

UNIVERSITÉ DE NANTES  
UNITÉ DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Année 2020

N° 3675

# **PRISE EN CHARGE DES FÊLURES SUR DENTS VIVANTES : REVUE DE LA LITTÉRATURE**

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

Présentée  
et soutenue publiquement par

**GOLHEN Ludmila**

le 12/11/20 devant le jury ci-dessous

Président : Monsieur le professeur AMOURIQ Yves

Assesseur : Monsieur le docteur GAUDIN Alexis

Directeur de thèse : Madame le docteur ARMENGOL Valérie

Co-directeur de thèse : Monsieur le docteur BODIC François

<b>UNIVERSITE DE NANTES</b>	
<u>Président</u> <b>Pr BERNAULT Carine</b>	
<b>FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE</b>	
<u>Doyen</u> <b>Pr GIUMELLI Bernard</b>	
<u>Assesseurs</u> Dr RENAUDIN Stéphane Pr SOUEIDAN Assem Pr WEISS Pierre	
<b>PROFESSEURS DES UNIVERSITES PRATICIENS HOSPITALIERS DES C.S.E.R.D.</b>	
Mme ALLIOT-LICHT Brigitte M. AMOURIQ Yves M. BADRAN Zahi M. GIUMELLI Bernard M. LABOUX Olivier M. LE GUEHENNEC Laurent	M. LESCLOUS Philippe Mme LOPEZ-CAZAUX Serena Mme PEREZ Fabienne M. SOUEIDAN Assem M. WEISS Pierre
<b>PROFESSEURS DES UNIVERSITES</b>	
M. BOULER Jean-Michel	
<b>MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES</b>	
Mme VINATIER Claire	
<b>PROFESSEURS EMERITES</b>	
M. JEAN Alain	
<b>ENSEIGNANTS ASSOCIES</b>	
M. GUIHARD Pierre (Professeur Associé)	Mme LOLAH Aoula (Assistant Associé)
<b>MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES PRATICIENS HOSPITALIERS DES C.S.E.R.D.</b>	<b>ASSISTANTS HOSPITALIERS UNIVERSITAIRES DES C.S.E.R.D.</b>
M. AMADOR DEL VALLE Gilles Mme ARMENGOL Valérie Mme BLERY Pauline M. BODIC François Mme CLOITRE Alexandra Mme DAJEAN-TRUHAUD Sylvie M. DENIS Frédéric Mme ENKEL Bénédicte M. GAUDIN Alexis M. HOORNAERT Alain Mme HOUCHMAND-CUNY Madline Mme JORDANA Fabienne M. LE BARS Pierre M. NIVET Marc-Henri M. PRUD'HOMME Tony Mme RENARD Emmanuelle M. RENAUDIN Stéphane Mme ROY Elisabeth M. STRUILLON Xavier M. VERNER Christian	M. ALLIOT Charles Mme ARRONDEAU Mathilde Mme BARON Charlotte M. BOUCHET Xavier Mme CLOUET Roselyne M. GUIAS Charles Mme HASCOET Emilie Mme HEMMING Cécile M. HIBON Charles M. HUGUET Grégoire M. KERIBIN Pierre M. OUVRARD Pierre M. RETHORE Gildas M. SERISIER Samuel Mme TISSERAND Lise
<b>PRATICIENS HOSPITALIERS</b>	
Mme DUPAS Cécile (Praticien Hospitalier) Mme BRAY Estelle (Praticien Hospitalier Attaché) Mme LEROUXEL Emmanuelle (Praticien Hospitalier Attaché)	Mme QUINSAT Victoire (Praticien Hospitalier Attaché) Mme RICHARD Catherine (Praticien Hospitalier Attaché) Mme HYON Isabelle (Praticien Hospitalier Contractuel)

02/09/2020

**Par délibération, en date du 6 décembre 1972, le Conseil de la  
Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que les opinions émises  
dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être  
considérées comme propres à leurs auteurs et qu'il n'entend leur  
donner aucune approbation, ni improbation.**

**A Monsieur le Professeur Yves AMOURIQ**

Professeur des Universités

Praticien Hospitalier des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherche Dentaire

Docteur de l'Université de Nantes

Habilité à Diriger les Recherches

Département de Prothèses

Chef de Service d'Odontologie Restauratrice et Chirurgicale

**-Nantes-**

*Pour m'avoir fait l'honneur de présider mon jury de thèse*

*Pour votre engagement et votre enseignement de qualité*

*Veillez accepter mes remerciements et l'expression de mon profond respect*

**A Madame le Docteur Valérie ARMENGOL**

Docteur en Chirurgie Dentaire

Maître de Conférence des Universités

Praticien Hospitalier des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherche Dentaires

Docteur de l'Université de Nantes

Département Odontologie Conservatrice-Endodontie

**-Nantes-**

*Pour avoir accepté de diriger cette thèse  
Pour votre réactivité et vos conseils précieux tout au long de ce travail  
Pour votre bienveillance maternelle et votre disponibilité envers les étudiants  
Veuillez trouver ici l'expression de toute ma gratitude et de mes sincères remerciements*

**A Monsieur le Docteur François BODIC**

Docteur en Chirurgie Dentaire

Maître de Conférence des Universités

Praticien Hospitalier des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherche Dentaires

Docteur de l'Université de Nantes

Département de Prothèses

**-Nantes-**

*Pour avoir accepté de diriger cette thèse*

*Pour votre encadrement et vos conseils éclairés tout au long de ce travail*

*Pour avoir partagé vos connaissances et votre passion à travers vos cours et les travaux pratiques*

*Veillez trouver ici l'expression de toute ma gratitude et de mes sincères remerciements*

**A Monsieur le Docteur Alexis GAUDIN**

Docteur en Chirurgie Dentaire

Maître de Conférence des Universités

Praticien Hospitalier des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherche Dentaire

Docteur de l'Université de Nantes

Ancien Interne des Hôpitaux de Toulouse

Département Odontologie Conservatrice-Endodontie

**-Nantes-**

*Pour avoir accepté de participer à ce jury de thèse  
Pour votre disponibilité, votre dynamisme et votre plaisir de partager vos connaissances  
Veuillez trouver ici l'expression de ma reconnaissance et de mes sincères remerciements*

## Table des matières

Introduction.....	11
1 Terminologie.....	12
1.1 Les termes du sujet .....	12
1.1.1 Fracture incomplète .....	12
1.1.2 Fêlure longitudinale et/ou transversale .....	12
1.2 Historique .....	13
1.3 Classification: American Association of Endodontists.....	14
1.3.1 Craze line = craquelure, fissure, fêlure de l'émail .....	14
1.3.2 Cuspal fracture= fracture cuspidienne.....	14
1.3.3 Cracked tooth= fêlure dentaire= fracture longitudinale incomplète .....	15
1.3.4 Split tooth= dent fêlée=fracture longitudinale complète .....	15
1.3.5 Vertical root fracture= fracture radiculaire verticale .....	16
2 Epidémiologie.....	17
2.1 Généralités .....	17
2.2 Incidence selon l'âge .....	17
2.3 Incidence selon le sexe .....	18
2.4 Incidence selon la localisation .....	18
2.5 Incidence sur dents restaurées versus sur dents non restaurées .....	20
2.6 Incidence selon l'étendue de la restauration .....	20
2.7 Incidence selon la nature du matériau de restauration.....	22
3 Etiologies des fêlures.....	25
3.1 Facteurs physiologiques prédisposants.....	25
3.1.1 Facteurs anatomiques .....	25
3.1.2 Anomalies de développement .....	26
3.1.3 Altérations des tissus durs non liées à l'occlusion .....	26
3.1.4 Malocclusions et malpositions .....	27
3.1.5 Effet du vieillissement .....	28
3.2 Facteurs traumatiques (facteurs déclenchants).....	28
3.2.1 Traumatisme accidentel .....	28
3.2.2 Traumatisme masticatoire .....	28
3.2.3 Contact occlusal traumatique .....	29
3.3 Facteurs iatrogènes (facteurs déclenchants) .....	30
3.3.1 Préparation de cavité .....	30

3.3.2	Procédures d'obturation .....	31
3.3.3	Matériaux d'obturation .....	31
3.3.4	Surcharge des dents piliers.....	31
4	Conséquences des fêlures sur les tissus dentaires.....	32
4.1	Classification clinique des fêlures.....	32
4.1.1	Fêlure coronaire proximale .....	32
4.1.2	Fêlure coronaire latérale .....	32
4.1.3	Fêlure coronaire centrale .....	32
4.2	Conséquences biologiques des fêlures .....	33
4.2.1	Généralités sur le risque biologique.....	33
4.2.2	Risque biologique en fonction du type de fêlure .....	34
4.2.3	Les moyens de défense des structures dentaires contre le risque biologique .....	35
4.3	Conséquences mécaniques des fêlures.....	37
4.3.1	Généralités .....	37
4.3.2	Les moyens de défense des structures dentaires contre le risque mécanique .....	37
4.3.1	Risque mécanique en fonction du type de fêlure .....	41
5	Démarche diagnostique .....	42
5.1	Entretien clinique .....	42
5.1.1	Signes cliniques et symptômes.....	42
5.1.2	Cracked tooth syndrome (syndrome de fissure-fracture).....	43
5.1.3	Mécanismes de la douleur .....	44
5.2	Examen clinique .....	44
5.2.1	Tests visuels et tactiles .....	44
5.2.2	Tests pulpaires.....	47
5.2.3	Tests parodontaux.....	49
5.2.4	Cerclage de la dent avec une bande orthodontique .....	50
5.2.5	Examens complémentaires radiographiques .....	51
5.3	Diagnostics différentiels .....	52
5.3.1	Hypersensibilité dentinaire .....	52
5.3.2	Perte d'étanchéité d'une restauration coronaire .....	52
5.3.3	Caries proximales et résorptions.....	52
5.3.4	Maladie parodontale .....	52
5.3.5	Douleurs chroniques oro-faciales.....	52
6	La prise en charge thérapeutique des fêlures.....	54

6.1	Prévention .....	54
6.1.1	Elimination des parafunctions et des malocclusions .....	54
6.1.2	Prise de conscience des manœuvres iatrogènes.....	54
6.1.3	Ajustement occlusal préventif (coronoplasties).....	55
6.2	Principes généraux de traitement.....	56
6.2.1	Consentement éclairé .....	56
6.2.2	Les objectifs du traitement.....	56
6.2.3	Les facteurs à prendre en compte avant d'envisager le type de restauration .....	57
6.2.4	Absence de consensus ? .....	59
6.3	Une thérapeutique basée sur la symptomatologie.....	60
6.3.1	Les symptômes imposent d'entreprendre un traitement endodontique.....	60
6.3.2	Les symptômes permettent d'envisager la conservation de la vitalité pulpaire .....	67
6.4	Les différentes restaurations d'usage sur dents vitales ou traitées endodontiquement .....	73
6.4.1	Les restaurations collées en technique directe.....	73
6.4.2	Les restaurations partielles collées indirectes .....	76
6.4.3	L'apport de la conception et fabrication assistée par ordinateur (CFAO).....	82
6.4.4	Choix du matériau de restauration pour les restaurations partielles indirectes .....	83
6.4.5	Restaurations périphérique complètes : les couronnes.....	88
6.5	Pronostic.....	91
6.5.1	Les facteurs aggravants le pronostic .....	91
6.5.2	Evaluation du pronostic selon le type de fêlure.....	92
7	Conclusion .....	93

## **Introduction**

La prévalence des fêlures semble être en constante augmentation. En effet, les améliorations des conditions de vie et les progrès de la médecine ont permis d'augmenter l'espérance de vie. Les patients vivent alors plus longtemps et gardent d'avantage leurs dents sur l'arcade, il en résulte une fatigue mécanique plus grande des organes dentaires.

Les facteurs de risque comme l'âge, la structure et la position anatomique prédisposent donc naturellement les dents aux fêlures et aux fractures. Les habitudes para-fonctionnelles ou les accidents de mastication causent souvent leur initiation, mais ce sont bel et bien les procédures iatrogènes du chirurgien-dentiste qui sont le plus souvent incriminées d'être à l'origine des fêlures.

Le dépistage des fêlures à l'œil nu est un défi pour le praticien. Quand elles sont asymptomatiques, elles passent le plus souvent inaperçues. Lorsqu'une symptomatologie est présente, les symptômes sont inconstants et peuvent évoquer plusieurs pathologies. La mise en évidence de la fêlure s'avère difficile mais des tests spécifiques et les aides optiques nous apportent une aide précieuse. La fêlure peut être aussi de découverte fortuite, sans symptomatologie, à l'issue de l'examen clinique ou de la dépose d'une restauration.

Le pronostic semble incertain car il est difficile de savoir à l'avance comment la fêlure et la vitalité pulpaire vont évoluer dans le temps. Il est donc important de comprendre les différentes caractéristiques des fêlures avant d'envisager une solution thérapeutique. Une approche appropriée tenant compte de l'état parodontal et pulpaire de la dent doit être adoptée.

# 1 Terminologie

## 1.1 Les termes du sujet

Afin de poser les limites du sujet, les **fêlures** seront définies tout le long de cette thèse comme des fractures longitudinales et transversales incomplètes

La **prise en charge** d'une affection dentaire ne concerne pas seulement le traitement à proprement parlé. Il est aussi important de comprendre les étiologies des fêlures pour pouvoir mieux les prévenir. La démarche diagnostique est également cruciale pour éliminer les diagnostics différentiels et poser la bonne indication de traitement.

Une dent est considérée **vivante** si elle répond positivement aux tests de sensibilité pulpaire (test au froid et test électrique). Une dent présentant une inflammation pulpaire (en pulpite) est aussi considérée comme vivante avec une réponse exacerbée au test au froid. Les dents en voie de nécrose ou nécrosée seront également évoquées. Les dents traitées endodontiquement qui présentent des fêlures ou des fissures sont exclues de ce travail (ces fêlures sont le plus souvent dues à la présence d'un ancrage radiculaire, au délabrement lié à l'accès endodontique et à l'atteinte initiale).

### 1.1.1 Fracture incomplète

Une fracture incomplète signifie que les fragments dentaires ne sont pas mobiles indépendamment l'un de l'autre (ne sont pas séparables lors de l'insertion d'un instrument entre les deux fragments).

### 1.1.2 Fêlure longitudinale et/ou transversale

La direction de la propagation des fêlures sur les dents postérieures est généralement parallèle au grand axe de la couronne et/ou de la racine de la dent (fêlure **longitudinale**). Les fêlures se propagent en effet dans l'axe des forces occlusales (forces en compression majoritairement au niveau des secteurs postérieurs).

Au niveau des dents antérieures, les fêlures longitudinales sont fréquentes et essentiellement causées par des parafunctions.

Dans les secteurs postérieurs, des fêlures **transversales** (trajet oblique ou horizontal) peuvent survenir dans le cadre de malocclusions par exemple. Cette situation provoque des forces de cisaillement au niveau des dents postérieures. Une fêlure s'initie alors à la base de la cuspide et se propage en direction apicale et latérale. Des restaurations volumineuses (profondes et larges) sont également responsables de fractures obliques à la base des cupides.

Au niveau des dents antérieures, les fêlures transversales sont peu fréquentes. En revanche, les fractures transversales sont nombreuses, résultant des traumatismes dentaires accidentels.

## 1.2 Historique

Gibbs est le premier auteur à décrire une fracture incomplète dans la littérature en utilisant le terme de *cuspal fracture odontalgia* en 1954.

Ensuite, de nombreux auteurs ont tenté de donner des définitions des fractures dentaires incomplètes : chronologie représentée par la figure 1 (à titre indicatif).

Cameron (1) a énoncé en 1964 le terme de *cracked tooth syndrome* avec des symptômes prédominants comme l'inconfort à la pression masticatoire, et la sensibilité aux changements thermiques.

Luebke finalement conclut que ces termes désignent tous des fractures incomplètes. Maxwell et Braly distinguent celles qui impliquent la pulpe et celles qui restent à distance de la chambre pulpaire (figure 2)

Ellis (2) en 2001 propose une nouvelle définition plus exhaustive de la **fracture dentaire incomplète** : « Plan de fracture de profondeur et de direction inconnues, passant par la structure dentaire et qui peut, progresser jusqu'à impliquer la pulpe et le ligament alvéolo-dentaire »

Cette définition intègre l'ensemble des données cliniques : la profondeur, la direction, les tissus impliqués, le potentiel de progression, et le fait qu'il n'y a pas de séparation visible de la structure dentaire.

Fig. 1	Chronological development of terms and, when clearly stated, definitions for tooth fractures where there is no obvious separation of the fragments
1954	<b>Cuspal Fracture Odontalgia</b> (Gibbs) <sup>1</sup> — describes symptoms associated with ITFs
1954	<b>Fissured Fracture</b> (Thoma) <sup>2</sup> — 'a crack in the crown of the tooth. It may involve enamel alone or both the enamel and dentine'
1957	<b>Incomplete Tooth Fracture</b> (Ritchey, Mendenhall & Orban) <sup>3</sup>
1957	<b>Fissural Fracture</b> (Down) <sup>4</sup> — 'fractures involving enamel and dentine without loss of tissue'
1961	<b>Crack Lines</b> (Sutton) <sup>5</sup> — 'a break in the continuity of the tooth revealed only by the presence of a visible transverse line'
1962	<b>Greenstick Fractures</b> (Sutton) <sup>6</sup> — 'a fracture line forms in a part of a tooth underlying a cusp. The fractured part remains in place except when forced away from the central sulcus by a lateral force sufficiently strong to produce bending of that part of the tooth which is between the affected cusp and the root'
1964	<b>Cracked Tooth Syndrome</b> (Cameron) <sup>7</sup> — describes a triad of signs and symptoms of ITFs
1972	<b>Hairline Fracture</b> (Wlebusch) <sup>8</sup>
1973	<b>Incomplete Crown-Root Fracture</b> (Hlatt) <sup>9</sup>
1976	<b>Split-Root Syndrome</b> (Silvestri) <sup>10</sup>
1977	<b>Incomplete Tooth Fracture</b> (Maxwell & Braly) <sup>11</sup> — 'a fracture of tooth structure which extends into dentine but in which the tooth remains grossly intact'
1981	<b>Enamel Infraction</b> (Andreasen) <sup>12</sup> — 'an incomplete fracture (crack) of the enamel without loss of tooth substance' and 'lines in enamel which do not cross the amelodentinal junction'
1981	<b>Hairline Tooth Fracture</b> (Caulfield) <sup>13</sup>
1981	<b>Crown Craze/Crack</b> (Johnson) <sup>14</sup> — 'injury ... of enamel without loss of tooth structure'
1983	<b>Crack Lines, Craze Lines, Tooth Structure Cracks</b> (Abou-Rass) <sup>15</sup> <b>Tooth Structure Cracks</b> — 'a line that breaks or splits the continuity of tooth dentinal surface but does not perceptibly separate that surface' <b>Craze Lines</b> — 'located in coronal enamel'
1984	<b>Incomplete Tooth Fracture</b> (Luebke) <sup>16</sup> — 'a demonstrable fracture but with no visible separation of the segments along the plane of the fracture'

Figure 1: liste chronologique des termes et définitions des fractures incomplètes (2)

Fig. 2	Further definitions relating to tooth fractures
	Luebke <sup>16</sup> <b>Complete Tooth Fracture</b> — 'a fracture where there is a visible separation at the interface of the segments along the line of fracture, or the segments can easily be separated' <b>Supraosseous Fractures</b> — 'terminate above the bone not creating a periodontal defect' <b>Intraosseous Fractures</b> — 'involve the supporting bone and creates a periodontal effect'
	Maxwell & Braly <sup>11</sup> <b>Two variations of ITF</b> 1> 'those that do not involve the pulp' 2> 'those in which irreversible pulpal damage has occurred'
	Wright <sup>18</sup> <b>Early-stage ITF</b> — 'those that did not involve the pulp' <b>Late-stage ITF</b> — 'those that progress to involve the pulp'

Figure 2: définitions relatives aux fractures complètes et incomplètes (2)

### 1.3 Classification: American Association of Endodontists

Editée pour la première fois en 1997, la classification de l'Association Américaine des Endodontistes (AAE) est la plus utilisée aujourd'hui. Elle distingue 5 types de fractures dentaires longitudinales et transversales classées selon la sévérité de l'atteinte (3).

#### 1.3.1 Craze line = craquelure, fissure, fêlure de l'émail

Elle concerne uniquement l'émail. Elle est retrouvée le plus souvent sur les dents antérieures. Sur les dents postérieures, elle est située généralement sur la crête marginale.



Figure 3: fissure de l'émail située sur une incisive centrale gauche (4)

#### 1.3.2 Cuspal fracture= fracture cuspidienne

Généralement l'atteinte concerne une seule cuspide. La ligne de fracture chemine depuis la crête marginale, le long des sillons vestibulaire et lingual, en direction cervicale. La ligne de fracture tend à être parallèle à la gencive ou légèrement sous gingivale. La fracture cuspidienne peut être **complète** (la cuspide se détache de la dent) ou **incomplète** (la cuspide reste solidaire de la dent= fêlure cuspidienne= fracture transversale incomplète)



Figure 4: représentation schématique d'une fracture cuspidienne (3)



Figure 5: vue clinique d'une fracture complète de la cuspide mésio palatine de la 26 avec exposition pulpaire (4)



Figure 6: vue clinique d'une fracture incomplète (fêlure cuspidienne) de la cuspide mésio-vestibulaire de la 16 (4)

### 1.3.3 Cracked tooth= fêlure dentaire= fracture longitudinale incomplète

C'est une fracture incomplète qui débute dans la couronne et s'étend selon une direction mésiodistale sous la gencive. Elle peut atteindre une ou les deux crêtes marginales et les faces proximales. Elle peut être localisée uniquement dans la couronne de la dent (fêlure coronaire), ou s'étendre à la racine (fêlure corono-radulaire).



Figure 7: représentation schématique d'une fêlure coronaire (3)



Figure 8 : représentation schématique d'une fêlure corono-radulaire (3)



Figure 9: vue clinique d'une fêlure longitudinale incomplète dont le trajet est mésio-distal (5)

### 1.3.4 Split tooth= dent fêlée= fracture longitudinale complète

La fracture longitudinale ou transversale complète résulte le plus souvent de la progression d'une fracture longitudinale incomplète. Le trajet est également mésiodistal. La fêlure se propage entre les deux crêtes marginales. La dent est complètement séparée en deux fragments.

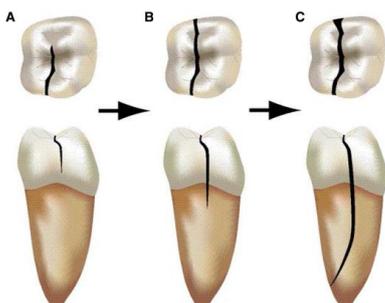


Figure 10: représentation schématique de la progression de la fracture incomplète vers la fracture complète (3)



Figure 11: représentation schématique d'une fracture longitudinale complète (3)



Figure 12: vue clinique objectivant une fracture longitudinale complète d'une première molaire maxillaire (5)

Cette catégorie sera abordée dans cette thèse puisque c'est une évolution assez fréquente de la fracture longitudinale incomplète.

### 1.3.5 Vertical root fracture= fracture radiculaire verticale

La fracture démarre au niveau de la racine. La ligne de fracture se propage généralement suivant un trajet vestibulolingual. La fracture peut être incomplète (fêlure radiculaire) ou traverser la racine de part en part (fracture complète). L'extension verticale de la fracture est très variable



Figure 13: représentation schématique d'une fracture radiculaire complète et incomplète (3)



Figure 14: vue clinique d'une fracture radiculaire incomplète (4)

Cette catégorie ne sera pas abordée dans cette thèse puisqu'elle concerne le plus souvent une dent traitée endodontiquement présentant un ancrage radiculaire.

## **2 Epidémiologie**

### **2.1 Généralités**

De nos jours, l'incidence des fêlures a tendance à augmenter. L'espérance de vie des patients s'est allongée et par conséquent les dents sont conservées plus longtemps. Les patients sont plus susceptibles d'avoir une restauration volumineuse, des prothèses dentaires fixes ou amovibles qui fragilisent les dents piliers.

De plus, notre mode de vie est de plus en plus stressant, ce qui augmente les habitudes de grincement, de serrage et de bruxisme, et favorise les fêlures dentaires.

Enfin, ces dernières années, les dentistes sont de plus en plus vigilants et l'amélioration des outils d'investigation permet de diagnostiquer plus souvent les fêlures.

Une étude récente de Krell et Rivera (5) a rapporté une incidence de fêlures de 9,7% parmi 8 715 patients adressés chez un spécialiste en endodontie sur une période de 6 ans.

Toutefois, cette valeur est largement sous-estimée et l'incidence des fêlures dans l'exercice omnipratique peut varier de 34 à 74% (6).

### **2.2 Incidence selon l'âge**

Les fêlures (fractures incomplètes) peuvent être retrouvées chez tous les patients.

Toutefois, d'après les études évoquées ci-dessous (Tableau 1), la tranche d'âge la plus concernée par les fêlures se situe entre 30 et 50 ans, essentiellement au dessus de 40 ans.

Ellis (7) différencie d'une part, les fractures complètes qui peuvent concerner les patients de tout âge et d'autre part, les fractures incomplètes retrouvées dans une population d'un âge avancé.

Les études ci-dessous ont comme principal critère d'inclusion la présence de fractures incomplètes. C'est pourquoi la population âgée de moins de 30 ans est moins représentée.

Par ailleurs, la diminution des fractures incomplètes chez les patients à partir de 60 ans peut s'expliquer par la perte des dents qui diminue le nombre de dents concernées par les fêlures (8). C'est pourquoi la population âgée de plus de 60 ans est moins représentée.

Cameron a énoncé que les dents deviennent plus cassantes avec l'âge et se fracturent donc plus souvent (1). Nous savons que des changements physiologiques se produisent au niveau de l'émail, de la dentine et de la pulpe avec le vieillissement des tissus dentaires. Cependant tous ces facteurs n'ont pas été directement associés au potentiel de fracture par des études cliniques.

Une récente étude a démontré toutefois que la croissance de la fissure dans une dentine âgée et déshydratée se produit plus rapidement qu'à l'intérieur d'une dentine jeune et hydratée (9).

*Tableau 1: Répartition des patients (fréquence absolue et relative) selon l'âge et le sexe (source : auteur)*

	Nbr patients	Age (tranches d'âges en années)						Sexe	
		[20-29]	[30-39]	[40-49]	[50-59]	[60-69]	≥70	F	H
<b>Cameron (1)</b>	50	28%			32%	40%		<b>54</b>	46
<b>Hiatt (8)</b>	64	2 (3,1%)	16 (25%)	<b>30 (46,9%)</b>	14 (21,9%)	2 (3,1%)	0	?	?
<b>Geurtsen (10)</b>	18	2 (11,1%)	<b>8 (44,4%)</b>	5 (27,8%)	3 (16,7%)	0	0	Pas de différence	
<b>Roh et Lee (11)</b>	154	19 (12,3%)	30 (19,5%)	<b>48 (31,2%)</b>	<b>41 (26,6%)</b>	10 (6,5%)	6 3,9(%)	71 (46,1%)	83 (53,9%)
<b>Udoye (12)</b>	33	4 (12,1%)	8 (24,2%)	<b>12 (36,4%)</b>	9 (27,3%)		14 (44,2%)	<b>19 (55,8%)</b>	
<b>Seo et al.(13)</b>	107	6,5%	<b>28%</b>	<b>29%</b>	23,4%	12,2%	0,9%	52 (48,6%)	55 (51,4%)
<b>Yang (14)</b>	182 (100%)	8 (4,4%)	39 (21,4%)	37 (20,3%)	<b>67 (36,8%)</b>	20 (11%)	11 (6%)	81 (44,5%)	101 (55,5%)

### 2.3 Incidence selon le sexe

Les premières études (1,15) ont montré que les femmes étaient plus touchées que les hommes. Les théories explicatives annoncées étaient que les femmes consultaient plus souvent et étaient plus attentives à leurs symptômes (16).

Certains auteurs affirment que les hommes présentent plus de fêlures que les femmes (12). La justification viendrait des muscles et des forces masticatoires plus puissants chez les hommes.

D'autres études, parmi la population coréenne, avec des échantillons plus importants (11,13,14) ont cependant montré que les incidences des fêlures chez les hommes et les femmes étaient similaires.

### 2.4 Incidence selon la localisation

Les fêlures dentaires peuvent être retrouvées sur toutes les dents.

Les dents les plus touchées sont les molaires mandibulaires, suivies des prémolaires maxillaires, des molaires maxillaires et des prémolaires mandibulaires (10).

Il est supposé que les premières molaires maxillaires sont plus résistantes aux fêlures grâce à leur pont d'émail (8).

Les cuspidés mésiopalatines saillantes des premières molaires maxillaires agissent comme un effet de coin sur les molaires mandibulaires antagonistes (10). De la même manière, les cuspidés vestibulaires proéminentes des prémolaires mandibulaires agissent comme un effet de coin sur les prémolaires maxillaires antagonistes (10). Les prémolaires mandibulaires sont ainsi les dents les moins touchées.

Les molaires mandibulaires sont les plus atteintes (8). Leurs couronnes ont une inclinaison linguale par rapport à la base de leurs racines. Ainsi les forces appliquées sur ces dents sont inclinées et les cavités préparées perpendiculairement fragilisent la cuspide linguale. (10).

Pour d'autres auteurs, les canaux en C qui relient les racines mésiale et distale des deuxièmes molaires mandibulaires, (retrouvés régulièrement dans la population coréenne) leur procure une résistance aux fêlures. L'inclinaison plus marquée des molaires mandibulaires dans la population coréenne a également été soulignée. Ainsi, les cuspidés vestibulaires des molaires mandibulaires agissent comme un effet de coin sur les molaires maxillaires. Ces dernières sont donc plus atteintes par les fêlures (11).

Les molaires sont plus touchées que les prémolaires car elles se trouvent plus proches de l'articulation temporo-mandibulaire (ATM) où les forces sont importantes (12,13,16). Les proportions de forces de morsure entre les incisives, les prémolaires et les molaires sont respectivement de 1 :2 :4. Les deuxièmes molaires mandibulaires sont ainsi plus atteintes que les premières molaires mandibulaires (8).

Les premières molaires mandibulaires sont en général les plus touchées car elles sont les premières dents cuspidées à arriver en bouche. Elles ont donc plus de risque d'être cariées, d'être restaurées avec des restaurations volumineuses, ce qui les prédispose d'avantage aux fêlures (10).

*Tableau 2: répartition des fêlures (fréquence absolue et relative) selon la localisation de la dent (source : auteur)*

	total	1 <sup>e</sup> Mmx	2 <sup>e</sup> Mmx	3 <sup>e</sup> Mmx	1 <sup>e</sup> Pmx	2 <sup>e</sup> Pmx	1 <sup>e</sup> Mmd	2 <sup>e</sup> Mmd	3 <sup>e</sup> Mmd	1 <sup>e</sup> Pmd	2 <sup>e</sup> Pmd
<b>Cameron (1)</b>	50	12 24%	2 4%	-	8 12%	2 4%	9 18%	<b>17</b> <b>34%</b>	1 2%		1 2%
<b>Hiatt (8)</b>	100	10%	9%	-	10%		<b>29%</b>	<b>40%</b>	1%		1%
<b>Geurtsen (10)</b>	29	3 10%	3 10%	-	<b>5</b> <b>17%</b>	<b>5</b> <b>17%</b>	<b>8</b> <b>28%</b>	2 7%	0	0	3 10%
<b>Roh et Lee (11)</b>	154	<b>52</b> <b>33,8%</b>	<b>36</b> <b>23,4%</b>	-	4 2,6%	3 1,9%	31 20,1%	25 16,2%	0	1 0,7%	2 1,3%
<b>Udoye (12)</b>	33	<b>6</b> <b>35,2%</b>	3 17,6%	1 5,9%	4 23,5%	3 17,6%	2 12,5%	<b>6</b> <b>37,5%</b>	2 12,5%	2 12,5%	4 25%
<b>Seo et al. (13)</b>	107 100%	<b>30</b> <b>28%</b>	18 16,8%	-	4 3,8%	3 2,8%	<b>27</b> <b>25,2%</b>	22 20,6%	-	0 0%	3 2,8%
<b>Yang (14)</b>	182 100%	<b>40</b> <b>22%</b>	32 17,6%	-	9 4,9%	9 4,9%	<b>41</b> <b>22,5%</b>	<b>46</b> <b>25,3%</b>	1 0,5%	2 1,1%	2 1,1%

Légende : M=molaire, P= prémolaire, mx= maxillaire, md=mandibulaire

## 2.5 Incidence sur dents restaurées versus sur dents non restaurées

Certains auteurs (8,11) ont rapporté que les fêlures étaient principalement présentes sur des dents non restaurées ou avec des restaurations peu étendues de classe I (classification de Black).

