires mandibulaires (A) et Granulome central à cellule géante localisé à la mandibule antérieure (B) .....	37
Figure 20 : Image radioclaire d'un fibrome améloblastique .....	38
Figure 21 : Image de densité mixte d'un kyste odontogène calcifié.....	38
Figure 22 : Image radio-opaque au maxillaire d'une dysplasie fibreuse.....	39

Figure 23 : Image d'un ostéoblastome supérieur à 20 mm(A) et odontome composé inférieur à 20mm(B).....	40
Figure 24 : Image d'un ostéoblastome multiloculaire à la mandibule (A) et image d'un kyste osseux solitaire uniloculaire à la mandibule (B).....	40
Figure 25 : Image d'un fibrome améloblastique refoulant le nerf alvéolaire inférieur en apical et la deuxième molaire mandibulaire gauche.....	41
Figure 26 : Résorption radiculaire d'une incisive centrale supérieure gauche par un kyste du canal naso-palatin avec la présence d'un matériau endodontique au-delà de l'apex.....	42
Figure 27 : Image de l'expansion de la corticale vestibulaire de la première molaire mandibulaire gauche causée par un kyste de furcation vestibulaire.....	43
Figure 28 : Incisive centrale mandibulaire gauche incluse dans un fibro-dentinome améloblastique.	43
Figure 29 : CBCT de la mandibule du premier cas décrit en coupe frontale.....	59
Figure 30 : Cheminement au sein de l'arbre décisionnel du premier cas décrit à l'aide des informations récoltées.....	60
Figure 31 : Cheminement au sein de l'arbre décisionnel du premier cas décrit à l'aide des informations récoltées (Suite) .....	60
Figure 32 : CBCT de la mandibule du premier cas décrit en coupe multiplanaire .....	61
Figure 33 : Cheminement au sein de l'arbre décisionnel du deuxième cas décrit à l'aide des informations récoltées .....	62
Figure 34 : Cheminement au sein de l'arbre décisionnel du deuxième cas décrit à l'aide des informations récoltées (Suite).....	62
Figure 35 : Panoramique du troisième cas décrit : les flèches indiquent les limites de la lésion .....	63
Figure 36 : CBCT de la lésion décrite dans le troisième cas en coupe multiplanaire .....	64
Figure 37 : Cheminement au sein de l'arbre décisionnel du troisième cas décrit à l'aide des informations récoltées.....	65
Figure 38 : Cheminement au sein de l'arbre décisionnel du troisième cas décrit à l'aide des informations récoltées (Suite) .....	65
Figure 39 : Les principaux critères évocateurs de bénignité ou malignité.....	69
Figure 40 : Exemple d'interface d'application pour l'aide au diagnostic .....	70



## Table des tableaux

---

Tableau 1 : Noms des lésions retrouvées dans les articles selon la classification de 2017 .....	32
Tableau 2 : Tableau des critères clinico-radiologiques selon les diagnostics .....	34
Tableau 3 : Tableau des diagnostics retrouvés dans l'arbre décisionnel .....	48

## Annexes

Annexe 1 : Classification OMS des kystes et tumeurs bénignes des maxillaires 2005 vs 2017 (version en anglais)

