

**UNIVERSITE DE LILLE**  
**FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE**

[Année de soutenance : 2020]

N°:

**THESE POUR LE**  
**DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement le 29 septembre 2020

Par Clémence FORMET

Née le 7 juillet 1994 à Cambrai - France

**LES FÊLURES AMÉLO-DENTINAIRES SUR DENTS POSTÉRIEURES : DIAGNOSTIC ET  
PRISE EN CHARGE THÉRAPEUTIQUE**

**JURY**

Président : Monsieur le Professeur Etienne DEVEAUX

Assesseurs : Monsieur le Docteur Marc LINEZ

Monsieur le Docteur Corentin DENIS

Madame le Docteur Ingrid SOONEKINDT



Président de l'Université	:	Pr. J-C. CAMART
Directeur Général des Services de l'Université	:	M.D. SAVINA
Doyen	:	Dr E. BOCQUET
Vice-Doyen	:	Dr A. de BROUCKER
Responsable des Services	:	S. NEDELEC
Responsable de la Scolarité	:	M. DROPSIT

## **PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'U.F.R.**

### **PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS :**

P. BEHIN	Prothèses
T. COLARD	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
E. DELCOURT-DEBRUYNE	Professeur Emérite Parodontologie
<b>C. DELFOSSE</b>	Responsable du Département d' <b>Odontologie Pédiatrique</b>
E. DEVEAUX	Dentisterie Restauratrice Endodontie

**MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES :**

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

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

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

*Aux membres du jury...*

## **Monsieur le professeur Etienne DEVEAUX**

**Professeur des universités - Praticien hospitalier des CSERD**

*Section de réhabilitation orale*

*Département de dentisterie restauratrice endodontie*

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en sciences odontologiques

Docteur en odontologie à l'Université de Lille 2

Habilité à diriger des recherches

Doyen honoraire de la faculté de chirurgie dentaire de Lille

Membre associé national de l'Académie nationale de chirurgie dentaire

Personne compétente en radioprotection

Ancien président de la Société française d'endodontie

Chevalier dans l'ordre des palmes académiques

*Vous m'avez fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de cette thèse et je vous  
en remercie.*

*Veillez trouver ici l'expression de mon profond respect pour votre disponibilité et la  
qualité de vos enseignements au cours de mon cursus universitaire.*

## **Monsieur le docteur Marc LINEZ**

**Maître de conférences des universités - Praticien hospitalier des CSERD**

*Section de réhabilitation orale*

*Département de dentisterie restauratrice endodontie*

Docteur en chirurgie dentaire

Diplôme d'études approfondies sciences de la vie et de la santé

Maîtrise de sciences de la vie et de la santé

Responsable de l'unité fonctionnelle de dentisterie restauratrice endodontie

*Je vous remercie d'avoir accepté de faire partie de mon jury peu de temps avant la  
soutenance.*

*Vos enseignements théoriques et cliniques tout le long de mon cursus ainsi que  
votre expérience ont été d'une grande importance pour moi.*

*Veillez trouver ici l'expression de mes sentiments les meilleurs.*



## **Monsieur le docteur Corentin DENIS**

**Maître de conférences associé des universités - Praticien hospitalier du service d'odontologie du CHU de Lille**

*Section Réhabilitation Orale*

*Département Prothèses*

Docteur en chirurgie dentaire

Master II « science des médicaments » - parcours « dispositifs médicaux – biomatériaux » - Université de Lille 2

C.E.S de prothèses fixées - Université d'Aix-Marseille

Assesseur relations aux étudiants de la faculté de chirurgie dentaire de Lille

*Vous avez accepté sans hésiter de faire partie de mon jury et je vous en remercie.  
Pour votre sympathie, votre bonne humeur durant les vacances cliniques, votre  
expérience et votre disponibilité, veuillez trouver mes plus sincères sentiments.*

**Madame le docteur Ingrid SOONEKINDT**

**Assistante hospitalo-universitaire des CSERD**

*Section réhabilitation orale*

*Département prothèses*

Docteur en chirurgie dentaire

*Je vous remercie d'avoir accepté spontanément la direction de cette thèse.  
Vos conseils, votre gentillesse et votre douceur durant les vacances cliniques ont été  
une inspiration pour ma future profession.  
Je vous souhaite tout le meilleur pour votre avenir, autant personnellement que  
professionnellement.*

*À ma famille et mes amis...*

# Table des matières

<b>Introduction</b> .....	<b>15</b>
<b>1 Comprendre la fêlure dentaire</b> .....	<b>16</b>
1.1 Histoire et définition .....	16
1.2 Classification.....	16
1.2.1 Fêlure amélaire : « craze line » .....	16
1.2.2 Fêlure cuspidienne : « fractured cusp » .....	17
1.2.3 Fêlure dentaire : « cracked tooth » .....	17
1.2.4 Fracture dentaire : « split tooth » .....	18
1.2.5 Fêlure radiculaire : « vertical root fracture » .....	19
1.3 Rôle de la jonction amélo-dentinaire.....	19
1.4 La fêlure à différentes échelles .....	20
1.4.1 Echelle tissulaire .....	20
1.4.2 Echelle anatomique.....	24
1.5 Epidémiologie .....	25
1.6 Etiologies et facteurs de risque associés.....	26
1.6.1 La morphologie dentaire.....	27
1.6.1.1 L'inclinaison des cuspidés.....	27
1.6.1.2 Anomalies de développement.....	28
1.6.2 Les causes iatrogènes .....	29
1.6.2.1 Préparation de cavités .....	29
1.6.2.2 Instruments dentaires.....	29
1.6.2.3 Tension exercée sur la dent .....	29
1.6.3 Les facteurs biomécaniques.....	30
1.6.3.1 L'accident masticatoire.....	30
1.6.3.2 Les interférences.....	30
1.6.3.3 Le bruxisme.....	30
1.6.4 Causes diverses.....	31
1.6.4.1 Cycles thermiques.....	31
1.6.4.2 Piercings linguaux .....	31
<b>2 Démarche diagnostique</b> .....	<b>32</b>
2.1 L'entretien clinique.....	32
2.2 Les examens cliniques .....	33
2.2.1 Tests de sensibilité pulpaire .....	33
2.2.2 Test du mordu .....	34
2.2.3 Test de percussion .....	36
2.2.4 Transillumination .....	37
2.2.5 Tests parodontaux.....	38
2.3 Les examens radiologiques .....	40
2.4 La dépose de la restauration coronaire .....	41
2.5 Diagnostics différentiels.....	43
2.5.1 Carie proximale .....	43
2.5.2 Sensibilités post-opératoires .....	43
2.5.3 Pulpite irréversible.....	44
2.5.4 Lésion inflammatoire péri-radriculaire d'origine endodontique (LIPOE).....	44

2.5.5	Traumatisme occlusal .....	45
2.5.6	Fracture verticale.....	45
<b>3</b>	<b>Prise en charge thérapeutique.....</b>	<b>47</b>
3.1	La prévention.....	47
3.2	Considérations biologiques.....	48
3.2.1	Conservation de la vitalité pulpaire.....	48
3.2.1.1	Étanchéifier le complexe dentinaire .....	49
3.2.1.2	Protocole de l' « immediate dentin sealing » .....	50
3.2.2	Non conservation de la vitalité pulpaire .....	52
3.3	Considérations mécaniques .....	55
3.3.1	Rappel sur la classification Si/Sta .....	56
3.3.2	Pertes de substance sans atteinte cuspidienne .....	56
3.3.3	Pertes de substance avec atteinte cuspidienne .....	57
3.3.4	Critères de choix du matériau de restauration.....	59
3.4	Protocole de réalisation d'un onlay ou overlay .....	60
3.4.1	La préparation .....	60
3.4.2	La prise d'empreinte.....	66
3.4.3	La temporisation.....	66
3.4.4	L'assemblage de la pièce prothétique .....	66
3.5	Arbre décisionnel .....	67
	<b>Conclusion.....</b>	<b>69</b>
	<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>70</b>
	<b>Table des illustrations .....</b>	<b>76</b>

## Introduction

Les chirurgiens-dentistes sont quotidiennement confrontés aux fêlures dentaires. Cependant, pour bon nombre d'entre eux, le diagnostic et le traitement restent une énigme du fait de leur grand nombre, de la difficulté à les déceler, et du caractère irréversible que peuvent avoir certaines d'entre elles. Certains praticiens ressentent une certaine anxiété face au patient.

La fracture dentaire est la 3<sup>e</sup> cause de perte dentaire après les caries et les problèmes parodontaux. Il est donc important de prendre en charge les fêlures le plus tôt possible afin d'éviter une fracture. Elles sont rencontrées sur tous les types de dents, allant de l'incisive à la molaire, vitale ou nécrosée, symptomatique ou non.

De plus, la dentisterie actuelle se base sur la conservation maximale des tissus dentaires sains. Le but est d'utiliser les techniques les moins invasives possibles tout en permettant une adhésion optimale des restaurations.

Cette thèse portera sur les dents postérieures, les plus touchées par ce phénomène. Les étiologies de la fêlure, les diagnostics ainsi que les traitements thérapeutiques seront abordés afin de comprendre au mieux ce phénomène courant.

# 1 Comprendre la fêlure dentaire

## 1.1 Histoire et définition

Les fêlures dentaires ne sont pas un phénomène récent, de nombreux termes ont déjà été utilisés pour les décrire. En effet, Gibbs a utilisé pour la première fois en 1954 le terme de « fracture de la cuspide dentaire » [27], et Ritchey et coll. en 1957 ont énoncé celui de « fracture incomplète de la dent » [62].

En 1964, Cameron a défini la fêlure dentaire comme une « fracture incomplète d'une dent postérieure vitale qui peut impliquer ou non la pulpe » [46].

## 1.2 Classification

Depuis 50 ans, de nombreuses classifications ont été utilisées. La multitude de ces classifications peut s'expliquer par la difficulté de diagnostic des fêlures, notamment selon le type et la localisation de la fêlure, la direction, le degré de propagation de la fêlure et les symptômes associés.

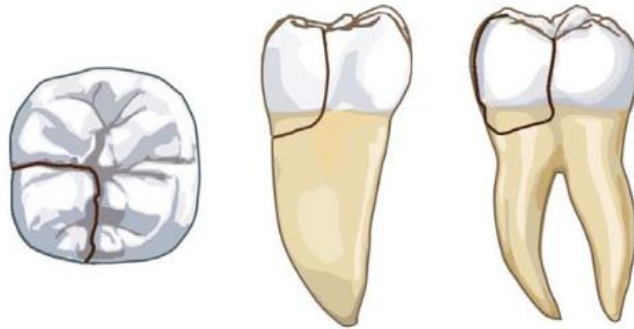
L'American Association of Endodontists a établi une classification selon 5 types de fêlures et fractures, dans un document intitulé "cracking the cracked tooth code". Elles sont classées selon leur pronostic [2].

### 1.2.1 Fêlure amélaire : « craze line »

Il s'agit d'une fêlure superficielle de l'émail, de direction variable, localisée uniquement au niveau de la couronne dentaire. La fêlure amélaire est le type de fracture le moins compliqué à gérer.

Avec ce type de fêlure, la dent est asymptomatique avec une pulpe vitale. Son pronostic est excellent.

### 1.2.2 Fêlure cuspidienne : « fractured cusp »

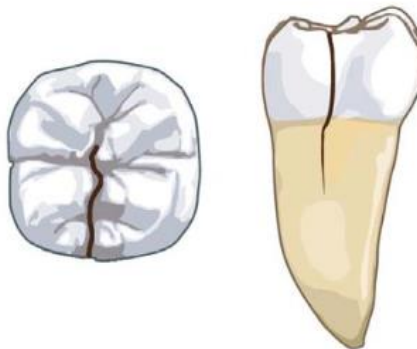


**Figure 1 : Schéma d'une fêlure cuspidienne [29].**

Cette fêlure débute au niveau de la couronne, puis s'étend au niveau de la dentine et s'arrête au niveau cervical (figure 1). Elle peut même parfois s'étendre sous le niveau gingival [10]. Elle est, le plus fréquemment, observée sur des dents fortement délabrées, impliquant un émail fragilisé. Elle peut s'étendre en direction mésio-distale comme en direction vestibulo-buccale. Les symptômes sont peu nombreux, rencontrés surtout à la mastication et au froid. La pulpe demeure quant à elle vitale.

Le pronostic est bon.

### 1.2.3 Fêlure dentaire : « cracked tooth »



**Figure 2 : Schéma d'une fêlure dentaire [29].**



C'est une fêlure amélo-dentinaire qui peut donc s'étendre de la couronne à la racine (figure 2). Sa propagation se fait en direction mésio-distale, impliquant souvent une ou deux crêtes marginales. En vue occlusale, elle est centrée au niveau de la dent, sans séparation en deux fragments. Au niveau des symptômes, une douleur aiguë est retrouvée à la mastication, accompagnée parfois de sensibilités au froid. La vitalité de la dent peut être atteinte dans certains cas.

Le pronostic quant à lui est variable, il dépend notamment de la profondeur et de l'étendue de la fêlure.

Le sujet de cette thèse portera donc essentiellement sur cette catégorie de fêlure amélo-dentinaire ou « cracked tooth ».

#### 1.2.4 Fracture dentaire : « split tooth »



**Figure 3 : Schéma d'une fracture dentaire [29].**

La fracture dentaire touche à la fois la couronne et la racine de la dent, avec une direction mésio-distale (figure 3). Elle s'étend d'une crête marginale à l'autre. La racine peut être totalement ou partiellement impactée. Elle sépare la totalité de la dent en deux fragments, avec la racine. La douleur est accentuée à la mastication, la pulpe est souvent mise en jeu. Plus la fracture est centrée, plus elle a de risque de s'étendre au niveau apical [10].

Le pronostic est mauvais, sauf si la propagation de la fracture se termine peu profondément en sous-gingival.

### 1.2.5 Fêlure radiculaire : « vertical root fracture »



**Figure 4 : Schéma d'une fêlure radiculaire [29].**

Localisée au niveau radiculaire, la fêlure radiculaire peut être complète ou incomplète, à direction coronaire ou apicale (figure 4). La douleur est assez incertaine, se rapprochant d'une douleur liée à une maladie parodontale. Le traitement dépend du nombre de facteurs en cause [5].

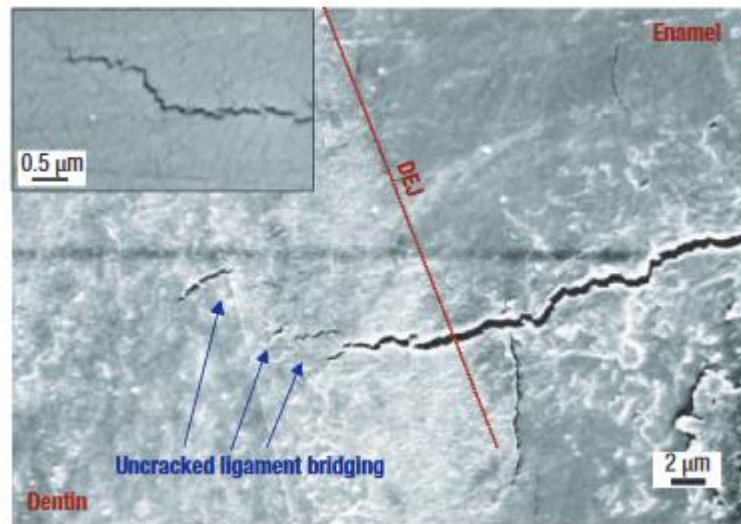
Le pronostic est incertain, avec une possible résection apicale comme thérapeutique, en fonction de la localisation de la fêlure.