Toutefois, dans l'étude de Hiatt (8), le critère d'inclusion principal était la présence de fêlure sur une seule crête marginale, ce qui a pu biaiser les résultats.

Les omnipraticiens ont tendance à adresser des patients dans une structure spécialisée (à l'hôpital par exemple) lorsqu'ils ne trouvent pas de causes apparentes en rapport avec les symptômes. Cela peut expliquer que les études menées dans des services hospitaliers ont comptabilisé plus de fêlures parmi des dents intactes (11).

L'autre explication pourrait venir de l'existence d'autres facteurs responsables des fêlures mises à part les restaurations. Par exemple des interférences occlusales et des habitudes parafunctionnelles (bruxisme, grincement) peuvent induire des fêlures sur des dents non restaurées (8). Ces autres facteurs seront expliqués plus en détails ultérieurement.

Pour de nombreux auteurs, la plupart des dents présentant des fêlures avaient des restaurations intra-coronaires. (10,12,14,16,17).

Ratcliff (17) a suggéré qu'une dent restaurée a 29 fois plus de risque de présenter une fêlure.

*Tableau 3: incidence des fêlures parmi les dents restaurées versus au sein des dents non restaurées (source : auteur)*

	Nbr de dents (total)	Nbr dents restaurées	Nbr dents non restaurées
<b>Geurtsen (10)</b>	29	<b>28 (96,6%)</b>	1 (3,4%)
<b>Udoe (12)</b>	33	<b>81,8%</b>	18,2%
<b>Yang (14)</b>	182	<b>113 (62,1%)</b>	69 (37,9%)
<b>Homewood (16)</b>	62	<b>62 (100%)</b>	0
<b>Ratcliff (17)</b>	278	<b>271 (97,5%)</b>	8 (2,5%)
<b>Roh et Lee (11)</b>	154	61 (39,6%)	<b>93 (60,3%)</b>

## 2.6 Incidence selon l'étendue de la restauration

Certains auteurs affirment que les restaurations volumineuses qui impliquent une ou les deux crêtes marginales (Classe II de Black) fragilisent les dents et les rendent plus susceptibles aux fêlures contrairement aux restaurations de classe I de Black. (15,16).

En effet, Cameron (15) a rapporté qu'il y avait un lien direct entre la taille de la restauration et le nombre de fêlures dentaires. Plus la restauration est large et profonde, moins il y a de structure dentaire restante pour supporter les charges occlusales.

Pour d'autres auteurs (13), il n'y a pas de différence significative dans la fréquence des fêlures entre les restaurations de classe I et les restaurations de classe II de Black. Les dents avec les restaurations de classe I seraient même plus touchées selon certains auteurs. (8,11).

Toutefois, dans l'étude de Hiatt (8), le critère d'inclusion principal était la présence de fêlure sur une seule crête marginale, ce qui a pu biaiser les résultats.

*Tableau 4: répartition des fêlures (fréquence absolue et relative) selon l'étendue de la restauration (source : auteur)*

	T	NR	Restaurées					
			Couronne	R Temporaire	R de Classe I	R de Classe II		Total Classe II
						MO ou DO	MOD	
<b>Cameron (15)</b>	102	5 (4,9%)	2 (1,9%)		28 (27,5%)	34 (33,3%)	33 (32,4%)	<b>67 (65,7%)</b>
<b>Homewood (16)</b>	62	0	0	0	15 (24%)	23 (37%)	24 (29%)	<b>47 (76%)</b>
<b>Roh et Lee (11)</b>	154	<b>93 (60,4%)</b>	2 (1,3%)	11 (6,9%)	<b>45 (29,2%)</b>	14 (9,1%)		
<b>Seo et al.(13)</b>	87	24 (27,6%)	16(18,4%)	0	35 (40,2%)	12 (13,8%)		
<b>Hiatt(8)</b>	100	<b>35%</b>	0	0	<b>39%</b>	26%		
<b>Kim (18)</b>	72	<b>30 (48,6%)</b>	0	5 (6,9%)	<b>24 (33,4%)</b>	8 (11,1%)		

*Légende : R= restauration, NR= non restaurées, T= nombre total de dents présentant des fêlures*

L'autre explication pourrait venir du fait que les dents avec des restaurations de classe II se fissurent de manière plus superficielle, entraînent moins de symptômes, et par conséquent, les patients consultent moins souvent (11).

Ainsi, ces auteurs (11) expliquent que les études qui ont trouvé une plus grande incidence de fêlures parmi les dents avec de larges restaurations, ont tenu compte des fêlures cuspidiennes à la place des fêlures coronaires.

Homewood (16) en 1998 a énoncé l'hypothèse que les fêlures démarrent de la zone de transition entre le plancher et un mur de la cavité, progressent parallèlement à la direction des forces s'exerçant sur le versant cuspidien correspondant (figure 15).

Ainsi, avec des **restaurations larges**, la fissure a tendance à être plus superficielle et peut produire des symptômes moins sévères ou pas de symptômes du tout.

Alors que sur les dents avec des **restaurations étroites**, les fissures seraient plus profondes et plus proches de la pulpe, produisant des symptômes plus sévères.

Pour les dents non restaurées, si les forces s'appliquent à la fois sur les versants vestibulaire et lingual par effet de coin, la fissure peut survenir au milieu de la dent et se propager vers la pulpe.

Cela pourrait expliquer une incidence importante de fêlures sur les dents non restaurées.

Légende : (1) dents avec des restaurations larges, (2) dents avec des restaurations étroites; (3) dent non restaurée

*F* : la direction des forces sur les versants cuspidiens

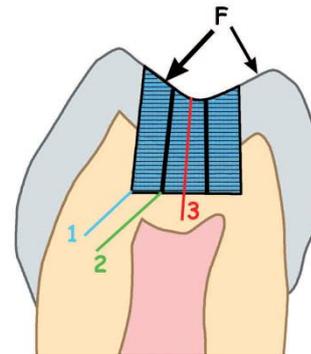


Figure 15: représentation schématique de la propagation des fêlures (16)

## 2.7 Incidence selon la nature du matériau de restauration

Dans l'étude de Cameron (15), de 1976, la moitié des dents présentant des fêlures était restaurée avec l'amalgame et l'autre moitié avec des inlays en or. Toutefois, le développement des résines composites s'est produit dans les années 60 (19), ce qui explique peut être l'absence de ce type de restauration dans son étude.

Dans d'autres études, les dents restaurées avec des inlays en or et l'amalgame ont également présenté plus de fêlures (13,14,18), ces résultats n'ont toutefois pas été significatifs.

Selon ces auteurs, les fêlures dentaires sont majoritairement causées par les restaurations non collées. En effet, le design cavitaire nécessaire à la rétention des restaurations (telles que l'amalgame et les inlays en or) est délabrant vis-à-vis des tissus dentaires. Ce qui rend les dents plus susceptibles aux fêlures. (13,14,18).

Alors que les restaurations collées (comme les résines composites), permettent de faire des cavités plus conservatrices des tissus dentaires avec des préparations à minima.

Il est suggéré également, que les fêlures se forment suite à la flexion cuspidienne provoquée par la charge occlusale pendant le cycle masticatoire. Cela peut être attribué aux propriétés physiques des matériaux de restauration comme le module d'élasticité (13).

*Tableau 5: répartition des fêlures (fréquence absolue et relative) selon le matériau de restauration (source : auteur)*

	Nbr de dents	Non restaurées	Inlay en or	Amalgame	Inlay en céram	Résine	Temp	Cour
<b>Yang (14)</b>	182	69 (37,9%)	49 (26,9%)	26 (14,3%)	0	21 (11,5%)	17 (9,3%)	
<b>Kim (18)</b>	72	30 (48,6%)	19 (26,2%)	9 (12,5%)	0	4 (5,6%)	5 (6,9%)	0
<b>Roh et Lee (11)</b>	154	93 (60,4%)	22 (14,3%)	24 (15,6%)	0	5 (3,2%)	11 (7,1%)	2 (1,3%)
<b>Seo et al. (13)</b>	87	24 (27,6 %)	34 (39,1%)	18 (20,7%)		11 (12,6%)		0
<b>Cameron (15)</b>	102	5 (4,9%)	40,5 (39,7%)	54,5 (53,4%)		2 (2%)		

*Légende: Céram= céramique; Temp=restauration temporaire; Cour=couronne*

Le **module d'élasticité** (module de Young) donne des informations sur le comportement du matériau soumis à des contraintes et caractérise la rigidité du matériau. Plus le module d'élasticité est élevé, et moins le matériau se déforme sous la contrainte et donc plus il est rigide. Plus le matériau est rigide et plus le risque de fracture de la dent est élevé (19). Toutefois, avec un matériau peu rigide (module d'élasticité faible), la flexion cuspidienne augmente sensiblement, ainsi que le risque de fracture. Il nous faut donc un matériau avec un module d'élasticité intermédiaire.

Le module d'élasticité de l'émail est d'environ 82,5 GPa et celui de la dentine est d'environ 18,6 GPa (19).

Les amalgames dentaires (69 GPa) et les onlays en or (80-100 GPa) possèdent des modules d'élasticité semblables à l'émail et très supérieurs à la dentine. Les résines composites (4,5 à 9,3 GPa) présentent, au contraire, un module d'élasticité proche de la dentine et très inférieur à l'émail.

*Tableau 6: propriétés mécaniques et physiques des matériaux et des tissus dentaires (source : Société francophone des biomatériaux Dentaires)*

	Coefficient d'expansion thermique (en ppm/°C)	Module d'élasticité (GPa)	Résistance à la compression ou à la flexion (MPa)	Résistance à la traction ou à la rupture (MPa)
Email	11,4	82,5	384	<b>10,3</b>
Dentine	8,3	18,6	297	<b>98,7</b>
Amalgame HTC	22 à 28	69	380-500	55
Or	14,3	80-100		
Composites hybrides	22 à 35	4,5-9,3	<b>88-112</b>	52 à 72
Composites macro	25 à 35	12,3	<b>109,7</b>	53,4
Composites micro	45 à 70	4,4-6,8	<b>66,3-125</b>	40

*Légende : HTC : haute teneur en cuivre, micro : microchargés, macro : macrochargés*

Les contraintes suite à la flexion cuspidienne sont critiques au niveau de l'angle interne de l'interface dent/matériau au contact de la **dentine** (20) . Ainsi les amalgames et l'or, avec leurs modules d'élasticité élevés, sont plus susceptibles de provoquer des fêlures.

Cependant, les composites dentaires subissent un retrait de polymérisation qui peut provoquer des tensions au niveau des tissus dentaires entraînant la flexion des cuspides ou des ruptures d'émail (19). Des fêlures internes peuvent s'initier au sein de la dent si le **facteur de configuration cavitaire** (rapport du nombre de surfaces de composite collées aux parois cavitaires sur le nombre de ses surfaces libres = facteur C) est élevé. En effet, il a été démontré que plus le facteur C est élevé, plus les contraintes aux interfaces dent-matériau sont importantes.

Toutefois, plusieurs méthodes permettent de diminuer cette contraction de prise : technique d'obturation (stratification, quantité de matériau par couche), diminution du facteur de configuration C (technique oblique, montage centripète, « composite up »). Par exemple, une étude *in vitro* a montré que la technique d'obturation incrémentielle du composite permet d'augmenter significativement la résistance à la fracture cuspidienne en comparaison avec la technique de remplissage massif (21).

Des études *in vitro* sur la résistance à la fracture des cuspides, avec des cavités MOD standardisées, restaurées à l'amalgame ou au composite, ne montrent pas de différence significative entre ces deux matériaux (22,23).

La flexion des cuspides a été étudiée par Hood (20) en 1991. Il a réalisé des tests *in vitro* sur des prémolaires avec des préparations de cavité progressivement de plus en plus larges. Il a trouvé que la flexion totale était de 11 µm pour une dent intacte, de 16 µm pour des cavités occlusales, de 20 µm pour des cavités occluso-mésiales, de 24 µm pour des cavités MOD étroites et de 35 µm pour des cavités MOD larges.

Quand la déflexion des cuspides se produit sous des forces occlusales physiologiques, des contraintes élevées naissent au niveau de l'angle interne de la cavité. Cela produit des microfissures qui se propagent, et une fracture liée à la fatigue (cycles répétés de contraintes) peut éventuellement se produire (20).

Finalement ce n'est pas la nature du matériau, mais plutôt les principes de préparation, la profondeur et l'étendue de la cavité (nombre de faces restaurées) qui influencent l'apparition des fêlures. Autrement dit, plus la cavité est conservatrice des tissus dentaires et plus la dent résiste aux fêlures.

### 3 Etiologies des fêlures

Bien que les fêlures sur les dents antérieures soient provoquées principalement par un traumatisme externe, les causes des fêlures sur les dents postérieures peuvent être multiples et variées.

Geurtsen (24) a énoncé que « les forces excessives appliquées à une dent saine ou les forces physiologiques appliquées sur une dent fragilisée, peuvent engendrer une fracture incomplète de l'émail ou de la dentine ».

D'une part, les forces auxquelles les dents sont soumises peuvent être augmentées en présence de parafonctions de type bruxisme ou à la suite de perte de dents sans compensation de l'édentement.

D'autre part, la structure dentaire peut être affaiblie en présence d'érosions, d'attrition, d'une lésion carieuse ou lorsque la restauration possède de faibles propriétés mécaniques (amalgame volumineux, parois fragiles non recouvertes).

Ces causes sont souvent associées, on parle de cofacteurs ou d'étiologie multifactorielle. En effet, il faut en général une combinaison de plusieurs facteurs de risque (facteurs physiologiques prédisposants et facteurs déclenchants traumatiques ou iatrogènes) pour initier une fêlure.

#### 3.1 **Facteurs physiologiques prédisposants**

##### 3.1.1 **Facteurs anatomiques**

La morphologie des prémolaires maxillaires (concavité cervicale) et leur rapport occlusal avec les prémolaires mandibulaires les prédispose naturellement aux fêlures et aux fractures (25). L'inclinaison linguale des couronnes des molaires mandibulaires les prédispose également aux fractures. En particulier, lorsque les molaires mandibulaires présentent une restauration volumineuse, la cuspidé linguale peut céder sous les forces occlusales.

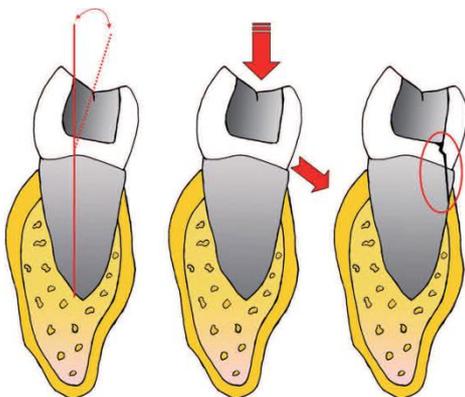


Figure 16: représentation schématique de l'inclinaison linguale des couronnes des molaires mandibulaires et le risque de fracture de la cuspidé linguale (26)

Dans la même logique, Cavel (26), a démontré que les cuspides de guidage sont plus susceptibles de se fracturer que les cuspides d'appui (à l'exception des prémolaires mandibulaires).

Une possible explication de ce phénomène se trouve dans la conception anatomique et la position des dents sur l'arcade. Les *cuspides d'appui* se situent près du centre de la dent pour absorber les forces occlusales et les diriger axialement. Au contraire, les *cuspides de guidage* ne présentent pas cet alignement axial, par conséquent, les forces occlusales appliquées à ces cuspides auront une plus grande composante latérale, et la fracture cuspidienne est plus probable.

L'absence d'alignement axial est plus prononcée sur les molaires mandibulaires, où les dents possèdent une inclinaison linguale qui pourrait engendrer une augmentation de l'incidence de la fracture des cuspides de guidage (linguales). Le même phénomène peut être démontré à l'arcade maxillaire, où la légère vestibulo-version de la molaire, place les cuspides vestibulaires dans une position qui augmente la susceptibilité à la fracture.

Une autre différence entre les cuspides d'appui et de guidage est remarquée : quand les cuspides d'appui entrent en contact avec leur antagoniste, elles sont généralement « nichées » dans une fosse. Cela donne une mesure de soutien à la fois à l'intérieur et à l'extérieur des pentes de la cuspide (26).

### 3.1.2 **Anomalies de développement**

Hiatt (8) a suggéré qu'il existe des zones de faiblesse structurelle (puits, fissures, rainures, hypominéralisations amélaire) résultant de la fusion incomplète des zones de calcification. Ainsi, la relation fosse-cuspide dans ces zones entraîne des contraintes internes qui tendent à séparer les cuspides et provoquent des fêlures.

### 3.1.3 **Altérations des tissus durs non liées à l'occlusion**

Les lésions carieuses non traitées et les atteintes non carieuses comme les érosions (25) fragilisent les dents et les rendent plus susceptibles aux fêlures.

Les érosions sont des destructions des tissus durs de la dent induits par des processus chimiques faisant intervenir des acides d'origine endogène (reflux gastro-œsophagien, troubles du comportement alimentaire) ou exogène (alimentation acide, environnement professionnel acide).

Les lésions carieuses progressent aux dépens de tissus dentaires sains. A un stade avancé, et sous la pression occlusale, elles peuvent entraîner des fractures ou des fêlures de l'émail non soutenue par la dentine.

### 3.1.4 Malocclusions et malpositions

Une occlusion d'intercuspédie maximale est la position d'occlusion où le rapport d'engrènement se caractérise par le maximum de contacts inter-arcade, elle doit toujours être recherchée. Or, les malocclusions de classe II et III d'Angle changent les rapports cuspide-fosse et ainsi la fonction occlusale (27).

Dans le contexte d'une malocclusion (béance antérieure, occlusion inversée, occlusion en bout à bout), lors des mouvements excentriques de la mandibule, les contacts entre les dents postérieures sont excessifs (25).

Par exemple, pour une malocclusion de classe II.1 d'Angle sévère avec un guide incisif inexistant, les forces de cisaillement (transversales) sont transmises sur les dents postérieures qui sont censées subir principalement des forces axiales (27).

Les malpositions dentaires physiologiques comme les versions dentaires ou les rotations ne permettent pas aux forces de s'exercer dans le grand axe de la dent. De plus, il peut y avoir des interférences lors des mouvements de latéralité, ou des prématurités lors des mouvements de fermeture de la mandibule. Cela peut entraîner des fêlures et des fractures sur ces dents en malpositions qui subissent des forces excessives et un traumatisme occlusal (28).

Un édentement non compensé entraîne l'égression des dents antagonistes et la version des dents adjacentes, ce qui favorise également les interférences et les prématurités occlusales. Ratcliff (17) a montré un lien significatif entre la survenue des fractures cuspidiennes et les interférences occlusales (risque multiplié par 2,5)



*Figure 17: effet de coin de la prémolaire mandibulaire au niveau de la dent antagoniste associé à la surcharge occlusale lors des mouvements travaillants et non travaillants (28)*

### 3.1.5 Effet du vieillissement

Les fêlures de l'émail peuvent être induites par les contraintes causées par des cycles thermiques successifs. Dans la cavité buccale, la température peut varier de -10 à +40 °C lorsque l'on boit un café puis un verre d'eau glacé. Moins de 3 000 cycles thermiques sont nécessaires pour provoquer des fêlures sévères de l'émail et/ou la propagation de celles-ci (29).

La perte des dents réduit la surface de la table occlusale de l'arcade. Les édentements non compensés font que les dents restantes supportent plus de forces masticatoires, ce qui peut induire des fêlures et des fractures sur ces dents (28).



*Figure 18: vue clinique d'une fêlure corono-radicaire chez une patiente âgée (29)*

## 3.2 **Facteurs traumatiques (facteurs déclenchants)**

### 3.2.1 Traumatisme accidentel

Les accidents de la voie publique, de la vie quotidienne, de la pratique sportive peuvent conduire à un impact violent au niveau de la face et de la bouche (28). Les dents sont susceptibles alors d'être concernées avec une atteinte plus ou moins grave allant de la fêlure jusqu'à l'expulsion ou la fracture complète de la dent.

### 3.2.2 Traumatisme masticatoire

La morsure involontaire sur un petit objet dur et rigide avec une force importante peut induire des fêlures ou des fractures (25). Parmi les objets fréquemment incriminés et rencontrés dans l'alimentation, on retrouve les noyaux de fruits, des petits os ou encore des cailloux dans la salade.

### 3.2.3 Contact occlusal traumatique

Les parafunctions sont fréquemment citées comme étant les étiologies fréquentes des fêlures. Une parafunction est définie comme « un comportement répétitif et pulsionnel dont la réalisation n'apporte rien à l'économie du sujet ».

En particulier sur les dents antérieures, les fissures de l'émail peuvent être provoquées par l'interposition fréquente d'objets durs (crayon, clou, épingle de couture, piercing) ou l'onychophagie. Dans une étude menée parmi 53 patients avec un piercing lingual, des fissures amélaire apparaissent après une durée de port du piercing supérieure ou égale à 4 ans (30).

Au niveau des dents postérieures et antérieures, le bruxisme, caractérisé par des habitudes de serrage et de grincement répété des dents, provoque souvent des fissures d'émail ou des fêlures.

Les contractions des muscles masticateurs lors des épisodes de bruxisme peuvent prendre des proportions très importantes : le risque de fêlure est significatif (31).

Les usures dentaires peuvent être en rapport avec des mouvements horizontaux de la mandibule (*bruxisme par frottement*), ou des mouvements de contraction proches de l'occlusion d'intercuspidie maximale (OIM) : *bruxisme par serrement*.

Dans le premier cas, les dents présentent généralement un aplatissement de leur morphologie par laminage. Dans le deuxième cas, il peut y avoir un réel encastrement entre les dents antagonistes se traduisant par un effet de coin délétère. La disparition de l'engrènement correct entre les pans cuspidiens risque d'intensifier les forces d'écartement des cuspidiens pour aboutir à des fêlures (31).



*Figure 19: nombreuses fêlures chez un patient de 75 ans présentant une parafunction (29)*

### 3.3 Facteurs iatrogènes (facteurs déclenchants)

Ces facteurs sont le résultat de l'intervention du chirurgien dentiste. Ce sont de loin les étiologies les plus fréquentes des fêlures et des fractures.

#### 3.3.1 Préparation de cavité

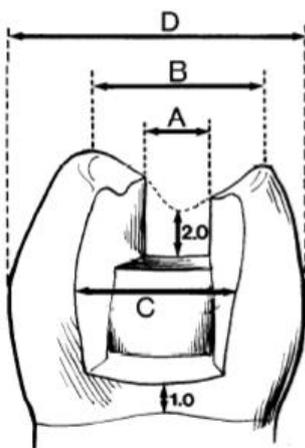
Le design cavitaire inadéquat avec une protection cuspidienne insuffisante dans le cadre des cavités profondes et larges entraîne des contraintes et des déformations internes conduisant aux fêlures et fractures. Des études *in vitro* ont été réalisées avec des préparations de cavités MOD pour amalgame ou pour inlay en or.

La résistance à la fracture résiduelle après la préparation est principalement déterminée par la profondeur de la cavité. Avec des préparations profondes, le gradient de contrainte au niveau du plancher de la cavité augmente significativement. Cela peut initier la fracture de la cuspside adjacente à la portion la plus profonde de la cavité (32)

Mondelli, dans son étude, a montré qu'une cavité de classe II de Black, avec un isthme de largeur supérieure à  $\frac{1}{4}$  de la distance inter-cuspidienne accroît considérablement le risque de fracture (33). Les résultats de cette étude suggèrent que les restaurations à l'amalgame sont acceptables si la largeur de l'isthme occlusal est inférieure ou égal à  $\frac{1}{3}$  de la distance inter-cuspidienne. Si la largeur de l'isthme occlusal est égale ou supérieur à  $\frac{1}{2}$  de cette distance, une protection cuspidienne est indispensable.

Remarque : avec les méthodes de collage actuels, une largeur de l'isthme égale à  $\frac{1}{2}$  peut être acceptable à condition que toutes les parois d'épaisseur inférieures à 2 mm soient éliminées.

Figure 21: dimensions de cavité acceptables pour une restauration à l'amalgame (21)



$$A = \frac{1}{3} \text{ de } B$$

$$C = \frac{1}{3} \text{ de } D$$

Légende :

A = largeur de l'isthme occlusal

B = distance intercuspidienne

C = largeur de la boîte proximale

D = largeur vestibulo-palatine

Mais les dimensions suivantes sont plus favorables pour la résistance aux fractures :

$$A = \frac{1}{4} \text{ de } B$$

$$C = \frac{1}{4} \text{ de } D$$

### 3.3.2 Procédures d'obturation

Les procédures comme la condensation mécanique de l'amalgame et l'insertion des inlay-onlays en or (aurification au maillet) ont été historiquement accusées de provoquer les fêlures (6).

Ces faits ont été démentis dans l'étude de Cameron (15) où la moitié des dents présentant des fêlures ont été restaurées au moins dix ans auparavant, alors que les symptômes qui ont conduit les patients à consulter étaient récents.

### 3.3.3 Matériaux d'obturation

Si un amalgame à basse ou à haute teneur en cuivre contenant du zinc est contaminé par l'humidité durant la condensation, une large expansion peut avoir lieu. Cette expansion débute au 4ème-5ème jour et peut durer plusieurs mois. Cette expansion retardée est en partie responsable des fractures constatées à long terme sur les obturations volumineuses. L'utilisation de la digue est primordiale pour limiter cet effet (34).

Les tenons dentinaires filetés ont été utilisés pendant de nombreuses années afin d'augmenter la rétention des restaurations (amalgame, inlay-onlay, composite) et même pour le traitement des fêlures dentaires (35). Une étude de Webb a montré que le placement de ces tenons provoquait des fêlures au niveau de la dentine (36). Ces dispositifs ne sont plus utilisés à l'heure actuelle.

Figure 22 : vue clinique d'une préparation cavitaire pour une restauration de recouvrement cuspidien avec utilisation de tenons dentinaires (35)



### 3.3.4 Surcharge des dents piliers

Le remplacement des dents manquantes par des prothèses fixes ou amovibles nous oblige à nous appuyer sur des dents piliers. Ils supportent alors les forces occlusales des dents remplacées en plus de leurs propres forces, ce qui les rend plus susceptibles aux fêlures(37)

## 4 Conséquences des fêlures sur les tissus dentaires

### 4.1 Classification clinique des fêlures

Certains cliniciens (Dr Lehmann, Dr Dietschi et Dr Chéron) ont introduit une classification plus détaillée des **fractures longitudinales incomplètes** avec trois sous-catégories utiles d'un point de vue clinique et thérapeutique. Cette classification nous permettra de mieux comprendre les conséquences biologiques et biomécaniques des fêlures.

#### 4.1.1 Fêlure coronaire proximale

La fêlure intéresse uniquement la crête marginale de la dent.

Figure 23 : vue clinique d'une fêlure coronaire proximale (38)



#### 4.1.2 Fêlure coronaire latérale

La fêlure suit le chemin des cupides mais reste à distance des sommets.

Figure 24 : vue clinique d'une fêlure coronaire latérale (38)



#### 4.1.3 Fêlure coronaire centrale

La fêlure a une direction mésio-distale, elle se situe au centre de la dent.

Figure 25 : vue clinique d'une fêlure coronaire centrale (38)



## 4.2 Conséquences biologiques des fêlures

### 4.2.1 Généralités sur le risque biologique

La fêlure ouvre les tubuli dentinaires vers la cavité buccale, cela crée une porte d'entrée aux bactéries et à leurs produits (toxines, enzymes) vers le complexe pulpo-dentinaire. Il en résulte une cascade de différentes pathologies pulpaires allant d'une pulpite réversible jusqu'à la nécrose pulpaire : cela représente le risque biologique.

Nous savons que la structure tubulaire de la dentine la rend très perméable aux bactéries. Le diamètre des tubuli dentinaires est supérieur au diamètre de la plupart des bactéries présentes dans la cavité buccale. La majorité des bactéries ne sont pas mobiles, de ce fait, la colonisation bactérienne des tubuli résulte de la division cellulaire répétée. Les cellules bactériennes peuvent aussi être déplacées dans les tubuli par la pression hydrostatique développée pendant la mastication.

Dans l'étude de Ricucci (39), toutes les dents présentant des fêlures étaient colonisées par des bactéries. Lorsque la fêlure s'initie à la base d'une cuspside, perpendiculairement à la direction des tubuli dentinaires, la colonisation bactérienne est particulièrement importante. De part et d'autre de la fêlure, les bactéries s'organisent en biofilm exactement comme dans le cas d'une lésion carieuse.

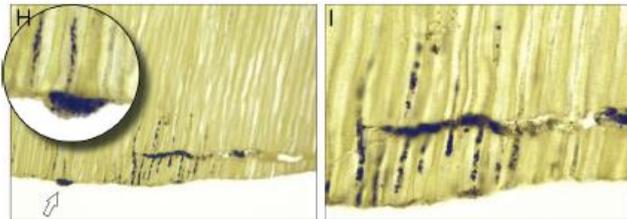


Figure 26 et 27 : coupes histologiques observées au microscope montrant la dentine adjacente à la fêlure : les tubuli dentinaires sont infiltrés par des bactéries organisées en biofilm (grossissement x 400 à gauche et x 1000 à droite et dans le focus) (39)

Dans son étude, Kahler (40) s'est intéressé aux formes de bactéries présentes sur la face dentinaire des cuspsides fracturées: des cocci, des bacilles et des formes filamenteuses ou fongiques ont été retrouvées. Ces bactéries étaient majoritairement présentes à la jonction émail-dentine. Certains micro-organismes étaient recouverts d'un enduit muqueux ressemblant au glycocalyx et la plupart d'entre eux étaient agrégés en colonies.

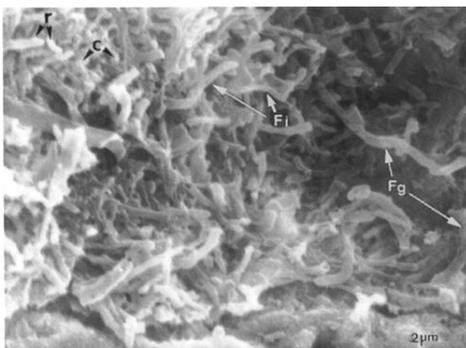
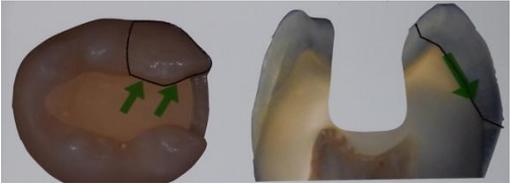
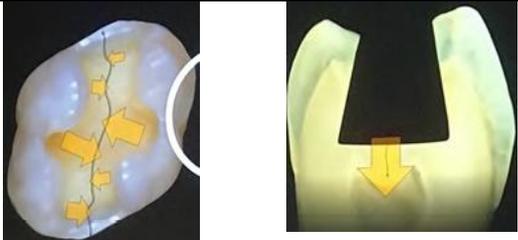


Figure 28 : Observation au microscope électronique à balayage de la surface dentinaire d'une cuspside fracturée (grossissement x 4800) (40).