2005	2017
<b>Classification of odontogenic cysts</b>	<b>Classification of odontogenic cysts</b>
<u>Cysts of inflammatory origin</u>	<u>Odontogenic cysts of inflammatory origin</u>
Radicular cysts	Radicular cyst
Inflammatory collateral (paradental) cysts	Inflammatory collateral cysts
<u>Cysts of developmental (or unknown) origin</u>	<u>Odontogenic and non-odontogenic developmental cysts</u>
Dentigerous cyst	Dentigerous cyst
	Odontogenic keratocyst
Lateral periodontal cysts	Lateral periodontal and botyroid odontogenic cyst
Gingival cysts	Gingival cyst
Glandular odontogenic cyst	Glandular odontogenic cyst
	Calcifying odontogenic cyst
Orthokeratinised odontogenic cyst	Orthokeratinised odontogenic cyst
	Nasopalatine duct cyst
<b>Classification of odontogenic tumours and allied lesions</b>	<b>Classification of odontogenic tumours</b>
<b>Benign tumours</b>	
<u>Epithelial odontogenic tumours</u>	<u>Benign epithelial odontogenic tumours</u>
Ameloblastoma	Ameloblastoma
Ameloblastoma, unicystic type	1) Ameloblastoma, unicystic type
	2) Ameloblastoma, extraosseous/peripheral type
	3) Metastasizing ameloblastoma
Squamous odontogenic tumour	Squamous odontogenic tumour
Calcifying epithelial odontogenic tumour	Calcifying epithelial odontogenic tumour
Adenomatoid odontogenic tumor	Adenomatoid odontogenic tumour
Keratocystic odontogenic tumour	

<u>Mixed odontogenic tumors (epithelial and mesenchymal)</u>	<u>Benign mixed epithelial and mesenchymal odontogenic tumours</u>
Ameloblastic fibroma	Ameloblastic fibroma
Odontoma and developing odontoma	Primordial odontogenic tumour
	Odontoma
	1) Odontoma, compound type
Calcifying cystic odontogenic tumour	2) Odontoma, complex type
Dentinogenic ghost cell tumour	Dentinogenic ghost cell tumour
<u>Mesenchymal odontogenic tumours (with limited or without odontogenic epithelium)</u>	<u>Benign mesenchymal odontogenic tumours</u>
Odontogenic fibroma	Odontogenic fibroma
Granular cell odontogenic tumour	Odontogenic myxoma/myxofibroma
Odontogenic myxoma/myxofibroma	Cementoblastoma
Cementoblastoma	Cemento-ossifying fibroma
Cemento-ossifying fibroma	
Peripheral odontogenic tumours	
<b>Allied lesions</b>	<b>Benign maxillofacial bone and cartilage tumours</b>
Psammomatoid ossifying fibroma	Chondroma
Trabecular ossifying fibroma	Osteoma
Fibrous dysplasia	Melanotic neuroectodermal tumour of infancy
Cemento-osseous dysplasias	Chondroblastoma
Central giant cell granuloma	Chondromyxoid fibroma
Cherubism	Osteoid osteoma
Aneurysmal bone cyst	Osteoblastoma
Simple bone cyst	Desmoplastic fibroma
Melanotic neuroectodermal tumour of infancy	<b>Fibro- and chondro-osseous lesions</b>
	Ossifying fibroma
	Familial gigantiform cementoma
	Fibrous dysplasia
	Cemento-osseous dysplasia
	Osteochondroma
	<b>Giant cell lesions and bone cysts</b>
	Central giant cell granuloma
	Peripheral giant cell granuloma
	Cherubism
	Aneurysmal bone cyst

	Simple bone cyst
	<b>Haematolymphoid tumours</b>
	Solitary plasmacytoma

Annexe 2 : liste des 29 articles sélectionnés dans PubMed et classés selon leurs dates de publications ( les numéros en crochet correspondent aux entités qui ont été retrouvées dans les articles concernés)

