



HAL
open science

Les fêlures dentaires : démarche diagnostique et approche thérapeutique

Julien Colonna

► To cite this version:

Julien Colonna. Les fêlures dentaires : démarche diagnostique et approche thérapeutique. Chirurgie. 2022. <dumas-03714670>

HAL Id: dumas-03714670

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03714670v1>

Submitted on 5 Jul 2022

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

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



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 - Attribution - Non-commercial use - No Derivative Works - International License

THESE

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

Présentée et publiquement soutenue devant

Aix-Marseille Université
(Président : Monsieur le Professeur Éric BERTON)

Faculté des Sciences Médicales et Paramédicales
(Doyen : Monsieur le Professeur Georges LEONETTI)

Ecole de Médecine Dentaire
(Directeur : Monsieur le Professeur Bruno FOTI)

***Les fêlures dentaires : démarche diagnostique et approche
thérapeutique***

Présentée par

**COLONNA Julien,
Pierre**

Né(e) le 05/02/1996

A Marseille

Thèse soutenue le 06 Janvier 2022

Devant le jury composé de

Président : Professeur BUKIET Frédéric

Assesseurs : Professeur RUQUET Michel

Docteur MENSE CHLOE

Docteur PILLIOL Virginie

Invité : Docteur BALLESTER Benoît

THESE

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

Présentée et publiquement soutenue devant

Aix-Marseille Université
(Président : Monsieur le Professeur Éric BERTON)

Faculté des Sciences Médicales et Paramédicales
(Doyen : Monsieur le Professeur Georges LEONETTI)

Ecole de Médecine Dentaire
(Directeur : Monsieur le Professeur Bruno FOTI)

***Les fêlures dentaires : démarche diagnostique et approche
thérapeutique***

Présentée par

**COLONNA Julien,
Pierre**

Né(e) le 05/02/1996
A Marseille

Thèse soutenue le 06 Janvier 2022

Devant le jury composé de

Président : Professeur BUKIET Frédéric

Assesseurs : Professeur RUQUET Michel

Docteur MENSE Chloé

Docteur PILLIOL Virginie

Invité : Docteur BALLESTER Benoît

ADMINISTRATION

Doyens Honoraires	Professeur	Raymond SANGIUOLO+
	Professeur	Henry ZATTARA
	Professeur	André SALVADORI
	Professeur	Jacques DEJOU
Directeur	Professeur	Bruno FOTI
Directeurs adjoints	Professeur	Michel RUQUET
	Professeur	Anne RASKIN
Chargés de missions		
Formation Initiale	Professeur	Michel RUQUET
Recherche	Professeur	Anne RASKIN
Formation Continue	Professeur	Frédéric BUKIET
Relations Internationales	Professeur	Hervé TASSERY
Internat et Diplômes d'études spécialisées	Professeur	Virginie MONNET-CORTI
Affaires générales	Docteur	Patrick TAVITIAN
Responsable Administrative	Madame	Katia LEONI

PROMOTIONS :

2019 Raymond SANGIUOLO

2020 Gaston BERGER

2021 Joseph MIGOZZI

LISTE DES ENSEIGNANTS

PROFESSEURS DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS DES CSERD

BUKIET Frédéric (58-01)
FOTI Bruno (58-02)
LE GALL Michel (56-01)
MONNET-CORTI Virginie (57-01)
RASKIN Anne (58-01)
RUQUET Michel (58-01)
TARDIEU Corinne (56-01)
TARDIVO Delphine (56-02)
TASSERY Hervé (58-01)
TERRER Elodie (58-01)

PROFESSEUR DES UNIVERSITES

ABOUT Imad (65)

PROFESSEURS EMERITES

DEJOU Jacques
HUE Olivier

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS DES CSERD

ABOUDHARAM Gérard (58-01)	LAN Romain (56-02)
BANDON Daniel (56-01)	LAURENT Michel (58-01)
BELLONI Didier (57-01)	LAURENT Patrick (57-01)
BOHAR Jacques (56-01)	MAILLE Gérald (58-01)
CAMOIN Ariane (56-01)	MENSE Chloé (58-01)
CAMPANA Fabrice (57-01)	PHILIP-ALLIEZ Camille (56-01)
CATHERINE Jean-Hugues (57-01)	POMMEL Ludovic (58-01)
GAUBERT Jacques (56-01)	PRECKEL Bernard-Éric (58-01)
GIRAUD Thomas (58-01)	RÉ Jean-Philippe (58-01)
GIRAUDEAU Anne (58-01)	ROCHE-POGGI Philippe (57-01)
GUIVARC'H Maud (58-01)	STEPHAN Grégory (58-01)
JACQUOT Bruno (58-01)	TAVITIAN Patrick (58-01)
LABORDE Gilles (58-01)	TOSELLO Alain (58-01)