Légende : r=bacilles ; c= cocci ; Fi ; forme filamenteuse ; Fg=forme fongique

#### 4.2.2 Risque biologique en fonction du type de fêlure

	<p><i>Fêlure de l'émail :</i></p> <p>Le risque biologique est inexistant car la fêlure concerne uniquement l'émail (dépourvue de tubuli dentinaires)</p>
	<p><i>Fêlure d'une cuspidé :</i></p> <p>Le risque biologique est <b>faible</b> (la limite de la fêlure intéresse la jonction amélo-dentinaire où le nombre et le diamètre des tubuli sont les plus faibles)</p>
	<p><i>Fêlure coronaire proximale :</i></p> <p>Le risque biologique est <b>faible</b> (la limite de la fêlure se situe au niveau de la crête marginale ou dans le tiers externe de la dentine où le nombre et le diamètre des tubuli sont faibles)</p>
	<p><i>Fêlure coronaire latérale :</i></p> <p>Le risque biologique est <b>important</b> (la limite de la fêlure se rapproche des cornes pulpaires, le nombre et le diamètre des tubuli sont importants)</p>
	<p><i>Fêlure coronaire centrale :</i></p> <p>Le risque biologique est <b>maximal</b> car la limite de la fêlure se situe directement en regard de la pulpe (les tubuli sont grands ouverts et en nombre important)</p>

*Tableau 7 : représentation schématique et évaluation du risque biologique en fonction du type de fêlure (d'après Dr Lehmann, congrès ADF 2018 et 2019, Paris)*

*Légende : les flèches vertes et jaunes représentent le trajet schématique de la colonisation bactérienne, le trait noir représente la fêlure*

## 4.2.3 Les moyens de défense des structures dentaires contre le risque biologique

### 4.2.3.1 *L'émail et le ciment*

Nous savons que l'émail est une structure acellulaire dont la phase minérale représente 96% du poids. Lorsque la limite de la fêlure s'arrête au niveau de l'émail (fissure de l'émail), la structure très minéralisée de l'émail empêche la propagation des bactéries vers la dentine.

Le ciment cervical (limite potentielle des fêlures coronaires), est composé de trousseaux de collagène parfaitement minéralisés et ne contient aucune cellule. Ce ciment est plus perméable aux bactéries que l'émail mais moins perméable que le ciment situé dans la zone apicale de la racine.

### 4.2.3.2 *Le complexe pulpo-dentinaire*

Nous savons que les dents vitales possèdent plusieurs mécanismes pouvant empêcher ou ralentir l'invasion bactérienne à travers les tubuli dentinaires : le mouvement vers l'extérieur du fluide dentinaire, la sclérose dentinaire, la dentine tertiaire, les pulpolithes et les cellules de défense pulpaire (macrophages, lymphocytes, cellules dendritique, granulocytes). Une étude récente sur l'histopathologie des fêlures dentaires a apporté des preuves de la mise en œuvre de certains de ces mécanismes.

En effet, l'étude de Ricucci (39) a montré une accumulation importante de cellules inflammatoires dans la zone pulpaire en regard des tubuli concernés par la fêlure. Dans certains cas, l'auteur a également observé des calcifications pulpaire (pulpolithes) occupant une large partie de la chambre pulpaire. La dentine tertiaire était également présente lorsque les bactéries avaient colonisé des tubuli à proximité de la pulpe.

L'intensité de l'inflammation était directement proportionnelle à la profondeur de l'invasion bactérienne dans les tubuli. En d'autres termes, plus la contamination des tubuli est profonde, et plus la réponse inflammatoire de la pulpe est sévère. Cependant, d'autres facteurs interviennent comme la virulence des toxines bactériennes, la zone de la dentine impliquée, et l'état de la pulpe.

Lorsque **la fêlure se termine dans la dentine**, à distance de la pulpe, il y a une accumulation de cellules inflammatoires (majoritairement des cellules du plasma et des lymphocytes) dans la zone pulpaire en regard des tubuli concernés par la fêlure.

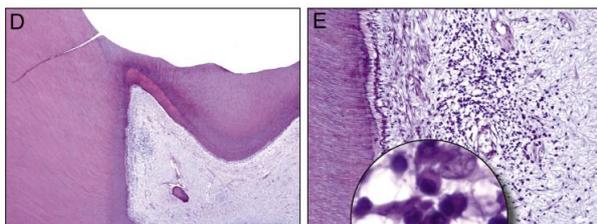


Figure 29 : coupes histologiques de la dentine et de la pulpe observées au microscope photonique : une accumulation de cellules inflammatoires est présente en regard des tubuli dentinaires concernés par la fêlure, on observe de la dentine tertiaire en regard de la corne pulpaire (grossissement x16 à gauche, x 100 à droite, x 400 dans le focus, coloration HE) (39)

En revanche, lorsque **la fêlure se termine dans la pulpe**, les tissus pulpaire montrent des espaces vides entourés par des concentrations de cellules inflammatoires (au stade aigu et chronique). D'autres zones pulpaire révèlent des réactions plus modérées avec une alternance de zones de nécrose, de liquéfactions (microabcès). Ces derniers sont également entourés par des concentrations denses de PNN. Des migrations de PNN depuis le tissu pulpaire vers le site de la fêlure sont également observées. Les calcifications pulpaire sont souvent présentes.

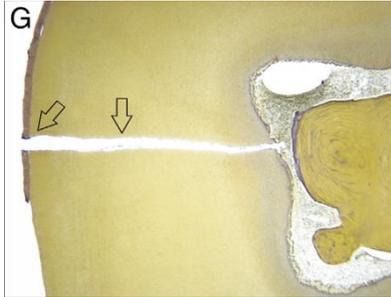


Figure 30 : coupe histologique d'une dent observée au microscope photonique : la ligne de fêlure relie la surface externe de la racine à la chambre pulpaire, on remarque un volumineux pulpolithe et un microabcès au niveau de la chambre pulpaire (grossissement x 25) (39)

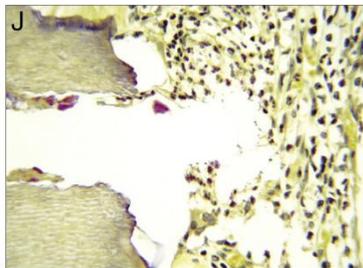
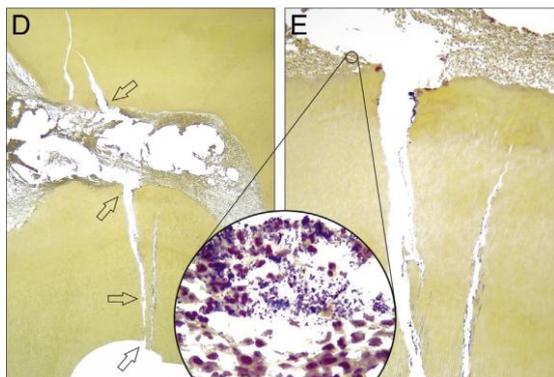


Figure 31 : coupe histologique d'une dent observée au microscope photonique (zoom sur la zone où se termine la fêlure dans la Figure 30) : on remarque une destruction tissulaire et une inflammation importante car de nombreuses cellules inflammatoires sont présentes (grossissement x 400) (39)



Figure 32 : coupe histologique d'une dent observée au microscope photonique (zoom sur la partie mésiale de la dent de la Figure 30) : on remarque que les bactéries (colonies en noir) font face aux PNN attirés dans la ligne de fêlure (grossissement x 1000) (39)

Par ailleurs, lorsque **plusieurs fêlures atteignent la pulpe**, les tissus semblent en désintégration avec des débris nécrotiques, massivement colonisés par des bactéries et entourés par des PNN. Il n'est pas rare de voir que malgré la nécrose pulpaire observée dans la chambre pulpaire, de la pulpe vitale encore enflammée est présente dans les canaux radiculaires.



Figures 33 et 34 : coupes histologiques d'une dent observées au microscope photonique ( le plancher pulpaire est traversées par plusieurs fêlures) : les tissus dans la chambre pulpaire semblent déstructurés, les colonies bactériennes font face aux PNN (grossissement x 16 à droite, x100 à gauche, x 630 dans le focus) (39)

## 4.3 Conséquences mécaniques des fêlures

### 4.3.1 Généralités

En présence d'une fêlure et sous les contraintes occlusales, les stress divergents apparaissent. Ils tentent de dissocier les fragments dentaires situés de part et d'autre de la fêlure. Le risque mécanique représente alors la perte de cohésion des différents tissus dentaires impliqués.

### 4.3.2 Les moyens de défense des structures dentaires contre le risque mécanique

#### 4.3.2.1 *L'émail*

Nous savons que la phase minérale de l'émail (96% du poids) se compose de prismes d'émail et de substance interprismatique. La phase organique (protéines et lipides) se situe dans les espaces inter-cristallins et dans les gaines de prismes. En plus de la couche d'émail prismatique, l'émail possède une couche fine d'émail aprismatique externe (à la surface de la dent) et une couche d'émail aprismatique interne (proche de la jonction émail-dentine).

L'émail est un tissu très rigide et cassant qui ne possède pas de déformation plastique. Nous croyons que sa capacité d'absorber les contraintes et de limiter la propagation des fêlures est très restreinte. Toutefois, l'émail possède, à l'échelle tissulaire, trois mécanismes essentiels pour stopper la propagation des fêlures.

Tout d'abord, les prismes d'émail ne sont pas orientés de la même manière dans l'émail interne (proche de la jonction amélo-dentinaire) et dans l'émail externe (proche de la surface de la dent). En effet, les prismes d'émail ont une orientation rectiligne dans la moitié externe de l'émail, puis ils subissent une angulation (décussation) dans la moitié interne. Cette organisation prismatique permet d'accroître la résistance à la propagation des fêlures. Une étude d'Arola et al. (41) a montré que l'émail interne permet une déflexion du plan de fêlure jusqu'à 70° et déforme les angles jusqu'à 45°. Grâce à la contribution combinée de la déflexion et de la déformation, l'intensité des contraintes au niveau du front de progression de la fêlure peut être réduite de presque 75%.

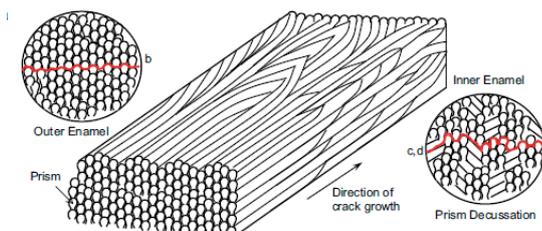


Figure 35 : représentation schématique de l'orientation des prismes : trajet rectiligne dans la portion de l'émail externe et décussation des prismes dans la portion de l'émail interne (50)

De plus, pour endiguer la propagation de la fêlure, des « inter-digitations amélares » incassables se mettent en place (à l'échelle nano et microscopique) uniquement dans la portion de l'émail interne. Ce phénomène de « pontage » est possible grâce à la matrice organique et permet de lutter contre l'expansion de la fêlure (41). En effet, ces « inter-digitations » composées à la fois de prismes d'émail et d'émail aprismatique, favorisent la coalescence de la fêlure.

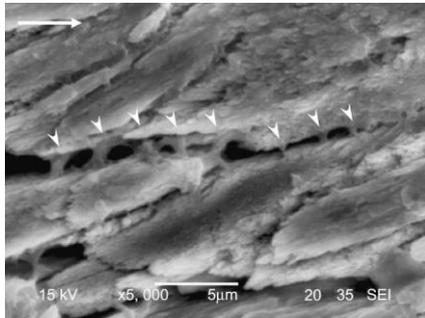


Figure 36 : mise en évidence du phénomène de pontage amélaire (flèches blanches) au sein de la portion de l'émail interne (observation au microscope électronique à balayage, grossissement x 5 000) (41)

Enfin, il existe au sein de l'émail des zones hypominéralisées, riches en protéines, nommées « tufts » (ou touffes, ou buissons). Ces structures organiques prennent naissance à la jonction amélo-dentinaire (JAD) et suivent la direction des prismes de l'émail interne, ils ont donc une orientation ondulée. Pour certains auteurs, ils sont le point de départ de l'initiation et de la propagation des fêlures à partir de la JAD et représentent donc une zone de faiblesse (42). Toutefois, une étude montre que les berges des « tufts » sont capables de s'écarter (délamination) pour absorber les contraintes induites par les fêlures. Les « tufts » ont acquis au cours du développement des fluides riches en protéines qui leur permettent ensuite de s'auto-réparer (43).

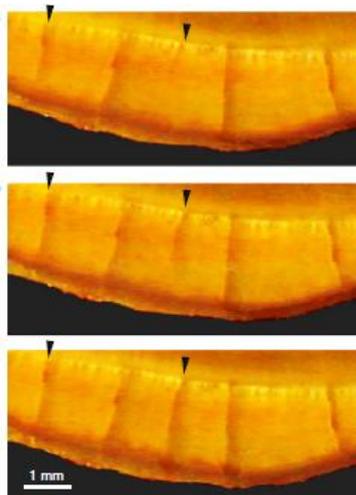
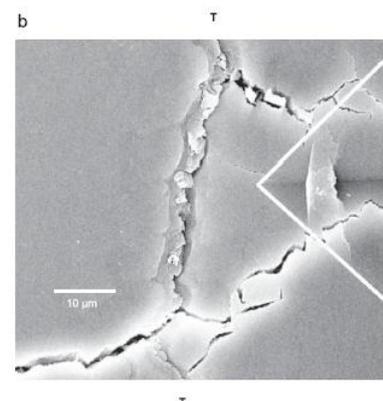


Figure 37 : coupes transversales de l'émail montrant l'initiation des fêlures à la base des tufts (flèches noires), avec une charge exercée croissante (du haut vers le bas), les fêlures (flèches noires) se propagent de plus en plus depuis la JAD vers l'émail externe (observation au microscope photonique) (42)

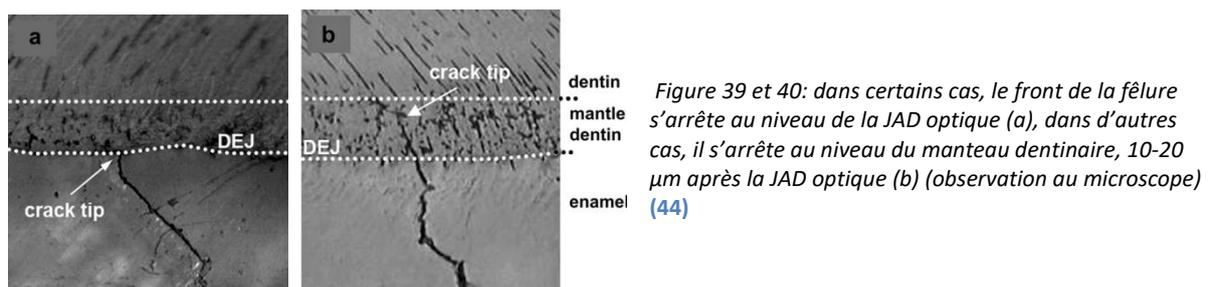
Figure 38 : mise en évidence de la délamination d'un tuft (TT), la fêlure en haut est stoppée, la fêlure du bas continue à se propager (observation au microscope électronique à balayage) (43)



#### 4.3.2.2 La jonction amélo-dentinaire

La jonction amélo-dentinaire (JAD) est l'interface entre l'émail et la dentine, deux tissus possédant des comportements biomécaniques très différents. Cette interface est peu minéralisée et entrecoupée de fibres de collagène. L'étude de Bechtle (44) a permis de constater que cette JAD peut stopper les fêlures, grâce à la discordance des modules d'élasticité entre l'émail et la dentine, (respectivement 82,5 GPa et 18,6 GPa). En effet, le module d'élasticité décroît de 70 à 80% entre ces deux structures sur une très courte distance de quelques micromètres (épaisseur de la JAD). Cette différence de modules d'élasticité diminue l'intensité des contraintes au niveau du front de propagation de la fêlure. Lorsque la fêlure se propage depuis l'émail et se rapproche de la JAD, l'intensité des contraintes est de  $3,47 \text{ MPa m}^{1/2}$  (unité de la tenacité à la fracture), puis elle descend à  $2,44 \text{ MPa m}^{1/2}$  quand la fêlure traverse la JAD.

Par ailleurs, le front de la fêlure ne s'arrête pas toujours exactement au niveau de la JAD optique, souvent il continue et fini sa course dans le manteau dentinaire. Les conditions qui conduisent la fêlure à s'arrêter dans la dentine ou plutôt au niveau de la JAD n'ont pas été identifiées.



De plus, la JAD ne remplit son rôle que si la fêlure progresse dans le sens de l'émail vers la dentine. Ainsi, une fêlure qui s'initie dans la dentine (restaurations profondes) et se propage vers l'émail ne sera pas arrêtée dans la région de la JAD et provoquera inévitablement une fracture (44).

#### 4.3.2.3 La dentine

Nous savons que la dentine est un tissu vivant, avasculaire et innervé qui est traversé par des tubuli dentinaires. Les tubuli sont plus nombreux et plus larges dans la portion interne de la dentine (proche de la pulpe) que dans la portion externe (proche de l'émail).

La dentine se compose de dentine inter-tubulaire (dentine minéralisée entre les tubuli) et de dentine intra-tubulaire (ou pérítubulaire) qui se situe à l'intérieur des tubuli. Elle est constituée à 70% de matrice minérale (cristaux d'hydroxyapatite), à 20% de matrice organique (collagène de type I principalement) et à 10% d'eau. Plusieurs mécanismes permettent à la dentine de lutter contre l'initiation et la propagation des fêlures.

La dentine, contrairement à l'émail, est capable de déformation plastique (capacité à absorber les contraintes) grâce à sa structure riche en collagène, cela représente la résistance intrinsèque à la propagation des fêlures. La résistance à la fracture et à l'initiation des fêlures de la dentine externe est significativement supérieure à celle de la dentine interne (45). En effet, le tiers dentinaire externe dispose d'un pourcentage important de fibrilles de collagène, ce qui le rend plus apte à la déformation plastique. La capacité d'absorber les contraintes diminue donc en se rapprochant de la pulpe, ce qui explique l'initiation des fêlures à ce niveau avec des restaurations profondes.

D'autre part, un mécanisme semblable à l'émail existe dans la dentine : la résistance intrinsèque de la dentine est permise par le pontage entre les berges de la fêlure dans la dentine interne et externe. Ces ponts de minéralisation provoquent une coalescence de la fêlure et une réduction de l'intensité des contraintes (45).

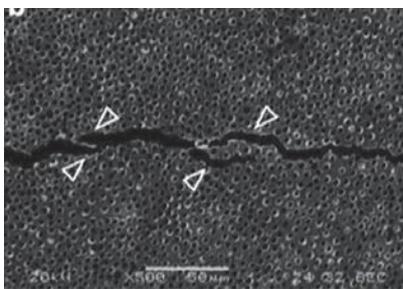


Figure 41 : progression de la fêlure dans la dentine interne : un phénomène de pontage se met en place (flèches blanches) (observation au microscope électronique à balayage x500) (45)

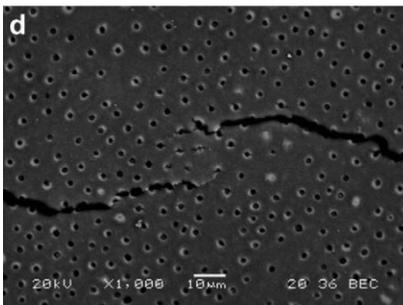


Figure 42 : progression de la fêlure dans la dentine externe : un phénomène de pontage se met en place avec des inter-digitations plus larges que dans la dentine interne (observation au microscope électronique à balayage x1000) (45)

Par ailleurs, la microstructure à deux couches de la dentine permet de réduire la force motrice de la fêlure, améliorant potentiellement la ténacité à la rupture. En effet, au sein de la dentine péri-tubulaire (située dans le plan de la fêlure, devant le front de propagation de la fêlure), des microfissurations apparaissent permettant d'augmenter le potentiel de coalescence de la fêlure primaire (46).

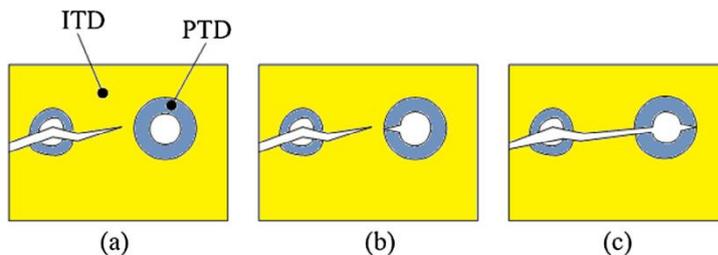
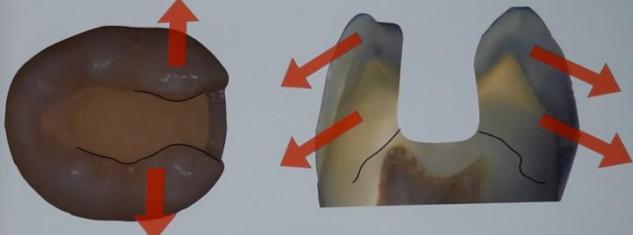


Figure 43 : schématisation de la microfissuration de la dentine péri-tubulaire (PTD) au niveau du front de propagation de la fêlure dans la dentine inter-tubulaire (ITD) (46)

#### 4.3.1 Risque mécanique en fonction du type de fêlure

	<p><i>Fêlure de l'émail :</i></p> <p>Le risque mécanique est <b>inexistant</b> (la décussation des prismes d'émail accroît la résistance à la propagation de la fêlure)</p>
	<p><i>Fêlure d'une cuspide :</i></p> <p>Le risque mécanique est <b>très important</b> (les fêlures se rejoignent au niveau de la jonction amélo-dentinaire, la cuspide peut se rompre sous les contraintes occlusales)</p>
	<p><i>Fêlure coronaire proximale :</i></p> <p>Le risque mécanique est <b>limité</b> (la fêlure se retrouve dans l'émail ou dans le tiers externe de la dentine où la résistance à la fracture est relativement élevée)</p>
	<p><i>Fêlure coronaire latérale :</i></p> <p>Le risque mécanique est <b>extrêmement important</b> (la fêlure concerne le tiers interne de la dentine où la résistance à la fracture est moindre)</p>
 <p style="color: red;">Stress divergents</p>	<p><i>Fêlure coronaire centrale :</i></p> <p>Le risque mécanique est <b>extrêmement important</b> (la fêlure concerne le tiers interne de la dentine où la résistance à la fracture est moindre)</p>

*Tableau 8 : représentation schématique et évaluation du risque mécanique en fonction du type de fêlure (d'après Dr Lehmann, congrès ADF 2019, Paris)*

*Légende : les flèches rouges représentent les stress divergents, le trait noir représente la fêlure*

## 5 Démarche diagnostique

### 5.1 Entretien clinique

L'écoute du patient est primordiale. Nous lui demandons de décrire la douleur précisément, depuis l'apparition des premiers symptômes, et, leur évolution dans le temps.

Nous essayons de déterminer quels types d'aliments provoquent les douleurs à la mastication : il s'agit le plus souvent d'aliments de consistance élastique ou fibreuse (mie de pain, viande...)

Il faut rechercher en priorité les antécédents d'un accident masticatoire : l'apparition des symptômes coïncide-t-elle avec la morsure soudaine et involontaire sur un objet dur ?

Le patient présente-t-il des parafonctions comme le bruxisme, l'oncophagie ou des habitudes nocives comme l'interposition d'objets durs ? Nous l'interrogeons aussi sur son mode de vie, son état de stress.

Le plus souvent, le patient a des difficultés à localiser avec précision l'emplacement de la douleur (47). Les tests cliniques spécifiques permettent de reproduire la douleur décrite par le patient et aident à déterminer la dent et/ou la cuspside causale.

#### 5.1.1 Signes cliniques et symptômes

Les fêlures ne sont pas toujours symptomatiques. Dans une étude, Hilton et coll. ont mis en évidence que parmi 2 858 patients présentant des fêlures, 54% n'avaient aucun symptôme (48).

Lorsqu'elles sont symptomatiques, les patients décrivent souvent les symptômes relatifs au *cracked tooth syndrome*. Au stade initial, les patients rapportent une sensation d'inconfort à la mastication survenant de façon intermittente et une douleur au froid. Ces symptômes évoluent ensuite en douleur vive à la mastication d'aliments durs ou fibreux (47).

Ce sont les signes « classiques » des fêlures. Toutefois, selon la localisation, l'ancienneté et la propagation de la fêlure, le patient peut présenter un ou tous ces symptômes ou une variété d'autres (47).

En effet, une fêlure peu profonde ne provoque pas de symptômes ou alors des douleurs légères. Lorsque la fêlure devient plus profonde, les patients rapportent une sensibilité au froid et une douleur à la mastication en particulier au relâchement (8).

Une fêlure qui se situe au niveau d'une cuspside (éloignée de la pulpe) n'aura pas les mêmes symptômes qu'une fêlure centrale au niveau du plancher de la cavité (proche du plafond pulpaire). Plus la fêlure est ancienne et plus le risque de contamination par les bactéries est important.

En effet, les fêlures sont une voie d'entrée potentielle de bactéries vers la pulpe à travers les tubuli dentinaires ouverts sur la cavité buccale. Les toxines libérées par les bactéries et/ou les bactéries elles-mêmes engendrent une inflammation pulpaire. Les patients décrivent alors des douleurs spontanées et insomniantes (pulpite irréversible). A un stade avancé, une nécrose se produit et les bactéries colonisent l'ensemble du réseau endodontique jusqu'au péri-apex (3).

Ainsi les symptômes varient selon l'état inflammatoire de la pulpe et du péri-apex (pulpite réversible, pulpite irréversible, nécrose pulpaire, parodontite apicale aigüe ou chronique). Le patient peut ainsi présenter un seul ou plusieurs symptômes suivants : douleur au froid/ au chaud, douleur à la mastication, douleur spontanée, mauvais goût dans la bouche (suppuration). Cette combinaison variable de symptômes rend le diagnostic difficile (3).

Par ailleurs, les fêlures coronaires progressent lentement et les signes pulpaires associés sont souvent frustrés. Les signes et symptômes peuvent ainsi être présents depuis plusieurs mois (15), et évoquer d'autres pathologies de la face.

Une étude de Brynjulfsen et coll.(49) a montré que parmi 32 patients adressés pour des douleurs oro-faciales diffuses, et présentant des fractures incomplètes, 50% souffraient depuis au moins 1 an.

Dans cette étude, la plupart des patients rapportaient des douleurs depuis plus de 3 mois et avaient tous déjà consulté des dentistes et des médecins spécialistes. Selon les auteurs, ces résultats mettent en lumière le manque de connaissance des praticiens concernant les fêlures et la difficulté du diagnostic de ces dernières.

### 5.1.2 **Cracked tooth syndrome (syndrome de fissure-fracture)**

Le terme « cracked tooth syndrome », introduit en 1964 par Cameron (1), se caractérise par une douleur aigüe à la mastication d'une nourriture dure et fibreuse, ainsi que par une douleur vive au froid.

Plusieurs auteurs pensent que l'utilisation du terme « syndrome » est inappropriée (3,50). En effet, un syndrome est défini comme « un ensemble de symptômes se produisant ensemble et caractérisant une maladie spécifique ». Bien que les fêlures puissent être associées à un certain nombre de symptômes qui surviennent ensemble, ces symptômes varient considérablement d'un cas à l'autre.

De plus, les fêlures doivent être considérées comme une cause de maladie (en particulier la maladie pulpaire), plutôt qu'être vues comme un syndrome ou une maladie en soi. La constatation de la présence d'une fissure doit être considérée comme une observation clinique et non comme un diagnostic (51).

### 5.1.3 Mécanismes de la douleur

Une fêlure semble être associée à une symptomatologie pulpaire de deux origines différentes : d'une part, une sensibilité dentinaire d'origine hydrodynamique et d'autre part, une inflammation pulpaire due à la pénétration bactérienne (52).

La douleur au relâchement de la pression est due au mouvement du fluide dentinaire qui se produit lorsque les cuspidés, de part et d'autre de la fêlure, sont mobilisées sous la pression occlusale. L'application du froid entraîne également une contraction du fluide dentinaire, c'est la **théorie hydrodynamique** (53). Le mouvement rapide du fluide dentinaire active les fibres myélinisées de type A de la pulpe dentaire, ce qui produit une douleur brève et aigüe (54).

La sensibilité au froid serait aussi due à **l'inflammation pulpaire** résultant d'une irritation chronique par les toxines bactériennes ou par les bactéries elles-mêmes. L'inflammation pulpaire entraîne la libération de neuropeptides qui diminuent le seuil de la douleur des fibres C non myélinisées, rendant la pulpe plus sensible au froid (54).

## 5.2 Examen clinique

### 5.2.1 Tests visuels et tactiles

Tout d'abord, il faut inspecter les dents dans leur ensemble : à la recherche de facettes d'usure, de malocclusions et de signes du bruxisme (37). Puis l'examen clinique se concentre sur la dent causale.

La dent suspectée doit être au préalable isolée avec la digue, nettoyée avec une brosse et séchée. En effet, la mise en place de la digue permet de garder la dent en dehors de la salive, enlève les distractions périphériques et accentue la fêlure par rapport à l'arrière plan (6).

L'utilisation d'aides optiques (loupes, microscope) tout au long des tests visuels améliore également les chances de détecter les fêlures (6,55). Les tests visuels peuvent être combinés ensemble afin de mettre en évidence la fêlure.



Figure 44: Fêlure de l'émail observée au microscope avec un grossissement x 16 (45)

*En bas à gauche : vue clinique sans grossissement*

En cas de suspicion de présence de fêlure sous une restauration, la dépose (après l'accord du patient) est nécessaire pour visualiser objectivement la fêlure et tenter d'évaluer son extension.



Figure 45 : la dépose de la restauration a permis de voir une fêlure sur le plancher de la cavité (52)

#### 5.2.1.1 Trans-illumination

Une source de lumière focalisée par une fibre optique est placée perpendiculairement au plan de la fêlure. La source de lumière doit être située le plus proche possible de la couronne de la dent. Le faisceau lumineux parcourt les tissus dentaires jusqu'à ce qu'il rencontre un espace vide (la fêlure) où il est réfléchi. La dent sera alors divisée par la fêlure en deux parties : une zone éclairée et une zone sombre (47).

Ce test permet de différencier la fissure de l'émail (seul l'émail est atteint), où la lumière n'est pas réfléchi, de la fêlure coronaire (atteinte de l'émail et de la dentine), où le faisceau lumineux est réfléchi (56).

Une lampe à photopolymériser ou un appareil spécifique (transilluminateur) peuvent être utilisés pour ce test. La lumière du cabinet doit être éteinte pour faciliter la visualisation.

La trans-illumination est utilisée sur plusieurs sites de la dent: crêtes marginales, fond de la cavité, plancher pulpaire lors du traitement endodontique, surface proximale accessible (récession importante), lors d'un lambeau d'exploration (fêlures radiculaires) (56).

La sensibilité à ce test (c'est-à-dire la capacité de mettre en évidence les fêlures) est très élevée, à tel point que les auteurs conseillent fortement d'utiliser des aides optiques pour ne pas détecter de faux positifs (6,55).



Figure 46: vue clinique de la réalisation du test de trans-illumination (la source lumineuse est placée perpendiculairement au plan de la fêlure ) (47)

### 5.2.1.2 Test de coloration

Une fêlure est parfois naturellement visible. En effet, la plaque dentaire qui se niche dans la fêlure est colorée par la nourriture et les boissons, ce qui facilite la visualisation (15).

Lorsque ce n'est pas le cas, la fêlure peut être mise en évidence par un colorant (bleu de méthylène, révélateur de plaque). Il est déposé le plus souvent sur le plancher de la cavité, laissé en place quelques minutes, puis rincé.