### 1.3 Rôle de la jonction amélo-dentinaire

La jonction amélo-dentinaire est une interface entre l'émail et la dentine. Cette interface crée ainsi une barrière avec des propriétés biomécaniques uniques permettant d'arrêter une fêlure provenant de l'émail. En effet, l'émail est la partie dure et cassante de la dent, contrairement à la dentine qui est plus ductile et résistante.

Le rôle de cette jonction est de limiter la propagation de la fêlure grâce à sa ténacité, capacité à résister à la progression d'une fêlure, 5 à 10 fois supérieure à celle de l'émail [33].

Les fêlures ne s'arrêtent pas de manière nette au niveau de la jonction amélo-dentinaire mais peuvent la traverser jusqu'à 10  $\mu\text{m}$  au-delà (figure 5).



**Figure 5** : Mise en évidence au microscope d'une fêlure étendue au-delà de la jonction amélo-dentinaire [33].

Cependant, il existe un consensus à ce niveau. En effet, l'étude de Bechtle et coll. [11] a permis de démontrer que la jonction amélo-dentinaire limitait la propagation des fêlures uniquement lorsque celles-ci provenaient de l'émail. Lorsque les fêlures sont induites dans la dentine, elles sont capables de traverser la jonction et se propager au sein de l'émail.

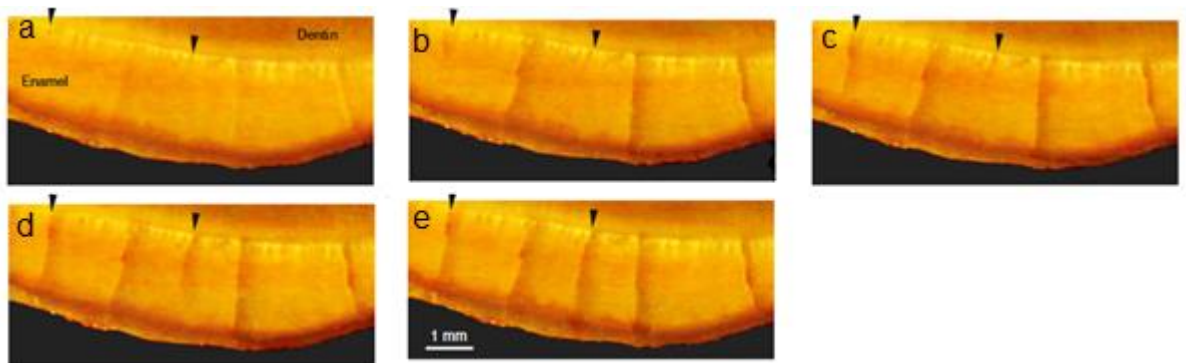
## **1.4 La fêlure à différentes échelles**

### **1.4.1 Echelle tissulaire**

Il est admis que les dents saines peuvent résister à une fonction lourde en supportant des charges occlusales allant jusqu'à 1000 N. Selon une étude réalisée par Chai et coll. [14] en 2010, cette résistance amélaire pourrait s'expliquer par la présence de « tufts » au niveau de la jonction amélo-dentinaire. En effet, ces « tufts » sont des zones hypominéralisées qui permettent d'améliorer les propriétés mécaniques afin de mieux supporter les contraintes.

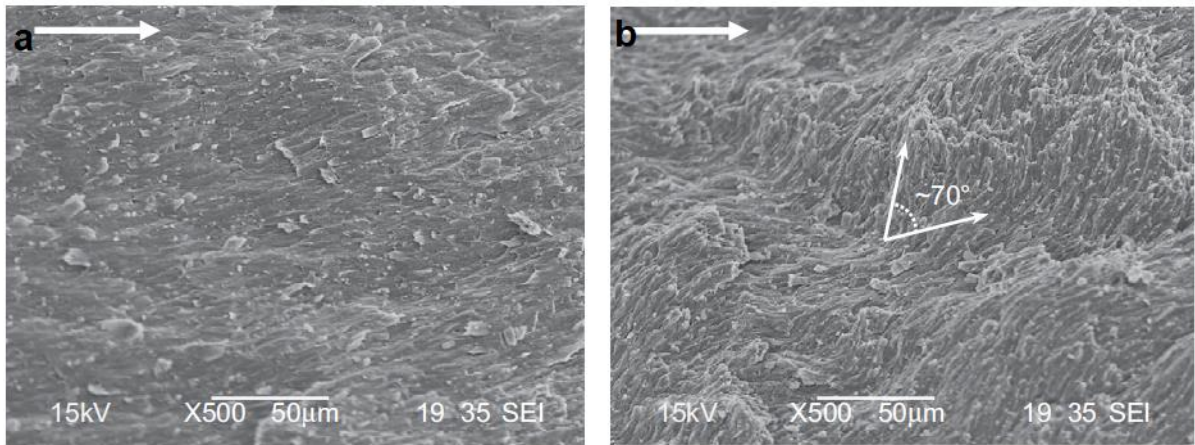
Les fêlures peuvent soit prendre naissance au niveau de la surface amélaire et se propager en direction dentinaire, soit être initiées au niveau de la jonction amélo-dentinaire et se propager en direction amélaire. Sur la figure ci-dessous (figure 6), les effets de l'application de différentes charges sur deux fêlures apparues au niveau de la jonction amélo-dentinaire sont observés. Elles se propagent alors en direction de la surface amélaire.

Il est également admis que la résistance maximale d'une dent saine à la propagation d'une fêlure, c'est-à-dire sa ténacité, varie de 1,79 à 2,37 MPa [7].

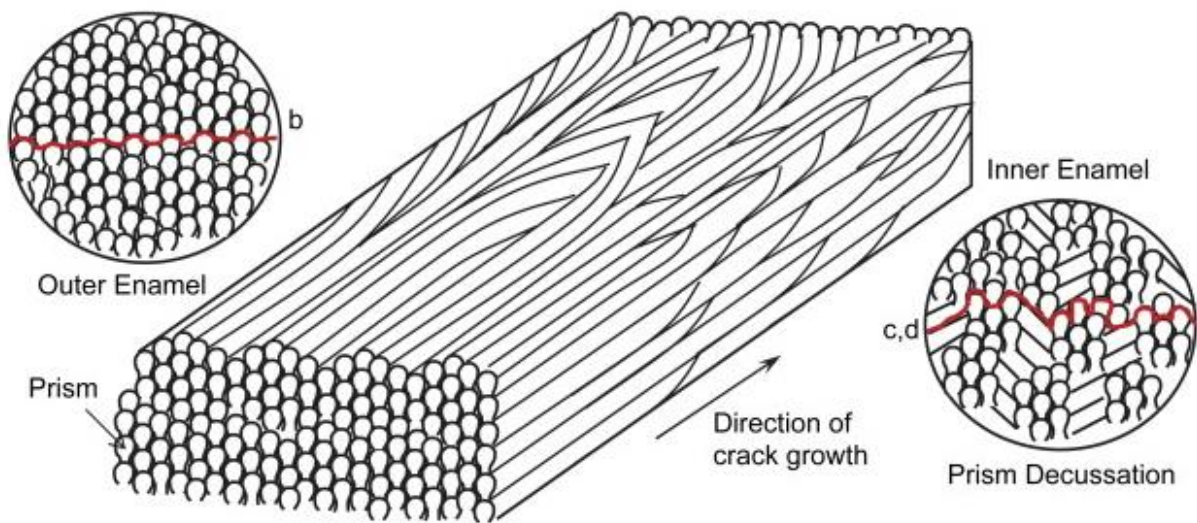


**Figure 6 : Mise en évidence de deux fêlures recevant différentes charges : 5 MPa (a), 45 MPa (b), 48 MPa (c), 48 MPa (d), 53 MPa (e) [14].**

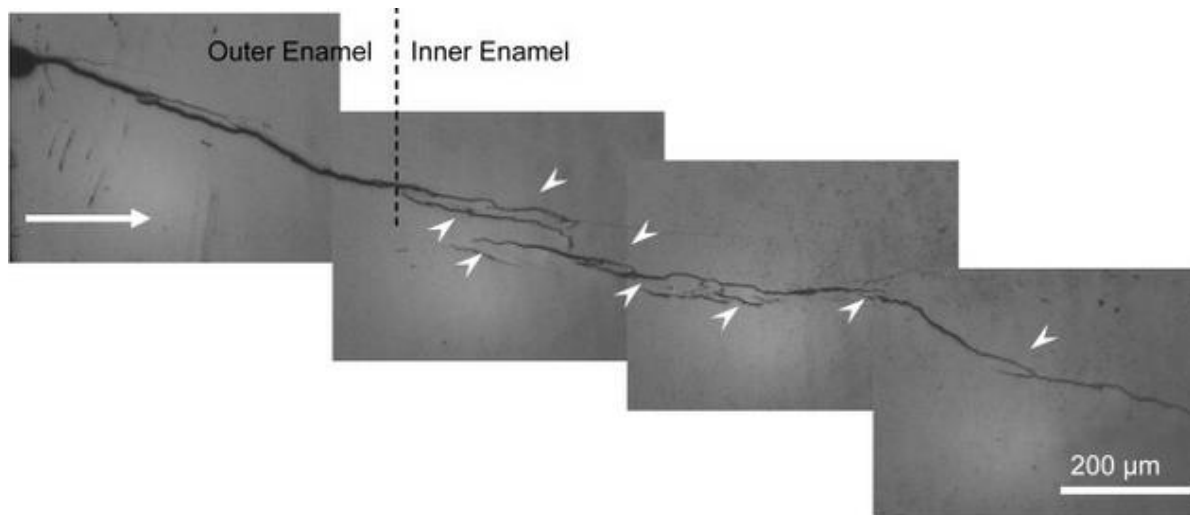
Selon Bajaj et Arola [7], la résistance est due à l'orientation des prismes d'émail dans l'émail interne. En effet, lors de la propagation de la fêlure dans l'émail externe, les prismes sont orientés dans la même direction. La fêlure suit donc un parcours linéaire. Dans l'émail interne, cette dernière va rencontrer des prismes d'émail d'orientations différentes, provoquant l'arrêt de sa propagation (figures 7 à 9). Le terme de décussation des prismes est également utilisé.



**Figure 7** : Mise en évidence en microscopie électronique à balayage d'un plan de fracture plat dans l'émail externe (a) et d'un plan de fracture tortueux avec des déflexions d'environ 70° dans l'émail interne (b) [7].



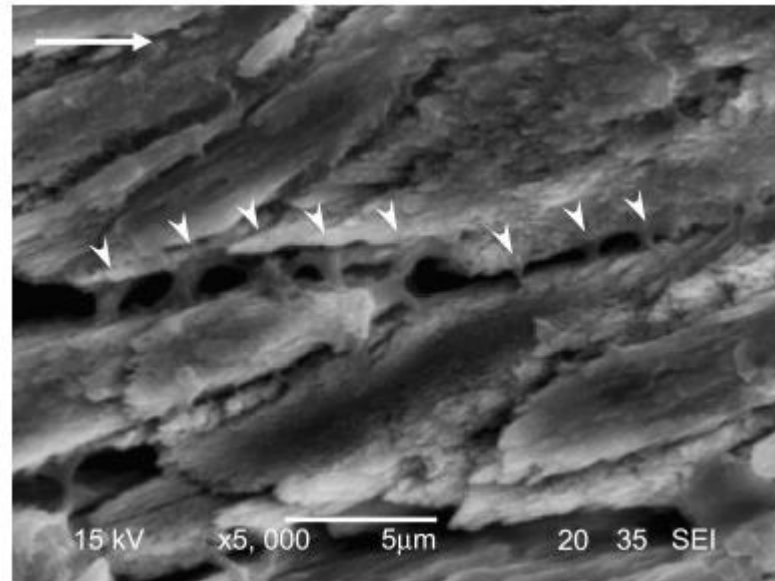
**Figure 8** : Schéma de l'orientation des prismes d'émail selon l'émail externe et interne et de la décussation des prismes [7].



**Figure 9** : Vue au microscope de la propagation d'une fêlure dans l'émail externe et interne [7].

Bajaj et Arola ont également remarqué une formation de ligaments minéralisés au sein de l'émail. Ces ligaments forment un pontage (figure 10), induit par la matrice organique résidant entre l'émail prismatique et interprismatique. Le pontage produit à son tour des protéines.

La combinaison des ligaments minéralisés et des protéines du pontage entraînent une réduction de l'intensité de la contrainte d'environ 66 MPa. Ils permettent alors une diminution, voire même un arrêt de la propagation de la fêlure.



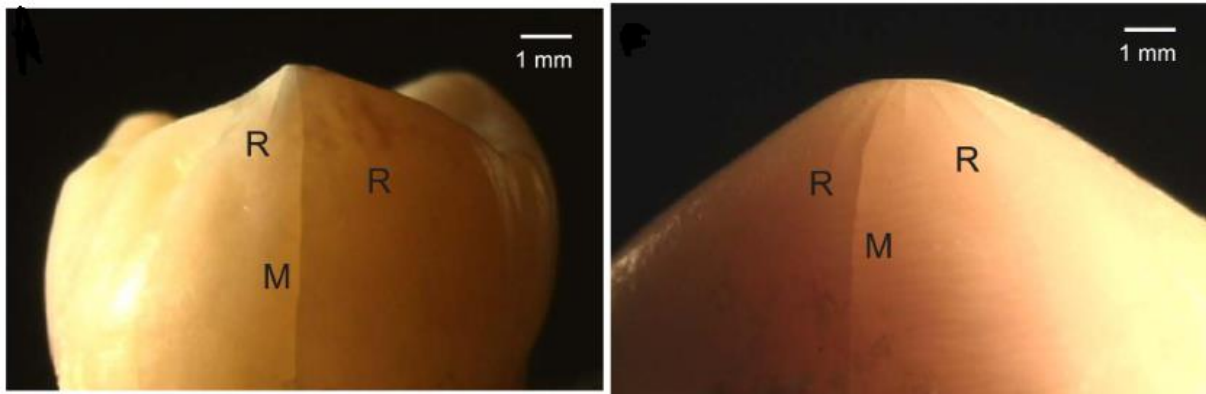
**Figure 10** : Mise en évidence au microscope du pontage d'une fêlure [7].

### 1.4.2 Echelle anatomique

L'étude de Chai et coll. [13] a mis en évidence deux types de fêlures longitudinales : les fêlures radiales-médianes (R) et les fêlures marginales (M) (figure 11).

Concernant les fêlures radiales-médianes, elles sont rencontrées autour d'un point de contact occlusal avec la dent antagoniste. Ces fêlures se propagent en direction apicale.

Les fêlures marginales naissent dans une zone cervicale puis se propagent en direction coronaire.



**Figure 11 : Mise en évidence de fêlures dites radiales-médianes (R) et marginales (M) [13].**

### **1.5 Epidémiologie**

Roh et Lee, en 2006 [63], ont réalisé une analyse sur des dents fêlées dans le service dentaire d'un hôpital pendant un an. Cette étude avait pour objectif de découvrir les caractéristiques des fêlures dentaires.

Pour cela, les dents présentant une fêlure ont été analysées et plusieurs caractéristiques ont été relevées. L'identification des fêlures a été réalisée par le biais de la transillumination, de colorants, et de tests de morsure.

Ce sont donc 154 dents qui ont été diagnostiquées comme fêlées parmi 141 patients en un an.

Tout d'abord, le genre des patients n'influe pas sur la proportion de dents fêlées. Cependant, il existe une atteinte préférentielle selon l'âge du patient (40 à 50 ans) et la localisation de la dent (les molaires maxillaires sont plus atteintes que les molaires mandibulaires, viennent ensuite les prémolaires). La présence d'une restauration sur la dent influe sur la présence de fêlures (60,4% de dents saines, 39,6% de dents restaurées).