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES ASSOCIES

Angeline ANTEZACK (57-01)
BALLESTER Benoît (58-01)
BLANCHET Isabelle (58-01)
CASAZZA Estelle (58-01)

ASSISTANTS HOSPITALIERS ET UNIVERSITAIRES

AL AZAWI Hala (56-01)
ARNIER Canelle (56-01)
BAUDINET Thomas (58-01)
BRINCAT Arthur (57-01)
BROS Agnès (56-01)
CHIARINI Thomas (58-01)
DUMAS Cathy (57-01)
DUPRAT Florence (56-01)
FAURE-BRAC Mathias (57-01)
FERRE Enzo (58-01)
FOUQUES Agathe (56-01)
LAURENT Camille (58-01)

LIOTARD Alicia (58-01)
MADENIAN Pauline (58-01)
MANSUY Charlotte (58-01)
MARCHAL Paul (58-01)
MARTIN William (56-01)
ONGHENA Tom (56-01)
PASCHEL Laura (58-01)
PILLIOL Virginie (58-01)
RAYNAUD Camille (58-01)
ROMAO Vincent (57-01)
VEILLARD Pierre (56-01)

ASSISTANT DES UNIVERSITES ASSOCIE

GRINE Ghilès (57-01)

Intitulés des sections CNU :

56^{ème} section : Développement, croissance et prévention

56-01 Odontologie pédiatrique et orthopédie dento-faciale
56-02 : Prévention – Epidémiologie – Economie de la santé –
Odontologie légale

57^{ème} section : Chirurgie orale, Parodontologie, Biologie Orale

57-01 : Chirurgie orale – Parodontologie – Biologie orale

58^{ème} section : Réhabilitation orale

58-01 : Dentisterie restauratrice – Endodontie – Prothèses –
Fonction-Dysfonction – Imagerie – Biomatériaux

L'auteur s'engage à respecter les droits des tiers, et notamment les droits de propriété intellectuelle. Dans l'hypothèse où la thèse comporterait des éléments protégés par un droit quelconque, l'auteur doit solliciter les autorisations nécessaires à leur utilisation, leur reproduction et leur représentation auprès du ou des titulaires des droits. L'auteur est responsable du contenu de sa thèse. Il garantit l'Université contre tout recours. Elle ne pourra en aucun cas être tenue responsable de l'atteinte aux droits d'un tiers

Remerciements

A Monsieur le président, le Professeur BUKIET Frédéric,

Professeur Universitaire, Praticien Hospitalier

Je suis reconnaissant de l'honneur que vous me faites en acceptant de présider ce jury.

Je vous remercie pour votre bonne humeur, votre sympathie ainsi que votre implication auprès de vos étudiants.

Je vous remercie également pour votre enseignement théorique et pratique de grande qualité tout au long de mon cursus universitaire.

Je vous fais part de mon estime et de ma profonde reconnaissance.

A Monsieur le Professeur RUQUET Michel,

Professeur Universitaire, Praticien Hospitalier

*J'apprécie sincèrement l'honneur que vous me faites en vous comptant parmi les
membres de mon jury.*

*Je suis reconnaissant de tout ce que vous m'avez appris et transmis au cours de ces
trois années de clinique. Votre savoir, vos enseignements et votre expérience m'ont
permis de progresser tout au long de mes études.*

*Je garderai un très bon souvenir des moments où l'on a travaillé ensemble, ainsi que
de votre sens de l'humour qui me manquera.*

Je suis heureux de pouvoir clore mes années d'étudiant à vos côtés.

Veillez recevoir par ce travail l'expression de mon profond respect.

A Madame le Docteur MENSE Chloé,

Maitre de Conférences des Universités

Je vous remercie grandement d'avoir accepté de siéger au sein de ce jury.

Votre accompagnement, votre exigence et votre bonne humeur durant l'ensemble de ma formation clinique m'ont été énormément profitables dans ma pratique quotidienne.

Grâce à vos conseils et recommandations avisés, mon apprentissage n'en a été que bien meilleur.

Veillez y trouver l'expression de ma plus profonde reconnaissance.

**A mon directeur de thèse,
Madame le Docteur PILLIOL Virginie,**
Assistant hospitalier et universitaire

Je vous suis très reconnaissant d'avoir accepté la direction de cette thèse.