Parfois, lorsque la fêlure est très étroite, le colorant a des difficultés à pénétrer. Il doit alors être laissé plusieurs jours sous une restauration provisoire comme le ciment de verre ionomère (CVI). Il faut éviter d'utiliser l'oxyde de zinc eugéol (ZOE) qui pourrait colorer définitivement la dent. Le retrait du colorant résiduel s'effectue avec un coton imbibé d'une solution d'hypochlorite de sodium à 2% (28).



Figure 47 et 48: l'application du révélateur de plaque a permis de mettre en évidence la fêlure sur la deuxième prémolaire (52)

### 5.2.1.3 Test de cavité

Lorsque la suspicion de fêlure est importante sur une dent saine (sans restauration), une cavité à minima de type scellement de sillon étendu est réalisée sur la face occlusale, après l'accord du patient. (37)



Figure 49: test de cavité sur la deuxième prémolaire, suite à la mise en évidence de la fêlure avec le test de coloration (52)

#### 5.2.1.4 Exploration tactile avec la sonde et test de séparation

Après la dépose de la restauration, le plancher de la cavité est parcouru avec une sonde pointue à la recherche d'une irrégularité qui pourrait indiquer la présence d'une fêlure (15).

Dans le cas où une fracture complète est fortement suspectée, il est important de savoir si les segments sont séparables. Après, la dépose de la restauration, un instrument fin tel qu'une sonde ou une spatule à bouche est inséré dans la fêlure (3).

Le patient est prévenu que ce test est susceptible d'être légèrement douloureux et une anesthésie peut être réalisée. Une force très modérée est appliquée pour voir si les fragments sont mobilisables. Cela permet de différencier une fracture longitudinale complète d'une fracture longitudinale incomplète (3).



Figure 50: test de séparation réalisé avec une spatule à bouche (4)

### 5.2.2 Tests pulpaires

#### 5.2.2.1 Test du mordu

Lorsque la dent causale est difficilement localisable par le patient, le test du mordu permet de reproduire les douleurs à la mastication.

Un objet souple est utilisé : un coton salivaire, une canule d'aspiration, une micro brush. Toutefois, un instrument spécifique, appelé le Tooth Slooth™, permet de tester les cuspidés séparément. En effet, il comporte une base pyramidale avec, à son sommet, une concavité qui est placée sur une pointe cuspidienne.

Le patient est invité à serrer fort d'un mouvement lent sur l'objet, puis de relâcher la pression d'un coup. Le test est positif s'il y a une absence de douleur à la mise en pression et une douleur vive au relâchement (47).

La douleur au test du mordu est considérée comme un signe pathognomonique de la fêlure. Dans une étude clinique, parmi 154 dents symptomatiques présentant des fêlures, les auteurs ont rapporté que 96,1% ont répondu positivement au test du mordu (11).

La douleur est due à l'augmentation brusque de la pression intra-canaliculaire (théorie hydrodynamique). L'absence de douleur à ce test n'exclut cependant pas la possibilité d'une fêlure (spécificité faible).



Figure 51 et 52 : présentation du Tooth Slooth et de sa base pyramidale avec la partie concave au sommet (29)



Figure 53: vue clinique de l'utilisation du Tooth Slooth (29)

#### 5.2.2.2 Tests de sensibilité pulpaire

Les tests de sensibilité thermique et électrique permettent d'évaluer l'état de santé de la pulpe. Ici on ne cherche pas à mettre en évidence la fêlure mais plutôt les conséquences de cette dernière. Une comparaison avec les dents saines adjacentes et/ou controlatérales est nécessaire pour que le test soit significatif.

Au stade initial (gêne diffuse à la mastication), la dent répond normalement aux tests de sensibilité pulpaire. On peut éventuellement constater une sensibilité supérieure à la normale lors du test au froid et un seuil abaissé de sensibilité lors du test électrique (57).

Si la fêlure n'a pas pu être diagnostiquée au stade initial, les bactéries se propagent de plus en plus en direction de la pulpe et libèrent des toxines bactériennes, cela aboutit à une inflammation pulpaire (pulpite).

Une douleur provoquée au froid qui cède à l'arrêt du stimulus caractérise une **pulpite réversible**. Si au contraire, la dent ne répond pas au test de sensibilité pulpaire (test au froid), une nécrose est suspectée. Le test électrique sera utilisé pour confirmer le diagnostic de nécrose.

Lorsque la douleur est spontanée ou exacerbée au froid, le diagnostic de **pulpite irréversible** est posé.

### 5.2.3 Tests parodontaux

Dans le cas des fêlures sur dents vitales, les signes parodontaux sont rarement présents (contrairement aux fêlures radiculaire sur les dents dépulpées). En effet, le patient consulte pour des douleurs liées à l'inflammation pulpaire avant que la fêlure n'ait eu le temps d'atteindre la racine (47).

Toutefois, en l'absence de traitement, l'inflammation pulpaire évolue vers la nécrose avec l'envahissement bactérien de l'espace endodontique et du péri-apex, ce qui entraîne une inflammation parodontale (parodontite apicale d'origine endodontique). La pénétration bactérienne le long de la fêlure qui s'étend en sous gingival, provoque également une inflammation parodontale (parodontite d'origine parodontale). Ces deux phénomènes peuvent être combinés et se produire simultanément (lésion endo-parodontale).

Différents tests sont utilisés pour évaluer l'inflammation parodontale : test de percussion, test de palpation et sondage parodontal.

La *percussion* avec le manche d'un instrument sollicite le ligament alvéolo-dentaire à la recherche d'une sensibilité consécutive à l'inflammation.

Une *palpation* douloureuse des tables osseuses externes en regard du péri-apex est un signe d'une inflammation parodontale (d'origine endodontique le plus souvent).

A un stade très avancé, avec la colonisation bactérienne, l'inflammation du péri-apex se caractérise par un défaut osseux menant à une perte de l'attache épithéliale sus-jacente, et la formation d'une poche parodontale.

Les bactéries qui progressent le long de la fêlure entraînent également une réaction inflammatoire au niveau du parodonte. Cette réaction inflammatoire engendre une résorption osseuse et la formation d'une poche parodontale.

Hiatt (8), dans son étude clinique, a montré que toutes les dents présentant une fêlure verticale située au niveau de la crête marginale et qui s'étend en sous-gingival, étaient attenantes à une poche parodontale.

Un *sondage* méthodique de l'attache épithéliale sur chaque face de la dent permet de détecter une perte d'attache ponctuelle en regard du trait de fêlure. Ce sondage ponctuel (en U) ne doit pas être confondu avec un sondage étendu (en V) caractéristique d'une maladie parodontale.

**L'absence de la perte d'attache n'exclut cependant pas la présence d'une fêlure.**

Il faut donc bien distinguer une perte d'attache liée à la progression de la fêlure en direction radiculaire, d'une perte d'attache liée à la fistulisation desmodontale due à la nécrose (incidence sur le choix thérapeutique). La thérapeutique consistera sans doute à extraire dans la première situation et à faire le traitement endodontique dans le deuxième cas.

#### 5.2.4 Cerclage de la dent avec une bande orthodontique

Le cerclage de la dent suspectée apporte une **aide diagnostique** lorsque la fêlure semble peu importante pour causer les symptômes décrits par le patient, elle permet donc d'éliminer les autres sources de douleurs. Cette méthode peut donc être mise en place sur une dent restaurée ou sur une dent intacte (sans restauration) (10,25,58).

Cette technique de cerclage évite la mobilisation des fragments pendant la mastication (59). Cela peut donc nous conduire à confirmer la présence de la fêlure (ou de la fracture) lorsque les symptômes disparaissent. Par ailleurs, l'immobilisation des fragments présente deux avantages majeurs : elle limite la propagation de la fêlure et soulage les symptômes du patient.

Plusieurs thérapeutiques permettant le cerclage ont été proposées dans la littérature : mise en place d'une couronne périphérique provisoire, d'une coiffe pédodontique préformée, d'une bague de cuivre ou d'une bande orthodontique en acier inoxydable (60).

Les couronnes provisoires impliquent une préparation périphérique, ce qui est délabrant pour les tissus dentaires. Les coiffes pédodontiques sont rarement disponibles dans un cabinet d'omnipratique et les bagues de cuivre sont délétères pour le parodonte en plus d'être difficilement adaptable. Notre choix se portera alors sur la mise en place d'une bande orthodontique qui possède l'avantage d'être facilement ajustable pour sertir au maximum la dent combinée ou non à une coronoplastie.

Les restaurations préexistantes sont déposées pour évaluer l'étendue de la fêlure. Une obturation protectrice à base d'oxyde de zinc eugénol (ZOE) peut ensuite remplacer la restauration initialement présente sur la dent.

La bande orthodontique ajustée à la dent est scellée avec du ciment verre ionomère (ex : Ketac-Cem, Fuji Cem) ou un ciment à base de carboxylates (ex : Durelon) et laissée en place deux à quatre semaines. Cette technique présente néanmoins certains inconvénients. En effet, la pénétration bactérienne peut toujours avoir lieu et ainsi déclencher ou aggraver les symptômes relatifs à l'inflammation pulpaire.



Figure 54 : vue clinique d'une bande orthodontique placée autour d'une prémolaire maxillaire droite intacte (58)

La **résolution des symptômes** nous indique que c'est bien une fêlure sur la dent en question qui provoque les douleurs et que la vitalité pulpaire peut être conservée. Dans le cas contraire (**douleurs continues à la mastication**), et après avoir éliminé les autres diagnostics différentiels, la dent devra être traitée endodontiquement et la bande orthodontique pourra rester en place tout au long de la procédure.

## 5.2.5 Examens complémentaires radiographiques

### 5.2.5.1 *Examen rétro-alvéolaire*

Les fêlures coronaires sont très rarement visibles sur un cliché rétro-alvéolaire car leur direction (mésio-distale) est parallèle au film radiographique. Seules les fractures de direction vestibulo-linguale ou vestibulo-palatine dans le cas de fractures radiculaires (sur les dents non vivantes) peuvent être observables.

L'apposition de dentine tertiaire dans la chambre pulpaire est parfois visualisée en regard de la fêlure. Le cliché rétro-alvéolaire permet surtout d'écarter l'éventualité de la présence de caries proximales, de résorption interne ou externe (diagnostics différentiels) (47).

Les signes sont plus évidents lorsque la fêlure a provoqué une nécrose pulpaire. Les bactéries ont colonisé le péri-apex et les signes parodontaux apparaissent. On observe alors un élargissement ligamentaire et/ou une LIPOE (lésion péri radiculaire d'origine endodontique) (47)

### 5.2.5.2 *Cone Beam Computed Tomography (CBCT)*

Au stade initial, les fêlures ne sont pas toujours objectivables avec le cone beam. Le CBCT offre un cliché en trois dimensions et ainsi des coupes axiales. Il permet d'envisager la profondeur de l'atteinte sans être trop invasif. Il présente toutefois des doses d'irradiation supérieures aux techniques conventionnelles en deux dimensions.

Le plus souvent, le CBCT nous montre des preuves indirectes de l'existence de la fêlure une fois que cette dernière a atteint les tissus osseux ou a provoqué une lésion inflammatoire péri radiculaire d'origine endodontique (LIPOE).



*Figure 55: cette coupe axiale du CBCT révèle une ligne de fracture s'étendant de mésial et distal de la 14 et impliquant la corne pulpaire palatine (43)*

## 5.3 Diagnostics différentiels

### 5.3.1 Hypersensibilité dentinaire

La douleur à la mastication est absente, seule une douleur brève et aigüe au froid peut nous induire en erreur. Les sensibilités dentinaires sont situées le plus souvent au niveau cervical, et une récession gingivale est généralement présente. Les sites d'exposition dentinaires sont sensibles au contact de la sonde et au jet d'air (indice de Schiff).

### 5.3.2 Perte d'étanchéité d'une restauration coronaire

A l'examen clinique, le joint dent/restauration apparaît détérioré, la sonde peut s'insérer entre la restauration et les tissus dentaires. Après la dépose de la restauration, aucun trait de fêlure n'est détectable.

### 5.3.3 Caries proximales et résorptions

Les caries sont visibles à l'examen clinique (émail déminéralisé, zones sombres), la dentine est molle et collante au sondage. Pour les résorptions cervicales externes, le sondage est dur et provoque le saignement de la cavité. Les résorptions internes ne sont pas toujours identifiables à l'examen clinique (parfois pink spot), mais la radiographie permet de faire le diagnostic différentiel avec les fêlures. Dans tous les cas, il n'y a pas de trait de fêlure visualisable.

### 5.3.4 Maladie parodontale

Le sondage parodontal est étendu, on se trouve le plus souvent dans un contexte général de maladie parodontale avec plusieurs dents atteintes, des mobilités, un saignement au sondage. A l'examen clinique, on ne visualise pas de trait de fêlure.

### 5.3.5 Douleurs chroniques oro-faciales

La pénétration bactérienne à travers les tubuli dentinaires est beaucoup plus lente dans le cas des fêlures que dans le cas d'une cavité carieuse. Les symptômes douloureux peuvent alors persister plusieurs mois, voire plusieurs années, évoquant ainsi d'autres pathologies de la sphère oro-faciale : sinusite, pathologie musculo-articulaire, migraine ou douleur faciale atypique (47).

*Tableau 9: Symptômes, réponses aux tests et diagnostics différentiels en fonction du type de fêlure*

	<b>Fêlure de l'émail</b>	<b>Fêlure d'une cuspidé (fracture transversale incomplète)</b>	<b>Fracture longitudinale incomplète</b>	<b>Fracture longitudinale complète</b>
<i>Symptomatologie</i>	Asymptomatique	Douleur légère, se produit seulement au stimulus	Douleur aigüe à la mastication et/ou douleur vive et brève au froid	Douleur à la mastication + douleur sourde permanente dans la région concernée
<i>Test de sensibilité pulpaire (au froid)</i>	Normal (non douloureux)	Normal (non douloureux) ou douleur provoquée	Douleur provoquée/douleur exacerbée/absence de douleur	Douleur spontanée/douleur exacerbée/absence de douleur
<i>Test du mordue</i>	-	+	+	+
<i>Trans-illumination</i>	-	+	+	+
<i>Tests parodontaux</i>	-	-	Important pour évaluer l'extension radiculaire	+ (sondage étroit)
<i>RX</i>	-	-	+/-	+/-
<i>Remarque</i>	Diagnostic purement visuel	Cuspidé peut se rompre à la dépose de la restauration	Absence de mobilité des fragments	Mobilité des fragments
<i>Diagnostic(s) différentiel(s)</i>	<i>-fracture longitudinale incomplète</i> : test du mordue et test de trans-illumination positifs	<i>-fêlure de l'émail</i> absence de symptômes <i>-fracture longitudinale incomplète</i> : visualisation de l'orientation du trait de fêlure après dépose de la restauration, atteinte pulpaire plus fréquente <i>-fracture longitudinale complète</i> : mobilité des fragments <i>-carie proximale</i> <i>-perte d'étanchéité d'une restauration coronaire</i>	<i>-fêlure de l'émail</i> absence de symptômes <i>-fêlure d'une cuspidé</i> : visualisation du trait de fêlure après la dépose de la restauration <i>-fracture longitudinale complète</i> : mobilité des fragments <i>-perte d'étanchéité d'une restauration coronaire</i> <i>-carie proximale, résorption interne ou externe</i>	<i>-fracture longitudinale incomplète</i> : absence de mobilité des fragments <i>-abcès parodontal</i> : sondage étendu

Source : fiche pratique « Savoir détecter les fêlures et les fractures verticales », Dominique MARTIN, Société Odontologique de Paris. Légende : (+) = test positif, (-) = test négatif, (+/-) = peu d'information mais permet de faire le diagnostic différentiel

## **6 La prise en charge thérapeutique des fêlures**

### **6.1 Prévention**

#### **6.1.1 Elimination des parafonctions et des malocclusions**

Les parafonctions doivent être supprimées : le patient doit prendre conscience de ses habitudes nocives (onycophagie, interposition d'objets) avec l'aide du chirurgien-dentiste. Le traitement orthodontique chez l'enfant doit être entrepris au plus tôt, au cours de la phase de croissance, afin de corriger les malocclusions (surplomb important, inversé d'articulé).

Le bruxisme est une pathologie qui demande une prise en charge spécifique. Une approche comportementale doit être débutée en tout premier lieu (autocontrôle). Le patient doit prendre conscience des moments de la journée où il est le plus stressé (bruxisme diurne), il faut expliquer au patient les conséquences possibles sur les dents.

Dans le cas où cette approche s'avère insuffisante, le port d'une gouttière occlusale de protection peut être instauré. Cette orthèse de libération occlusale a pour objectif de protéger les dents naturelles, d'éviter le déplacement des dents et de maintenir les rapports occlusaux.

Une gouttière en résine dure avec des surfaces occlusales planes (non indentées), recouvrant les faces occlusales de toute une arcade doit être préconisée. Le chirurgien-dentiste veillera à ce qu'elle respecte les principes de stabilité occlusale : contacts simultanés et équilibrés en OIM, désocclusion postérieure grâce à un guidage antérieur effectif mais peu abrupt. Elle est portée essentiellement la nuit, mais elle peut être recommandée aussi la journée pendant les phases de tension (61).

Il est peu probable de supprimer totalement le facteur étiologique du bruxisme, mais nous devons absolument en tenir compte pour la restauration coronaire (38).

#### **6.1.2 Prise de conscience des manœuvres iatrogènes**

Le rôle du chirurgien-dentiste est capital lorsqu'il s'agit de compenser les édentements, de limiter les obturations volumineuses sans protection cuspidienne, d'éviter l'utilisation de tenons dentinaires. L'obturation coronaire doit être optimisée grâce à la mise en place de la digue et en appliquant les recommandations du fabricant.

### 6.1.3 Ajustement occlusal préventif (coronoplasties)

Certains auteurs (62) préconisent un ajustement occlusal préventif des cuspides susceptibles à la fracture (les cuspides de guidage). Cela concerne principalement les cuspides linguales mandibulaires. Cette réduction cuspidienne est réalisée également comme traitement initial sur des dents symptomatiques présentant des fêlures pour soulager les symptômes.

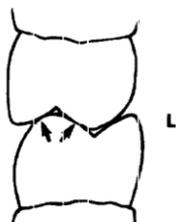


Figure 56 : schématisation des contacts occlusaux physiologiques : la cuspide palatine de la molaire maxillaire est en appui sur les deux pentes cuspidiennes (flèches) uniquement sur la cuspide vestibulaire (cuspide d'appui) de la molaire mandibulaire (62)

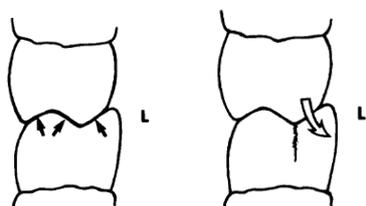


Figure 57 et 58 : schématisation de l'usure de la cuspide d'appui (cuspide vestibulaire) de la molaire mandibulaire: la cuspide linguale (cuspide de guidage) est alors plus haute et subit des interférences en diduction, ce qui favorise l'apparition d'une fêlure cuspidienne et à terme, la fracture de la cuspide linguale de la molaire mandibulaire (62).

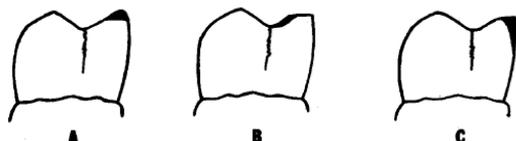


Figure 59 : schématisation des étapes de l'ajustement occlusal de la cuspide linguale d'une molaire mandibulaire : les zones à retoucher sont marquées en noir (62)

Les cuspides linguales des dents mandibulaires fissurées doivent être ajustées en **3 étapes** (62).

- A)** réduction de la hauteur de la cuspide linguale sous les cuspides vestibulaires
- B)** suppression des contacts occlusaux le long des pentes internes de la cuspide linguale. Il est essentiel d'observer des mouvements d'excursion de la mandibule, et pas seulement centrés sur l'occlusion
- C)** les cuspides linguales sont arrondies

Les surfaces sont polies après le réglage des cuspides. Les recommandations pour les dents mandibulaires peuvent également être appliquées sur les dents maxillaires présentant une fêlure : les cuspides vestibulaires des dents maxillaires sont alors ajustées.

Ainsi les dents présentant une usure cuspidienne, des facettes d'usure importantes, des restaurations usées ou une malocclusion postérieure, requièrent un ajustement des cuspides de guidage (62).

## 6.2 Principes généraux de traitement

### 6.2.1 Consentement éclairé

Le chirurgien-dentiste doit expliquer les conséquences, les différentes possibilités de traitement et le pronostic à long et moyen terme afin d'obtenir le consentement éclairé du patient. Il faut informer le patient de l'échec potentiel du traitement même s'il est bien conduit, dans la mesure où les fêlures, si elles ne sont pas totalement éliminées, progressent avec le temps.

Des photographies de la dent concernée sont utilisées pour montrer au patient la preuve indéniable de la fêlure et faciliter son adhésion au plan de traitement.

### 6.2.2 Les objectifs du traitement

Les objectifs du traitement des dents présentant des fêlures, décrits par Dr Martin et Dr Machtou, sont les suivants (63):

- supprimer la symptomatologie
- contenir les parois afin d'éviter la propagation de la fêlure en direction apicale
- renforcer la cohésion mécanique de la dent fragilisée par la fêlure

Le **cerclage ou le recouvrement** (par l'intermédiaire d'une couronne ou d'un onlay/overlay à recouvrement cuspidien) permet d'orienter la résultante des forces occlusales dans le sens du rapprochement des fragments et prévient le risque de fracture. Dans les reconstitutions actuelles plus conservatrices des tissus dentaires, le cerclage tend à être remplacé par le recouvrement.

Le **collage** permet aux adhésifs d'intervenir sur l'étiologie de la douleur en obturant les canalicules dentinaires (63). Opdam et coll. ont étudié l'efficacité clinique d'une restauration directe en composite pour le traitement de 21 dents symptomatiques présentant des fêlures. Sur une période de 6 mois, 75% des patients ont rapporté une réduction des symptômes (64). Cette étude confirme l'intérêt du collage dans la diminution de la douleur.

D'autre part, le **collage** est très conservateur des tissus dentaires grâce au principe de rétention physico-chimique. En effet, il permet de s'affranchir des préparations rétentives en contre-dépouille nécessaires pour une rétention mécanique de la restauration. Une conservation optimale des tissus dentaires sains augmente la résistance de la dent et empêche la propagation ou l'initiation des fêlures.

De plus, le joint dent/restauration collé permet de répartir les contraintes occlusales uniformément sur toute la surface de la dent, ce qui empêche la propagation de la fêlure.

Les objectifs du traitement des fêlures peuvent donc être atteints en combinant le recouvrement (ou le cerclage) et le collage.

## 6.2.3 Les facteurs à prendre en compte avant d'envisager le type de restauration

### 6.2.3.1 *Le délabrement coronaire*

Avant d'envisager la restauration (directe ou indirecte), il est nécessaire d'évaluer la résistance mécanique de la dent. Elle est fonction d'une part, des éventuelles pertes de substance coronaire liées à la présence de restaurations anciennes, de tissus carieux et d'autre part, de la position et de la profondeur de la fêlure. La première démarche consiste donc en la dépose des anciennes restaurations coronaires pour visualiser la fissure et apprécier les zones fragiles (63).

#### ➤ **Evaluation de la résistance mécanique de la dent (prévention des fêlures ultérieures)**

L'augmentation de la profondeur de la cavité fragilise les cuspides à leur base, ce qui augmente les risques de fracture ou de fêlure cuspidienne. Plus la cavité est profonde et plus le recouvrement cuspidien est indiqué.

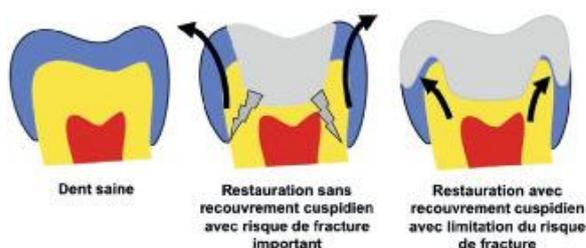


Figure 60 : schéma représentant le risque de fracture en cas d'absence de recouvrement cuspidien lors de cavités profondes (65).

De plus, la perte des crêtes marginales ou l'augmentation de la largeur de l'isthme de la cavité augmentent la flexion cuspidienne sous les contraintes occlusales. Une étude a montré que la perte d'une ou des deux crêtes marginales, comme dans le cas d'une cavité occluso-mésiale (OM) ou d'une cavité mésio-occluso-distale (MOD), entraîne une baisse de la résistance originelle de la dent de 46% et 63% respectivement (66).

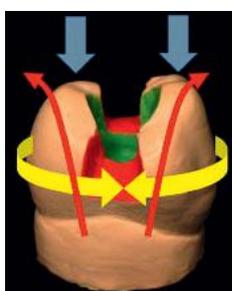


Figure 61 : schéma représentant la flexion des cuspides sous les contraintes occlusales suite à l'altération des deux crêtes marginales (65).

Par ailleurs, une cuspide dont l'émail est non soutenu par de la dentine, représente un bras de levier qui endure une déflexion importante sous les forces occlusales et à terme une fracture peut se produire. L'étude de Hood (20) a démontré qu'une cuspide non soutenue se comporte comme une poutre en extension qui subit une déflexion proportionnelle à la fonction cubique de sa longueur ( $L^3$ ).

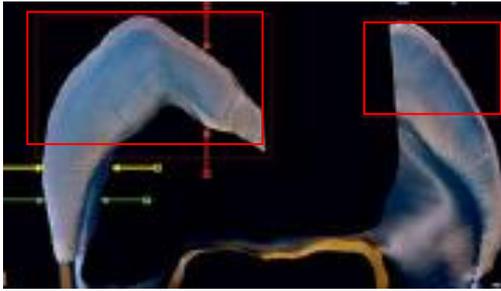


Figure 62 : schématisation de l'évaluation de la résistance mécanique de la dent : l'épaisseur des cuspidés et la profondeur de la cavité déterminent la quantité de déflexion des parois (67).

- 1) Situation à gauche : Cette cuspide est non soutenue par la dentine, elle doit être réduite jusqu'à ce que l'émail soit soutenu par la dentine (**encadré rouge**). Toutefois s'il reste une partie de la paroi où l'émail est non soutenu par la dentine (**flèches jaunes**), cette paroi peut être gardée (le degré de flexion est nettement moindre avec la réduction occlusale de la cuspide à ce niveau). Il est préférable de combler les contre-dépouilles avec un composite fluide (**flèches vertes**) et de garder les limites de la préparation dans l'émail dans la portion supra-gingivale dans le but d'obtenir une adhésion optimale dans la portion cervicale.
- 2) Situation de droite : Cette cuspide soutenue sera réduite dans la partie où son épaisseur est inférieure à 2 mm (**encadré rouge**). En effet, le bras long en porte-à-faux fléchirait trop pendant la charge occlusale et pourrait entraîner une fracture après la mise en fonction clinique à long terme.

➤ **Selon les critères mécaniques, quand faut-il recouvrir les cuspidés ou les parois proximales**

- La prédisposition anatomique des prémolaires maxillaires (concavité cervicale) et des molaires mandibulaires (inclinaison linguale) aux fêlures nous incite à recouvrir les cuspidés vestibulaires et palatines d'une part et les cuspidés linguales d'autre part.
- Si la largeur de l'isthme est supérieure à la moitié de la distance inter-cuspidienne, les cuspidés doivent être recouvertes.
- Si la profondeur de la cavité dépasse le 1/3 cervical de la dent, les cuspidés correspondantes sont recouvertes.
- Si l'impact occlusal de la dent antagoniste se situe au niveau du joint dent-restauration, on recouvre la cuspide correspondante. Un papier à articuler doit donc être utilisé pour analyser la situation des contacts occlusaux sur les limites de la future restauration et sur les cuspidés restantes.
- Si l'épaisseur de la paroi est inférieure à 2 mm, elle est recouverte. L'épaisseur de la paroi peut être réduite dans la portion coronaire cervicale, l'épaisseur doit alors être vérifiée grâce à une radiographie (rétro alvéolaire ou bitewing) réalisée avec un angulateur.
- Une crête marginale qui présente une fêlure verticale doit être réduite en hauteur et recouverte par la restauration définitive.

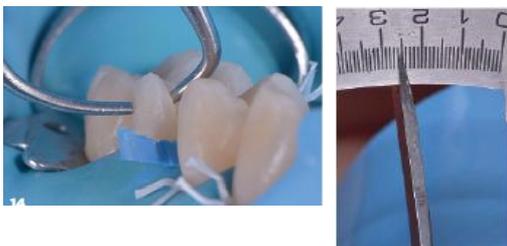


Figure 63 et 64 : Évaluation de l'épaisseur des parois résiduelles en vestibulaire de la 25 à l'aide d'un compas d'Iwanson : l'épaisseur de la cuspide vestibulaire est de 2,5 mm. Il faudra prendre en compte le contexte occlusal général et la dent antagoniste pour décider du recouvrement de cette paroi (68).

### 6.2.3.2 Contexte occlusal général et dent antagoniste

Il faut replacer l'organe dentaire dans le contexte de la globalité car la dent se situe dans un ensemble : la cavité buccale. Le contexte occlusal nous oriente vers le choix de la restauration. Si les conditions occlusales sont défavorables (occlusion d'intercuspidie maximale instable, fonction de groupe, présence d'une para fonction) nous privilégions des restaurations plus protectrices avec un recouvrement cuspidien. Dans ces situations, les forces occlusales sur les dents postérieures sont augmentées avec un risque accru de fracture ou de fêlure.

Si au contraire, le contexte occlusal est favorable (occlusion d'intercuspidie maximale stable, fonction canine, absence de para fonction), nous adoptons une approche conservatrice. Il faut également tenir compte de la dent antagoniste dans le choix du matériau de restauration pour éviter une usure occlusale prématurée de cette dent.

### 6.2.3.3 L'inflammation pulpaire

Le diagnostic pulpaire est déterminant dans la prise en charge. Une pulpite irréversible ou une nécrose pulpaire nécessite forcément un traitement endodontique préalable à la restauration définitive. Si la vitalité pulpaire semble être conservée, il est indispensable d'obturer les canalicules dentinaires ouverts par le trait de la fêlure afin d'empêcher la pénétration bactérienne responsable de l'inflammation (63).

### 6.2.3.4 Le contrôle de l'étiologie

La possibilité de supprimer le facteur étiologique nous place dans de bonnes conditions pour envisager la future restauration. Certaines étiologies sont relativement faciles à éliminer (piercing, interférences occlusales, habitudes nocives). Toutefois, dans certaines situations, l'étiologie ne peut pas être totalement supprimée et nous devons en tenir compte pour la restauration coronaire, c'est le cas notamment du bruxisme (63).

## 6.2.4 Absence de consensus ?

L'étude d'Alkhalifah (69) a montré que l'attitude des chirurgiens dentistes est différente vis-à-vis du traitement des **fractures longitudinales incomplètes avec une symptomatologie provoquée** entre les différents groupes de spécialistes et au sein même des spécialités (prothèse, omnipratique, endodontie). En effet, il n'y a **aucun consensus validé par la communauté scientifique concernant la prise en charge thérapeutique** de ce type de fêlures. Les différentes propositions de traitement des fêlures sont pour la plupart des recommandations et n'ont que peu de recul clinique.

Concernant les dents présentant les symptômes de **pulpite irréversible** ou les signes de **nécrose pulpaire**, cette même étude a mis en lumière les attitudes similaires entre les praticiens. Un traitement endodontique et une restauration par couronne périphérique sont majoritairement choisis. Dans le cas de **fractures longitudinales complètes**, pour la plupart des praticiens, le choix s'est porté sur l'extraction de la dent (69).

Un consensus semble être acquis concernant le traitement des **fêlures de l'émail** : l'abstention ou un traitement purement esthétique est recommandé (3). Toutefois, une surveillance doit être instaurée car les fêlures d'émail peuvent évoluer en fractures longitudinales incomplètes.