Selon une autre étude menée par Seo et coll. [66] entre juillet 2008 et juin 2009, également dans un hôpital dentaire, les patients présentant des fêlures avaient en majorité plus de 40 ans. Ils répondaient positivement au test de morsure à 82,2%. La direction de propagation de la fêlure se faisait en mésio-distal.

Cependant, contrairement à l'étude précédente, les dents étaient davantage restaurées (72%) et la localisation était différente. En effet, les fêlures étaient d'abord retrouvées sur les premières molaires maxillaires, puis les premières molaires mandibulaires, ensuite venaient les deuxièmes molaires mandibulaires, et enfin les deuxièmes molaires maxillaires.

Une étude plus récente de 2017 [78] montre quant à elle que les molaires non restaurées sont les dents les plus atteintes, chez des patients allant de 50 à 59 ans.

De nombreuses études ont été réalisées afin de déterminer les caractéristiques d'apparition de cette pathologie. Les résultats ne sont pas tous semblables. Cependant, toutes s'accordent sur le fait que les patients présentant des fêlures ont plus de 40 ans et répondent positivement au test de morsure. La direction de propagation de la fêlure est mésio-distale et les dents concernées sont principalement les molaires. Toutefois, il n'y a aucune incidence du genre du patient.

Ces non-concordances au sujet de la localisation et de la présence de restaurations viennent du fait que les fêlures sont des pathologies très compliquées à diagnostiquer autant par le praticien, que par les symptômes ressentis par le patient.

## **1.6 Etiologies et facteurs de risque associés**

Les différentes études portant sur l'étiologie de la fêlure dentaire montrent un caractère multifactoriel. C'est pourquoi, il est plus judicieux de classer ces étiologies directement associées avec leurs facteurs de risque.

Il est possible de classer ces étiologies en 4 catégories :

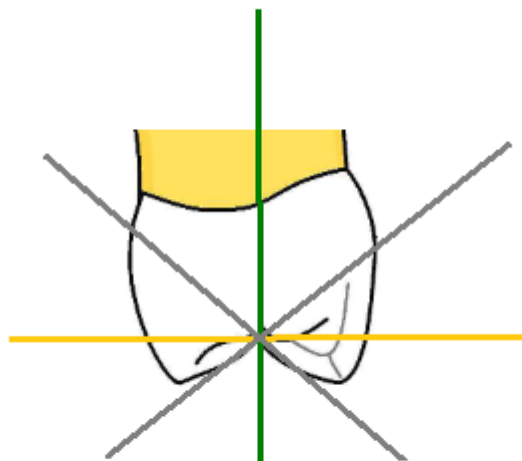
- la morphologie dentaire,
- les facteurs biomécaniques,
- les causes iatrogènes,
- les causes diverses.

## 1.6.1 La morphologie dentaire

### 1.6.1.1 L'inclinaison des cuspides

L'inclinaison des cuspides est différente d'un patient à un autre, notamment en fonction des forces exercées en bouche ou du mouvement dentaire. Cette inclinaison joue un rôle crucial dans l'apparition de fêlures [77].

Dans une étude de 2013 de Qian et coll. [60], l'inclinaison de 11 premières molaires maxillaires gauches présentant une fêlure et 22 intactes a été mesurée. Les valeurs moyennes de chaque groupe ont été utilisées pour construire 2 molaires en reconstruction 3D afin de les soumettre à des charges de 200N, suivant une inclinaison de 0, 45 et 90° par rapport à l'axe de la dent (figure 12).



**Figure 12** : Axes des charges appliquées sur les deux dents ; en vert l'axe à 0° par rapport à l'axe de la dent, en gris l'axe à 45°, en jaune l'axe à 90° [60].

L'étude a noté une différence d'inclinaison cuspidienne de 5,5 à 6,7° entre les dents fêlées et les dents intactes, les dents fêlées étant les plus inclinées.

Les résultats des tests sont reportés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 1 : Contraintes de traction maximales en fonction des différents axes de 0°, 45°, 90° et de l'état initial de la dent, sous une charge de 200 N [60].**

	0°	45°	90°
Dent fêlée	5,83 MPa	10,87 MPa	25,32 MPa
Dent intacte	5,40 MPa	8,49 MPa	22,76 MPa

Une augmentation de l'inclinaison cuspidienne provoque une augmentation des contraintes locales, donc une propagation de la fêlure.

En effet, une angulation élevée de la cuspide est liée à des contraintes compressives et des forces longitudinales (verticales). Par contre, une angulation plus faible, avec une inclinaison plus importante par rapport au plan d'occlusion, génère des forces latérales (horizontales) [75].

De ce fait, plus les cuspides sont inclinées, plus la dent est sujette aux fêlures.

### **1.6.1.2 Anomalies de développement**

Les conditions de développement de la dent peuvent être perturbées et provoquer des zones de faiblesse localisées dues à des fusions incomplètes des différentes structures dentaires lors de la calcification. Cela provoque une apparition de fissures sur des dents pourtant non restaurées [30].

## **1.6.2 Les causes iatrogènes**

### **1.6.2.1 Préparation de cavités**

Les préparations de cavités inadéquates peuvent provoquer, à terme, une fêlure dentaire. En effet, la structure de la dent est affaiblie par l'élimination de tissus dentaires lors de préparation de cavités [8,24].

Un contact occlusal avec la dent antagoniste survenant sur une importante restauration (qu'elle soit en résine, céramique ou métal) affaiblit également la structure dentaire restante.

Il faut également porter une attention particulière lors de préparation pour inlay-onlay. En effet, une protection insuffisante de la cuspide lors de la pose d'un inlay-onlay ainsi qu'une relation cuspide-fosse trop importante sont également des situations à risques de survenue d'une fêlure dentaire [71].

### **1.6.2.2 Instruments dentaires**

L'utilisation d'une pièce à main à haute vitesse de rotation est systématique lors de la préparation d'une dent, cependant, ces instruments peuvent induire une fêlure *a posteriori* [48].

### **1.6.2.3 Tension exercée sur la dent**

La mise en place de composite de façon non incrémentale, implique des forces de tractions dans la dent suite à la contraction de polymérisation, et peut donc être une cause possible d'une fêlure dentaire.

De plus, la pression hydraulique exercée lors du scellement de couronnes bien ajustées ou les forces appliquées lors de la mise en place du matériau de restauration sont également des causes possibles d'une fêlure dentaire.

Les bridges de longue étendue exercent une pression sur les dents piliers peuvent également engendrer une fêlure [48].

### **1.6.3 Les facteurs biomécaniques**

#### ***1.6.3.1 L'accident masticatoire***

Pour Trushkowsky, la cause principale des fêlures dentaires est l'accident masticatoire. Ce dernier survient lorsque le patient mord soudainement et avec une force excessive sur un objet dur comme un os, pouvant se trouver au sein d'un aliment [9,35,71].

#### ***1.6.3.2 Les interférences***

Lors de la reconstitution d'une dent, il faut accorder une importance aux contacts occlusaux, symétriques et homogènes. Les interférences occlusales sur des cuspidés fragiles ainsi que la perte du guidage antérieur lors de reconstitutions prothétiques vont entraîner des forces transversales qui peuvent à leur tour mener à des fêlures dentaires [9,35,48].

#### ***1.6.3.3 Le bruxisme***

Les parafunctions musculaires, telles que le bruxisme diurne ou nocturne, peuvent également induire des fêlures. Le bruxisme est le fait de garder une occlusion statique ou dynamique excessive. Il peut être le résultat d'un stress psychologique, d'une consommation excessive d'alcool, de café ou de tabac, de troubles anxieux ou d'un syndrome d'apnée du sommeil [35,41].

Les inhibiteurs corticaux peuvent être supprimés pendant la phase de sommeil, ce qui permet la réalisation de plus grandes forces occlusales [4]. Ce bruxisme est

appelé bruxisme nocturne. Il est donc important de prendre en charge toute forme de bruxisme, souvent inconsciente, afin d'en réduire ses effets néfastes.

## **1.6.4 Causes diverses**

### ***1.6.4.1 Cycles thermiques***

Les dents sont sensibles au chaud et au froid, cependant, cette sensibilité n'est pas ressentie de manière égale d'un patient à un autre. L'application de différents stress thermiques (entre 4°C et 60°C) de manière cyclique sur une dent conduit à la fragilité de celle-ci pouvant ensuite provoquer une fêlure [40,45,47].

### ***1.6.4.2 Piercings linguaux***

Depuis quelques années, une nouvelle mode est apparue, celle des piercings, notamment dans le milieu buccal. De nombreuses conséquences apparaissent, notamment pour les piercings linguaux, qui, de par leur localisation et la possibilité par le patient de jouer avec ou de mordre dessus, peuvent être inducteurs de fêlures dentaires [59,80]. Les dents les plus impactées par les fêlures provoquées par les piercings linguaux sont les molaires, mais les prémolaires et incisives peuvent aussi être touchées [16]. Les patients ne sont cependant pas conscients de ces conséquences, et il est donc important de les en informer.

## 2 Démarche diagnostique

### 2.1 L'entretien clinique

L'établissement du diagnostic de fêlure amélo-dentinaire demeure une énigme très problématique autant pour les dentistes que pour les patients. En effet, la difficulté provient des symptômes très subjectifs et variables. En 1996, Türp et Gobetti ont même employé le terme de « diagnostic insaisissable » [72].

Le plus souvent, le patient se présente avec une symptomatologie au niveau d'une dent depuis plusieurs semaines ou plusieurs mois.

L'interrogatoire est alors une étape importante, il faut demander au patient comment il a ressenti les premiers symptômes. Cela peut être, par exemple, en mangeant sur un aliment dur ou mou, de consistance spécifique.

L'étude de Hilton et coll. [32] a permis de déterminer les différents symptômes ressentis, ainsi que leur fréquence. Pour cela, des dentistes ont recensé des patients qui présentaient une dent vitale postérieure avec au moins une fêlure externe visible. Suite à ce recensement, l'étude a donc comptabilisé 2858 dents.

Ils ont noté que 45% d'entre elles présentaient au moins un symptôme.

Parmi ces symptômes, le plus évocateur d'une fêlure dentaire est la douleur au froid, pour 37% des dents.

Le deuxième symptôme apparaît lors de l'application d'une force occlusale ou lors du relâchement de la pression occlusale pour 16% des dents.

Enfin, le dernier symptôme relevé est une douleur spontanée pour 11% des dents testées.

L'étude de Ferracane et coll. [21] a précisé les résultats de l'étude précédente en recherchant au moins une fêlure interne, c'est-à-dire une fêlure dentinaire, associée aux fêlures externes observées, c'est-à-dire aux fêlures amélaire. Ils ont

donc comptabilisé 389 dents, sur un total de 435, qui présentaient à la fois au moins une fêlure externe et au moins une fêlure interne, représentant 9 dents sur 10.

Les symptômes associés et leur ordre de fréquence restent identiques : 53% présentaient une douleur au froid, 37% présentaient une douleur à la pression, 26% présentaient une douleur spontanée.

Les patients peuvent éprouver des difficultés à déterminer la dent causale, étant donné qu'il n'y a aucune fibre proprioceptive dans la chambre pulpaire [29].

Le diagnostic et la prise en charge de la fêlure dentaire restent donc primordiaux afin d'éviter une finalité plus grave, telle que la fracture dentaire, pouvant nécessiter des thérapeutiques plus invasives.

Ces symptômes sont décelables par le biais de différents examens cliniques abordés ensuite.

Il est d'ailleurs important de combiner plusieurs tests afin de préciser le diagnostic [55].

## **2.2 Les examens cliniques**

### **2.2.1 Tests de sensibilité pulpaire**

Il a été démontré ci-dessus que le premier symptôme évocateur d'une fêlure dentaire est la sensibilité au froid. Il est donc important de réaliser ces tests de sensibilité pulpaire afin de déterminer le diagnostic pulpaire et d'envisager la thérapeutique de la dent et son pronostic.

La thérapeutique sera différente en fonction de l'atteinte pulpaire associée.

La pulpe peut être en état sain, en état d'inflammation réversible, d'inflammation irréversible ou de nécrose pulpaire.



L'ouverture des tubulis dentinaires causée par une fêlure permet le passage de bactéries, qui engendrent par la suite une pathologie pulpaire [53].

La sensibilité pulpaire peut être testée de deux façons, soit avec un test thermique, soit avec un test électrique [25,57].

En ce qui concerne le test thermique, il peut être soit un test au chaud avec un cône de gutta percha, soit un test au froid avec un coton imbibé de spray d'air froid. Ces deux tests sont placés directement sur la face vestibulaire de la dent séchée et isolée du milieu buccal par un coton salivaire, pendant 10 secondes.

Pour le test électrique, une noisette de dentifrice, servant de conducteur, est placée sur la dent, séchée et isolée également du milieu buccal. Une sonde est ensuite apposée sur cette dent.

En 2013, une étude de Villa-Chávez et coll. [74], a utilisé un échantillon de 110 dents, dont 60 dents vitales et 50 dents nécrosées. Celles-ci ont été testées à l'aide des 3 tests cités ci-dessus. La sensibilité des tests était de 0,88 pour le test au froid, 0,86 pour le test au chaud et 0,76 pour le test électrique.

Dans une autre étude de 2014 de Jespersen et coll. [34], 656 dents ont été testées. Le test au froid présentait une sensibilité de 0,91 et le test électrique de 0,84.

Selon ces deux études, le test au froid est donc le test le plus précis pour établir le diagnostic pulpaire [34,74].

### **2.2.2 Test du mordru**

La douleur à la pression est due à la mobilisation individuelle des fragments dentaires, entraînant des mouvements de fluides au sein des tubulis dentinaires. Ces mouvements activent à leur tour les fibres myélinisées de type A au sein de la pulpe, provoquant alors une douleur accrue [56].

La réponse positive au test de morsure est un signe caractéristique d'une fêlure dentaire [32,44].

L'objectif de l'étude suivante [79] est de trouver une méthode fiable afin de reproduire la douleur ressentie sur une dent fêlée lors de la mastication. Les patients, au nombre de 46, présentant une dent fêlée sont invités à mordre sur un rouleau de coton humide, puis sur l'instrument appelé « tooth slooth » (figure 13).

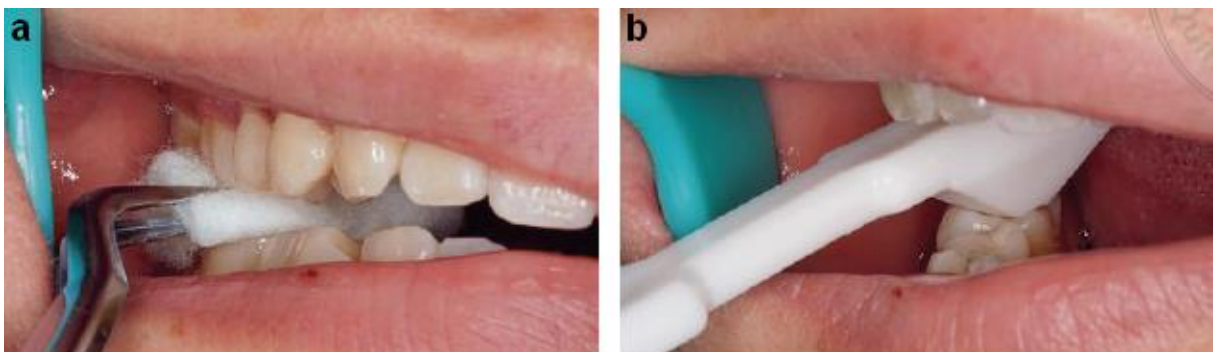
Le rouleau de coton est placé sur la face occlusale de la dent, puis le patient doit mordre légèrement, serrer fermement puis ouvrir rapidement (figure 14a)

Le « tooth slooth » présente l'avantage de pouvoir être utilisé sur chaque cuspidé individuellement (figure 14b).