Traumatic bone cyst of mandible: a case series [5]
Three-dimensional radiographic features of ameloblastoma and cystic lesions in the maxilla [16, 19, 20, 23, 31]
Bilateral mandibular buccal bifurcation cyst: a case report emphasizing the role of imaging examination in the diagnosis [3, 19, 20]
Paediatric oral surgery: endoscopic approach in ameloblastic fibroma management. A preliminary report [6]
Juvenile Trabecular Ossifying Fibroma. [30, 33, 34]
Ameloblastic Fibro-Odontoma. [8]
Volumetric analysis of keratocystic odontogenic tumors and non-neoplastic jaw cysts - Comparison and its clinical relevance. [23]
Tender swelling of the posterior mandible[9, 11, 14, 27, 28, 29, 33, 34, 35 ]
Chondroblastic osteosarcoma mimicking periapical abscess. [19]
Primordial Odontogenic Tumor: Report of a Case. [8]
A spatial association between odontomas and the gubernaculum tracts[14, 28 35]
Glandular odontogenic cyst – Literature review and report of a paediatric case[21]
Management of Central GiantCell Granuloma With SubcutaneousDenosumab Therapy[7]
Surgical management of the buccal bifurcation cyst: bone grafting as a treatment adjunct to enucleation and curettage[3]
Aggressive Multilocular Osteoblastoma in the Mandible: A Rare and Difficult Case to Diagnose[10, 34]
Multiple simple bone cysts of the Jaws: Review of the literature and report of three cases[5]
Inflammatory Paradental Cyst of the First Molar (Buccal Bifurcation Cyst) in a 6-Year-old Boy: Case Report with Respect to Immunohistochemical Findings[3,19]
Characteristic features of the adenomatoid odontogenic tumour on cone beam CT[28]
Ameloblastic fibrodentinoma: report of a rare case[24, 26, 29]
Uncommon dentigerous cyst related to a maxillary lateral incisor in a 03-year-old boy[20]
The clinical and radiographic characteristics of condylar osteochondroma[15]
Calcifying cystic odontogenic tumor associated with other lesions:case report with cone-beam computed tomography findings [29]
Radiographic evaluation on prevalence of Stafne bone defect: a study from two centres in Turkey[2]

The nasopalatine duct cyst: an analysis of the relation between clinical symptoms, cyst dimensions, and involvement of neighboring anatomical structures using cone beam computed tomography. [31]
Uncommon fusion of teeth and lateral periodontal cyst in a Chinese girl: a case report[4]
Expansive Nasopalatine Duct Cysts with Nasal Involvement Mimicking Apical Lesions of Endodontic Origin: A Report of Two Cases[31]
Small Peripheral Developing Odontoma of the Maxilla in a 3-Year-Old Patient Depicted on Cone-Beam Tomograms [25, 26]
Traumatic Bone Cyst Suggestive of Large Apical Periodontitis[5]
Odontogenic Myxoma in the Pediatric Patient: A Literature Review and Case Report[18]



Vu, le Directeur de thèse

Vu, le Doyen de l'UFR d'Odontologie - Montrouge

Professeur Benjamin SALMON

Professeur Louis MAMAN

Vu, le Président d'Université de Paris

Professeur Christine CLERICI

Pour le Président et par délégation,

Le Doyen Louis MAMAN





# **Apport du CBCT dans l'exploration des kystes et des tumeurs bénignes des maxillaires chez l'enfant**

## **Résumé :**

Certaines tumeurs bénignes des maxillaires se développent dès l'enfance ou au cours de l'adolescence. Il est admis qu'un diagnostic posé précocément permet une meilleure prise en charge et un meilleur pronostic. En plus de l'examen clinique réalisé, l'examen complémentaire est indispensable. Lors de l'examen radiologique, les tumeurs des maxillaires se caractérisent par une image plus ou moins radio-claire. De nouveaux outils permettent une meilleure exploration des tumeurs bénignes des maxillaires, c'est le cas du Cone Beam . Cette thèse a pour but de montrer l'apport du CBCT dans l'exploration des tumeurs bénignes des maxillaires chez l'enfant.

## **Discipline :**

Chirurgie orale

## **Mots clés français (fMeSH et Rameau) :**

Tumeurs de la mâchoire -- Dissertation universitaire ; Kystes de la mâchoire -- Dissertation universitaire ; Pédiodontie -- Thèses et écrits académiques ; Tomographie volumétrique à faisceau conique -- Thèses et écrits académiques

## **English keywords (MeSH) :**

Jaw Neoplasms -- Academic Dissertation ; Jaw Cysts -- Academic Dissertation

Université de Paris  
UFR d'Odontologie - Montrouge  
1, rue Maurice Arnoux  
92120 Montrouge