L'abstention de traitement concerne également les **dents totalement asymptomatiques sans signes de nécrose où la fêlure est découverte de manière fortuite**. Une surveillance attentive de ces dents est alors conseillée pour prévenir l'extension de la fêlure et l'apparition de symptômes (50).

Les **fractures cuspidiennes** ont mis d'accord les différents auteurs: la cuspside est retirée et une restauration avec un recouvrement cuspidien est préconisée (3). Un traitement endodontique est réalisé en fonction des symptômes présents. Si une exposition pulpaire se produit, le traitement est le même que pour une exposition pulpaire d'origine carieuse (coiffage pulpaire à la Biodentine™).

La prise en charge des **fêlures cuspidiennes** s'apparente au traitement des fractures longitudinales incomplètes. En effet les cuspsides présentant une fêlure à leur base doivent être recouvertes (onlay, overlay, couronne) afin de limiter le risque de fracture et d'orienter les forces en compression plutôt qu'en déflexion (52). Il ne faut pas essayer de séparer la cuspside du reste de la dent car la fêlure peut progresser d'avantage en sous-gingival.

## 6.3 Une thérapeutique basée sur la symptomatologie

### 6.3.1 Les symptômes imposent d'entreprendre un traitement endodontique

#### 6.3.1.1 *Indications*

L'indication du traitement endodontique est d'emblée posée dans les trois situations suivantes (les symptômes indiquent que la fêlure a atteint la pulpe dentaire) :

- le patient présente des douleurs spontanées violentes et irradiantes
- la dent répond de façon exacerbée aux tests de sensibilité pulpaire, plus particulièrement au test au froid (pulpite irréversible)
- la dent ne répond pas aux tests de sensibilité pulpaire, plus particulièrement au test électrique (nécrose pulpaire)

Toutefois, une dent à l'origine en pulpite réversible qui a été restaurée par nos soins, peut présenter *a posteriori* des symptômes de pulpite irréversible. Cela nous obligera à entreprendre le traitement canalaire à travers la restauration.

### 6.3.1.2 En urgence

Les restaurations existantes sont déposées et les lésions carieuses curetées (sous anesthésie).

Une fêlure centrale est entièrement éliminée grâce au fraisage si elle se situe en regard de la chambre pulpaire (3). Une fêlure proximale peut être éliminée si elle ne compromet pas la restauration de la dent (sans empiéter sur l'espace biologique). Le front de la fêlure est dans la mesure du possible recouvert par la restauration (3).

Il est primordial d'effectuer un sondage parodontal car la fêlure peut avoir une extension radiculaire, le pronostic serait alors réservé (47).

#### ➤ Symptomatologie de pulpite irréversible

Après la mise en place du champ opératoire, une biopulpotomie est effectuée en urgence si le traitement endodontique ne peut pas être réalisé dans la même séance. **Le plancher pulpaire est minutieusement inspecté à la recherche de fêlure ou d'une fracture** (aides visuelles, coloration, transillumination, test de séparation), auquel cas, le pronostic est nettement diminué (avulsion en cas de fracture). La pulpe radiculaire est ensuite extirpée et la chambre pulpaire est remplie d'hydroxyde de calcium, puis une restauration provisoire en CVI (ciment verre ionomère) est réalisée (70).



Figure 65 : une fêlure située au niveau du plancher pulpaire est visible après la réalisation de la cavité d'accès (observation au microscope)  
source : Dr F. Bronnec ADF 2019

#### ➤ Signes de nécrose pulpaire

Une dent nécrosée, présente un pronostic plus réservé car la fêlure est contaminée par des bactéries et des produits de nécrose de manière prolongée. La fêlure est de ce fait difficile à désinfecter et la présence continue de ces irritants provoquera à long terme une inflammation parodontale et une destruction tissulaire (70). Après la mise en place du champ opératoire, un parage canalaire est effectué, suivi d'une inter-séance à l'hydroxyde de calcium. Le patient est prévenu que le pronostic reste tout de même réservé.

#### ➤ Nécrose pulpaire ou pulpite irréversible indifféremment

Un cerclage périphérique temporaire est ensuite mis en place dans tous les cas à la suite du rendez-vous d'urgence. On veillera à ce que la bande orthodontique n'interfère pas avec l'occlusion. La dent doit être mise en sous occlusion et le patient est invité à manger du côté opposé (70).

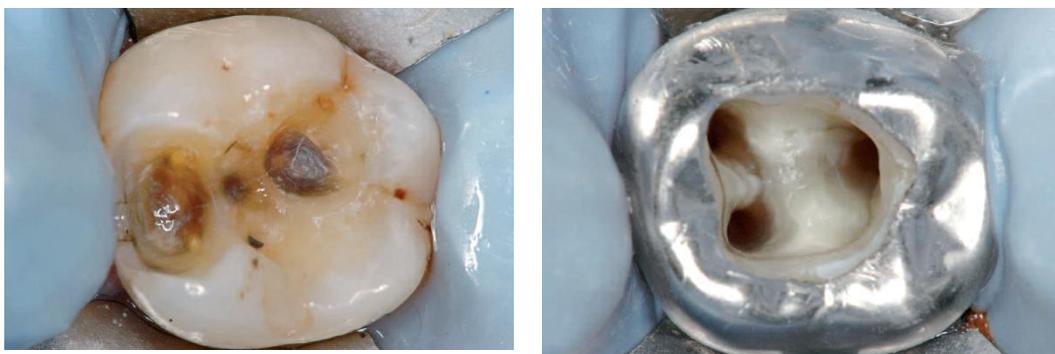
### 6.3.1.3 Précautions à prendre lors du traitement endodontique

Le traitement endodontique est effectué lors de la deuxième séance s'il n'a pas pu être conduit lors du rendez-vous d'urgence (pulpite irréversible). La nécrose pulpaire impose en revanche une (ou plusieurs) inter-séance(s) obligatoire(s) à l'hydroxyde de calcium jusqu'à la disparition des symptômes. L'**irrigation prolongée à l'hypochlorite de sodium** est indispensable pour décontaminer la fêlure et le réseau endodontique (70).

Un **cerclage périphérique temporaire** doit être mis en place avant le début du traitement (63). Nous pouvons utiliser une bague orthodontique, une bague de cuivre ou une coiffe pédodontique préformée qu'il faut sceller lors de la première séance ou lors du traitement d'urgence. Ce cerclage empêche la propagation de la fêlure en inter-séance, sous les contraintes occlusales ou lors des manœuvres instrumentales.

La mise en forme canalaire doit éviter l'effet de coin provoqué par l'instrumentation (38). Les **instruments rotatifs** doivent alors être utilisés **sans pression apicale**.

L'obturation par la technique de **compactage latéral à froid est à éviter** (63). En effet, les contraintes provoquées par le spreader sur les parois canalaire favorisent la propagation de la fêlure. Les autres techniques d'obturation (condensation verticale à chaud et tuteurs de gutta) ne présentent pas de contre-indications.



Figures 66 et 67 : A gauche : vue clinique occlusale de la dent symptomatique après la dépose de la restauration, une fêlure centrale est visible sur le plancher de la cavité, la symptomatologie évoque une pulpite irréversible. A droite : une coiffe pédodontique préformée est mise en place et le traitement endodontique est entrepris à travers la couronne (38).

### 6.3.1.4 Obturation de la chambre pulpaire

Les excès de gutta percha dans la chambre pulpaire sont enlevés à l'aide d'une fraise boule à une vitesse de rotation élevée. L'eugénol présent dans le ciment endodontique est incompatible avec les restaurations en composite car il interfère avec la polymérisation. La cavité d'accès est donc décontaminée au moyen d'une boulette de coton imbibée d'alcool qui enlève les traces de ciment. Un nettoyage accru de la chambre pulpaire est réalisé grâce à un système adhésif utilisant une étape de mordantage puis de rinçage (MR2 et MR3) (71). Un sablage peut également être effectué.

Suite au traitement canalaire, la restauration doit assurer l'étanchéité camérale afin de prévenir une contamination bactérienne par l'intermédiaire de la fissure et restaurer la cohésion mécanique de la dent (63). L'amalgame ne permettant pas de remplir ces objectifs, des matériaux composites présentant plusieurs viscosités seront utilisés, ce sont des substituts dentinaires.

Lorsque la dent présente une chambre pulpaire profonde, la **technique de restauration « tout composite »** avec de faibles épaisseurs est indiquée. Elle se compose en surface, d'un composite de restauration (hybride ou bulk) pour ses propriétés mécaniques et optiques. En profondeur, un composite qui présente un faible stress de polymérisation comme le composite fluide est préconisé. (72). Il faut veiller toutefois à différer le collage à 15 jours afin d'éviter l'inhibition de la polymérisation du composite par le ciment endodontique contenant de l'eugénol.

Le matériau de restauration de surface pourra être laissé en tant que restauration définitive (technique directe) ou recouvert par une restauration indirecte collée (onlay, overlay, couronne).

#### 6.3.1.5 Les différents types de restauration d'usage possibles

La restauration coronaire définitive doit procurer une cohésion mécanique à la dent. En fonction de la perte de substance, le cerclage temporaire est remplacé par une couronne périphérique ou par une restauration indirecte collée (onlay, overlay). En effet, les **restaurations directes collées sans recouvrement cuspidien sont contre-indiquées sur les dents traitées endodontiquement présentant des fêlures** (71). Ainsi, les restaurations en technique directe et les restaurations indirectes collées de type inlay sont à proscrire.

Le choix de la restauration définitive (onlay, overlay, couronne périphérique) se fait en fonction du délabrement coronaire (suite à la dépose des restaurations existantes, au curetage carieux, à l'élimination de la fêlure et au traitement endodontique) et du contexte occlusal (favorable ou défavorable) évoqués précédemment.

#### ➤ **Délabrement coronaire sur une dent traitée endodontiquement : particularités**

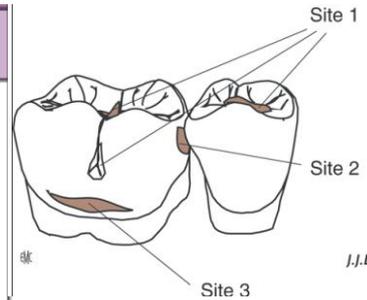
Selon Reeh et coll., le traitement endodontique avec une cavité d'accès conservatrice a un effet négligeable sur la résistance à la fracture d'une dent, réduisant sa rigidité de seulement 5%. C'est surtout le délabrement coronaire qui diminue significativement la résistance à la fracture : une cavité MOD réduit la rigidité de la dent de 60% (66).

La situation la plus défavorable est une **prémolaire ou une molaire avec une cavité MOD traitée endodontiquement**. En effet, la perte des deux crêtes marginales, véritables poutres de résistance de la dent entraîne une déflexion cuspidienne maximale. Dans cette situation, un **recouvrement cuspidien total** (par un overlay ou une couronne périphérique) est nécessaire pour augmenter la résistance à la fracture (73).

Les figures suivantes permettent de guider le praticien dans le choix de la restauration.

Tableau 10 : classification SiSta appliquée à la perte de substance dentaire sur la dent traitée endodontiquement (72,74)

Sites (topographie de la lésion)	Stades (étendue de la lésion)
1 : perte de substance dentaire occlusale	0 : aucune perte de substance dentaire
2 : perte de substance dentaire proximale	1 et 2 : perte de substance modérée ; substance dentaire résiduelle de solidité suffisante
3 : perte de substance dentaire cervicale	3 et 4 : perte large/importante de substance dentaire, avec fragilisation ou perte de cuspides



**Légende :**

**\*Contraintes fonctionnelles et latérales limitées (conditions occlusales favorables) :**

- anatomie plate et fonction de groupe
- absence de parafonction

**\*\*Contraintes fonctionnelles et latérales augmentées (conditions occlusales défavorables) :**

- fonction de groupe
- anatomie occlusale abrupte (cuspides hautes, fosses centrales profondes)
- présence de parafonctions

**Croix rouge :** dans le cadre des fêlures, les restaurations directes sont contre-indiquées sur une dent traitée endodontiquement, nous allons privilégier une approche protectrice vis-à-vis des cuspides (onlay, overlay, couronne périphérique).

Figure 68 : Indication des différentes techniques de restauration de la dent traitée endodontiquement en fonction de son délabrement et des conditions occlusales (contraintes occlusales et latérales limitées ou augmentées) (75)

## EN PRATIQUE POUR LES DENTS TRAITÉES ENDODONTIQUEMENT PRÉSENTANT DES FÈLURES

➤ Pour des pertes de substance petites ou modérées (Stade 1 et 2) occlusales ou proximales (Site 1 ou 2) :

- En présence de conditions favorables : une restauration indirecte (onlay ou overlay) est indiquée.
- En présence de conditions défavorables (ex : bruxisme) : un recouvrement cuspidien total est privilégié, une couronne périphérique ou un overlay sont indiqués.

➤ Pour des pertes de substances importantes (Stade 3 et 4) occlusales ou proximales (Site 1 ou 2) :

- En présence de conditions favorables : le recouvrement cuspidien total est privilégié, une couronne périphérique ou un overlay sont indiqués.
- En présence de conditions défavorables : un recouvrement cuspidien total et un cerclage périphérique est privilégié grâce à une couronne périphérique.

Si la rétention coronaire n'est pas suffisante (tissus résiduels  $\leq \frac{1}{2}$ ), l'utilisation d'une **reconstitution corono-radulaire foulée** (RMIPP : restauration par matériau inséré en phase plastique) est préférée à une reconstitution corono-radulaire coulée (inlay-core)(56).

En effet, un inlay-core par sa rigidité (module d'élasticité élevé) a un comportement biomécanique qui ne permet pas de dissiper les contraintes occlusales. En revanche, la réalisation d'une RMIPP permet de dissiper les contraintes à travers les fibres du tenon et la colle qui joue le rôle d'amortisseur. Toutefois, des impératifs stricts doivent être respectés pour la réalisation d'une RMIPP : limites supra-gingivales, possibilité de poser un champ opératoire, sertissage périphérique de la racine d'au moins 2mm par la future superstructure prothétique (couronne).

Si un ancrage radulaire est indiqué, une couronne périphérique est réalisée.

Le pronostic d'une dent fissurée traitée endodontiquement et nécessitant un ancrage radulaire est très réservé (la fêlure peut progresser avec les forces délétères de l'ancrage exercées dans leur portion coronaire), certains auteurs contre-indiquent même la conservation de ces dents (38).

En revanche, lorsque l'ancrage radulaire n'est pas indiqué (tissus résiduels  $\geq \frac{1}{2}$ ), le pronostic des dents présentant des fêlures traitées endodontiquement est relativement bon. Une étude récente de Kang (76) a mis en évidence un taux de survie moyen de 90% à 2 ans parmi 88 dents présentant des fêlures traitées endodontiquement.

Cette étude a également montré qu'un sondage parodontal profond (>6mm) diminue significativement le taux de survie de ces dents à 74,1%, alors qu'un sondage parodontal peu profond ( $\leq 6$ mm) augmente le taux de survie à 96,8%. La présence d'**une poche parodontale profonde est donc un facteur aggravant le pronostic d'une dent présentant une fêlure et qui a été traitée endodontiquement.**

Cas clinique :

- *Symptomatologie* : douleurs très vives au froid au moment de la consultation, et une gêne à la mastication depuis plusieurs années. La douleur est systématique, immédiate, dure longtemps (quelques secondes), elle est pulsatile. Le diagnostic de pulpite irréversible est posé (77).
- *Réponse aux tests* : le test de percussion cuspidé par cuspidé montre que plusieurs dents sont sensibles, notamment les cuspidés guides (cuspidés vestibulaires) des molaires maxillaires, la 16 est nettement plus sensible. Le passage de la soufflette est immédiatement douloureux sur la 16.



Figure 69 : Sur cette vue clinique de la situation initiale, on remarque que la restauration occluso-mésiale sur la 16 au composite est ancienne et a perdu son étanchéité, les surfaces occlusales sont usées (77).

Figure 70 : La radiographie rétro-alvéolaire ne montre pas de signes raréfaction osseuse en regard de la 16. La restauration est proche de la corne pulpaire mésiale et un épaissement ligamentaire est suspecté au niveau de la racine mésiale. La radiographie permet de faire le diagnostic différentiel avec une résorption (77).



Figure 71 : la dépose de la restauration révèle deux fêlures dans le sens mésiodistal, ce qui rend plus défavorable le pronostic de la dent (77).



Figure 72 et 73 : à l'ouverture de la chambre, le diagnostic de pulpite irréversible est confirmé (saignement important) (77).

Remarque : ici le cerclage périphérique n'a pas été réalisé pendant le traitement endodontique, ce qui est une erreur.

Le traitement endodontique a été réalisé en une seule séance, il a été choisi ici d'éviter l'inter-séance, de terminer immédiatement le traitement pour sceller l'accès à l'endodonte et éviter toute restauration provisoire peu étanche et peu fiable sur le plan mécanique.

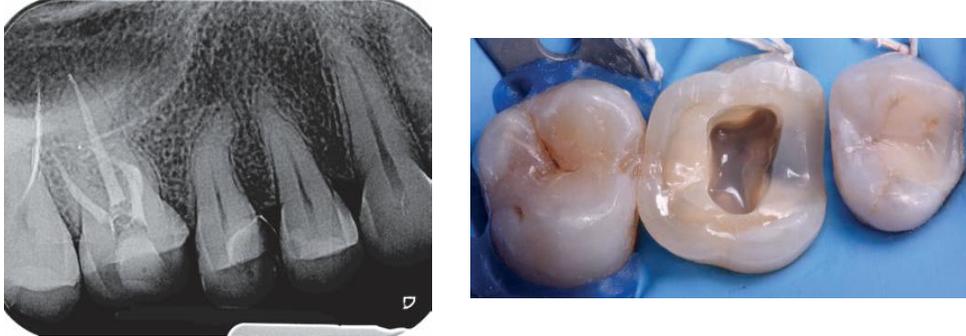


Figure 74 et 75 : L'obturation canalaire est satisfaisante en longueur et en densité (radiographie de gauche). Un composite fluide chargé a été mis en place dans le fond de la chambre pulpaire (vue clinique de droite) (77).

*Remarque* : ici le comblement de la chambre pulpaire par le composite est réalisé dans la même séance que le traitement endodontique, ce qui est une erreur (inhibition de la polymérisation par le ciment endodontique à base d'eugénol)



Figure 76 et 77 : un composite de type bulk-fill a été monté jusqu'à reconstituer entièrement la cavité d'accès (vue clinique de gauche), le choix d'un overlay en céramique type collé type Imax a été réalisé (vue clinique de droite) (77).

### 6.3.2 Les symptômes permettent d'envisager la conservation de la vitalité pulpaire

#### 6.3.2.1 1<sup>ère</sup> étape : dépose de la restauration existante et curetage carieux, évaluation de la résistance mécanique de la dent

La dépose d'une restauration volumineuse peut conduire à la fracture spontanée d'une cuspid. Cette étape doit se faire sous anesthésie et sous digue car une exposition pulpaire n'est pas exclue. Ensuite, l'élimination des tissus dentaires cariés est réalisée, elle doit absolument préserver les piliers de résistance de la dent non concernés par la lésion carieuse (les cuspides saines, les crêtes marginales et le pont d'émail).

Enfin, l'évaluation du délabrement coronaire et du contexte occlusal nous guide dans le choix du type de préparation à réaliser (quelles parois ou cuspides sont à recouvrir et quelles sont celles à éliminer).

### 6.3.2.2 2<sup>e</sup> étape : décontamination et/ou élimination du trait de fêlure

L'élimination totale du trait de fêlure, quand il est possible sans atteinte pulpaire, garantit l'arrêt de la fêlure (sous condition d'en contrôler la cause). Une fraise flamme permet d'ouvrir la fêlure puis sa décontamination peut être réalisée avec l'aéro-abrasion (52). Aucun consensus n'existe sur la nécessité ou non d'éliminer totalement la fêlure, sauf si nous avons la conviction que cette dernière est peu profonde. L'élimination de la fêlure est consommatrice des tissus sains, ce qui diminue la résistance mécanique de la dent.

La fluorescence laser infrarouge (DIAGNODent®) peut être un outil permettant de détecter la zone infiltrée par les bactéries. Elle évalue quantitativement la présence de celles-ci en mesurant la fluorescence des tissus dentaires. L'élimination de la fêlure se fait alors de manière conservatrice.

En **fond de cavité**, il est conseillé de supprimer les fêlures que sur une faible profondeur pour favoriser leur nettoyage et évaluer l'atteinte pulpaire, sans créer d'effraction (52). Toutefois, il faut être conscient que la fêlure peut continuer sa course plus profondément vers la chambre pulpaire sans que nous puissions la visualiser (3). En cas de doute, une radiographie per-opératoire est réalisée pour estimer la distance avec le plafond pulpaire.

Au niveau des **faces proximales**, l'élimination du trait de fêlure n'est pas toujours indiquée. Toutefois, il faut garder en tête qu'une fêlure non supprimée sur la face proximale représente toujours une porte d'entrée aux bactéries même après la restauration (3). Il semble donc nécessaire d'avoir recours au fraisage avec parcimonie, dans la limite du respect de l'espace biologique (52).

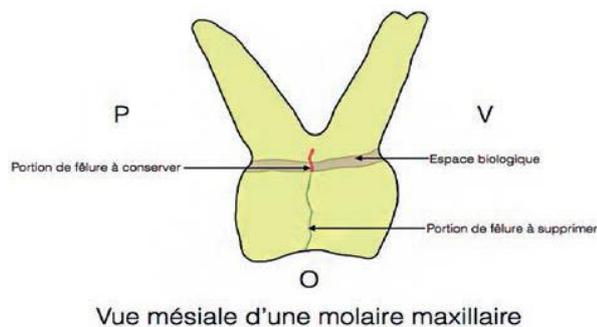


Figure 78 : schématisation d'une molaire maxillaire : au niveau des faces proximales, les fêlures doivent être éliminées dans le respect de l'espace biologique (52)

### 6.3.2.3 3<sup>e</sup> étape : étanchéification du complexe dentino-pulpaire

Si une restauration collée indirecte est indiquée, un scellement immédiat de la dentine (encore appelé dual bonding) doit être réalisé. Le **scellement dentinaire immédiat** (IDS) est une technique de collage où l'adhésif est mis immédiatement après la préparation de la dent (dentine fraîchement exposée) et avant la prise d'empreinte afin d'obtenir une étanchéité instantanée du complexe dentino-pulpaire. Cela évite les contaminations par les ciments provisoires et la micro-infiltration bactérienne pendant la phase de temporisation (78).

Cette technique en plus d'améliorer le collage, présente un intérêt non négligeable sur le plan biologique. En effet, la pulpe, potentiellement enflammée par des produits bactériens en provenance de la fêlure, peut subir une inflammation supplémentaire due à :

- une agression chimique, mécanique et thermique pendant la prise d'empreinte et la phase transitoire,
- une irritation mécanique pendant le retrait du ciment temporaire,
- une irritation chimique et mécanique pendant le scellement final.

Le fait de sceller toute la surface dentinaire permet d'atténuer cette inflammation (79). Les étapes détaillées de l'hybridation dentinaire sont expliquées dans le cas clinique ci-dessous.

➤ Cas clinique : prise en charge d'une dent vitale présentant plusieurs fêlures (67)

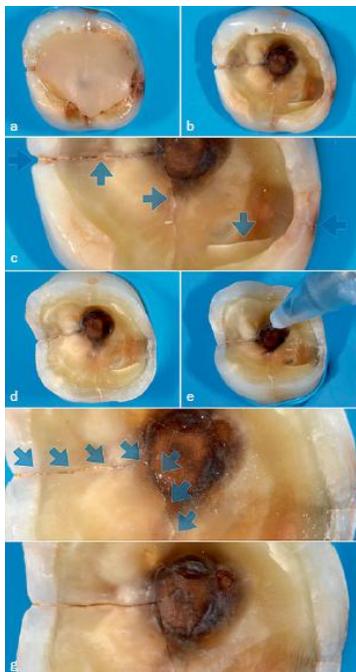


Figure 79 : vues cliniques montrant les étapes de la dépose de la restauration, de l'analyse des structures dentaires restantes, et de la décontamination des fêlures (67)

1<sup>e</sup> étape : dépose de la restauration existante, curetage carieux, analyse des structures dentaires restantes et du contexte occlusal

- a) Situation initiale : restauration occlusale large en composite, non adaptée et infiltrée. Des fêlures sont présentes en mésial, en distal et en palatin.
- b) Tissus dentaires résiduels après la dépose de la restauration et de l'élimination de la lésion carieuse. Les lignes de fêlure se propagent de la paroi mésiale et palatine vers le centre de la cavité. A cette profondeur, une restauration avec un recouvrement cuspidien total est indiquée.
- c) Analyse détaillée des fêlures (flèches bleues)
- d) Les cuspidies sont réduites jusqu'à ce que l'émail soit entièrement supporté par la dentine

## 2<sup>e</sup> étape : décontamination de la fêlure

- e) La fêlure est micro-sablée avec de l'oxyde d'alumine (30  $\mu\text{m}$ )
- f) Après le micro-sablage, la fêlure est contaminée par les particules d'oxyde d'alumine.
- g) Nettoyage de la ligne de fêlure avec du bicarbonate de sodium (40  $\mu\text{m}$ ), polissage, suivi d'un rinçage avec la seringue air-eau. La dent préparée est prête pour le scellement immédiat de la dentine

## 3<sup>e</sup> étape : scellement immédiat de la dentine (IDS)

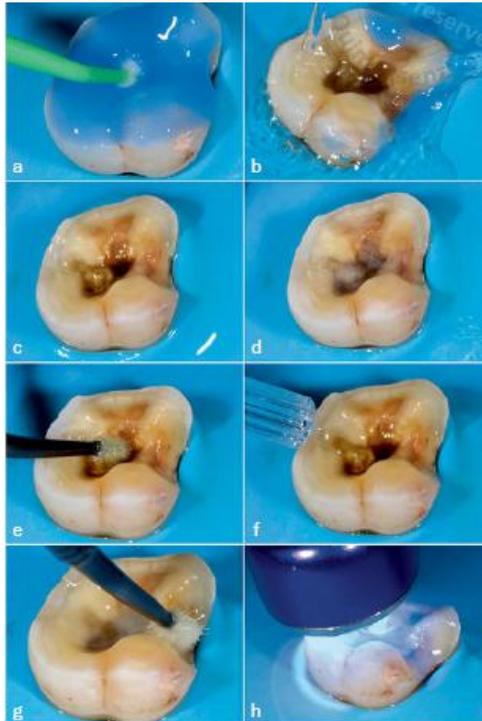


Figure 80 : vues cliniques montrant les étapes de l'IDS (67)

Un adhésif MR3 (mordantage, rinçage, primer, adhésif) est appliqué selon les recommandations du fabricant :

- a) La surface de la dent est mordancée avec l'acide phosphorique (35%) pendant 15 secondes
- b) Le gel de mordantage est rincé pendant 15 secondes
- c) Une surface dentinaire humide est visible
- d) Séchage doux de la surface dentinaire pendant 5 secondes
- e) Immédiatement après le séchage, la dentine est réhydratée avec une application généreuse d'un primer pendant 20 secondes
- f) Séchage doux pendant 5 secondes pour évaporer le solvant contenu dans le primer
- g) Le bonding est appliqué, une couche homogène est créée sur toute la surface
- h) Le bonding est polymérisé pendant 20 secondes avec une unité de haute intensité (1200mW/  $\text{cm}^2$ ). La pointe de la lampe doit être placée au plus proche possible de la surface de la dent.

Remarque : Un adhésif MR3 est le gold standard en termes d'hybridation dentinaire mais un adhésif MR2 (mordançage, rinçage, primer-bonding) peut également être utilisé. Dans ce cas, le primer et le bonding seront contenus dans le même flacon (une étape est donc supprimée puisque ces deux composants sont associés). On peut cependant se demander si le bonding et l'adhésif pénètrent aussi loin que l'acide dans la fêlure.

3<sup>ème</sup> étape (suite) : comblement des contre-dépouilles avec un composite fluide

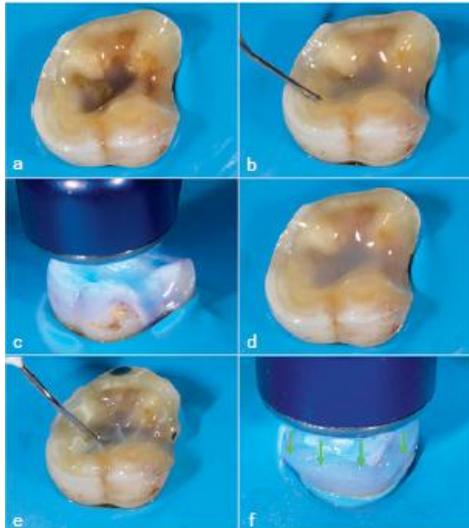


Figure 81 : vues cliniques montrant les étapes de comblement des contre-dépouilles (67)

- Surface dentinaire scellée après l'usage d'un adhésif MR3
- Comblement des contre-dépouilles avec un composite fluide : ce dernier est appliqué de manière centripète (de la périphérie vers le centre de la surface dentaire)
- Le composite fluide est polymérisé pendant 40 secondes avec une lampe à polymériser puissante ( $1200 \text{ mW/cm}^2$ ), la pointe de la lampe doit être placée le plus proche possible et perpendiculairement à la surface dentaire.
- Après l'hybridation dentinaire et le comblement des contre-dépouilles : une surface adhésive plane et homogène a été créée
- Application de la glycérine sur le composite fluide pour enlever la couche superficielle inhibée par l'oxygène en surface
- Polymérisation à travers le gel de glycérine pendant 20 secondes

3<sup>e</sup> étape (suite): finitions des limites cervicales

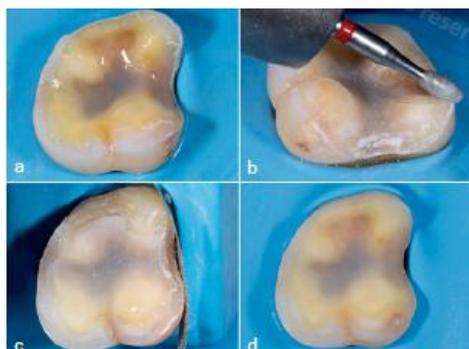


Figure 82 : vues cliniques montrant les étapes de finition des limites cervicales (67)

- a) Le gel de glycérine est rincé puis la surface dentaire séchée
- b) Les limites amélares sont réparées avec une fraise diamantée de forme olive à faible granulométrie sans eau et à vitesse moyenne. La fraise est orientée à 45° pour couper les prismes d'émail obliquement.
- c) Les faces proximales sont finalisées avec un strip métallique
- d) Préparation finale, juste avant la prise de l'empreinte. Les limites de préparation amélares sont bien marquées.

Remarques importantes :

Les prismes d'émail sont coupés obliquement vers l'extérieur afin d'augmenter la force d'adhésion et de déplacer les contraintes de manière centripète à l'intérieur de la dent (pour éviter que la dent ne s'ouvre en deux).

La mise en place d'un composite fluide permet de combler les contre dépouilles et de former une **zone de dissipation des contraintes** qui empêchera la propagation de la fêlure.

*6.3.2.4 Les différentes restaurations d'usage possibles sur une dent vitale*

Le choix de la restauration sur une dent vitale se fait en fonction de la perte de substance coronaire, du type de fêlure et de la persistance ou non de conditions occlusales favorables.

Certains auteurs (47) recommandent dans les cas du bruxisme ou d'une fêlure coronaire centrale d'avoir systématiquement recours à une restauration avec un recouvrement cuspidien total (overlay ou couronne). En effet, dans le cas d'une **fêlure coronaire centrale**, le risque mécanique et biologique sont extrêmement importants. Les patients bruxomanes développent des forces masticatoires très élevées, qui pourront être répartis uniformément sur toute la surface de la face occlusale grâce à ce type de restauration.

Pour des **fêlures coronaires proximales**, le risque biologique et mécanique sont faibles, on peut donc envisager une restauration directe au composite, en absence de conditions défavorables (absence de bruxisme) et si le délabrement coronaire est limité.