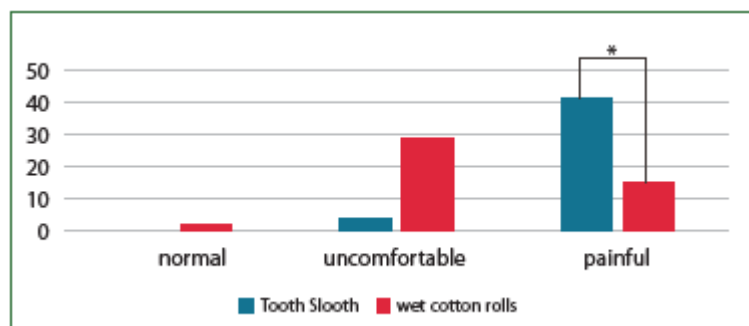
Les résultats de cette étude sont donnés ci-dessous (figure 15).



**Figure 13** : « tooth slooth » [79].



**Figure 14** : Patient mordant sur un rouleau de coton (a), puis sur le « tooth slooth » (b) [79].



**Figure 15** : Résultats des tests en fonction de l'utilisation du « tooth slooth » et du rouleau de coton humide [79].

Quelques patients, soit 4,4%, ont ressenti une sensation normale lorsqu'ils ont mordu sur le rouleau de coton, mais aucun patient n'a ressenti de sensation normale avec le « tooth slooth ».

Un plus grand nombre de patients, soit 63%, ont ressenti une sensation d'inconfort en mordant sur le rouleau de coton, tandis que seulement 8,7% ont ressenti cette sensation en mordant sur le « tooth slooth ».

La majorité des patients, soit 93,5%, ont ressenti une douleur en mordant sur le « tooth slooth » alors que seulement 32,6% ont ressenti cette douleur en mordant sur le rouleau de coton.

Selon cette étude, le test de morsure avec le « tooth slooth » est donc plus représentatif que le test avec le rouleau de coton humide. De plus, la douleur causée par le « tooth slooth » est davantage similaire aux symptômes ressentis par le patient.

### 2.2.3 Test de percussion

Le test de percussion permet de mobiliser un ou des fragments dentaires. Cette méthode consiste à percuter les dents à l'aide du manche du miroir. La percussion permet de détecter la sensibilité, la mobilité ainsi que le différentiel sonore comme entre une dent et un implant dentaire.

Il existe une autre méthode appelée « diagnostic par percussion quantitative » [67], qui mesure la sensibilité et la mobilité dentaire. Cela consiste en un appareil connecté à système de sonde à percussion portable. Cet appareil mesure l'amortissement du parodonte et des structures associées telles que la dent.

Ce test de percussion détecte, de manière non destructive, les fêlures avec une précision similaire à celle du microscope, de la transillumination et de la coloration. De plus, cette méthode a permis de détecter des fêlures qui n'étaient pas détectées par la méthode de la transillumination.

#### **2.2.4 Transillumination**

Le principe de la transillumination est d'utiliser une source lumineuse focalisée par une fibre optique. Cette source lumineuse est placée sur la face vestibulaire ou buccale de la dent (figure 16). Si la dent présente une fêlure, cette dernière empêchera la diffusion du faisceau lumineux au sein de la couronne. La dent présentera alors une zone éclairée et une zone sombre avec une fêlure à l'interface de ces deux zones.

Il y a cependant deux inconvénients à l'utilisation de la transillumination [54]. Premièrement, cette technique accentue les fêlures, le praticien pense donc à une fêlure importante alors qu'elle reste superficielle. Deuxièmement, les changements de couleur subtils sont invisibles à l'œil nu. Il est donc nécessaire d'utiliser cette technique associée à un microscope [46].



**Figure 16** : Test de transillumination montrant une fracture mésiale et linguale sur la deuxième molaire mandibulaire gauche [9].

Il est possible d'utiliser différentes sources lumineuses déjà présentes au cabinet pour détecter ces fêlures, telles que la pièce à main avec une lumière à fibre optique, sans oublier de retirer l'eau et la fraise, ou une lampe à photopolymériser. Cependant, les autres sources lumineuses telles que le scialytique ou la lumière naturelle ne sont pas recommandées par l'AAE (American Association of Endodontists) [3].

### **2.2.5 Tests parodontaux**

Le principe est de sonder l'attache épithéliale, à l'aide d'une sonde parodontale graduée, sur tout le pourtour de la dent afin de déceler une perte d'attache localisée en regard de la fêlure, et d'en mesurer sa profondeur.

En 2017, Yang et coll. [78] ont évalué l'état pulpaire de 182 dents fêlées en fonction de la profondeur du sondage parodontal.

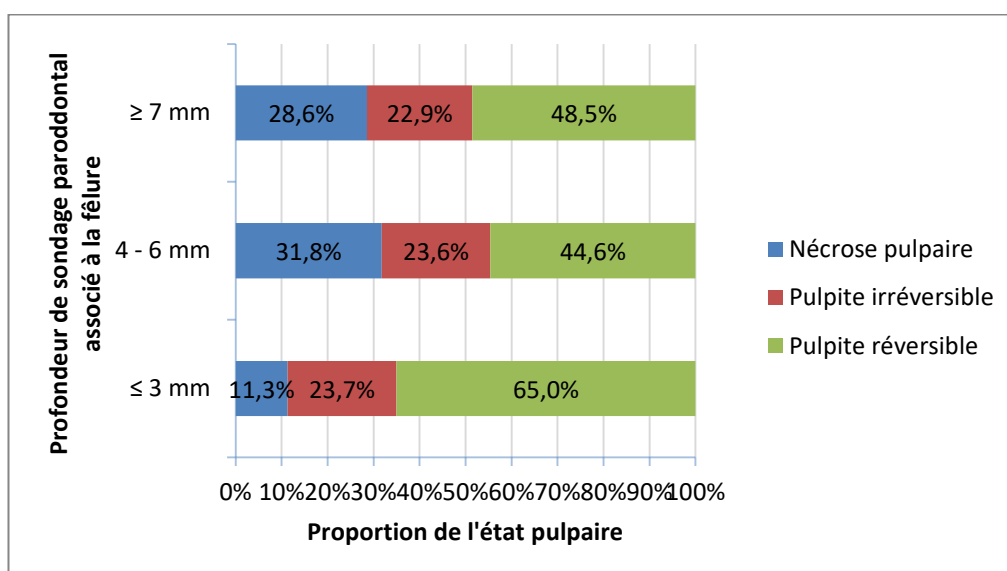
Parmi ces 182 dents, 103 présentaient une profondeur de poche inférieure à 3 mm (soit 56,6%), 40 d'entre elles présentaient une profondeur comprise entre 4 et 6 mm (soit 22%), et enfin 39 présentaient une profondeur supérieure à 7 mm (soit 21,4%).

Concernant l'état pulpaire, 33 dents étaient diagnostiquées comme étant nécrosées, 40 dents étaient en état de pulpite irréversible, et 97 dents étaient en état de pulpite réversible.

A propos des dents présentant une profondeur de poche inférieure à 3 mm, 65% présentaient une pulpite réversible contre 11,3% qui présentaient une nécrose pulpaire.

Lorsque la profondeur de poche dépassait 4 mm, l'état pulpaire des dents en question était, en majorité, nécrosé. En effet, 31,8% des dents nécrosées présentaient une profondeur de poche de 4 à 6 mm et 28,6% présentaient une profondeur de poche supérieure à 7 mm.

Ces résultats sont résumés dans le graphique ci-dessous (figure 17).



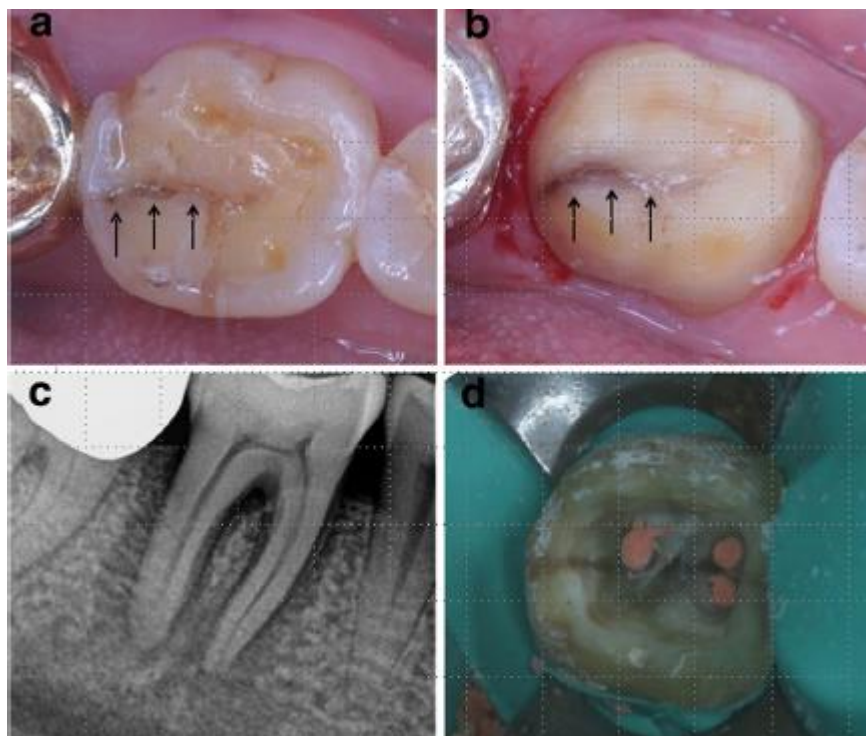
**Figure 17** : État pulpaire des dents fêlées en fonction de la profondeur de poche mesurée [78].

Cette étude démontre que plus la profondeur de poche augmente, plus le risque de nécrose pulpaire augmente.

### **2.3 Les examens radiologiques**

Les radiographies rétro-coronaires, rétro-alvéolaires ou « cone beam » sont souvent insuffisantes pour diagnostiquer une fêlure, sauf si l'axe de la radiographie est dans un plan parallèle à la fêlure [67]. La plupart du temps, la fêlure suit une direction mésio-distale, non décelable sur une radiographie. Lorsque la fêlure suit une direction vestibulo-buccale, la fêlure peut être visible sur la radiographie [9].

L'utilisation de la radiographie peut s'avérer utile si une perte osseuse est associée à la fêlure (figure 18). De plus, une diminution du volume pulpaire, par oblitération, peut aussi suggérer la présence d'une fêlure.



**Figure 18 : Visualisation d'une fêlure distale sur la première molaire mandibulaire droite (a, b). Détection d'une lésion péri-apicale associée à la fêlure (c). Propagation de la fêlure durant le traitement endodontique (d) [78].**

Les radiographies peuvent aussi permettre d'exclure d'autres diagnostics possibles comme une carie proximale, une perforation, une résorption interne ou externe, ou encore une lésion d'origine endodontique. Ce point sera abordé plus en détails dans la partie concernant les diagnostics différentiels.

## **2.4 La dépose de la restauration coronaire**

Pour confirmer la présence d'une fêlure, il est nécessaire de réaliser une inspection visuelle précise et correcte. Cependant, sans l'utilisation d'aides visuelles, telles que les loupes de grossissement ou les microscopes, les fêlures restent difficilement décelables.

L'utilisation de la digue est primordiale et permet une meilleure visibilité des fêlures dentaires. En effet, avec la couleur contrastante de la digue par rapport aux dents, le chirurgien-dentiste reste focalisé sur la dent à examiner sans être distrait par le milieu environnant. De plus, isoler la dent du milieu buccal permet d'éviter la contamination salivaire, qui la réhydrate en permanence. Afin d'augmenter les chances de déceler une fêlure dentaire, il faut que la dent soit sèche [12].

Une fêlure peut être cachée par de la plaque dentaire, une restauration existante ou une carie. C'est pourquoi, il est nécessaire de réaliser un nettoyage de la dent pour obtenir des surfaces propres, de déposer les restaurations déjà en place ainsi que de procéder à une éviction de la carie [67].

Une fois la dent nettoyée et la cavité visible et sèche, il est alors plus facile de réaliser l'examen de la fêlure, c'est-à-dire de vérifier sa direction, sa profondeur, sa localisation.

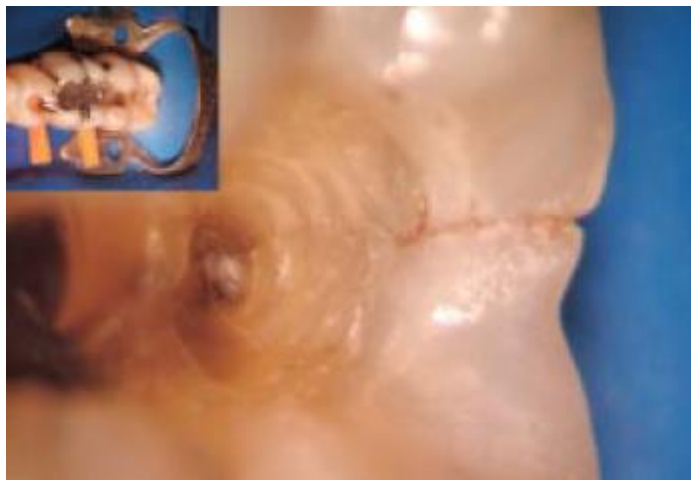
Les fêlures sont difficilement décelables, c'est pourquoi l'utilisation d'un colorant va faciliter leur diagnostic. Ce colorant s'introduit dans la fêlure et permet de donner une indication sur sa direction. Ce test est réalisé à l'aide de bleu de méthylène [76].

L'inconvénient de ce test est qu'il est long à être effectif, puisqu'il faut laisser un délai de 2 à 5 jours après l'application du colorant et d'une restauration provisoire



avant d'avoir un résultat. Cela peut donc retarder le diagnostic, la prise en charge et le pronostic de la fêlure [9].

Il est également recommandé d'utiliser un microscope afin de déceler plus facilement les fêlures [51]. Sur la photographie ci-dessous (figure 19), il est possible de visualiser une fêlure sur la crête distale d'une molaire. Le microscope doit être équipé d'un grossissement x6 ou x8 au minimum, avec un éclairage coaxial sans ombre coïncidant avec l'axe d'observation du chirurgien-dentiste.



**Figure 19: Visualisation au microscope d'une fêlure de la crête distale de la deuxième molaire mandibulaire droite [12].**

L'utilisation d'une sonde droite dans l'exploration d'une fêlure dentaire permet de détecter un hiatus au sein de la dent. Cependant, il faut être prudent car la sonde peut mobiliser un fragment dentaire et provoquer une douleur au patient. L'utilisation du microscope permet de préciser la localisation de la fêlure et en facilite sa caractérisation.

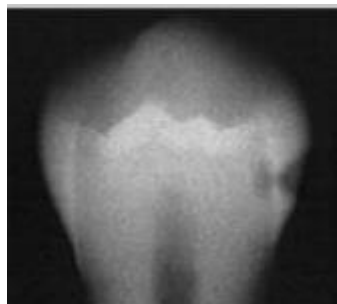
## **2.5 Diagnostics différentiels**

Comme vu précédemment, la fêlure dentaire est très difficile à diagnostiquer, c'est pourquoi il est important d'écarter les diagnostics différentiels.