En revanche, pour les **fêlures coronaires latérales**, le risque mécanique est important. Si une cuspide présente une fêlure à sa base, elle doit être recouverte. Un onlay, un overlay ou une couronne seront indiqués selon le délabrement.

La prise en charge adéquate d'une dent en pulpite réversible présentant une fêlure a un bon pronostic. Dans l'étude de Wu et coll., 71% (141/199) des dents fissurées présentant une pulpite réversible sont restées saines après 3 ans (80). Cela est possible à condition de contenir la dent fissurée afin d'éviter la flexion des cuspidés et d'isoler complètement la fissure de l'environnement buccal (bloquer la pénétration des toxines bactériennes par le collage).

## 6.4 Les différentes restaurations d'usage sur dents vitales ou traitées endodontiquement

### 6.4.1 Les restaurations collées en technique directe (dents vitales uniquement)

#### 6.4.1.1 *Indications*

Les restaurations collées directes sur les dents postérieures présentant des fêlures sont indiquées :

- Pour les **délabrements occlusaux de faible à moyenne étendue** (site 1/ stade 1 ou 2 dans la classification SiSta).
- Pour les **délabrements proximaux de faible à moyenne étendue** (site 2 /stade 1 ou 2), avec une dent présentant au moins 3 parois résiduelles et une crête marginale intacte.
- Dans un contexte et une anatomie occlusale favorable.
- Certains auteurs ajoutent à ces critères l'**absence de bruxisme** et la **vitalité pulpaire** (particularité des dents présentant des fêlures) (38).

Le principe des restaurations en technique directe consiste à lier les fragments situés de part et d'autre de la fêlure et ainsi empêcher leur mouvement indépendant pendant les forces occlusales.

#### 6.4.1.2 *Amalgame*

L'utilisation d'un amalgame collé dans le traitement des fêlures dentaires a été suggérée pour une approche plus conservatrice des tissus dentaires par rapport aux restaurations coulées avec recouvrement cuspidien (81). Les amalgames ne possèdent pas de potentiel adhésif intrinsèque propre, ils sont donc collés avec une résine ou un composite de collage qui présente un potentiel adhésif (contenant la molécule MDP ou la résine 4-META).

Toutefois, une évaluation clinique à long terme n'a pas été réalisée et leur utilisation semble désuète face à l'essor des résines composites qui présentent des aptitudes au collage nettement supérieures.

### 6.4.1.3 Composite

La restauration en composite en technique directe représente une alternative thérapeutique rapide, esthétique et peu coûteuse pouvant être réalisée en une seule séance. Toutefois, le respect d'un protocole opératoire strict et la mise en place d'un champ opératoire étanche sont essentiels.

En effet, pour les cavités **occlusales**, les contraintes de polymérisation du composite peuvent eux-mêmes induire des fissures au niveau de l'émail. Pour éviter ces inconvénients, il est recommandé de monter le composite sous digue, par couches obliques, afin de diminuer le facteur C (rapport du nombre de parois collées sur le nombre de parois non collées) et d'utiliser une polymérisation progressive. La lampe d'une puissance suffisante doit être placée à l'opposé des masses de composite à polymériser (71).

Pour des pertes de substance **proximales**, une matrice métallique et un coin de bois doivent être posés suite à l'installation du champ opératoire. La mise en place d'un composite fluide est indiquée si un bandeau fin d'émail est présent au niveau du trottoir proximal. Le composite fluide doit être placé en faible quantité pour limiter les contraintes de polymérisation. Dans un même objectif, le mur proximal est ensuite monté avant tout comblement occlusal (passage d'une cavité de 3 à 4 parois). Les recommandations sont ensuite les mêmes que pour une cavité occlusale : adjonctions successives de composite montés en couches obliques (71).



Figure 83 : coupe de dent objectivant des fêlures ou des « cracks » au niveau de l'émail ayant pour origine les contraintes de polymérisation du composite (38).

#### ➤ Problématiques

Un rapport à long terme (7 ans) d'Opdam et coll. a montré un taux d'échec annuel de 6% des restaurations directes en composite pour le traitement des dents présentant des fêlures. Alors que les dents avec un recouvrement cuspidien ont montré un taux de survie significativement supérieur (100%). Les auteurs ont supposé que sans recouvrement cuspidien, les contraintes occlusales répétées sur la restauration ou les tissus dentaires résiduels ont fragilisé la couche adhésive. Ce qui aboutit à l'échec de la restauration à maintenir la cohésion de la dent. Ces contraintes sont par ailleurs très importantes chez les patients bruxomanes.

De plus, dans une étude *in vitro*, Fennis et coll. ont mis en lumière une résistance à la fracture supérieure des prémolaires restaurées avec du composite et un recouvrement cuspidien par rapport aux mêmes dents restaurées au composite et sans recouvrement cuspidien (82).

Par ailleurs, les restaurations directes présentent l'inconvénient d'être exigeantes en matière de protocole opératoire avec parfois des difficultés à reconstituer un point de contact fonctionnel, un profil d'émergence correct et une morphologie occlusale adéquate.

➤ Indications

Une restauration en composite réalisée en technique directe est donc indiquée pour une perte de substance limitée, sur une dent vivante, chez un patient qui ne présente pas de bruxisme.

Le composite en technique directe peut être réalisé en urgence puis laissé en place et servir de base pour une restauration en technique indirecte (83).

➤ Cas clinique (38):

La patiente présente des douleurs à la mastication associées à une sensibilité au froid sur 36. L'examen clinique met en évidence une restauration à l'amalgame et la présence d'une fêlure au niveau de la crête marginale distale.

Après la dépose de l'amalgame, la fêlure est beaucoup mieux visualisée. Le délabrement coronaire est modéré et les parois résiduelles sont relativement épaisses. Il est envisagé de restaurer cette dent par un composite en technique directe.



Figure 84 et 85 : Vue clinique de la situation initiale (figure de gauche). Après la dépose de l'amalgame sous champ opératoire, il est facile d'apprécier l'étendue de la fêlure (située au niveau de la cuspide disto-linguale) et d'évaluer la perte de substance coronaire de la dent (figure de droite)(38)



Figure 86 et 87 : Vue clinique après réalisation d'une restauration composite en technique directe (figure de gauche). Vue clinique à 6 mois postopératoire (figure de droite)(38).

## 6.4.2 Les restaurations partielles collées indirectes

### 6.4.2.1 *Intérêts*

Nous avons vu que dans des **cavités volumineuses** restaurées par une technique directe, les contraintes de polymérisation sont difficiles à contrôler même avec des techniques d'obturation les plus rigoureuses. Ces contraintes sont à l'origine de fissures, de microtraumatismes dentaires, de pertes d'étanchéité et de sensibilités postopératoires. C'est pourquoi, dans ces situations, une restauration coronaire indirecte avec un recouvrement cuspidien doit être privilégiée (onlay, overlay)(38).

Les restaurations indirectes permettent de mieux reproduire l'anatomie occlusale et les points de contact en comparaison avec les restaurations en technique directe. Ces restaurations sont également moins dépendantes de l'opérateur puisque la morphologie de la pièce prothétique est réalisée par le prothésiste de laboratoire. Toutefois, la rigueur du protocole de collage reste liée à l'expérience du chirurgien-dentiste.

### 6.4.2.2 *Indications*

Les restaurations partielles collées indirectes sur les dents présentant des fêlures sont donc indiquées :

- Pour des **pertes de substance importantes** (SiSta 1/4, 2/3 ou 2/4) : la perte de substance se fait au détriment des deux parois proximales (cavité MOD) et/ou d'une cuspidie
- Lorsqu'une technique directe ne peut pas être réalisée pour des **raisons techniques** (hauteur importante et faible épaisseur des parois, occlusion non fonctionnelle) ou esthétiques
- Pour des **dents traitées endodontiquement** présentant des fêlures et chez les **patients bruxomanes (un overlay est privilégié)**

Le choix entre les différentes restaurations (onlay ou overlay) se fait donc en fonction du délabrement coronaire et du contexte occlusal.

### 6.4.2.3 *Sans recouvrement cuspidien : un **inlay** est-il indiqué ?*

Dans la littérature, aucun cas de traitement des dents présentant des fêlures n'a été traité par un inlay à notre connaissance.

Une étude a montré que les dents restaurées avec un inlay en céramique avaient les mêmes valeurs de résistance à la fracture que celles restaurées par le composite en technique directe (84).

Par ailleurs, leur mise en place nécessite plusieurs séances et impose donc une restauration provisoire qui accroît davantage les risques de propagation de la fêlure (60). Ce type de restauration possède donc l'inconvénient des restaurations indirectes sans pour autant dépasser la résistance à la fracture des composites réalisés en technique directe. Leur utilisation dans le cadre du traitement des fêlures semble donc limitée.

#### 6.4.2.4 Avec recouvrement cuspidien partiel : **Inlay-onlay**

➤ Indications dans le cadre des fêlures (en plus des indications des restaurations partielles indirectes)

- Fêlure ou fracture d'une ou de plusieurs cuspides
- Cuspide non soutenue
- Délabrement modéré
- Contexte occlusal favorable

Signore (83) et coll. ont publié les résultats d'une étude rétrospective décrivant les performances d'onlay **en composite** pour le traitement de 43 dent fissurées symptomatiques. Après une période de suivi de 4 à 6 ans, 40 dents sont restées asymptomatiques avec un taux de survie de 93,02%.

➤ Cas clinique (38) :

La patiente consulte pour des douleurs à la mastication associées à une sensibilité au froid. L'examen clinique met en évidence une fêlure au niveau de la crête marginale mésiale ainsi qu'au niveau de la face linguale. L'évaluation pulpaire permet de poser le diagnostic d'inflammation pulpaire réversible. Lors de la dépose de la restauration à l'amalgame, la cuspide disto-linguale se fracture spontanément au moment du fraisage.



Figure 88 et 89 : Vue clinique de la situation initiale (à gauche). Lors de la dépose de l'amalgame, la cuspide disto-linguale se fracture spontanément (vue clinique de droite)(38).

La cuspide mésio-linguale étant extrêmement fine associée à la présence d'une fêlure au niveau de la crête marginale mésiale, il est décidé d'éliminer cette paroi fragile et de restaurer la dent par un onlay en composite de laboratoire.

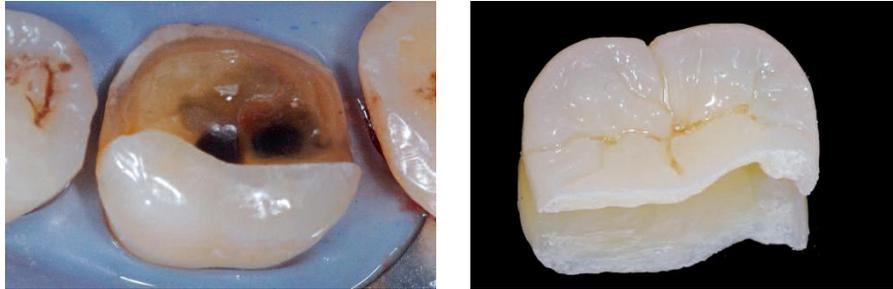


Figure 90 et 91 : vue de la préparation coronaire (vue clinique de gauche). Vue clinique de l'inlay-onlay en composite de laboratoire (vue clinique de droite)(38)



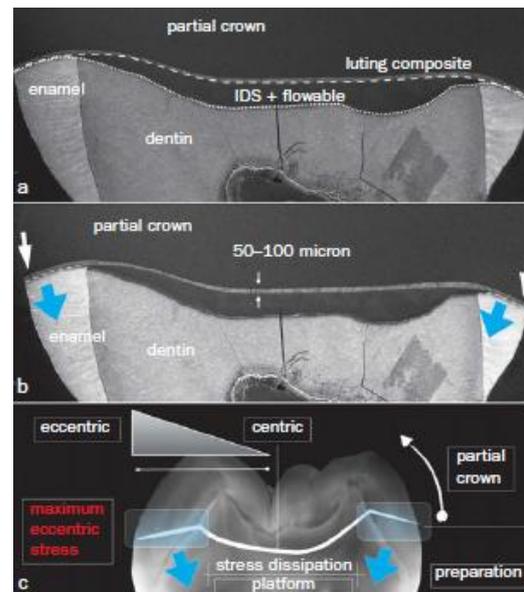
Figure 92 et 93 : vue clinique après le collage de l'onlay (à gauche). Vue après la dépose du champ opératoire et contrôle de l'occlusion (à droite) (38).

#### 6.4.2.5 Avec recouvrement cuspidien total : **Overlay**

- Indications dans le cadre des fêlures (en plus des indications pour des restaurations partielles indirectes)
  - Contexte occlusal défavorable (patient bruxomane, malocclusions)
  - Fêlure coronaire centrale
  
- Principes de préparation : exemple d'une préparation pour overlay en céramique
  - Surface lisse sans transition brusque (diminuer les contraintes au sein du complexe restauration/colle/dent)
  - Possibilité d'inclure un **puit occlusal de stabilisation** : évite le déport horizontal de l'overlay lors de son collage
  - Ménager 1,5 à 2mm en occlusal pour la restauration

- Un moignon en composite n'est pas conseillé pour des raisons suivantes :
  - il augmente la tension sur la couche hybride
  - le module d'élasticité du composite est plus faible que celui de la restauration céramique
  - le moignon va fléchir d'avantage que la restauration céramique
  - les contraintes de traction sont élevées dans la céramique à l'interface avec la colle
  - possibilité de formation de fissures dans la céramique

Figure 94 : Photographie d'une dent fissurée préparée pour recevoir un overlay en céramique, observée au microscope électronique à balayage



- a) Représentation de l'ensemble restauration-colle-dent montrant les quatre impératifs de préparation :
- 1) la surface préparée (*ligne en pointillés rapprochés*) doit être plane, ainsi, pendant les fonctions occlusales, les forces travaillantes et non travaillantes sont concentrées sur la moitié inférieure de la dent préparée
  - 2) la surface préparée doit être sans transition brusque pour diminuer les contraintes à l'interface du complexe restauration-colle -dent
  - 3) après l'hybridation dentinaire et le comblement des contre-dépouilles au composite fluide, une **plateforme de dissipation des contraintes** est créé (*ligne en pointillés espacés*). Cela signifie que les forces absorbées par la restauration sont transférés de la manière la plus favorable à l'interface adhésive et à la dent.
  - 4) les limites de préparation sont bien définies et la préparation permet un ajustement interne et périphérique le plus précis de la restauration partielle en céramique.
- b) L'épaisseur de la couche de résine de collage varie de 50 à 100  $\mu\text{m}$  (*flèches blanches fines*). Idéalement, les limites de préparation sont situées dans l'émail (*flèches blanches épaisses*), cependant cela est déterminé par l'extension de la lésion carieuse (si cette dernière est présente). Les prismes d'émail doivent être sectionnés obliquement pour procurer une force adhésive maximale et pour créer une stabilité mécanique optimale pour la restauration.

c) En sectionnant les prismes d'émail de manière oblique, les contraintes sont majoritairement localisées de manière centripète (vers l'intérieur de la dent) permettant de rapprocher les fragments de part et d'autre de la fêlure. La restauration aura le support le plus stable dans les zones où un maximum de contraintes centrifuges est concentré.

➤ Choix de la limite cervicale dans le cadre du recouvrement cuspidien partiel ou total

Pour la limite située en **vestibulaire/lingual/palatin**, plusieurs options s'offrent à nous dans le cadre des fêlures:

- *Horizontale* : cette limite est très conservatrice des tissus dentaires, garantissant un recouvrement cuspidien à minima (à privilégier si le contexte occlusal est favorable)
- *En biseau* : cette limite est utilisée lorsque l'on souhaite augmenter la surface de collage périphérique en cas de sollicitations occlusales importantes (ex : bruxisme)
- *Épaulement à angle interne arrondi* : elle est indiquée lors d'une fêlure ou une fracture cuspidienne (lorsque la cuspide a été éliminée ou si nous voulons recouvrir la cuspide)



Figure 95 : illustration les différentes limites possibles dans l'ordre de gauche à droite : limite horizontale, en biseau, épaulement à angle interne arrondi (85)

➤ Anatomie de la pièce prothétique

Selon Dietschi et coll., l'overlay dans le cas des fêlures, doit présenter une anatomie assez plane avec des cuspides peu anguleuses et une fosse intercuspидienne peu profonde afin de limiter les forces transversales transmises à la dent.

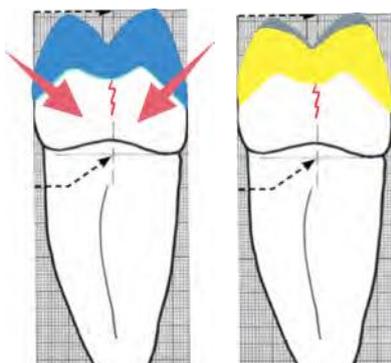


Figure 96 : représentation schématique d'une dent avec une fissure centrale (en rouge) : la morphologie de l'overlay n'a pas été modifiée à gauche, les forces transversales (flèches rouges) sont transmises au centre de la dent alors qu'à droite, l'overlay a une morphologie plus plane et les forces transversales sont moindres (source : ADF 2018)

➤ Cas clinique (38):

Ce patient présente des douleurs à la mastication ainsi qu'au froid sur 46. L'évaluation pulpaire permet de poser le diagnostic d'inflammation pulpaire réversible (douleurs provoquées).



Figure 97 et 98 : Vue occlusale et linguale de la dent symptomatique (situation initiale)(38)

Après la dépose de l'amalgame dentaire, une fêlure dentaire sur le fond de la cavité apparaît. L'importance de la fêlure et les parois relativement fragiles orientent vers une thérapeutique avec un recouvrement cuspidien complet. Un overlay en composite de laboratoire sera réalisé. Afin de supprimer la symptomatologie, l'obturation des tubuli dentinaires ouverts par la fissure par l'hybridation de la dentine et l'application d'une fine couche de composite fluide sur le fond de la cavité sont effectués.

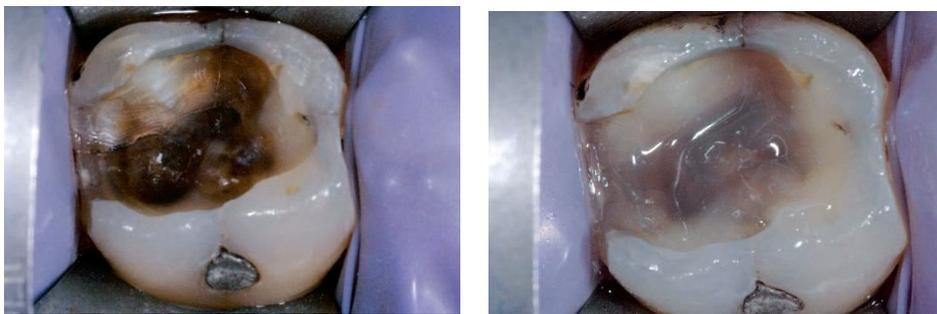


Figure 99 et 100 : dépose de l'ancienne obturation et mise en évidence de la fêlure (vue clinique de gauche), hybridation de la dentine et l'application d'une fine couche de composite fluide sur le fond de la cavité (vue clinique de droite)(38).

La dent est ensuite préparée et un overlay provisoire est positionné permettant ainsi de renforcer la dent par la cohésion des fragments, le temps de la réalisation de l'overlay.

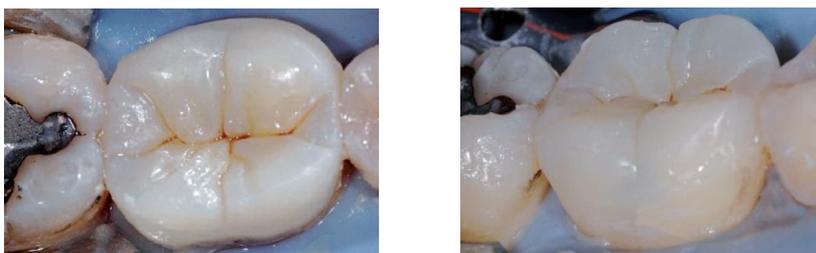


Figure 101 et 102 : vue occlusale et vestibulaire après le collage de l'overlay en composite (38).

#### 6.4.2.6 Problématique

L'inconvénient majeur des restaurations partielles collées indirectes est la nécessité d'une restauration provisoire. La mise en place d'une restauration provisoire dans le cas de fêlures dentaires a été accusée d'augmenter le risque de complications pulpaires (64).

#### 6.4.3 L'apport de la conception et fabrication assistée par ordinateur (CFAO)

Le procédé de CFAO permet de contourner l'étape de la restauration provisoire. L'empreinte est réalisée grâce à une caméra optique intra-orale et la pièce prothétique peut être confectionnée par une usineuse dans la journée, au cabinet dentaire. La CFAO représente donc une alternative très intéressante.

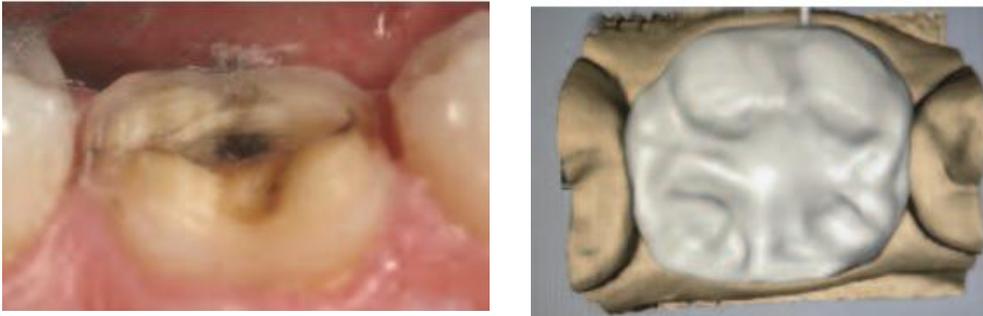


Figure 103 et 104 : une fêlure méso-distale est visible au niveau des cuspidés linguales de cette molaire mandibulaire (à gauche), prévisualisation de la future pièce prothétique (overlay) grâce au logiciel Cerec (86)

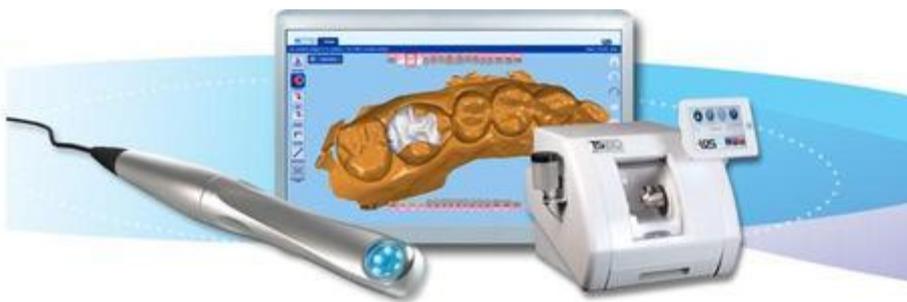


Figure 105 : équipement nécessaire à la réalisation d'une pièce prothétique par le procédé de CFAO (caméra optique, logiciel de conception et usineuse)

Cet équipement demande toutefois un investissement important et du temps pour la conception et le maquillage de la prothèse, ce qui diminue le temps passé au fauteuil pour le chirurgien-dentiste. Il est possible cependant de déléguer ces étapes à l'assistante dentaire.

#### 6.4.4 Choix du matériau de restauration pour les restaurations partielles indirectes

Pour rappel, le matériau de restauration doit pouvoir être collé pour répondre aux objectifs de traitement cités précédemment. Les résines et les composites de collage permettent en effet de dissiper les contraintes occlusales. De plus, nous avons besoin d'un matériau rigide et résistant qui absorbe les forces de mastication sans les répercuter sur la dent fragilisée par la fêlure. Le but étant d'éviter à tout prix la propagation de la fêlure. Se pose alors la question du choix du matériau de restauration entre les alliages métalliques, le composite, la céramique ou un hybride (à mi-chemin entre le composite et la céramique)

##### 6.4.4.1 *Les alliages métalliques précieux*

Dans l'étude de Chana et al.(87), six cas de fêlures dentaires ont été traités avec succès par des onlays en or (classification ISO type 3, à haute résistance) collés avec du Panavia (résine composite de collage avec potentiel adhésif). Une réduction occlusale de 1 à 1,5mm a été nécessaire, les limites de la préparation sont situées dans l'émail placées 1 à 2mm en dessous de la surface occlusale préparée. Les restaurations ont été évaluées après 48 mois et aucun échec n'a été rapporté.

Un double traitement thermique permet la formation d'une couche d'oxyde de cuivre à la surface des inlay-onlays en or. Cette couche améliore leur adhésion vis-à-vis des composites de collage contenant la résine 4-META (ex : Superbond), l'adhésion était ainsi supérieure à 200kg/cm<sup>2</sup> dans une étude in-vitro (88).

Les inlay-onlay en or présentent de nombreux avantages comme l'absence de corrosion, un joint dent-restauration fin (adaptabilité du matériau par brunissage), un taux de survie à 20 ans de 80% (89).

Toutefois, le coût de ces restaurations est important et la mise en œuvre est assez technique. L'efficacité du collage est controversée nous obligeant à effectuer des préparations délabrantes. Par ailleurs, les exigences esthétiques des patients nous ont conduit à délaissier l'utilisation des inlay-onlay en or au profit des matériaux cosmétiques.



Figure 106 : vue cliniques A : Une dent présentant une fêlure mésio-distale a été préparée pour recevoir un onlay en or, l'émail a été mordancé avec un acide, un onlay en or de type III a été collé avec du Panavia/ B : suivi à 22 mois (87)

#### 6.4.4.2 Composite

Pour les restaurations indirectes en composite, le retrait de polymérisation est limité à la résine de collage (interface entre les tissus dentaires et la pièce prothétique). En effet, le composite de laboratoire utilisé pour la fabrication des pièces prothétique possède un degré de conversion de charges plus élevé qu'un composite monté couche par couche au fauteuil. Il subit un traitement thermique qui permet d'augmenter son taux de conversion, le retrait de polymérisation est alors inexistant après cette procédure (stabilité dimensionnelle) et les propriétés mécaniques sont améliorées (89).

Signore (83) et coll. ont publié les résultats d'une étude rétrospective décrivant les performances d'onlay **en composite** pour le traitement de 43 dent fissurées symptomatiques. Après une période de suivi de 4 à 6 ans, 40 dents sont restées asymptomatiques avec un taux de survie de 93,02%. Cette étude suggère que ce matériau de restauration représente une méthode efficace pour le traitement des fractures incomplètes sur les dents postérieures.

Les onlays en composite sont plus esthétiques, mais ils nécessitent une réduction occlusale plus importante (1,5 à 2mm) **en comparaison avec les onlays en or**. Toutefois, les inlays-onlay en composite ne nécessitent pas de rétention mécanique grâce à un collage maîtrisé avec moins de délabrement par rapport aux inlay-onlays en or. Ils sont également moins consommateurs de tissus sains que les préparations pour **couronnes périphériques**.

Ils présentent de nombreux avantages, **en comparaison avec les restaurations en céramique**. En effet, ils peuvent être facilement réparables au fauteuil (avec du composite en méthode directe) et les retouches occlusales sont possibles. Un traitement endodontique peut être entrepris à travers les onlays en composite qui continueront à cercler la dent ce qui est primordial dans le cadre des dents présentant des fêlures (60).

L'étude *in vitro* de Bruton (90) a montré que les prémolaires qui ont été restaurées par le biais d'onlays en composite ont démontré des valeurs de résistance à la fracture significativement supérieures aux restaurations équivalentes en céramique. Ce qui peut s'expliquer par le module d'élasticité inférieur des résines composites en comparaison avec les céramiques.

En effet, le composite a un module d'élasticité semblable à la dentine : respectivement 12 GPa pour la dentine et 10 GPa à 20 GPa pour le composite. Dans le cas de dents dépulpées la reconstitution du corps central de la dent en composite, recouvert par de la céramique est intéressante sur le plan mécanique. Lorsqu'on est en présence de dents vitales, avec un délabrement important, le composite de restauration sous-jacent à la superstructure en céramique n'apporte rien dans la solution des problèmes de contraintes (91).

Les restaurations indirectes partielles en composite présentent d'autres inconvénients comme la perte des contacts proximaux et de la morphologie occlusale dans le temps ainsi que l'altération de la teinte.

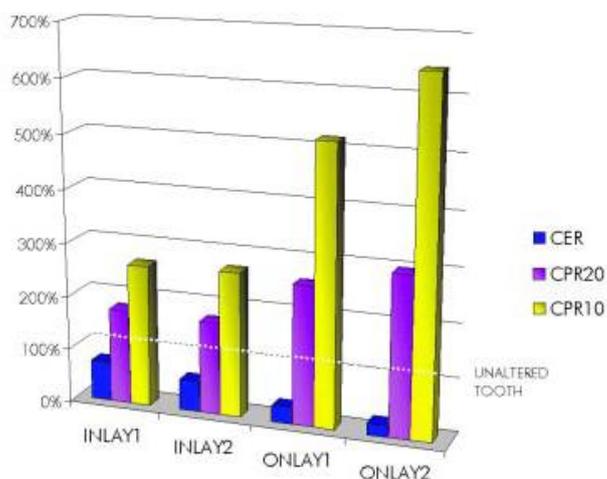
### 6.4.4.3 Céramique

Les restaurations en céramique possèdent de nombreux avantages. Elles sont esthétiques avec un mimétisme des tissus dentaires et une biocompatibilité vis-à-vis du parodonte remarquables. Elles possèdent en général une résistance faible en traction et en flexion, mais excellente en compression ce qui permet de les utiliser dans les secteurs postérieurs.

De plus, les céramiques représentent un matériau de restauration de choix pour remplacer l'émail car leurs modules d'élasticités sont proches: 70 GPa pour la céramique feldspathique et 80 GPa pour l'émail. La céramique est donc considérée comme un matériau mimant l'émail naturel (biomimétisme) et capable de restituer la rigidité initiale de la dent (92).

**Contrairement aux résines composites**, la teinte ainsi que les points de contacts occlusaux et proximaux sont stables dans le temps. Il est difficile de trouver des études cliniques comparant les performances mécaniques des inlays-onlays en céramique versus en composite. Selon une étude *in vitro* d'éléments finis en 2D (modélisation numérique), les inlays-onlays en céramique, soumis à des charges occlusales de 25N sur les cuspidés, offraient une meilleure protection contre le décollement à l'interface dentine-restauration en comparaison avec les inlays-onlays en composite (92), cela évite une percolation bactérienne ultérieure vers la pulpe à travers la fêlure.

La même étude montre que la flexion cuspidienne est réduite avec les inlays-onlays en céramique (allant de 21 à 73%) par rapport aux inlays-onlays en composite (allant de 176 à 646%). Cette flexion cuspidienne est un facteur important dans l'apparition des fêlures à la base des cuspidés (fêlures coronaires latérales) (cf figures ci-dessous). La flexion cuspidienne liée à une obturation avec inlay-onlay en composite paraît donc peu favorable à la pérennité des dents présentant une fêlure.



#### Légende :

CPR20= composite module d'élasticité 20 GPa

CPR10=composite module d'élasticité 10GPa

CER= céramique feldspathique (78 GPa)

Onlay1 : étroit (recouvrement cuspidien 2,5mm)

Onlay 2 : large (recouvrement cuspidien 4mm)

Inlay 1 : étroit (3mm de profondeur occlusale)

Inlay 2 : large (4,5mm de profondeur occlusal)

Figure 107 : flexion cuspidienne relative pour chaque configuration cavitaire et le matériau de restauration. Le déplacement latéral de la cuspide palatine dans les conditions de l'étude est exprimé comme un pourcentage du même déplacement donné par une dent saine (sans restauration)(92)

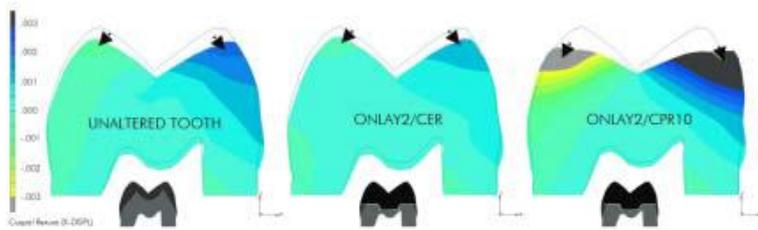


Figure 108 : Comparaison de la flexion cuspidienne (déplacement le long de l'axe des x) de la dent intacte (à gauche) versus une dent restaurée avec un onlay en céramique large (au centre) ou un onlay en composite large (à droite). Le mode de flexion est visible grâce au grossissement de la déformation (x200) (92)

**Contrairement aux couronnes périphériques**, les onlays en céramique offrent une approche plus conservatrice des tissus dentaires dans le traitement des fêlures.