### **2.5.1 Carie proximale**

Une carie proximale provoque une douleur lors de la consommation d'aliments sucrés. Elle peut également provoquer une douleur à l'application de froid sur la dent.

Pour confirmer ce diagnostic, le praticien peut réaliser un cliché radiographique rétro-coronaire, qui révélera une radio-clarté au niveau d'une face proximale par exemple (figure 20).



**Figure 20 : Détection d'une carie proximale sur une prémolaire mandibulaire à l'aide d'une radiographie rétro-coronaire [28].**

### **2.5.2 Sensibilités post-opératoires**

Elles surviennent suite à la mise en place d'une obturation d'usage sur une dent vitale, souvent proche de la chambre pulpaire, ce qui provoque alors une sensibilité au froid ou à la pression. Il est donc nécessaire d'attendre la disparition, ou non, de la douleur. Si cette dernière persiste, il conviendrait donc de déposer cette restauration et de réévaluer le diagnostic avec l'absence d'un trait de fêlure visible.

### **2.5.3 Pulpite irréversible**

Dans certains cas, le patient se plaint de douleurs au froid. Cependant, le fait que la douleur soit spontanée, continue, irradiante et augmentée par le froid doit évoquer une pulpite irréversible, qui peut alors être la conséquence d'une fêlure comme vu précédemment.

### **2.5.4 Lésion inflammatoire péri-radriculaire d'origine endodontique (LIPOE)**

Le patient se présentant avec une lésion inflammatoire péri-radriculaire d'origine endodontique aura une réponse positive au test de percussion axiale, ce qui est rarement le cas pour une fêlure. De plus, la dent ne répondra pas positivement au test de sensibilité pulpaire.

Il est possible de vérifier ce diagnostic à l'aide d'un cliché radiographique rétro-alvéolaire qui révélera une image péri-apicale radio-claire (figure 21).



**Figure 21 : Détection d'une LIPOE sur une molaire mandibulaire à l'aide d'une radiographie rétro-alvéolaire [69].**

### 2.5.5 Traumatisme occlusal

Le patient présentera une douleur lors de la mastication et du test de mordu occlusal. La douleur est provoquée par une inflammation du ligament desmodontal.

Il faut alors vérifier les points de contacts occlusaux à l'aide d'un papier à articuler afin de repérer les suroccusions et les supprimer (figure 22).



**Figure 22** : Suroccusion mise en évidence par un papier à articuler sur une première molaire maxillaire [50].

### 2.5.6 Fracture verticale

La conséquence d'une fracture verticale est la mobilisation des fragments entre eux. Il est alors possible de repérer cette mobilisation, même minime, à l'aide d'une sonde (figure 23).



**Figure 23 : Séparation à l'aide d'une sonde parodontale de deux fragments d'une dent fracturée [51].**

### **3 Prise en charge thérapeutique**

Selon Martin et Machtou [52], le traitement d'une fêlure dentaire a trois objectifs :

- supprimer la symptomatologie,
- éviter la propagation de la fêlure en direction apicale,
- renforcer la cohésion mécanique de la dent fragilisée par la fêlure.

La démarche thérapeutique tient compte de trois facteurs importants à rechercher : le facteur étiologique, le diagnostic pulpaire (vus précédemment), le délabrement coronaire de la dent [44]. A partir de ces facteurs, une thérapeutique pourra être envisagée.

Le traitement principal consiste alors à réaliser une contention des différents fragments, soit par le biais d'un collage par adhésif, soit par le biais d'un cerclage périphérique [44].

#### **3.1 La prévention**

La prévention d'une fêlure passe tout d'abord par la connaissance de son existence par le praticien, ainsi que ses étiologies et ses facteurs de risque. En effet, un chirurgien-dentiste ignorant l'existence des fêlures ou leur méthode de diagnostic pourra passer outre la détection et l'interception de ces dernières.

Dans un premier temps, il faut porter une attention particulière aux patients de plus de 40 ans, âge à partir duquel les patients présentent le plus de fêlures, comme vu précédemment.

Il faut également prévenir un patient bruxomane des risques de développer une fêlure, et déterminer l'origine de son bruxisme.

La prévention peut aussi se faire chez les patients porteurs de piercings linguaux ou les patients stressés, en leur conseillant d'éviter toute interposition entre les dents.

La prévention passe par l'examen rigoureux et régulier de toutes les dents, afin d'intercepter le plus tôt possible toute fêlure éventuelle.

### **3.2 Considérations biologiques**

Face au traitement d'une fêlure dentaire, deux situations se présentent, conditionnées par l'examen clinique et la symptomatologie pulpaire. Cela peut être la conservation de la vitalité pulpaire ou bien la réalisation du traitement endodontique.

Deux dents présentant une fêlure similaire peuvent nécessiter un traitement différent, en fonction de leur diagnostic pulpaire.

Il est donc important de prendre en considération les diagnostics pulpaire et péri-apicaux pour déterminer le traitement adéquat. La seule détection de la fêlure ne suffit pas pour décider de conserver, ou non, la vitalité pulpaire [2].

Les 3 diagnostics pulpaire, abordés dans la partie précédente, permettent donc d'établir la nécessité, ou non, d'un traitement canalair.

En effet, la vitalité pulpaire pourra être conservée dans le cas d'une inflammation pulpaire réversible. Une inflammation pulpaire irréversible nécessitera un traitement endodontique, soit par biopulpotomie, soit par biopulpectomie ; une nécrose pulpaire nécessitera un traitement endodontique de l'ordre de la biopulpectomie.

#### **3.2.1 Conservation de la vitalité pulpaire**

Une fêlure dentaire peut être diagnostiquée sans symptomatologie, dans ce cas, le traitement de choix sera la conservation de la vitalité pulpaire.

Lorsqu'un patient se présente au cabinet avec une symptomatologie, il est primordial de réaliser une inspection visuelle accompagnée de tests diagnostiques afin de déterminer la pathologie en cause.

Lorsque le diagnostic de pulpite réversible est posé, la conservation de la vitalité pulpaire est envisagée. Ce diagnostic repose sur réponse positive au test au de sensibilité pulpaire, provoquée et non persistante [17].

### **3.2.1.1 *Étanchéfier le complexe dentinaire***

Lors de l'exploration de la cavité dentaire, un trait de fêlure au niveau de la dentine constitue une porte d'entrée bactérienne vers le complexe pulpaire. Il faut alors impérativement rester à distance de ce complexe en étanchéfiant les tubulis dentinaires jusqu'alors ouverts (comme vu précédemment) [61].

Pour cela, la meilleure thérapeutique adhésive est l'hybridation dentinaire. Cette technique a été décrite par Magne sous le nom de scellement dentinaire immédiat (SDI) ou « immediate dentin sealing » (IDS) [49]. Elle correspond à l'obtention d'une couche hybride entre un adhésif et la surface dentinaire.

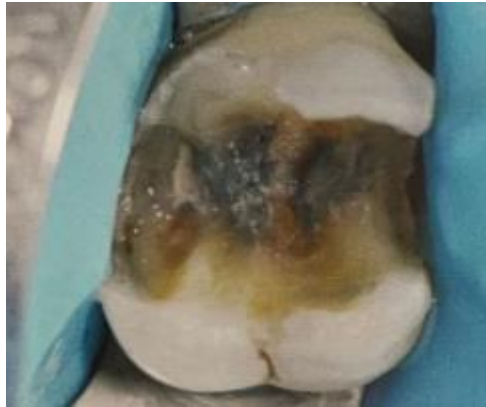
Cette technique présente deux avantages :

- mécanique : les valeurs d'adhérence sont augmentées par la préparation au préalable de la dentine,
- biologique : la pulpe est immédiatement protégée par une barrière étanche, isolant le complexe dentino-pulpaire par l'obturation des tubulis dentinaires initialement ouverts [18].



### **3.2.1.2 Protocole de l' « immediate dentin sealing »**

Le scellement dentinaire immédiat doit suivre un protocole très précis pour être efficace, décrit ci-dessous (figures 24 à 30) [18].



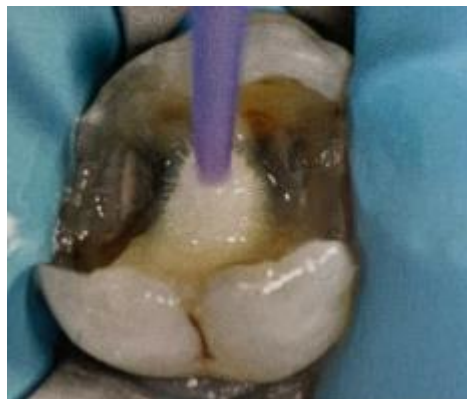
**Figure 24** : Préparation cavitaire avec fraise diamantée et/ou en carbure de tungstène, aéroabrasion.



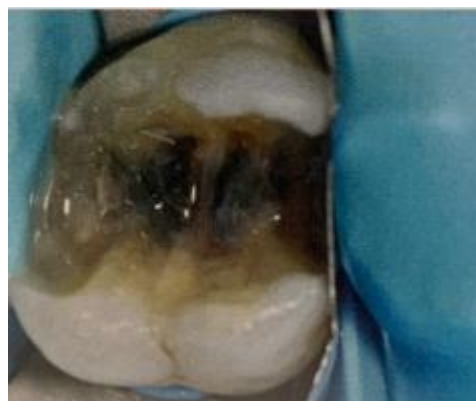
**Figure 25** : Nettoyage et désinfection avec une mini-brossette et une solution de chlorhexidine à 0,2%.



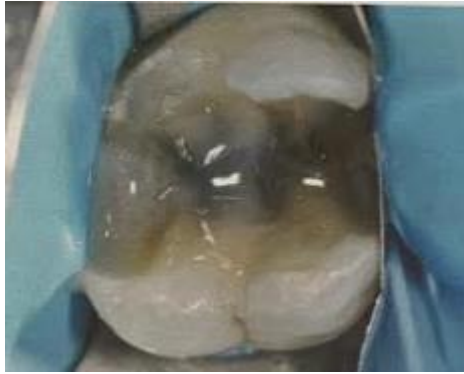
**Figure 26** : Mordançage à l'acide orthophosphorique 35% pendant 15 secondes.



**Figure 27** : Application de l'adhésif puis photopolymérisation pendant 20 secondes.



**Figure 28** : Obtention de la couche hybride.



**Figure 29** : Application de composite fluide pour renforcer la couche hybride, régulariser les surfaces et combler les contre-dépouilles puis photopolymérisation pendant 20 secondes.



**Figure 30** : Application d'un gel de glycérine et photopolymérisation pendant 10 secondes pour parfaire la polymérisation de surface.

### **3.2.2 Non conservation de la vitalité pulpaire**

Différents critères permettent d'orienter la décision de dévitaliser une dent :

- douleurs spontanées violentes et irradiantes,
- réponse exacerbée aux tests de sensibilité pulpaire, indiquant une pulpite irréversible,
- absence de réponse aux tests de sensibilité pulpaire, indiquant une nécrose pulpaire.

Cependant, il est important de vérifier un point essentiel avant d'entreprendre le traitement endodontique. En effet, lorsque ces symptômes apparaissent, cela signifie que la fêlure a atteint la chambre pulpaire. Une évaluation rigoureuse d'une perte d'attache éventuelle doit être entreprise afin de s'assurer que la fêlure ne s'est pas étendue en direction radiculaire, ce qui pourrait compromettre la conservation de la dent [44].

Krell et Caplan [39] ont réalisé une étude afin d'analyser la réussite du traitement endodontique orthograde 1 an après le traitement, sur une période de 25 ans.

Au total, 3038 dents ont été diagnostiquées comme étant fêlées parmi 2086 patients. Ils ont retenu 2086 dents dans leur base de données, correspondant à une seule dent par patient. Parmi celles-ci, 1406 ont été traitées endodontiquement. Les patients devaient se représenter au cabinet un an après le traitement, 380 d'entre eux y sont retournés. Une analyse de certains facteurs a été réalisée, notamment l'âge du patient ou le caractère irréversible de la pulpite, ce qui laisse 363 dents incluses dans les résultats.

Parmi ces 363 dents traitées endodontiquement et analysées 1 an après, 296 ont présenté un succès thérapeutique. Les auteurs n'ont pas noté de différence en ce qui concerne les diagnostics pulpaires préalables (85% de réussite pour les dents qui présentaient une pulpite irréversible, 80% de réussite pour celles qui présentaient une nécrose, 74% de réussite pour celles qui présentaient un traitement antérieur), l'âge ou le genre du patient, l'année du traitement, le type de dent et le matériau de restauration.

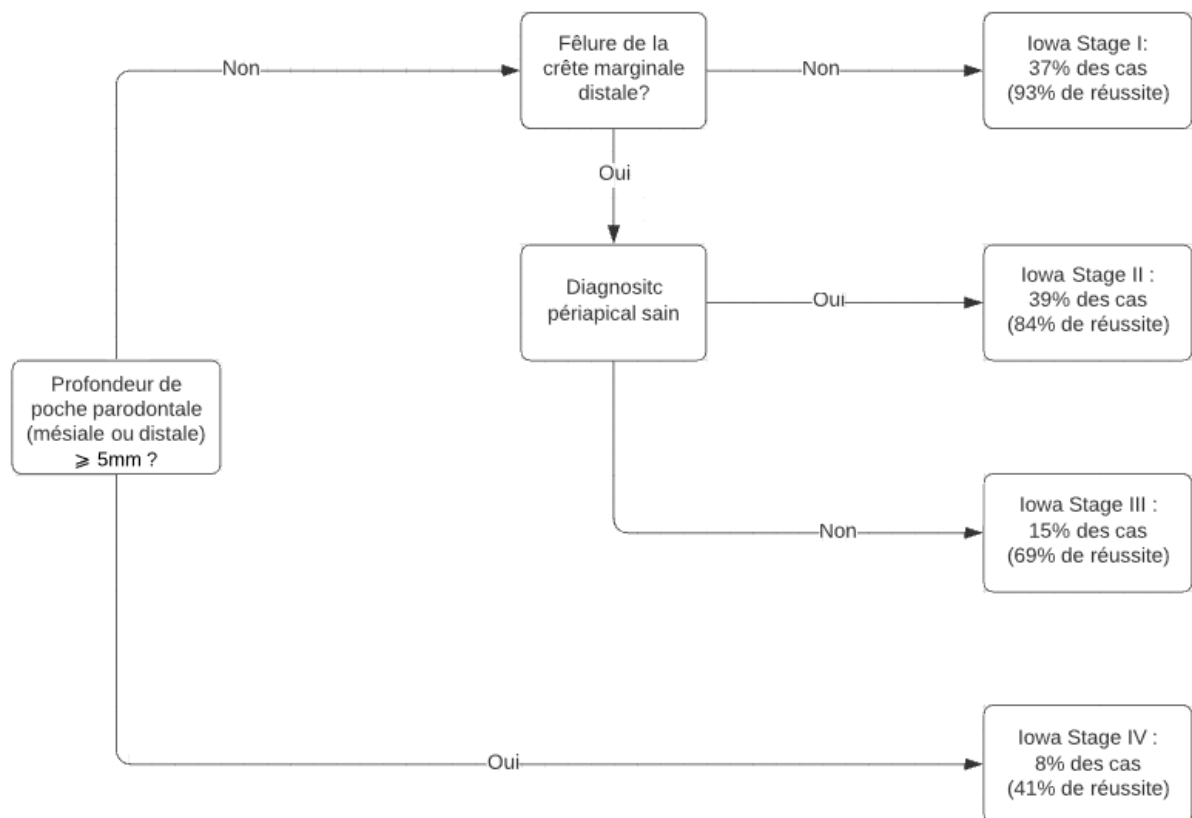
Cependant, les 3 facteurs les plus déterminants étaient :

- la présence d'une fêlure sur une crête marginale : 62% de réussite pour les dents qui présentaient une fêlure à la fois sur la crête marginale mésiale et distale,
- la profondeur de la poche parodontale : 31 à 39% de réussite pour les dents qui présentaient une profondeur de poche supérieure à 5 mm,

- le diagnostic péri-apical : 74% de réussite pour les dents présentant une parodontite apicale chronique, une parodontite apicale aiguë ou un abcès apical aigu, contre 85% de réussite pour les dents présentant un diagnostic péri-apical normal.

Les résultats de cette étude montrent que la présence d'une fêlure sur une crête marginale, la présence d'une poche parodontale profonde, c'est-à-dire de plus de 5 mm, ainsi que le diagnostic péri-apical défavorable entraînent une diminution du taux de succès.

Le pronostic de réussite du traitement endodontique orthograde est basé sur le « Iowa staging index » (figure 31), qui reprend les 3 critères cités ci-dessus.



**Figure 31 : « Iowa staging index » [39].**

Concernant la présence d'une fêlure sur une crête marginale, il a été prouvé par Hilton et coll. [31] qu'une fêlure sur une crête marginale distale présentait plus de risque d'échec qu'une fêlure sur une crête marginale mésiale.

En effet, la fêlure distale bloque la propagation du faisceau lumineux lors du test de transillumination, ce qui signifie qu'elle a déjà atteint la dentine et que le pronostic de la dent peut être réservé.

Kang et coll. [36] ont réalisé une étude portant sur le succès endodontique de 88 dents, 2 ans après le traitement.

L'incidence de la poche parodontale sur le taux de réussite du traitement endodontique a également été démontrée par ces auteurs. En effet, les dents fêlées qui présentaient une profondeur de poche inférieure à 6 mm avaient un taux de réussite de 96,8% tandis que celles qui présentaient une profondeur de poche supérieure à 6 mm avaient un taux de réussite de 74,1%.

Ces études démontrent donc que plus la profondeur de la poche parodontale n'est importante, plus le taux de survie ne diminue.

### **3.3 Considérations mécaniques**

Le délabrement coronaire fait partie intégrante de la décision de prise en charge thérapeutique. Il est donc nécessaire de déposer les anciennes restaurations afin d'évaluer la fêlure et la perte de substance associée.

La perte de substance est évaluée à partir de 3 paramètres [44]:

- son volume,
- son architecture,
- sa localisation.

Il est donc important de rappeler la classification des pertes de substance dentaire. Ces dernières sont classées selon leur site et leur stade évolutif dans la classification appelée Si/Stal [6].

### **3.3.1 Rappel sur la classification Si/Sta**

Dans cette classification de Lasfargues et coll. [42], 3 sites sont distingués :

- site 1 : lésions occlusales (lésions des puits, sillons, fosses, fossettes de toutes les dents),
- site 2 : lésions proximales,
- site 3 : lésions cervicales.

Les stades évolutifs sont également distingués, au nombre de 5 :

- stade 0 : lésion initiale (pas de cavité visible),
- stade 1 : microcavitations en surface atteignant le tiers externe de la dentine,
- stade 2 : cavité de taille moyenne atteignant le tiers médian de la dentine sans affaiblir les cuspides,
- stade 3 : cavité de taille importante atteignant le tiers profond de la dentine et pouvant fragiliser les cuspides,
- stade 4 : cavité atteignant la zone parapulpaire et ayant détruit une partie des cuspides.

### **3.3.2 Pertes de substance sans atteinte cuspidienne**

Lorsqu'une dent présente une petite perte de substance sans atteinte cuspidienne, c'est-à-dire de site 1 stade 1 ou 2, ou de site 2 stade 1 ou 2, une restauration directe est possible [44].

Opdam et coll. [58] ont réalisé une étude portant sur la réussite du traitement des dents fêlées restaurées à partir d'une méthode directe, à base de résine composite.

Dans cette étude, 41 dents ont été traitées : 20 dents ont été restaurées sans recouvrement cuspidien, 21 dents ont été restaurées avec un recouvrement cuspidien.

Après 7 ans, 40 dents ont pu être évaluées. Parmi les dents restaurées sans recouvrement cuspidien, 3 d'entre elles ont nécessité un traitement endodontique, dont 2 ont échoué, provoquant une fracture, ce qui représente un échec annuel de 6%.

Parmi les dents restaurées par le biais d'un recouvrement cuspidien, les auteurs n'ont constaté aucun échec de traitement.

Cette étude démontre qu'une restauration par méthode directe avec une résine composite possède un bon taux de survie de la dent et est efficace. Mais le taux de survie est tout de même inférieur à celui avec recouvrement cuspidien.

Veneziani a démontré récemment dans son étude qu'à partir du moment où une dent présentait une fêlure amélo-dentinaire visible, le recouvrement cuspidien présentait un meilleur taux de réussite [73].

Les restaurations directes à base de résine composite présentent un fort taux de succès. Néanmoins, il est nécessaire de procéder à un recouvrement cuspidien pour augmenter les chances de survie de la dent.

### **3.3.3 Pertes de substance avec atteinte cuspidienne**

Lorsqu'une dent présente une perte de substance étendue, c'est-à-dire de site 1 stade 3 ou 4, ou de site 2 stade 3 ou 4, ou avec une atteinte cuspidienne, une restauration indirecte est préférable [44].

Dans une autre étude de Deliperi et Bardwell [19], il a été prouvé que la contraction de polymérisation lors de la réalisation d'une restauration directe pouvait provoquer l'apparition d'une fracture à partir d'une fêlure. Au contraire, une restauration indirecte permet d'obtenir un joint de colle plus fin, et donc moins de contraction de polymérisation.



En 2007, Signore et coll. [68] ont mené une étude clinique portant sur l'évaluation des dents restaurées à l'aide d'une méthode indirecte par onlay en composite.

Dans cette étude, 43 dents qui présentaient une sensibilité au froid ou à la mastication ont subi un traitement par restauration indirecte. Une semaine après le traitement, 38 dents, soit 88,37%, ne présentaient plus aucune douleur ; 3 dents, soit 6,98%, présentaient encore une douleur au froid ; et 2 dents présentaient à la fois une douleur au froid et à la mastication, soit 4,65%.

Quatre semaines après le traitement, 40 dents ne présentaient plus aucune douleur, ce qui représente 93,02%, 2 dents présentaient toujours une douleur au froid ou en mordant, soit 4,65%, tandis que 1 dent devait être traitée endodontiquement. A cette dent, s'ajoutent 2 autres qui ont nécessité un traitement endodontique : la première 2 mois après la restauration, la deuxième 5 mois après la restauration.

Six ans après avoir effectué les restaurations, 40 dents n'avaient plus aucun symptôme douloureux, alors que 3 d'entre elles ont subi un échec, ce qui représente donc un taux de réussite de 93,02%.

Lorsqu'une importante perte de substance est associée à des parois résiduelles faibles avec une possible destruction des cuspidés, il faut favoriser le recouvrement cuspidien complet [44]. En effet, le fait de réaliser une restauration sans recouvrement cuspidien sur une dent déjà affaiblie mécaniquement sollicitera davantage le joint de collage, pouvant provoquer, à terme, une rupture de la couche adhésive et un affaiblissement de la cohésion recherchée antérieurement.

Les dents restaurées avec ou sans recouvrement cuspidien présentent un bon taux de succès. Cependant, les fractures ultérieures survenant sous un inlay, sans recouvrement cuspidien, sont plus sévères et ne peuvent plus être restaurées [1].

De nombreux auteurs, depuis 1999, s'accordent donc sur le fait que le recouvrement cuspidien est le traitement de choix des dents présentant une fêlure

amélo-dentinaire, notamment lors de la présence d'une paroi résiduelle inférieure à 2 mm [19,26,58,65,70].

C'est pourquoi il est essentiel de restaurer les dents fêlées, présentant une perte de substance avec atteinte cuspidienne, à l'aide d'un recouvrement occlusal complet pour éviter les récurrences.

### **3.3.4 Critères de choix du matériau de restauration**

Le choix du matériau de restauration indirecte entre le composite et la céramique dépend de plusieurs facteurs, détaillés ci-dessous (tableau 2) [23] :

- le facteur fonctionnel,
- le facteur biologique,
- le facteur esthétique,
- le facteur technique.

Dans la majorité des cas, la céramique reste le matériau de choix. En effet, sa résistance mécanique proche de celle de l'émail, sa résistance à l'usure, sa biocompatibilité, ses excellentes propriétés optiques et surtout son aptitude au collage en font le matériau de reconstitution idéal. La céramique est également le matériau adéquat lorsqu'il s'agit de stabiliser l'occlusion, lorsque le patient est soucieux de la toxicité des matériaux ou lorsque son exigence esthétique est importante.

La céramique qui répond le mieux à ce cahier des charges est la vitrocéramique renforcée au disilicate de lithium, type « E-max ».

Cependant, dans certains cas, la restauration en composite est indiquée, si le patient présente des signes de bruxisme afin d'éviter une éventuelle fracture de la céramique. Le composite permet également une réparation ou des corrections occlusales simplifiées. De plus, si le diagnostic pulpaire est incertain et qu'il est nécessaire de réaliser une cavité d'accès à posteriori, le composite sera plus facile à fraiser.

**Tableau 2 : Orientation du choix vers une restauration partielle en composite ou en céramique en fonction de différents facteurs [23].**

	<b>Céramique</b>	<b>Composite</b>
<b>Facteurs fonctionnels</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antagoniste restaurée en céramique</li> <li>- Nécessité de stabiliser l'occlusion ou les contacts proximaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Antagoniste restaurée en composite</li> <li>- Perte de substance dentinaire</li> <li>- Epaisseurs fines et préparation dentinaire</li> <li>- Bruxisme</li> <li>- Nécessité potentielle de réparation ou ajustement de la face occlusale</li> </ul>
<b>Facteurs biologiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Terrain allergique</li> <li>- Patient inquiet de la toxicité des matériaux dentaires</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dent pulpée symptomatique ou risque de nécessité de traitement endodontique</li> </ul>
<b>Facteurs esthétiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Patient très exigeant sur le plan esthétique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limite vestibulaire et pas de photographies endobuccale transmise au prothésiste</li> </ul>
<b>Facteurs techniques</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en forme par CFAO (usinage)</li> </ul>

### **3.4 Protocole de réalisation d'un onlay ou overlay**

#### **3.4.1 La préparation**

Un onlay est une pièce prothétique inséré dans une cavité recouvrant au moins une cuspside. Un overlay est une pièce prothétique recouvrant toute la surface occlusale de la dent [43].

Autrefois, il fallait respecter plusieurs principes conventionnels lors de la réalisation d'un onlay ou d'un overlay. Cependant, de nouveaux critères ont été mis en place afin de respecter au maximum les tissus dentaires. Ces principes ont plusieurs buts :

- minimiser au maximum la perte des tissus dentaires sains,
- guider la réduction occlusale,
- définir une limite marginale afin d'améliorer la qualité de l'adhésion,
- permettre une insertion en douceur de la restauration,
- améliorer l'esthétique dans la zone de transition dent/restauration.

Il est donc essentiel d'avoir une divergence des parois internes de 6 à 10° afin d'éviter les contre-dépouilles et de faciliter le positionnement de la restauration. Il faut également veiller à réaliser des angles internes arrondis et des lignes de finition nettes pour résister au maximum aux contraintes mécaniques. Le dernier point important est l'obtention d'un substrat favorable à l'adhésion. En effet, il est préférable d'avoir une marge d'émail périphérique [22].

La première étape de la réalisation d'une restauration partielle est l'analyse de la cavité. En effet, il est important de s'assurer que la cavité n'est plus contaminée par de la carie, et n'est plus recouverte d'une ancienne restauration. Toutes les parois doivent être propres.

Pour cela, il est possible d'utiliser un révélateur de carie, par exemple le Sable™ Seek® de Ultradent (figure 32).



**Figure 32 : Révélateur de carie Sable™ Seek® de Ultradent [64].**

Après la pose d'un champ opératoire sous digue étanche, il faut préparer la surface dentaire par un sablage doux à l'oxyde d'alumine 27 microns (par exemple, Rondoflex<sup>®</sup> de Kavo). Suite à cela, l'IDS et le remplissage de la cavité par un matériau de restauration, utilisé à des fins de substituts dentinaires, sont réalisés. Cela permet de réaliser une préparation dentaire homothétique avec des épaisseurs de préparations homogènes.

Il existe 3 grandes catégories de substituts dentinaires : les composites (sous forme microhybrides conventionnels, fluides ou « bulk fill »), les ciments verres ionomères (CVI et CVI modifié par adjonction de résine, appelé CVIMAR) et les ciments silicates tricalciques (type MTA ou Biodentine<sup>®</sup>). Le choix du substitut dentinaire approprié se fera essentiellement au regard de la situation clinique.

Pour exemple, dans le cas d'une restauration avec limite cervicale juxtagingivale ou même infragingivale, rendant impossible la pose d'un champ opératoire, le CVI sera choisi. Dans le cas d'une perte de substance avec proximité ou effraction pulpaire, les ciments silicates tricalciques peuvent être utilisés à la fois en coiffage et en tant que substituts dentinaires sous la restauration en céramique. Dans tous les autres cas de figure, les composites sont à privilégier comme matériau de restauration de la masse dentine [18].

L'étape suivante est la préparation occlusale. Elle débute par la création de rainures occlusales afin de déterminer la profondeur de la préparation. Cette étape est réalisée à l'aide d'une fraise boule diamantée enfoncée de moitié de son diamètre, ou d'une fraise conique diamantée gravée sur différentes profondeurs, ou encore à l'aide d'une fraise avec butée d'enfoncement (figure 33).