Toutefois, les restaurations en céramique présentent plusieurs inconvenients. C'est un matériau relativement fragile qui peut montrer des signes de fracture car leur déformation plastique est faible ou inexistante. C'est un matériau très cassant qui contient toujours des microfêlures en surface, en raison des procédés de finition. Ces microfêlures peuvent se propager sous l'effet des contraintes, même modérées, et entraîner une fracture totale de la pièce prothétique. Il est possible d'éviter ce problème en améliorant les caractéristiques de la céramique à haute résistance (au détriment de l'esthétique) et en prévenant la propagation des fêlures dans l'intrados de la restauration. Ceci peut être obtenu par la modification de la structure de la céramique et le collage. La résistance à la fracture de la céramique est alors améliorée si la surface intérieure est soigneusement polie et renforcée par collage d'une couche de composite (91).

Seules les céramiques vitreuses (vitrocéramiques) et les céramiques usinées In Ceram Spinell® contenant 85% de MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> peuvent être mordancées à l'acide fluorhydrique, ou avec des produits similaires (93). Ce procédé expose les cristaux contenus dans la céramique pour créer des microrétentions. La surface mordancée peut ensuite être mouillée et pénétrée par la résine de collage. La silanisation favorise le collage en augmentant la mouillabilité et une adhésion directe aux particules de verre. Le collage va permettre de compenser la fragilité de la céramique en agissant comme un amortisseur des contraintes (91).

La vitrocéramique enrichie en disilicate de lithium montre une **résistance à la flexion** de 400 MPa, ce qui est deux à trois fois supérieure au composite (75 à 175 MPa). Les céramiques enrichies en zirconie présentent des valeurs de résistance à la flexion parmi les plus élevées (1100 MPa) (94). Toutefois, leur faible aptitude au collage et la possible usure des dents antagonistes les rendent contre-indiquées dans le cadre du traitement des fêlures.

Nous pouvons noter quelques inconvenients concernant les restaurations partielles collées en céramique. En effet, leur réparation est délicate et de ce fait, le traitement endodontique à travers la restauration en céramique impose la réfection totale de la pièce prothétique. Cela engendre un coût et un délabrement tissulaire supplémentaire. Par ailleurs, les restaurations en céramique sont exigeantes en termes de protocole clinique et leur coût reste tout de même élevé (60).

#### 6.4.4.4 Les critères supplémentaires à prendre en compte dans le choix du matériau

Il est indispensable de replacer la dent concernée par la fêlure dans son contexte général, à l'échelle de la cavité buccale toute entière. Nous avons donc des critères supplémentaires à prendre en compte dans le choix du matériau de restauration (68).

##### ➤ *La nature de la dent antagoniste*

La décision est la même si la dent antagoniste est intacte (le substrat est l'émail) ou restaurée en céramique, nous pouvons alors choisir la céramique comme matériau de restauration. En revanche, si la dent antagoniste est usée (le substrat est la dentine) ou restaurée à l'aide d'un composite, amalgame ou alliage précieux, il faut privilégier un matériau de dureté semblable, c'est-à-dire le composite. En effet, les retouches occlusales de la céramique peuvent initier des micro-fractures ou exposer la céramique non glacée, ce qui cause l'usure de la dent antagoniste (60)

##### ➤ *Le contexte occlusal*

Les forces masticatoires élevées dans le cadre du bruxisme ou une fonction de groupe font pencher la balance vers une restauration en céramique enrichie en disilicate de lithium. En revanche, les restaurations partielles collées en céramique sont contre-indiquées en cas de bruxisme non traité (usure de la dent antagoniste).

##### ➤ *L'esthétique*

La visibilité de la dent et plus particulièrement de la cuspide lors du sourire guide également notre choix. Pour les prémolaires ou une première molaire avec une demande esthétique forte, nous privilégions la céramique. Notre limite de préparation s'adaptera également à cette demande esthétique : un congé sera choisi si la cuspide restaurée est peu découverte lors du sourire, un biseau sera préféré dans le cas contraire pour une délimitation dent-restauration moins marquée.

#### SYNTHESE : CHOIX DU MATERIAUX POUR DES RESTAURATION PARTIELLES COLLEES

Les restaurations partielles collées en **composite** sont donc indiquées pour des patients atteints de parafonctions non traitées, en cas d'espace prothétique faible ou quand les dents antagonistes sont reconstituées par un matériau de moindre résistance à l'abrasion (alliages précieux, amalgames, composites)(93). L'avantage principal du composite par rapport à une restauration en céramique est la possibilité de **ré-intervention** dans le cas où le diagnostic pulpaire évolue. En effet, le traitement endodontique et plus particulièrement l'accès à la chambre pulpaire à travers le composite est plus aisé et la restauration peut ensuite être réparée plus facilement.

Les restaurations partielles collées en **céramique** présentent quant à elles des **valeurs mécaniques supérieures** avec une flexion cuspidienne moindre et des contraintes de tension à l'interface dent-restauration moins élevées que le composite. Elle possède également l'avantage d'être très biocompatible vis-à-vis du parodonte avec un état de surface lisse et une anatomie qui ne se dégrade pas dans le temps. Toutefois, toutes les céramiques ne peuvent pas être collées et la dent antagoniste se retrouve parfois usée avec l'exposition de la céramique non glacée.

#### 6.4.5 Restaurations périphérique complètes : les couronnes

Pendant de nombreuses années, les couronnes périphériques ont été largement utilisées dans le traitement des fêlures dentaires (56). Ainsi, Guthrie et coll. sont partis de l'observation que les fêlures sur les dent postérieurs s'étendent habituellement de la face occlusale jusqu'au tiers cervical de la couronne clinique (95). Ils ont affirmé qu'une restauration avec un recouvrement total permet de distribuer les forces sur la surface entière de la dent, diminuant les forces transmises jusqu'à la fêlure. Tandis que la forme rétentive de la couronne avec un contact par friction et l'action du ciment adhésif aide à maintenir les fragments ensemble.

##### 6.4.5.1 *Problématique*

Le traitement des dents vivantes fissurées par des couronnes périphériques scellées ne permet pas de toujours conserver la vitalité pulpaire car une préparation périphérique complète est très consommatrice de tissus dentaires sains en direction de la chambre pulpaire.

Dans l'étude de Krell et Rivera (5), parmi 127 dents **vivantes** présentant des fêlures et traitées avec des couronnes périphériques scellées, 27 dents (21%) ont dû être traitées endodontiquement dans l'année qui a suivi. Le résultat aurait peut-être pu être différent avec des couronnes collées (des études complémentaires sont nécessaires).

L'étude de Tan et al.(96) a mis en lumière que le taux de survie des **dents traitées endodontiquement présentant des fêlures** est de seulement 85,5% à 2 ans. En particulier, les dents terminales ou avec plusieurs fêlures ou présentant des poches parodontales avant le traitement endodontique ont les moins bons taux de survie (résultats significatifs). **Le maintien de la vitalité pourrait donc améliorer le pronostic à long terme de la dent.**

##### 6.4.5.2 *Indications dans le cadre des fêlures*

- Reconstitution nécessitant un ancrage radicaire (tissus résiduels <1/2)
- Délabrement coronaire important
- Dents traitées endodontiquement en absence des deux crêtes marginales (cavité mésio-occluso-distale) dans un contexte occlusal peu ou pas favorable (bruxisme)

- Limites sous-gingivales de la fêlure n'autorisant pas le collage même après une remontée de marche ou une élongation coronaire (rapport couronne clinique/ racine proche de 1).

#### 6.4.5.3 Principes de préparation

Les impératifs de préparation sont modifiés par rapport aux restaurations périphériques conventionnelles (97) :

- Réduction plus importante de la cuspidé impliquée par la fêlure, biseau
- Eviter la réalisation de puits et de boîtes de rétention ou les placer à distance de la fêlure
- Utiliser une base (substitut dentinaire) pour éviter le contact direct entre la couronne et la portion interne de la dent qui présente une fêlure
- Placer les limites de la préparation plus apicalement (cela renforce l'effet de cerclage de la fêlure par la couronne). L'effet férule est en effet important dans la prévention des fêlures.

Par ailleurs, il faut privilégier un chanfrein comme type de limite cervicale afin d'assurer une meilleure cohésion mécanique. De plus, la limite de la préparation doit se faire, dès que c'est possible, apicalement par rapport au front de la fissure (63).

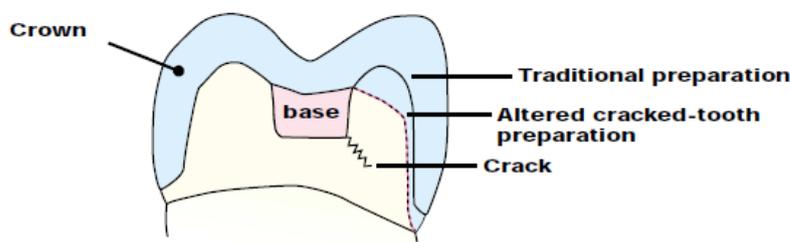


Figure 109 : schématisation des principes de préparation périphérique pour une dent présentant une fêlure (en trait continu : préparation conventionnelle, en trait pointillé : préparation modifiée) (97)

#### ➤ Matériaux

Les couronnes céramo-métalliques semblent être les mieux adaptées pour la restauration des dents présentant des fêlures. En effet, la superstructure en céramique est moins fragile grâce à la chape métallique sur laquelle elle repose. De plus, dans les secteurs postérieurs, les exigences esthétiques sont moindres, les couronnes tout céramique ne sont donc pas indiquées.

#### ➤ Assemblage

La mise en place de la pièce prothétique doit suivre certains impératifs: un matériau adhésif à faible viscosité doit être utilisé et l'insertion de la couronne doit être passive (97).

➤ Cas clinique :

Une patiente présente des signes d'abcès apical aigu. La dent responsable est identifiée à l'aide des tests de sensibilité pulpaire : la 2<sup>e</sup> prémolaire mandibulaire (45) ne répond pas aux tests de sensibilité pulpaire, le diagnostic de nécrose pulpaire est posé et un traitement endodontique est indiqué. La dent présente une fêlure mésio-distale sans extension sous le niveau de l'attache épithéliale (38).

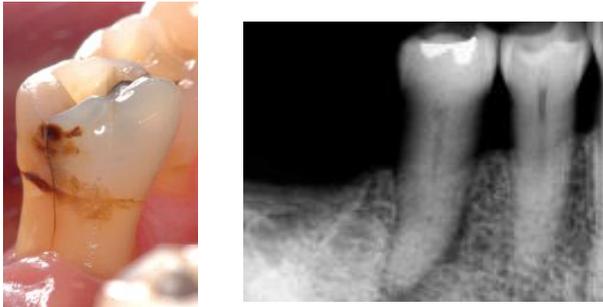


Figure 110 et 111 : A gauche, vue clinique de la dent symptomatique : une fêlure corono-radiculaire verticale est présente. A droite, radiographie rétro-alvéolaire initiale : une LIPOE est visible en regard de la 45 et la dent présente un rapport couronne clinique/racine clinique de 1/1 (38)

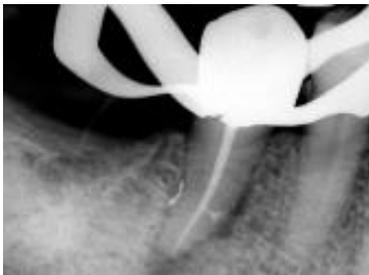


Figure 112 : radiographie rétro-alvéolaire de contrôle immédiatement après traitement canalaire (obturation par compactage VERTICAL) (38)



Figure 113 et 114 : obturation de la cavité d'accès par collage et préparation périphérique (vue clinique de gauche) puis restauration par une couronne d'usage céramo-métallique avec un chanfrein périphérique (vue clinique de droite) (38)



Figure 115 : radiographie de contrôle à 1 an (38)

## 6.5 Pronostic

### 6.5.1 Les facteurs aggravants le pronostic

En général, plus la fêlure est située au centre de la face occlusale et plus le pronostic à long terme est réservé. En effet, une fêlure centrale a tendance à être plus profonde et a plus de risque d'évoluer en fracture complète ou de développer des signes parodontaux et pulpaires sévères (4).

Il est primordial d'effectuer un sondage parodontal tout autour de la dent sans oublier la furcation (sur les dents pluriradiculées). Un sondage parodontal profond sur une dent vitale, en absence de maladie parodontale, indique que la fêlure a atteint la racine, le pronostic est alors réservé.

Selon Lynch et McConnell (98), les situations suivantes indiquent un mauvais pronostic et l'extraction de la dent est recommandée : fêlure verticale ou une fêlure qui atteint le plancher pulpaire, un rapport couronne/racine défavorable, une fêlure qui s'étend en dessous du niveau osseux.

Selon l'Association Américaine des Endodontistes (56), le pronostic décroît de favorable à très réservé lorsque la fêlure concerne (dans l'ordre) :

- Une crête marginale limitée à la portion coronaire de la dent
- Deux crêtes marginales limitées à la portion coronaire de la dent
- La ou les crête(s) marginale(s) et une paroi proximale interne de la cavité
- La ou les crête(s) marginale(s) et le plancher de la cavité (peut impliquer la dépose de la restauration)
- Une crête marginale et s'étend de la portion coronaire à la portion radiculaire de la dent (difficilement visualisable)
- Deux crêtes marginales et s'étend de la portion coronaire à la portion radiculaire de la dent (difficilement visualisable)
- Une ou le(s) crête(s) marginales(s) et s'étend dans un orifice canalaire
- Une ou le(s) crête(s) marginale(s) et s'étend dans le plancher de la chambre pulpaire
- La furcation (confirmée uniquement après une chirurgie exploratrice ou l'extraction)

### 6.5.2 Evaluation du pronostic selon le type de fêlure

Clark et Caughman ont énoncé un pronostic selon les différentes types de fêlures (99) :

- Le pronostic est **excellent** lorsque la fracture cuspidienne est horizontale et n'atteint pas la pulpe. De même, une fracture cuspidienne oblique, circonscrite à la dentine, qui se propage jusqu'à la jonction émail/cément ou légèrement en dessous a un excellent pronostic.
- Le pronostic est **bon** dans le cas d'une fêlure longitudinale mésiodistale qui concerne uniquement la dentine.
- Le pronostic est **réservé** dans le cadre d'une fêlure longitudinale mésiodistale qui concerne la pulpe mais ne s'étend pas à la portion radiculaire.
- Le pronostic est **très réservé** quand une fêlure longitudinale mésiodistale concerne la pulpe et s'étend à la portion radiculaire.

Type de fêlure	Pronostic
<b>Fêlure de l'émail</b>	Excellent
<b>Fêlure/fracture d'une cuspidie</b>	Bon
<b>Fêlure coronaire proximale</b>	Bon
<b>Fêlure coronaire latérale</b>	Assez bon
<b>Fêlure coronaire centrale</b>	Variable, dépend de la profondeur /étendue de la fêlure
<b>Fracture coronaire longitudinale complète</b>	Faible, dépend extension au niveau radiculaire (possible élongation coronaire ?)

*Tableau 11 : Evaluation du pronostic en fonction des différents types de fêlures (source : conférence ADF 2019)*

## 7 Conclusion

Les conséquences des fêlures sur les tissus dentaires sont nombreuses, elles déclenchent des symptômes peu caractéristiques et souvent trompeurs. Une attention particulière doit être prêté à la **détection précoce** des fêlures grâce aux aides optiques et aux colorants à notre disposition. Le diagnostic précoce est en effet très important pour éviter la progression de la fêlure et empêcher à tout prix une fracture complète.

La **prévention** des fêlures est primordiale et le chirurgien-dentiste se retrouve en première ligne. En effet, ce sont nos manœuvres iatrogènes qui entraînent le plus souvent l'apparition des fêlures. Il faut donc rester vigilant et veiller à recouvrir les cuspidés non soutenues, à limiter les restaurations volumineuses sans protection cuspidienne.

Le principe retenu pour la restauration d'une dent présentant une fêlure implique le **collage** et le **sertissage/recouvrement** de la dent. Ainsi les matériaux que nous allons privilégier sont majoritairement le composite et la céramique pouvant être collée (hors céramique à base de zircone).

Il est indispensable de connaître les **différentes catégories de fêlures** pour mieux les prendre en charge et améliorer le pronostic de la dent. Ainsi, une fêlure coronaire centrale, sur une dent vivante, représentant un **risque biologique et mécanique** très important, sera recouverte par une restauration avec un recouvrement cuspidien total (overlay).

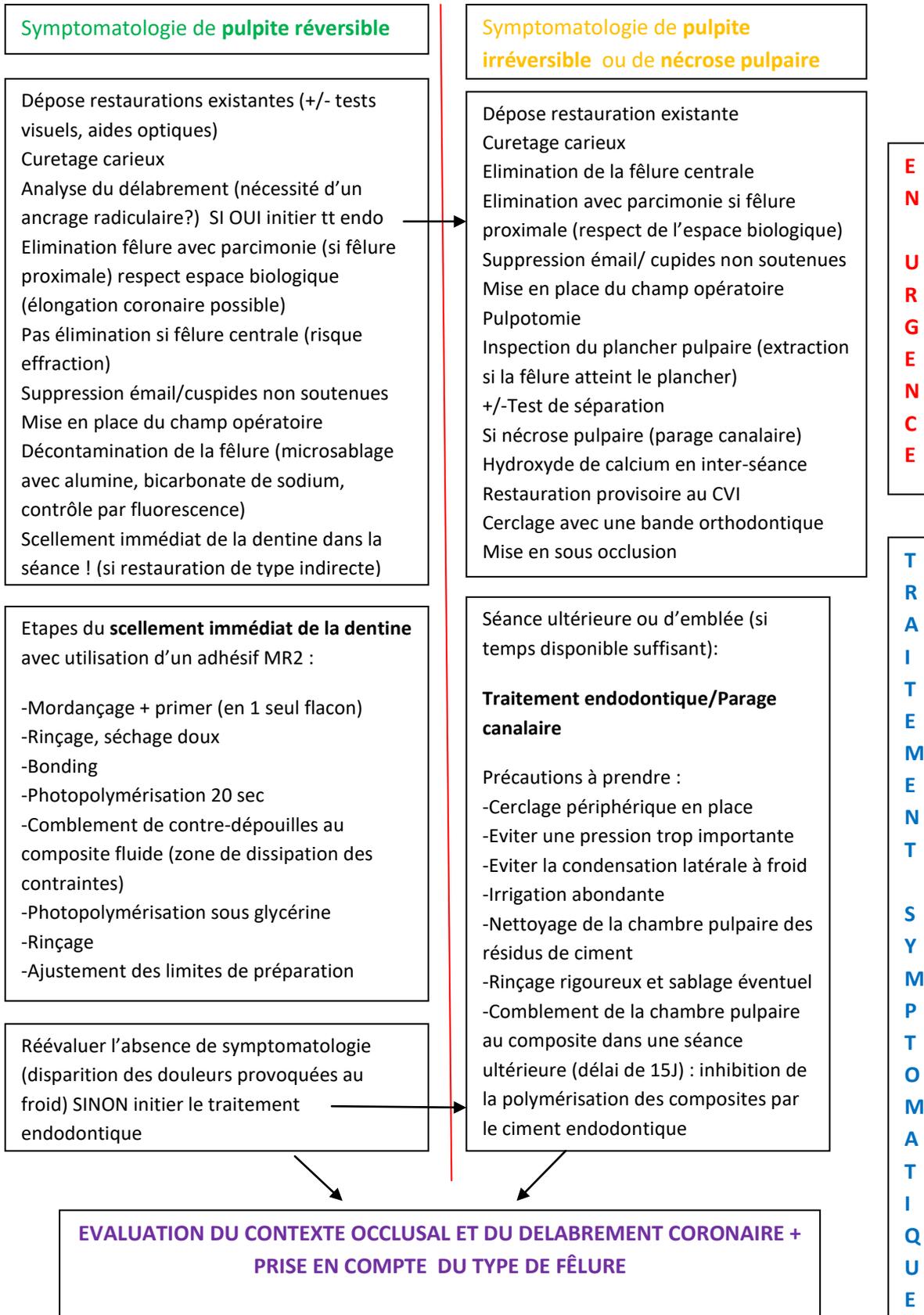
D'autres paramètres rentrent en compte pour la restauration d'une dent présentant une fêlure comme le **délabrement coronaire**, la **nature de la dent antagoniste**, le **contexte occlusal général** et la présence de **parafonctions**. Chez un patient bruxomane par exemple, nous serons en faveur de la protection des cuspidés et du recouvrement total.

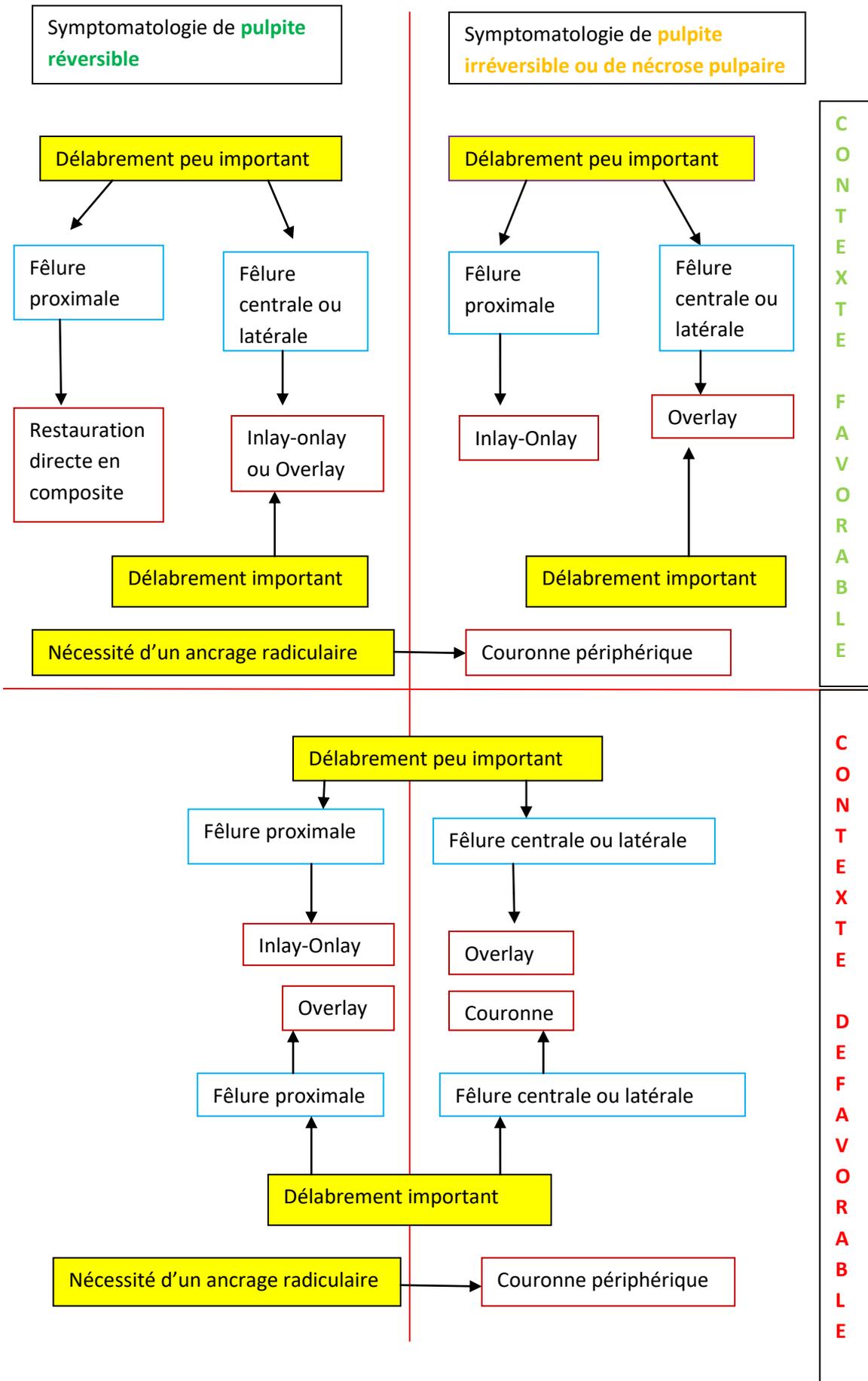
La prise en charge des fêlures sur les dents vivantes est donc complexe. Nous avons vu que le **diagnostic pulpaire et parodontal** est essentiel pour conduire à bien la prise en charge thérapeutique. La suppression de l'**étiologie** est souvent garante de la réussite du traitement mais ce n'est pas toujours possible.

Enfin, une **surveillance** et un **suivi à long terme** de la restauration ou d'une fêlure asymptomatique est crucial pour éviter une fracture complète de la dent.

# Synthèse de la conduite à tenir en fonction de la symptomatologie pulpaire, du contexte occlusal, du type de fêlure et du délabrement

Préambule : Entretien clinique, tests de sensibilité pulpaire, tests spécifiques aux fêlures, sondage





## Table des illustrations et des tableaux

<i>Figure 1: liste chronologique des termes et définitions des fractures incomplètes (2)</i> .....	13
<i>Figure 2: définitions relatives aux fractures complètes et incomplètes (2)</i> .....	13
<i>Figure 3: fissure de l'émail située sur une incisive centrale gauche (4)</i> .....	14
<i>Figure 4: représentation schématique d'une fracture cuspidienne (3)</i> .....	14
<i>Figure 5: vue clinique d'une fracture complète de la cuspside mésio palatine de la 26 avec exposition pulpaire (4)</i> .....	14
<i>Figure 6: vue clinique d'une fracture incomplète (fêlure cuspidienne) de la cuspside mésio-vestibulaire de la 16 (4)</i> .....	15
<i>Figure 7: représentation schématique d'une fêlure coronaire (3)</i> .....	15
<i>Figure 8 : représentation schématique d'une fêlure corono-radriculaire (3)</i> .....	15
<i>Figure 9: vue clinique d'une fêlure longitudinale incomplète dont le trajet est mésio-distal (5)</i> .....	15
<i>Figure 10: représentation schématique de la progression de la fracture incomplète vers la fracture complète (3)</i> .....	15
<i>Figure 11: représentation schématique d'une fracture longitudinale complète (3)</i> .....	16
<i>Figure 12: vue clinique objectivant une fracture longitudinale complète d'une première molaire maxillaire (5)</i> .....	16
<i>Figure 13: représentation schématique d'une fracture radriculaire complète et incomplète (3)</i> .....	16
<i>Figure 14: vue clinique d'une fracture radriculaire incomplète (4)</i> .....	16
<i>Figure 15: représentation schématique de la propagation des fêlures (16)</i> .....	22
<i>Figure 16: représentation schématique de l'inclinaison linguale des couronnes des molaires mandibulaires et le risque de fracture de la cuspside linguale (26)</i> .....	25
<i>Figure 17: effet de coin de la prémolaire mandibulaire au niveau de la dent antagoniste associé à la surcharge occlusale lors des mouvements travaillants et non travaillants (28)</i> .....	27
<i>Figure 18: vue clinique d'une fêlure corono-radriculaire chez une patiente âgée (29)</i> .....	28
<i>Figure 19: nombreuses fêlures chez un patient de 75 ans présentant une parafonction (29)</i> .....	29
<i>Figure 20: nombreuses fêlures chez un patient de 75 ans présentant une parafonction (29)</i> .....	29
<i>Figure 21: dimensions de cavité acceptables pour une restauration à l'amalgame (21)</i> .....	30
<i>Figure 22 : vue clinique d'une préparation cavitaire pour une restauration de recouvrement cuspidien avec utilisation de tenons dentinaires (35)</i> .....	31
<i>Figure 23 : vue clinique d'une fêlure coronaire proximale (38)</i> .....	32
<i>Figure 24 : vue clinique d'une fêlure coronaire latérale (38)</i> .....	32
<i>Figure 25 : vue clinique d'une fêlure coronaire centrale (38)</i> .....	32
<i>Figure 26 et 27 : coupes histologiques observées au microscope montrant la dentine adjacente à la fêlure : les tubuli dentinaires sont infiltrés par des bactéries organisées en biofilm (grossissement x 400 à gauche et x 1000 à droite et dans le focus) (39)</i> .....	33
<i>Figure 28 : Observation au microscope électronique à balayage de la surface dentinaire d'une cuspside fracturée (grossissement x 4800) (40)</i> .....	33
<i>Figure 29 : coupes histologiques de la dentine et de la pulpe observées au microscope photonique : une accumulation de cellules inflammatoires est présente en regard des tubuli dentinaires concernés par la fêlure, on observe de la dentine tertiaire en regard de la corne pulpaire (grossissement x16 à gauche, x 100 à droite, x 400 dans le focus, coloration HE) (39)</i> .....	35

<i>Figure 30 : coupe histologique d'une dent observée au microscope photonique : la ligne de fêlure relie la surface externe de la racine à la chambre pulpaire, on remarque un volumineux pulpolithe et un microabcès au niveau de la chambre pulpaire (grossissement x 25) (39).....</i>	36
<i>Figure 31 : coupe histologique d'une dent observée au microscope photonique (zoom sur la zone où se termine la fêlure dans la Figure 30) : on remarque une destruction tissulaire et une inflammation importante car de nombreuses cellules inflammatoires sont présentes (grossissement x 400) (39)....</i>	36
<i>Figure 32 : coupe histologique d'une dent observée au microscope photonique (zoom sur la partie mésiale de la dent de la Figure 30) : on remarque que les bactéries (colonies en noir) font face aux PNN attirés dans la ligne de fêlure (grossissement x 1000) (39).....</i>	36
<i>Figures 33 et 34 : coupes histologiques d'une dent observées au microscope photonique ( le plancher pulpaire est traversées par plusieurs fêlures) : les tissus dans la chambre pulpaire semblent déstructurés, les colonies bactériennes font face aux PPN (grossissement x 16 à droite, x100 à gauche, x 630 dans le focus) (39) .....</i>	36
<i>Figure 35 : représentation schématique de l'orientation des prismes : trajet rectiligne dans la portion de l'émail externe et décussation des prismes dans la portion de l'émail interne (50).....</i>	37
<i>Figure 36 : mise en évidence du phénomène de pontage amélaire (flèches blanches) au sein de la portion de l'émail interne (observation au microscope électronique à balayage, grossissement x 5 000) (41) .....</i>	38
<i>Figure 37 : coupes transversales de l'émail montrant l'initiation des fêlures à la base des tufts (flèches noires), avec une charge exercée croissante (du haut vers le bas), les fêlures (flèches noires) se propagent de plus en plus depuis la JAD vers l'émail externe (observation au microscope photonique) (42) .....</i>	38
<i>Figure 38 : mise en évidence de la délamination d'un tuft (TT), la fêlure en haut est stoppée, la fêlure du bas continue à se propager (observation au microscope électronique à balayage) (43).....</i>	38
<i>Figure 39 et 40: dans certains cas, le front de la fêlure s'arrête au niveau de la JAD optique (a), dans d'autres cas, il s'arrête au niveau du manteau dentinaire, 10-20 µm après la JAD optique (b) (observation au microscope) (44).....</i>	39
<i>Figure 41 : progression de la fêlure dans la dentine interne : un phénomène de pontage se met en place (flèches blanches) (observation au microscope électronique à balayage x500) (45) .....</i>	40
<i>Figure 42 : progression de la fêlure dans la dentine externe : un phénomène de pontage se met en place avec des inter-digitations plus larges que dans la dentine interne (observation au microscope électronique à balayage x1000) (45).....</i>	40
<i>Figure 43 : schématisation de la microfissuration de la dentine périlitubulaire (PTD) au niveau du front de propagation de la fêlure dans la dentine inter-tubulaire (ITD) (46) .....</i>	40
<i>Figure 44: Fêlure de l'émail observée au microscope avec un grossissement x 16 (45).....</i>	44
<i>Figure 45 : la dépose de la restauration a permis de voir une fêlure sur le plancher de la cavité (52) .</i>	45
<i>Figure 46: vue clinique de la réalisation du test de trans-illumination (la source lumineuse est placée perpendiculairement au plan de la fêlure ) (47) .....</i>	45
<i>Figure 47 et 48: l'application du révélateur de plaque a permis de mettre en évidence la fêlure sur la deuxième prémolaire (52) .....</i>	46
<i>Figure 49: test de cavité sur la deuxième prémolaire, suite à la mise en évidence de la fêlure avec le test de coloration (52) .....</i>	46
<i>Figure 50: test de séparation réalisé avec une spatule à bouche (4) .....</i>	47
<i>Figure 51 et 52 : présentation du Tooth Slooth et de sa base pyramidale avec la partie concave au sommet (29) .....</i>	48