**Figure 33 : Fraise avec une butée d'enfoncement de marque Komet [37].**



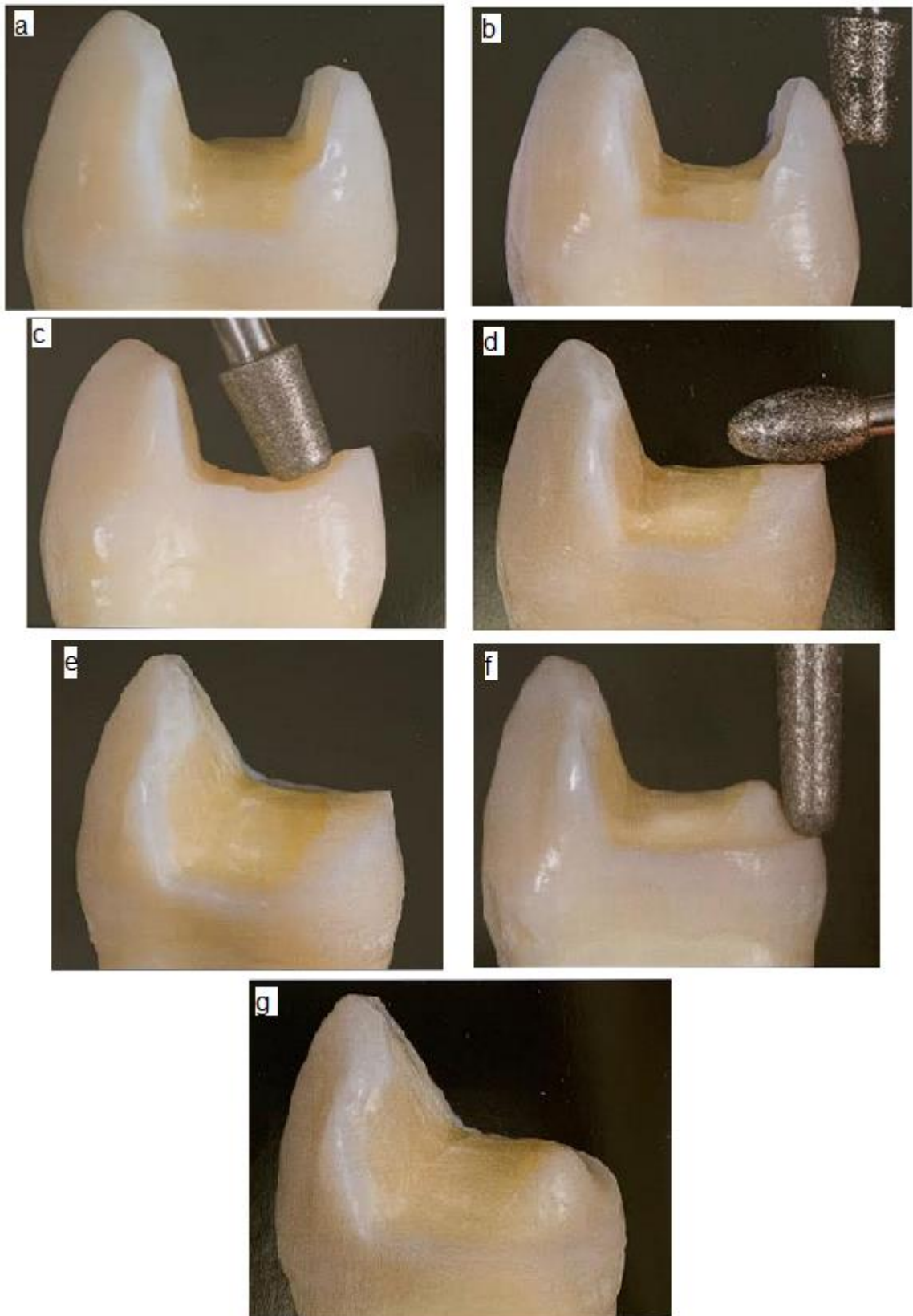
à une surface de collage amélaire plus large et crée plus d'espace pour la restauration. Le biseau doit être incliné de 45° par rapport à l'axe de la dent.

Le dernier type de limite est l'épaulement arrondi (figure 35 c) utilisé dans le cas d'une précédente fracture cuspidienne dans le tiers cervical, ou d'une nécessité d'une grande protection lors d'un recouvrement cuspidien. Cette limite permet également une bonne stabilité de la restauration sur la préparation dentaire.

Cependant, dans le cas de fêlures, il est recommandé de réaliser un congé à la périphérie de la cuspidie recouverte afin d'obtenir un cerclage protecteur (figures 36 f et g) [20].



**Figure 35** : Limites de préparations : bout-à-bout (a), biseau (b), épaulement arrondi (c) [22].



**Figure 36 : Préparation d'un onlay (a-g) [20].**



### **3.4.2 La prise d'empreinte**

La prise d'empreinte pour un onlay ou un overlay s'effectue après la préparation, l'hybridation dentinaire et le remplissage de la cavité par le substitut dentinaire. La technique de prise d'empreinte de choix est le double mélange en silicone.

L'empreinte peut être sectorielle lorsque le calage occlusal est assuré par les dents voisines intactes, ou globale dans le cas contraire [20].

### **3.4.3 La temporisation**

Le délai de temporisation doit rester le plus court possible afin de limiter tout risque de désagrément au patient. Le plus souvent, un matériau photopolymérisable est utilisé, de type résine composite, bloqué mécaniquement et non collé (par exemple Telio® de Ivoclar). Il est indispensable d'isoler la surface dentinaire hybridée du matériau de temporisation à l'aide d'un gel de glycérine afin d'éviter toute liaison entre les deux interfaces en résine et éviter d'arracher partiellement l'une d'elle lors de la dépose de la restauration provisoire à l'étape suivante [20].

### **3.4.4 L'assemblage de la pièce prothétique**

Les onlays ou overlays, confectionnés au laboratoire de prothèse, sont souvent assemblés à des cavités peu voire non rétentives mécaniquement, le joint dento-prothétique est alors sollicité. Le choix du matériau d'assemblage doit être fonction de sa résistance mécanique et de sa capacité à adhérer aux surfaces dentaires et prothétiques. Ce choix se portera sur les colles, qui sont des polymères résineux.

Il existe 3 types de colles : les colles composites traditionnelles, les composites de restauration et les colles auto-adhésives. Les deux premières, sans potentiel d'adhésion, ont un meilleur recul clinique et sont donc à favoriser.

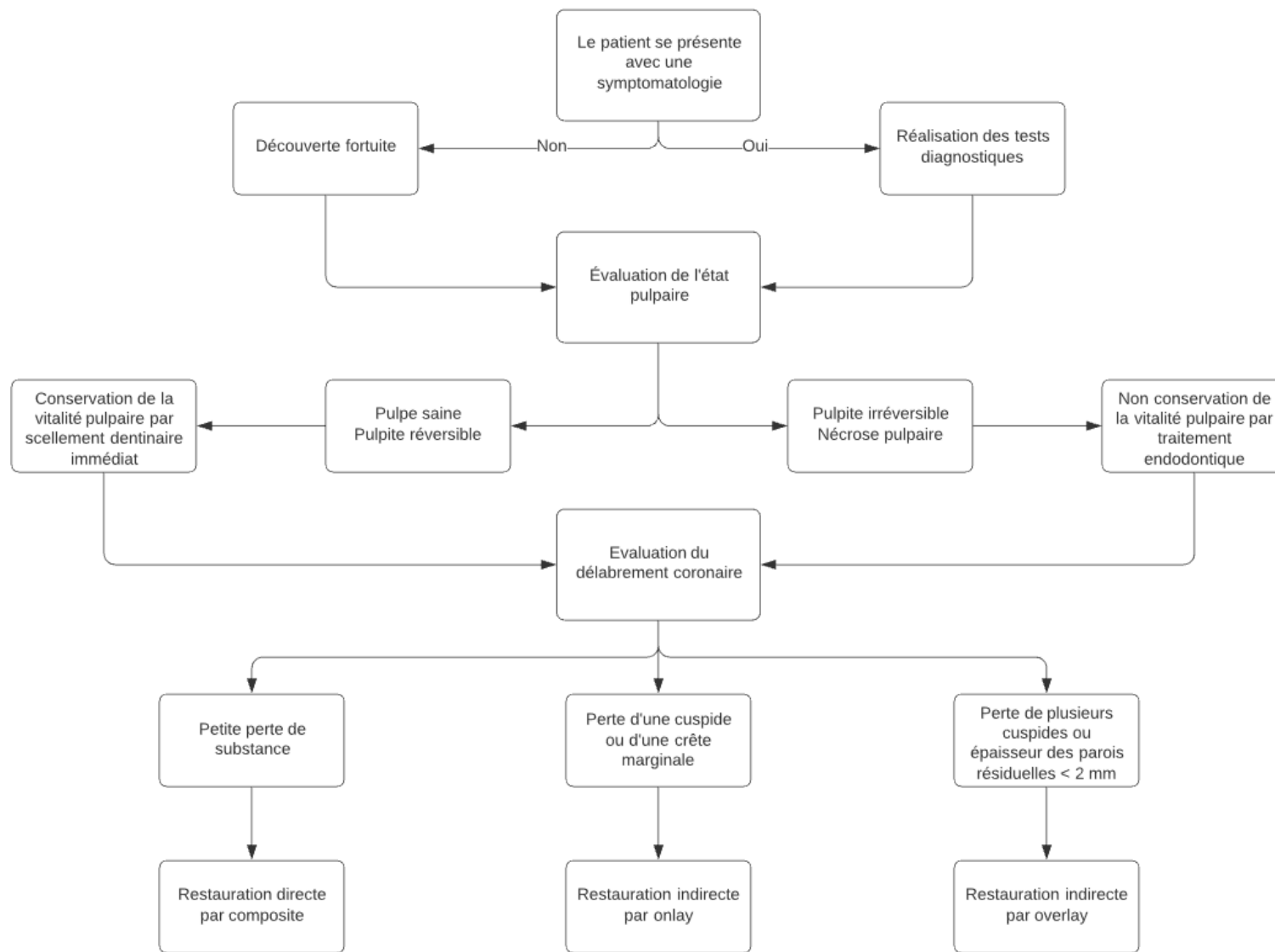
Il convient de traiter les surfaces dentaires, à l'aide d'un sablage doux à l'oxyde d'alumine 27 microns ; et prothétiques, à l'aide d'un sablage à l'oxyde d'alumine 50 microns pour les restaurations en composite ou à l'aide d'un mordantage à l'acide fluorhydrique pour les restaurations en céramique.

L'assemblage de la pièce prothétique se réalise ensuite en plusieurs étapes :

- essayage de la pièce en bouche,
- isolation du site opératoire par digue unitaire ou plurale,
- préparation des surfaces dentaires et prothétiques,
- assemblage à l'aide de la colle choisie,
- polissage du joint et réglage de l'occlusion [15].

### **3.5 Arbre décisionnel**

Il est dès lors possible, avec les connaissances apportées précédemment, de réaliser un arbre décisionnel (figure 37). Ce dernier a pour but d'orienter le chirurgien-dentiste dans la prise en charge thérapeutique de la fêlure.



**Figure 37 : Arbre décisionnel pour la prise en charge thérapeutique des fêlures [réalisation personnelle]**

## Conclusion

Les fêlures dentaires sont des phénomènes courants, mais pour autant elles sont très différentes les unes des autres. C'est pourquoi il est parfois difficile pour le chirurgien-dentiste de les détecter. L'examen clinique reste donc une étape importante à réaliser.

Cette thèse a pour but d'apporter aux chirurgiens-dentistes toutes les connaissances actuelles nécessaires afin de prendre en charge ces fêlures de la meilleure façon possible, autant au niveau de l'étiologie, du diagnostic et de la prise en charge thérapeutique.

Le pronostic d'une dent atteinte d'une fêlure dépend de la localisation et l'extension de la fêlure, du moment de la prise en charge de la fêlure, et du type de restauration utilisée. Il est primordial de réaliser une bonne cohésion des fragments et de préserver au maximum les tissus dentaires sains afin d'éviter la propagation de la fêlure et d'augmenter les chances de survie de la dent.

## Références bibliographiques

1. Alshiddi IF, Aljinbaz A. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with indirect composite inlay and onlay restorations - an in vitro study. *Saudi Dent J.* 2016;28.
2. American Association of Endodontists. Cracking the cracked tooth code: detection and treatment of various longitudinal tooth fractures. *Endod Colleagues Excell.* 2008;
3. American Association of Endodontists. Transillumination : the « light detector ». *Endod Colleagues Excell.* 2008;
4. Attanasio R. Nocturnal bruxism and its clinical management. *Dent Clin North Am.* 1991;35(1):245-52.
5. Baageel T, Allah E, Bakalka G, Jadu F, Yamany I, Jan A, Bogari D, Alhazzazi T. Vertical root fracture: biological effects and accuracy of diagnostic imaging methods. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2016;6(2):93-104.
6. Badet C, Richard B. Étude clinique de la carie Dental caries. *EMC Dent.* 2004;1:40-8.
7. Bajaj D, Arola DD. On the R-curve behavior of human tooth enamel. *Biomaterials.* 2009;30(23-24):4037-46.
8. Bales D. Pain and the cracked tooth. *J Indiana Dent Assoc.* 1975;54(5):15-8.
9. Banerji S, Mehta SB, Millar BJ. Cracked tooth syndrome. Part 1: aetiology and diagnosis. *Br Dent J.* 2010;208(10):459-63.
10. Bansal R, Chowdhary P, Gurtu A, Mehrotra N, Kishore A. Splinting of longitudinal fracture: an innovative approach. *Case Rep Dent.* 2016;2016:1-8.
11. Bechtle S, Fett T, Rizzi G, Habelitz S, Klocke A, Schneider GA. Crack arrest within teeth at the dentinoenamel junction caused by elastic modulus mismatch. *Biomaterials.* 2010;31(14):4238-47.
12. Berg JH. Definitive diagnosis of early enamel and dentinal cracks based on microscopic evaluation. *J Esthet Restor Dent.* 2003;15(7):7-17.
13. Chai H, Lee JJ-W, Constantino PJ, Lucas PW, Lawn BR. Remarkable resilience of teeth. *Proc Natl Acad Sci.* 2009;106(18):7289-93.
14. Chai H, Lee JJ-W, Lawn BR. Fracture of tooth enamel from incipient microstructural defects. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2010;3(1):116-20.
15. Cheron R, Atlan A. Assemblage des restaurations indirectes. *Réal Clin.* 2014;25(4):337-44.

16. Covello F, Salerno C, Giovannini V, Corridore D, Ottolenghi L, Voza I. Piercing and oral health: a study on the knowledge of risks and complications. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(2):613.
17. Dabuleanu M. Pulpitis (reversible/irreversible). *J Can Dent Assoc*. 2013;79:90.
18. Decup F, Gaucher C. Approche bioconservatrice des tissus pour les restaurations indirectes. *Réal Clin*. 2014;25(4):279-87.
19. Deliperi S, Bardwell DN. Clinical evaluation of direct cuspal coverage with posterior composite resin restorations. *J Esthet Restor Dent*. 2006;18:256-67.
20. Etienne O, Anckenmann L. Restaurations esthétiques en céramique collée postérieures partielles. In: *Restaurations esthétiques en céramique collée*. CdP. 2016. p. 269-318. (JPIO).
21. Ferracane JL, Funkhouser E, Hilton TJ, Gordan VV, Graves CL, Giese KA, Shea W, Pihlstrom D, Gilbert GH. Observable characteristics coincident with internal cracks in teeth. *J Am Dent Assoc*. 2018;149(10):885-892.e6.
22. Ferraris F. Posterior indirect adhesive restorations (PIAR): preparation designs and adhesthetics clinical protocol. *Int J Esthet Dent*. 2017;12(4):482-502.
23. Fron Chabouis H, Prot C, Attal J-P. Restauration partielle indirecte: composite ou céramique. *Réal Clin*. 2014;25(4):297-306.
24. Gael K, Chen CS. Effect of cavity depth on stresses in a restored tooth. *J Prosthet Dent*. 1992;67(2):174-83.
25. Gambiez A, Deveaux E. Le diagnostic en endodontie. I - Les moyens. *Réal Clin*. 2006;17:275-89.
26. Geurtsen W, Garcia-Godoy F. Bonded restorations for the prevention and treatment of the cracked tooth syndrome. *Am J Dent*. 1999;12(6):266-70.
27. Gibbs J. Cuspal fracture odontologia. *Dig*. 1954;60:158-60.
28. Gordan VV, Garvan CW. Restorative treatment thresholds for interproximal primary caries based on radiographic images: findings from the Dental PBRN. *Gen Dent*. 2009;57(6):654.
29. Hasan S, Singh K, Salati N. Cracked tooth syndrome: Overview of literature. *Int J Appl Basic Med Res*. 2015;5(3):164-8.
30. Hiatt WH. Incomplete crown-root fractures in pulpal periodontal disease. *J Periodontol*. 1973;44(6):369-79.
31. Hilton TJ, Funkhouser E, Ferracane JL, Gilbert GH, Baltuck C, Benjamin P, Louis D, Mungia R, Meyerowitz C. Correlation between symptoms and external characteristics of cracked teeth. *J Am Dent Assoc*. 2017;148(4):246-56.
32. Hilton TJ, Funkhouser E, Ferracane JL, Gordan VV, Huff KD, Barna J, Mungia R, Marker T, Gilbert GH. Associations of types of pain with crack-level, tooth-

- level and patient-level characteristics in posterior teeth with visible cracks: Findings from the National Dental Practice-Based Research Network. *J Dent.* 2018;70:67-73.
33. Imbeni V, Kruzic JJ, Marshall GW, Marshall SJ, Ritchie RO. The dentin–enamel junction and the fracture of human teeth. *Nat Mater.* 2005;4(3):229-32.
  34. Jespersen JJ, Hellstein J, Williamson A, Johnson WT, Qian F. Evaluation of dental pulp sensibility tests in a clinical setting. *Clin Res.* 2014;40(3):4.
  35. Kanamaru J, Tsujimoto M, Yamada S, Hayashi Y. The clinical findings and managements in 44 cases of cracked vital molars. *J Dent Sci.* 2017;12(3):291-5.
  36. Kang SH, Kim BS, Kim Y. Cracked teeth: distribution, characteristics and survival after root canal treatment. *J Endod.* 2016;42(4):557-62.
  37. Komet France - Instruments classiques pour la preparation [Internet]. [cité 22 sept 2020]. Disponible sur: <https://komet.fr/fr-FR/Produits/Cabinet-Dentaire/Categories/Diamant/Instruments-classiques-pour-la-preparation/Deep-Marker-DM10>
  38. Komet France - Coffret pour overlays du Dr Gil Tirlet - TD3184 [Internet]. [cité 22 sept 2020]. Disponible sur: <https://komet.fr/fr-FR/Produits/Produits-Komet-France/Coffret-pour-overlays-du-Dr-Gil-Tirlet-TD3184>
  39. Krell KV, Caplan DJ. 12-month success of cracked teeth treated with orthograde root canal treatment. *J Endod.* 2018;44(4):543-8.
  40. Kruzic JJ, Ritchie RO. Fatigue of mineralized tissues: cortical bone and dentin. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2008;1(1):3-17.
  41. Kuhn M, Türp JC. Risk factors for bruxism. *Swiss Dent J.* 2018;128(2):118-24.
  42. Lasfargues J-J, Kaleka R, Louis J. Le concept SISTA, un nouveau guide thérapeutique en cariologie. *Réal Clin.* 2000;11(1):103-22.
  43. Launois C. Inlays, onlays et facettes. In: *Prothèse fixée: approche clinique.* CdP. 2016. p. 193-220. (JPIO).
  44. Lehmann N, Martin D. Les fêlures coronaires: les traitements. *Rev Odonto-Stomatol Paris.* 2009;38(4):251–264.
  45. Liu L, Ouyang J, Li F, Xin J, Huang D, Gao S. Research on the crack risk of early-age concrete under the temperature stress test machine. *Materials.* 2018;11(10):1822.
  46. Lubisich EB, Hilton TJ, Ferracane J. Cracked teeth: a review of the Literature. *J Esthet Restor Dent.* 2010;22(3):158-67.
  47. Luong MN, Shimada Y, Sadr A, Yoshiyama M, Sumi Y, Tagami J. Cross-sectional imaging of tooth bonding interface after thermal stresses and mechanical fracture. *Dent Mater J.* 2018;37(5):754-60.

48. Lynch CD, McConnell RJ. The cracked tooth syndrome. *J Can Dent Assoc.* 2002;68(8):6.
49. Magne P. Immediate dentin sealing: a fundamental procedure for indirect bonded restorations. *J Esthet Restor Dent.* 2005;17(3):144-54.
50. Majithia IP, Arora V, Anil Kumar S, Saxena V, Mittal M. Comparison of articulating paper markings and T Scan III recordings to evaluate occlusal force in normal and rehabilitated maxillofacial trauma patients. *Med J Armed Forces India.* 2015;71:S382-8.
51. Mamoun JS, Napoletano D. Cracked tooth diagnosis and treatment: An alternative paradigm. *Eur J Dent.* 2015;9(2):293-303.
52. Martin D, Machtou P. Dents fissurées: les traitements. *Inf Dent.* 2008;10:455-61.
53. Martin D, Machtou P. Les fêlures coronaires symptômes et démarche diagnostique. *Rev Odonto-Stomatol Paris.* 2009;38(4):239–249.
54. Mathew S, Thangavel B, Mathew CA, Kailasam S, Kumaravadivel K, Das A. Diagnosis of cracked tooth syndrome. *J Pharm Bioallied Sci.* 2012;4(Suppl 2):S242-4.
55. Mejàre IA, Axelsson S, Davidson T, Frisk F, Hakeberg M, Kvist T, Norlund A, Petersson A, Portenier I, Sandberg H, Tranaeus S, Bergenholtz G. Diagnosis of the condition of the dental pulp: a systematic review: Diagnosis of dental pulp. *Int Endod J.* 2012;45(7):597-613.
56. Murchie B. Complications of an ageing dentition Part 1 : Occlusal trauma and cracked teeth. *Dent Update.* 2017;44(4):295-305.
57. Naseri M, Khayat A, Zamaheni S, Shojaeian S. Correlation between Histological Status of the Pulp and Its Response to Sensibility Tests. *Iran Endod J.* 2017;12(1):20-4.
58. Opdam NJM, Roeters JJM, Loomans BAC, Bronkhorst EM. Seven-year clinical evaluation of painful cracked teeth restored with a direct composite restoration. *J Endod.* 2008;34(7):808-11.
59. Plastargias I, Sakellari D. The consequences of tongue piercing on oral and periodontal tissues. *ISRN Dent.* 2014;2014:1-6.
60. Qian Y, Zhou X, Yang J. Correlation between cuspal inclination and tooth cracked syndrome: a three-dimensional reconstruction measurement and finite element analysis. *Dent Traumatol.* 2013;29(3):226-33.
61. Ricucci D, Siqueira JF, Loghin S, Berman LH. The cracked tooth: histopathologic and histobacteriologic aspects. *J Endod.* 2015;41(3):343-52.
62. Ritchey B, Mendenhall R, Orban B. Pulpitis resulting from incomplete tooth fracture. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 1957;10(6):665-70.
63. Roh B-D, Lee Y-E. Analysis of 154 cases of teeth with cracks. *Dent Traumatol.*



2006;22(3):118-23.

64. Sable™ Seek™ and Seek™ [Internet]. [cité 22 sept 2020]. Disponible sur: [/products/categories/prepare/caries-indicators/sable-seek-and-seek](#)
65. Scotti N, Rota R, Scansetti M, Paolino DS, Chiandussi G, Pasqualini D, Berutti E. Influence of adhesive techniques on fracture resistance of endodontically treated premolars with various residual wall thicknesses. *J Prosthet Dent.* 2013;110(5):376-82.
66. Seo D-G, Yi Y-A, Shin S-J, Park J-W. Analysis of factors associated with cracked teeth. *J Endod.* 2012;38(3):288-92.
67. Sheets CG, Stewart DL, Wu JC, Earthman JC. An in vitro comparison of quantitative percussion diagnostics with a standard technique for determining the presence of cracks in natural teeth. *J Prosthet Dent.* 2014;112(2):267-75.
68. Signore A, Benedicenti S, Covani U, Ravera G. A 4 to 6 year retrospective clinical study of cracked teeth restored with bonded indirect resin composite onlays. *Int J Prosthodont.* 2007;20(6):609-16.
69. Siqueira JF, Rocas IN. Microbiology and treatment of acute apical abscesses. *Clin Microbiol Rev.* 2013;26(2):255-73.
70. Torabzadeh H, Ghasemi A, Dabestani A, Razmavar S. Fracture resistance of teeth restored with direct and indirect composite restorations. *J Dent.* 2013;10(5):417-25.
71. Trushkowsky R. Restoration of a cracked tooth with a bonded amalgam. *Quintessence Int.* 1991;22(5):397-400.
72. Türp J, Gobetti J. The cracked tooth syndrome: an elusive diagnosis. *J Am Dent Assoc.* 1996;127(10):1502-7.
73. Veneziani M. Posterior indirect adhesive restorations: updated indications and the Morphology Driven Preparation Technique. *Int J Esthet Dent.* 2017;12(2):27.
74. Villa-Chávez CE, Patiño-Marín N, Loyola-Rodríguez JP, Zavala-Alonso NV, Martínez-Castañón GA, Medina-Solís CE. Predictive values of thermal and electrical dental pulp tests: a clinical study. *J Endod.* 2013;39(8):965-9.
75. Wan B, Shahmoradi M, Zhang Z, Shibata Y, Sarrafpour B, Swain M, Li Q. Modelling of stress distribution and fracture in dental occlusal fissures. *Sci Rep.* 2019;9(1):4682.
76. Wrightjr H, Loushine R, Weller R, Kimbrough W, Waller J, Pashley D. Identification of resected root-end dentinal cracks: a comparative study of transillumination and dyes. *J Endod.* 2004;30(10):712-5.
77. Xie N, Wang P, Wu C, Song W, Wang W, Liu Z. Impact of cusp inclinations on dental fractures in cracked tooth syndrome model and relevant risk evaluation. *Exp Ther Med.* 2017;14:6027-33.

78. Yang S-E, Jo A-R, Lee H-J, Kim S-Y. Analysis of the characteristics of cracked teeth and evaluation of pulp status according to periodontal probing depth. *BMC Oral Health*. 2017;17(1):135.
79. Yang Y, Chen G, Hua F, Yu Q, Yang W. Biting pain reproduced by the Tooth Slooth: an aid for early diagnosis of cracked tooth. *QUINTESSENCE Int*. 2019;50(1):6.
80. Ziebolz D, Hildebrand A, Proff P, Rinke S, Hornecker E, Mausberg RF. Long-term effects of tongue piercing - a case control study. *Clin Oral Investig*. 2012;16(1):231-7.

## Table des illustrations

Figure 1 : Schéma d'une fêlure cuspidienne [29].	17
Figure 2 : Schéma d'une fêlure dentaire [29].	17
Figure 3 : Schéma d'une fracture dentaire [29].	18
Figure 4 : Schéma d'une fêlure radiculaire [29].	19
Figure 5 : Mise en évidence au microscope d'une fêlure étendue au-delà de la jonction amélo-dentinaire [33].	20
Figure 6 : Mise en évidence de deux fêlures recevant différentes charges : 5 MPa (a), 45 MPa (b), 48 MPa (c), 48 MPa (d), 53 MPa (e) [14].	21
Figure 7 : Mise en évidence en microscopie électronique à balayage d'un plan de fracture plat dans l'émail externe (a) et d'un plan de fracture tortueux avec des déflexions d'environ 70° dans l'émail interne (b) [7].	22
Figure 8 : Schéma de l'orientation des prismes d'émail selon l'émail externe et interne et de la décussation des prismes [7].	22
Figure 9 : Vue au microscope de la propagation d'une fêlure dans l'émail externe et interne [7].	23
Figure 10 : Mise en évidence au microscope du pontage d'une fêlure [7].	24
Figure 11 : Mise en évidence de fêlures dites radiales-médianes (R) et marginales (M) [13].	25
Figure 12 : Axes des charges appliquées sur les deux dents ; en vert l'axe à 0° par rapport à l'axe de la dent, en gris l'axe à 45°, en jaune l'axe à 90° [60].	27
Figure 13 : « tooth slooth » [79].	35
Figure 14 : Patient mordant sur un rouleau de coton (a), puis sur le « tooth slooth » (b) [79].	35
Figure 15 : Résultats des tests en fonction de l'utilisation du « tooth slooth » et du rouleau de coton humide [79].	36
Figure 16 : Test de transillumination montrant une fracture mésiale et linguale sur la deuxième molaire mandibulaire gauche [9].	38
Figure 17 : État pulpaire des dents fêlées en fonction de la profondeur de poche mesurée [78].	39
Figure 18 : Visualisation d'une fêlure distale sur la première molaire mandibulaire droite (a, b). Détection d'une lésion péri-apicale associée à la fêlure (c). Propagation de la fêlure durant le traitement endodontique (d) [78].	40

Figure 19: Visualisation au microscope d'une fêlure de la crête distale de la deuxième molaire mandibulaire droite [12].	42
Figure 20 : Détection d'une carie proximale sur une prémolaire mandibulaire à l'aide d'une radiographie rétro-coronaire [28].	43
Figure 21 : Détection d'une LIPOE sur une molaire mandibulaire à l'aide d'une radiographie rétro-alvéolaire [69].	44
Figure 22 : Surocclusion mise en évidence par un papier à articuler sur une première molaire maxillaire [50].	45
Figure 23 : Séparation à l'aide d'une sonde parodontale de deux fragments d'une dent fracturée [51].	46
Figure 24 : Préparation cavitaire avec fraise diamantée et/ou en carbure de tungstène, aéroabrasion.	50
Figure 25 : Nettoyage et désinfection avec une mini-brossette et une solution de chlorhexidine à 0,2%.	50
Figure 26 : Mordançage à l'acide orthophosphorique 35% pendant 15 secondes. ...	51
Figure 27 : Application de l'adhésif puis photopolymérisation pendant 20 secondes.	51
Figure 28 : Obtention de la couche hybride.	51
Figure 29 : Application de composite fluide pour renforcer la couche hybride, régulariser les surfaces et combler les contre-dépouilles puis photopolymérisation pendant 20 secondes.	52
Figure 30 : Application d'un gel de glycérine et photopolymérisation pendant 10 secondes pour parfaire la polymérisation de surface.	52
Figure 31 : « Iowa staging index » [39].	54
Figure 32 : Révélateur de carie Sable™ Seek® de Ultradent [64].	61
Figure 33 : Fraise avec une butée d'enfoncement de marque Komet [37].	62
Figure 34 : Fraises pour préparations d'overlay [38].	63
Figure 35 : Limites de préparations : bout-à-bout (a), biseau (b), épaulement arrondi (c) [22].	64
Figure 36 : Préparation d'un onlay (a-g) [20].	65
Figure 37 : Arbre décisionnel pour la prise en charge thérapeutique des fêlures [réalisation personnelle]	68

Les fêlures amélo-dentaires sur dents postérieures : diagnostic et prise en charge thérapeutique / **FORMET Clémence** - p. 79 : ill. 37 ; réf. 80.

**Domaines** : Odontologie Restauratrice et Endodontie ; Prothèses ; Clinique

**Mots clés Rameau** : Dents-Lésions et Blessures ; Diagnostic Clinique ; Restauration Dentaire

**Mots clés FMeSH** : Fissure Dentaire ; Traumatismes Dentaires ; Diagnostic Buccal

**Mots libres** : Fêlure Dentaire ; Démarche Diagnostique ; Prise En Charge Thérapeutique

### Résumé de la thèse :

Les fêlures dentaires sont des phénomènes courants, peu connus des patients et anxiogènes pour les praticiens de par leur grande complexité à les déceler. Toutes les dents sont concernées. Leur prévalence augmente et il est important de les prendre en charge.

Cette thèse a pour but d'apporter aux chirurgiens-dentistes les connaissances nécessaires afin de traiter au mieux ces fêlures, notamment en se basant sur leur étiologie, leur diagnostic et leur prise en charge au moyen de techniques modernes. Ce travail est également accompagné d'un arbre décisionnel afin de guider le chirurgien-dentiste dans sa prise en charge thérapeutique.

### **JURY :**

**Président : Monsieur le Professeur Etienne DEVEAUX**

**Asseseurs : Monsieur le Docteur Marc LINEZ**

**Monsieur le Docteur Corentin DENIS**

**Madame le Docteur Ingrid SOONEKINDT**