<i>Figure 53: vue clinique de l'utilisation du Tooth Slooth (29) .....</i>	<i>48</i>
<i>Figure 54 : vue clinique d'une bande orthodontique placée autour d'une prémolaire maxillaire droite intacte (57) .....</i>	<i>50</i>
<i>Figure 55: cette coupe axiale du CBCT révèle une ligne de fracture s'étendant de mésial et distal de la 14 et impliquant la corne pulpaire palatine (43).....</i>	<i>51</i>
<i>Figure 56 : schématisation des contacts occlusaux physiologiques : la cuspide palatine de la molaire maxillaire est en appui sur les deux pentes cuspidiennes (flèches) uniquement sur la cuspide vestibulaire (cuspide d'appui) de la molaire mandibulaire (61).....</i>	<i>55</i>
<i>Figure 57 et 58: schématisation de l'usure de la cuspide d'appui (cuspide vestibulaire) de la molaire mandibulaire: la cuspide linguale (cuspide de guidage) est alors plus haute et subit des interférences en diduction, ce qui favorise l'apparition d'une fêlure cuspidienne et à terme, la fracture de la cuspide linguale de la molaire mandibulaire (61). .....</i>	<i>55</i>
<i>Figure 59 : schématisation des étapes de l'ajustement occlusal de la cuspide linguale d'une molaire mandibulaire : les zones à retoucher sont marquées en noir (61) .....</i>	<i>55</i>
<i>Figure 60 : schéma représentant le risque de fracture en cas d'absence de recouvrement cuspidien lors de cavités profondes (64).....</i>	<i>57</i>
<i>Figure 61 : schéma représentant la flexion des cuspidiennes sous les contraintes occlusales suite à l'altération des deux crêtes marginales (64). .....</i>	<i>57</i>
<i>Figure 62 : schématisation de l'évaluation de la résistance mécanique de la dent : l'épaisseur des cuspidiennes et la profondeur de la cavité déterminent la quantité de déflexion des parois (66). .....</i>	<i>58</i>
<i>Figure 63 et 64 : Evaluation de l'épaisseur des parois résiduelles en vestibulaire de la 25 à l'aide d'un compas d'Iwanson : l'épaisseur de la cuspide vestibulaire est de 2,5 mm. Il faudra prendre en compte le contexte occlusal général et la dent antagoniste pour décider du recouvrement de cette paroi (67). .....</i>	<i>58</i>
<i>Figure 65 : une fêlure située au niveau du plancher pulpaire est visible après la réalisation de la cavité d'accès (observation au microscope) source : Dr F. Bronnec ADF 2019.....</i>	<i>61</i>
<i>Figures 66 et 67 : A gauche : vue clinique occlusale de la dent symptomatique après la dépose de la restauration, une fêlure centrale est visible sur le plancher de la cavité, la symptomatologie évoque une pulpite irréversible. A droite : une coiffe pédodontique préformée est mise en place et le traitement endodontique est entrepris à travers la couronne (38).....</i>	<i>62</i>
<i>Figure 68 : Indication des différentes techniques de restauration de la dent traitée endodontiquement en fonction de son délabrement et des conditions occlusales (contraintes occlusales et latérales limitées ou augmentées) (74).....</i>	<i>64</i>
<i>Figure 69 : Sur cette vue clinique de la situation initiale, on remarque que la restauration occluso-mésiale sur la 16 au composite est ancienne et a perdu son étanchéité, les surfaces occlusales sont usées (76).....</i>	<i>66</i>
<i>Figure 70 : La radiographie rétro-alvéolaire ne montre pas de signes raréfaction osseuse en regard de la 16. La restauration est proche de la corne pulpaire mésiale et un épaissement ligamentaire est suspecté au niveau de la racine mésiale. La radiographie permet de faire le diagnostic différentiel avec une résorption (76).....</i>	<i>66</i>
<i>Figure 71 : la dépose de la restauration révèle deux fêlures dans le sens mésiodistal, ce qui rend plus défavorable le pronostic de la dent (76).....</i>	<i>66</i>
<i>Figure 72 et 73 : à l'ouverture de la chambre, le diagnostic de pulpite irréversible est confirmé (saignement important) (76). .....</i>	<i>66</i>

<i>Figure 74 et 75 : L'obturation canalaire est satisfaisante en longueur et en densité (radiographie de gauche). Un composite fluide chargé a été mis en place dans le fond de la chambre pulpaire (vue clinique de droite) (76).</i>	67
<i>Figure 76 et 77 : un composite de type bulk-fill a été monté jusqu'à reconstituer entièrement la cavité d'accès (vue clinique de gauche), le choix d'un overlay en céramique type collé type lmax a été réalisé (vue clinique de droite) (76).</i>	67
<i>Figure 78 : schématisation d'une molaire maxillaire : au niveau des faces proximales, les fêlures doivent être éliminée dans le respect de l'espace biologique (52)</i>	68
<i>Figure 79 : vues cliniques montrant les étapes de la dépose de la restauration, de l'analyse des structures dentaires restantes, et de la décontamination des fêlures (66)</i>	69
<i>Figure 80 : vues cliniques montrant les étapes de l'IDS (66)</i>	70
<i>Figure 81 : vues cliniques montrant les étapes de comblement des contre-dépouilles (66)</i>	71
<i>Figure 82 : vues cliniques montrant les étapes de finition des limites cervicales (66)</i>	71
<i>Figure 83 : coupe de dent objectivant des fêlures ou des « cracks » au niveau de l'émail ayant pour origine les contraintes de polymérisation du composite (38).</i>	74
<i>Figure 84 et 85 : Vue clinique de la situation initiale (figure de gauche). Après la dépose de l'amalgame sous champ opératoire, il est facile d'apprécier l'étendue de la fêlure (située au niveau de la cuspide disto-linguale) et d'évaluer la perte de substance coronaire de la dent (figure de droite)(38)</i>	75
<i>Figure 86 et 87 : Vue clinique après réalisation d'une restauration composite en technique directe (figure de gauche). Vue clinique à 6 mois postopératoire (figure de droite)(38).</i>	75
<i>Figure 88 et 89 : Vue clinique de la situation initiale (à gauche). Lors de la dépose de l'amalgame, la cuspide disto-linguale se fracture spontanément (vue clinique de droite)(38).</i>	77
<i>Figure 90 et 91 : vue de la préparation coronaire (vue clinique de gauche). Vue clinique de l'inlay-onlay en composite de laboratoire (vue clinique de droite)(38)</i>	78
<i>Figure 92 et 93 : vue clinique après le collage de l'onlay (à gauche). Vue après la dépose du champ opératoire et contrôle de l'occlusion (à droite) (38).</i>	78
<i>Figure 94 : Photographie d'une dent fissurée préparée pour recevoir un overlay en céramique, observée au microscope électronique à balayage</i>	79
<i>Figure 95 : illustration les différentes limites possibles dans l'ordre de gauche à droite : limite horizontale, en biseau, épaulement à angle interne arrondi (84)</i>	80
<i>Figure 96 : représentation schématique d'une dent avec une fissure centrale (en rouge) : la morphologie de l'overlay n'a pas été modifiée à gauche, les forces transversales (flèches rouges) sont transmises au centre de la dent alors qu'à droite, l'overlay a une morphologie plus plane et les forces transversales sont moindres (source : ADF 2018)</i>	80
<i>Figure 97 et 98 : Vue occlusale et linguale de la dent symptomatique (situation initiale)(38)</i>	81
<i>Figure 99 et 100 : dépose de l'ancienne obturation et mise en évidence de la fêlure (vue clinique de gauche), hybridation de la dentine et l'application d'une fine couche de composite fluide sur le fond de la cavité (vue clinique de droite)(38).</i>	81
<i>Figure 101 et 102 : vue occlusale et vestibulaire après le collage de l'overlay en composite (38).</i>	81
<i>Figure 103 et 104 : une fêlure mésio-distale est visible au niveau des cuspidés linguales des cette molaire mandibulaire (à gauche), prévisualisation de la future pièce prothétique (overlay) grâce au logiciel Cerec (85)</i>	82
<i>Figure 105 : équipement nécessaire à la réalisation d'une pièce prothétique par le procédé de CFAO (caméra optique, logiciel de conception et usineuse)</i>	82

<i>Figure 106 : vue cliniques A : Une dent présentant une fêlure mésio-distale a été préparée pour recevoir un onlay en or, l'émail a été mordancé avec un acide, un onlay en or de type III a été collé avec du Panavia/ B : suivi à 22 mois (86) .....</i>	83
<i>Figure 107 : flexion cuspidienne relative pour chaque configuration cavitaire et le matériau de restauration. Le déplacement latéral de la cuspidie palatine dans les conditions de l'étude est exprimé comme un pourcentage du même déplacement donné par une dent saine (sans restauration)(90) ...</i>	85
<i>Figure 108 : Comparaison de la flexion cuspidienne (déplacement le long de l'axe des x) de la dent intacte (à gauche) et une dent restaurée avec un onlay en céramique large (au centre) ou un onlay en composite large (à droite). Le mode de flexion est visible grâce au grossissement de la déformation (x200) (90) .....</i>	86
<i>Figure 109 : schématisation des principes de préparation périphérique pour une dent présentant une fêlure (en trait continu : préparation conventionnelle, en trait pointillé : préparation modifiée) (95) .</i>	89
<i>Figure 110 et 111 : A gauche, vue clinique de la dent symptomatique : une fêlure corono-radulaire verticale est présente. A droite, radiographie rétro-alvéolaire initiale : une LIPOE est visible en regard de la 45 et la dent présente un rapport couronne clinique/racine clinique de 1/1 (38).....</i>	90
<i>Figure 112 : radiographie rétro-alvéolaire de contrôle immédiatement après traitement canalair (obturation par compactage VERTICAL) (38) .....</i>	90
<i>Figure 113 et 114 : obturation de la cavité d'accès par collage et préparation périphérique (vue clinique de gauche) puis restauration par une couronne d'usage céramo-métallique avec un chanfrein périphérique (vue clinique de droite) (38) .....</i>	90
<i>Figure 115 : radiographie de contrôle à 1 an (38).....</i>	90

<i>Tableau 1: Répartition des patients (fréquence absolue et relative) selon l'âge et le sexe (source : auteur).....</i>	18
<i>Tableau 2: répartition des fêlures (fréquence absolue et relative) selon la localisation de la dent (source : auteur) .....</i>	19
<i>Tableau 3: incidence des fêlures parmi les dents restaurées versus au sein des dents non restaurées (source : auteur) .....</i>	20
<i>Tableau 4: répartition des fêlures (fréquence absolue et relative) selon l'étendue de la restauration (source : auteur) .....</i>	21
<i>Tableau 5: répartition des fêlures (fréquence absolue et relative) selon le matériau de restauration (source : auteur) .....</i>	23
<i>Tableau 6: propriétés mécaniques et physiques des matériaux et des tissus dentaires (source : Société francophone des biomatériaux Dentaires).....</i>	23
<i>Tableau 7 : représentation schématique et évaluation du risque biologique en fonction du type de fêlure (d'après Dr Lehmann, congrès ADF 2018 et 2019, Paris).....</i>	34
<i>Tableau 8 : représentation schématique et évaluation du risque mécanique en fonction du type de fêlure (d'après Dr Lehmann, congrès ADF 2019, Paris).....</i>	41
<i>Tableau 9: Symptômes, réponses aux tests et diagnostics différentiels en fonction du type de fêlure</i>	53
<i>Tableau 10 : classification SiSta appliquée à la perte de substance dentaire sur la dent traitée endodontiquement (71,73).....</i>	64
<i>Tableau 12 : Evaluation du pronostic en fonction des différents types de fêlures (source : conférence ADF 2019) .....</i>	92

## Bibliographie

1. Cameron CE. Cracked-Tooth Syndrome. *J Am Dent Assoc.* mars 1964;68:405-11.
2. Ellis SGS. Incomplete tooth fracture – proposal for a new definition. *Br Dent J.* avr 2001;190(8):424-8.
3. Rivera EM, Walton RE. Cracking the cracked tooth code: detection and treatment of various longitudinal tooth fractures. *Am Assoc Endodontists Colleagues Excell News Lett.* 2008;2:1–19.
4. Rivera EM, Walton RE. Longitudinal tooth fractures: findings that contribute to complex endodontic diagnoses. *Endod Top.* 2009;16(1):82-111.
5. Krell KV, Rivera EM. A six year evaluation of cracked teeth diagnosed with reversible pulpitis: treatment and prognosis. *J Endod.* déc 2007;33(12):1405-7.
6. Hasan S, Singh K, Salati N. Cracked tooth syndrome: Overview of literature. *Int J Appl Basic Med Res.* 2015;5(3):164-8.
7. Ellis SGS, Macfarlane TV, McCord JF, Ellis SGS, Macfarlane TV, McCord JF. Influence of patient age on the nature of tooth fracture. *J Prosthet Dent.* août 1999;82(2):226-30.
8. Hiatt WH. Incomplete crown-root fracture in pulpal-periodontal disease. *J Periodontol.* juin 1973;44(6):369-79.
9. Bajaj D, Sundaram N, Nazari A, Arola D. Age, dehydration and fatigue crack growth in dentin. *Biomaterials.* avr 2006;27(11):2507-17.
10. Geurtsen W. The cracked-tooth syndrome: clinical features and case reports. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1992;12(5):395-405.
11. Roh B-D, Lee Y-E. Analysis of 154 cases of teeth with cracks. *Dent Traumatol.* 2006;22(3):118-23.
12. Udoye CI, Jafarzadeh H. Cracked tooth syndrome: characteristics and distribution among adults in a nigerian teaching hospital. *J Endod.* mars 2009;35(3):334-6.
13. Seo D-G, Yi Y-A, Shin S-J, Park J-W. Analysis of factors associated with cracked teeth. *J Endod.* mars 2012;38(3):288-92.
14. 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.* nov 2017;17(1):135.
15. Cameron CE. The cracked tooth syndrome: additional findings. *J Am Dent Assoc.* nov 1976;93(5):971-5.
16. Homewood CI. Cracked tooth syndrome--incidence, clinical findings and treatment. *Aust Dent J.* août 1998;43(4):217-22.
17. Ratcliff S, Becker IM, Quinn L. Type and incidence of cracks in posterior teeth. *J Prosthet Dent.* août 2001;86(2):168-72.
18. Kim S-Y, Kim S-H, Cho S-B, Lee G-O, Yang S-E. Different treatment protocols for different pulpal and periapical diagnoses of 72 cracked teeth. *J Endod.* avr 2013;39(4):449-52.

19. Raskin A. Les résines composites [Internet]. Société francophone de biomatériaux dentaires. 2009. Disponible sur:  
[http://campus.cerimes.fr/odontologie/enseignement/chap10/site/html/4\\_2.html#423](http://campus.cerimes.fr/odontologie/enseignement/chap10/site/html/4_2.html#423)
20. Hood JA. Biomechanics of the intact, prepared and restored tooth: some clinical implications. *Int Dent J.* févr 1991;41(1):25-32.
21. Wieczkowski G, Joynt RB, Klockowski R, Davis EL. Effects of incremental versus bulk fill technique on resistance to cuspal fracture of teeth restored with posterior composites. *J Prosthet Dent.* sept 1988;60(3):283-7.
22. Stampalia LL, Nicholls JI, Brudvik JS, Jones DW. Fracture resistance of teeth with resin-bonded restorations. *J Prosthet Dent.* juin 1986;55(6):694-8.
23. Joynt RB, Davis EL, Wieczkowski G, Williams DA. Fracture resistance of posterior teeth restored with glass ionomer-composite resin systems. *J Prosthet Dent.* juill 1989;62(1):28-31.
24. Geurtsen W, García-Godoy F. Bonded restorations for the prevention and treatment of the cracked-tooth syndrome. *Am J Dent.* déc 1999;12(6):266-70.
25. Braly BV, Maxwell EH. Potential for tooth fracture in restorative dentistry. *J Prosthet Dent.* avr 1981;45(4):411-4.
26. Cavel WT, Kelsey WP, Blankenau RJ. An in vivo study of cuspal fracture. *J Prosthet Dent.* janv 1985;53(1):38-42.
27. Swepston JH, Miller AW. The incompletely fractured tooth. *J Prosthet Dent.* avr 1986;55(4):413-6.
28. Abou-Rass M. Crack lines: the precursors of tooth fractures - their diagnosis and treatment. *Quintessence Int Dent Dig.* avr 1983;14(4):437-47.
29. Lloyd BA, McGinley MB, Brown WS. Thermal stress in teeth. *J Dent Res.* avr 1978;57(4):571-82.
30. Campbell A, Moore A, Williams E, Stephens J, Tatakis DN. Tongue piercing: impact of time and barbell stem length on lingual gingival recession and tooth chipping. *J Periodontol.* 2002;73(3):289-97.
31. Brocard D, D'Incau E, Laluque J-F. Les fêlures longitudinales: les facteurs de risque. *Rev Odontostomatol Paris.* 2009;38(4):265-76.
32. Goel VK, Khera SC, Gurusami S, Chen RC. Effect of cavity depth on stresses in a restored tooth. *J Prosthet Dent.* févr 1992;67(2):174-83.
33. Mondelli J, Steagall L, Ishikiriama A, de Lima Navarro MF, Soares FB. Fracture strength of human teeth with cavity preparations. *J Prosthet Dent.* 1 avr 1980;43(4):419-22.
34. Jacquot B. Les amalgames dentaires [Internet]. Société francophone des biomatériaux dentaires. 2009. Disponible sur:  
<http://campus.cerimes.fr/odontologie/enseignement/chap9/site/html/3.html#3>
35. Davis R, Overton JD. Efficacy of bonded and nonbonded amalgam in the treatment of teeth with incomplete fractures. *J Am Dent Assoc.* avr 2000;131(4):469-78.

36. Webb EL, Straka WF, Phillips CL. Tooth crazing associated with threaded pins: A three-dimensional model. *J Prosthet Dent*. 1 mai 1989;61(5):624-8.
37. Lussi A, Schaffner M. *Evolution en odontologie restauratrice*. Paris: Quintessence International; 2013.
38. Lehmann N, Martin D. Les fêlures coronaires: les traitements. *Rev Odonto-Stomatol Paris*. 2009;38(4):251-64.
39. Ricucci D, Siqueira JF, Loghin S, Berman LH. The cracked tooth: histopathologic and histobacteriologic aspects. *J Endod*. mars 2015;41(3):343-52.
40. Kahler B, Moule A, Stenzel D. Bacterial contamination of cracks in symptomatic vital teeth. *Aust Endod J*. 2000;26(3):115-8.
41. Bajaj D, Arola DD. On the R-curve behavior of human tooth enamel. *Biomaterials*. août 2009;30(23-24):4037-46.
42. Chai H, Lee JJ-W, Lawn BR. Fracture of tooth enamel from incipient microstructural defects. *J Mech Behav Biomed Mater*. 1 janv 2010;3(1):116-20.
43. Myoung S, Lee J, Constantino P, Lucas P, Chai H, Lawn B. Morphology and fracture of enamel. *J Biomech*. 25 août 2009;42(12):1947-51.
44. 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*. mai 2010;31(14):4238-47.
45. Ivancik J, Arola DD. The importance of microstructural variations on the fracture toughness of human dentin. *Biomaterials*. janv 2013;34(4):864-74.
46. An B, Daniel Wagner H. The effect of microcracking in the peritubular dentin on the fracture of dentin. *J Biomech*. déc 2017;65:125-30.
47. Martin D, Machtou P. Les fêlures coronaires symptômes et démarche diagnostique. *Rev Odonto-Stomatol Paris*. 2009;38(4):239-49.
48. Hilton TJ, Funkhouser E, Ferracane JL, Gordan VV, Huff KD, Barna J, et al. 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*. mars 2018;70:67-73.
49. Brynjulfson A, Fristad I, Grevstad T, Hals-Kvinnsland I. Incompletely fractured teeth associated with diffuse longstanding orofacial pain: diagnosis and treatment outcome. *Int Endod J*. 2002;35(5):461-6.
50. Abbott P, Leow N. Predictable management of cracked teeth with reversible pulpitis. *Aust Dent J*. 1 déc 2009;54(4):306-15.
51. Kalyan Chakravarthy PV, Telang LA, Nerali J, Telang A. Cracked tooth: a report of two cases and role of cone beam computed tomography in diagnosis. *Case Rep Dent [Internet]*. 2012 [cité 16 oct 2019];2012. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3502789/>

52. Florimond M, Le Guellec P, Décup P. Fêlures coronaires de la dent vitale. *Clinic (Paris)*. 2018;39(374):813-25.
53. Brännström M. The hydrodynamic theory of dentinal pain: Sensation in preparations, caries, and the dentinal crack syndrome. *J Endod*. janv 1986;12(10):453-7.
54. Närhi M, Yamamoto H, Ngassapa D, Hirvonen T. The neurophysiological basis and the role of inflammatory reactions in dentine hypersensitivity. *Arch Oral Biol*. 1 janv 1994;39:S23-30.
55. Clark DJ, Sheets CG, Paquette JM. Definitive diagnosis of early enamel and dentin cracks based on microscopic evaluation. *J Esthet Restor Dent*. 2003;15(7):391-401; discussion 401.
56. Endodontists AA of. Cracking the cracked tooth code. *Am Assoc Endodontists Colleagues Excell*. 1997;(Fall/Winter).
57. Abdel Wahab MH, Kennedy JG. Response of cracked incisor teeth to cold and electrical stimulation. *Br Dent J*. 6 avr 1985;158(7):259-60.
58. Batalha-Silva S, Gondo R, Stolf S, Baratieri L. Cracked tooth syndrome in an unrestored maxillary premolar: a case report. *Oper Dent*. févr 2014;39(5):460-8.
59. Ehrmann EH, Tyas MJ. Cracked tooth syndrome: Diagnosis, treatment and correlation between symptoms and post-extraction findings. *Aust Dent J*. 1990;35(2):105-12.
60. Banerji S, Mehta SB, Millar BJ. Cracked tooth syndrome. Part 2: restorative options for the management of cracked tooth syndrome. *Br Dent J*. juin 2010;208(11):503-14.
61. Brocard D, Laluque J-F, Knellesen C. La gestion du bruxisme. Paris: Quintessence International; 2008.
62. Agar JR, Weller RN. Occlusal adjustment for initial treatment and prevention of the cracked tooth syndrome. *J Prosthet Dent*. août 1988;60(2):145-7.
63. Martin D, Machtou P. La dent fissurée. Les traitements. *Inf Dent*. 2008;90(10):455.
64. Opdam NJM, Roeters JM. The effectiveness of bonded composite restorations in the treatment of painful, cracked teeth: six-month clinical evaluation. *Oper Dent*. août 2003;28(4):327-33.
65. Corne P, De March P, Vaillant-Corroy A-S, Hirtz P. Suivi clinique des restaurations partielles collées indirectes en secteur cuspidé. *Cah Prothèse*. mars 2017;(177):29-40.
66. Reeh ES, Messer HH, Douglas WH. Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod*. 1 nov 1989;15(11):512-6.
67. Politano G, Van Meerbeek B, Peumans M. Nonretentive bonded ceramic partial crowns: concept and simplified protocol for long-lasting dental restorations. *J Adhes Dent*. 2018;20(6):495–510.
68. Marniquet S, Chesneau J, Cazier S. Dent dépulpée en secteur postérieur et adhésion: que choisir en 2019 ? *Clinic (Paris)*. 2019;40(384):719-36.
69. Alkhalifah S, Alkandari H, Sharma PN, Moule AJ. Treatment of Cracked Teeth. *J Endod*. sept 2017;43(9):1579-86.

70. Gutmann JL, Rakusin H. Endodontic and restorative management of incompletely fractured molar teeth. *Int Endod J.* 1994;27(6):343-8.
71. d'Incau E, Pia JP, Soenen A. Restaurer sans tenon la dent dépulpée. *Entret Bichat Odonto-Stomatol Paris.* 2015;38-45.
72. d'INCAU E, Bartala M, Dos-Santos A. Traitement de la dent dépulpée postérieure. La stratégie de préservation. *Réal Clin.* 2011;22(1):43-56.
73. Rocca GT, Krejci I. Crown and post-free adhesive restorations for endodontically treated posterior teeth: from direct composite to endocrowns. *Eur J Esthet Dent.* 2013;8(2):156-79.
74. Lasfargues J-J, Louis J-J, Kaleka R. Classifications des lésions carieuses. De Black au concept actuel par sites et stades. *EMC-Odontol.* 2006;Article [23-069-A-10].
75. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature-Part 1. Composition and micro- and macrostructure alterations. *Quintessence Int.* 2007;38(9):733.
76. Kang SH, Kim BS, Kim Y. Cracked teeth: distribution, characteristics, and survival after root canal treatment. *J Endod.* 1 avr 2016;42(4):557-62.
77. Attal Stym-Popper S. Les fêlures et l'alliance endo-restau. *Clinic (Paris).* 2018;39:681-4.
78. Magne P. Immediate dentin sealing: a fundamental procedure for indirect bonded restorations. *J Esthet Restor Dent.* 2005;17(3):144-54.
79. Inokoshi S, Shimada Y, Fujitani M, Otsuki M, Shono T, Onoe N, et al. Monkey pulpal response to adhesively luted indirect resin composite inlays. *Oper Dent.* 1995;20:111-111.
80. Wu S, Lew HP, Chen NN. Incidence of pulpal complications after diagnosis of vital cracked teeth. *J Endod.* mai 2019;45(5):521-5.
81. Trushkowsky R. Restoration of a cracked tooth with a bonded amalgam. *Quintessence Int Berl.* juin 1991;22:397-400.
82. Fennis WM, Kuijs RH, Kreulen CM, Verdonchot N, Creugers NH. Fatigue resistance of teeth restored with cuspal-coverage composite restorations. *Int J Prosthodont.* 2004;17(3):313-317.
83. 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.* déc 2007;20(6):609-16.
84. Santos MJMC, Bezerra RB. Fracture resistance of maxillary premolars restored with direct and indirect adhesive techniques. *J Can Dent Assoc.* sept 2005;71(8):585.
85. Ferraris F. Posterior indirect adhesive restorations (PIAR): preparation designs and adhesthetics clinical protocol. *Int J Esthet Dent.* 2017;12(4):482-502.
86. Griffin JJ. Efficient, conservative treatment of symptomatic cracked teeth. *Compend Contin Educ Dent.* 2006;27(2):93-102.

87. Chana H, Kelleher M, Briggs P, Hooper R. Clinical evaluation of resin-bonded gold alloy veneers. *J Prosthet Dent.* 1 mars 2000;83(3):294-300.
88. Tanaka T, Atsuta M, Nakabayashi N, Masuhara E. Surface treatment of gold alloys for adhesion. *J Prosthet Dent.* 1 sept 1988;60(3):271-9.
89. Haute Autorité de Santé. Restauration dentaire par matériau incrusté (Inlay-Onlay) [Internet]. [cité 6 mai 2020]. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/jcms/c\\_865156/fr/restauration-dentaire-par-materiau-incruste-inlay-onlay](https://www.has-sante.fr/jcms/c_865156/fr/restauration-dentaire-par-materiau-incruste-inlay-onlay)
90. Brunton PA, Cattell P, Burke FJT, Wilson NHF, Brunton PA, Cattell P, et al. Fracture resistance of teeth restored with onlays of three contemporary tooth-colored resin-bonded restorative materials. *J Prosthet Dent.* août 1999;82(2):167-71.
91. Koubi SA, Margossian P, Weisrok G, Lasserre JF, Faucher A, Brouillet JL, et al. Restaurations adhésives en céramique: une nouvelle référence dans la réhabilitation du sourire. *Inf Dent.* 2009;91(8):363–74.
92. Magne P, Belser UC. Porcelain versus composite inlays/onlays: effects of mechanical loads on stress distribution, adhesion, and crown flexure. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2003;23(6).
93. Raux F, Dahan L. Comment faire un inlay-onlay esthétique. *Inf Dent N* 7-16 Février 2011 14. 2011;23.
94. Dejou J. Les céramiques [Internet]. Support de cours de la Société Francophone Des Biomatériaux Dentaires. 2009. Disponible sur: <http://campus.cerimes.fr/odontologie/enseignement/chap17/site/html/4.html#4>
95. Guthrie RC, Difiore PM. Treating the cracked tooth with a full crown. *J Am Dent Assoc.* 1991;122(9):71–73.
96. Tan L, Chen NN, Poon CY, Wong HB. Survival of root filled cracked teeth in a tertiary institution. *Int Endod J.* 2006;39(11):886-9.
97. Casciari BJ. Altered preparation design for cracked teeth. *J Am Dent Assoc.* 1999;130(4):571–572.
98. Lynch CD, McConnell RJ. The cracked tooth syndrome. *J Can Dent Assoc.* 2002;68(8):6.
99. Clark LL, Caughman WF. Restorative treatment for the cracked tooth. *Oper Dent.* 1984;9(4):136-42.

**GOLHEN (Ludmila).** –Prise en charge de fêlures sur dents vivantes : revue de la littérature. – 88 f. ; ill. ; tabl. ; 98 ref. ; 30 cm (Thèse : Chir. Dent. ; Nantes ; 2020)

#### RESUMÉ

Les chirurgiens-dentistes rencontrent fréquemment des fêlures dans leur exercice quotidien. Leur prise en charge n'a pour le moment pas fait l'unanimité auprès de la communauté scientifique. Les facteurs prédisposants et déclenchants sont essentiels à appréhender pour permettre une meilleure détection et la prévention des fêlures. L'objectif de ce travail est de donner quelques pistes sur la conduite à tenir et les éléments de réflexion à avoir lorsqu'une dent est concernée par une fêlure. De nombreux facteurs sont à prendre en compte dans la prise de décision thérapeutique : la symptomatologie pulpaire, le contexte occlusal général, le délabrement coronaire, le type de fêlure. Il est également important de connaître ces différents facteurs décisionnels afin d'assurer le suivi à long terme des fêlures et d'éviter leur aggravation en fracture.

#### RUBRIQUE DE CLASSEMENT

Odontologie conservatrice et endodontie  
Prothèse dentaire

#### MOTS CLÈS MESH

Thérapeutique/Therapeutics  
Syndrome de la dent fissurée/Cracked tooth syndrome  
Dent non dévitalisée/Tooth, vital

#### JURY

Président : Professeur Amouriq Y.  
Assesseur : Docteur Gaudin A.  
Directeurs : Docteur Bodic F. et Docteur Armengol V.

#### ADRESSE DE L'AUTEUR

7 rue Barillon 85190 Aizenay  
ludmila.golhen@univ-nantes.fr