*Je ne vous remercierai jamais assez du temps, de l'attention et de l'aide que vous
m'avez apporté dans la réalisation de ce travail.*

*Je vous remercie pour votre aide et votre accompagnement tout au long de ma
formation clinique.*

*Vos compétences et conseils ont bonifiés mon exercice clinique particulièrement en
odontologie conservatrice. J'espère pouvoir affirmer que, grâce à vous, la qualité de
mes soins s'est réellement améliorée.*

*Veillez recevoir par ce travail le témoignage de ma gratitude et de mon profond
respect.*

A Monsieur le Docteur BALLESTER Benoît,

Maitre de Conférences des Universités Associé

Je suis honoré de pouvoir vous compter parmi les membres de ce jury.

*Votre savoir, votre sens de la pédagogie et vos qualités humaines auprès des patients
et des étudiants sont indéniables.*

*Me former à vos côtés a été un véritable privilège notamment durant les vacances
d'odontologie conservatrice. Votre gentillesse et votre bienveillance m'ont permis de
relativiser et d'appréhender la clinique sous un autre angle.*

Je ne pouvais donc imaginer terminer mon cursus sans vous avoir dans mon jury.

Pour tous les moments que nous avons partagés, je voulais vous dire un grand merci.

Table des matières

1 – Introduction	1
2 - Définition et classifications	3
2.1 - Rappels anatomiques et histologiques de la dent	3
2.1.1 – L'émail.....	3
2.1.2 – La dentine.....	5
2.1.3 – La pulpe	6
2.1.4 – Le ciment.....	7
2.1.5 – Jonction amélo-dentinaire	7
2.2 - Définition et classification des fêlures	8
2.2.1 - Définition et historique	8
2.2.2 - Classification des fêlures	9
2.2.3 - Histologie : description et formation	17
2.2.4 - Mécanisme de la douleur	22
2.2.5 - Epidémiologie.....	23
3 - Étiologies	25
3.1 - Les procédures restauratrices	27
3.2 - Les facteurs occlusaux	28
3.3 - Les conditions de développement	30
3.4 - Facteurs divers	30
4 - Diagnostic	31
4.1 - Histoire dentaire et examen subjectif	32
4.2 - Examen visuel	32
4.3 - Test de percussion	33
4.4 - Test de palpation	34
4.5 - Test de morsure	34
4.6 - Test de sensibilité	35
4.7 - Test radiographique	36
4.8 - Test de sondage parodontal	39
4.9 - Dépose des restaurations	39

4.10 - Test transillumination	40
4.11 - Aide optique	41
4.12 - Test de coloration.....	42
4.13 - Examen chirurgical	43
5 - Prise en charge clinique	44
5.1 - Objectifs de traitement.....	44
5.2 - Traitement immédiat.....	44
5.2.1 – Stabilisation par bague orthodontique	45
5.2.2 – Ajustement occlusal	45
5.2.3 – Stabilisation par provisoire	45
5.3 – Traitement par reconstitution directe.....	46
5.4 – Traitement par reconstitution indirecte	47
5.4.1 – Inlay en composite ou en céramique.....	47
5.4.2 – Onlay / overlay en céramique	48
5.4.3 – Onlay / overlay en composite	49
5.4.4 – Couronne périphérique.....	51
5.5 – Avantage du traitement par recouvrement cuspidien	53
5.6 – Abstention thérapeutique	54
5.7 – Echec de traitement	54
5.8 – Arbre décisionnel	55
5.9 – Pronostic	57
6 – Conclusion	58
Bibliographie	I

1 – Introduction

Les fêlures dentaires sont un problème auquel est confronté le chirurgien-dentiste tout au long de sa carrière. A l'inverse d'autres pathologies dentaires, l'identification d'une fêlure dentaire est un véritable défi.

L'identification de la dent fêlée est complexe car la fêlure est presque imperceptible à l'œil nu et la dent apparaît souvent normale à la radiographie. De plus, la symptomatologie n'est pas toujours évidente, seulement une dent sur deux présente une symptomatologie d'après une étude nationale en Alabama (1). Elle peut se manifester de différentes façons, dans la plupart des cas avec une sensibilité au froid, mais peut également provoquer des douleurs lors des morsures (particulièrement au relâchement et non au serrement), ou encore des douleurs spontanées (2).

Il arrive toutefois que les fêlures (ou fissures) présentent sur les dents soient importantes, et entraînent des complications si elles ne sont pas traitées. Aussi, il est possible qu'une fêlure évolue en fracture coronaire ou de cuspidé (une partie de la dent fissurée finit par se casser), en fracture verticale incomplète (la fissure peut atteindre ou non la racine et la pulpe), en fracture verticale complète (présence d'une fente qui divise la dent), puis, enfin, en fracture radiculaire (la fracture s'étend de la racine à la surface, mais peut facilement passer inaperçue) (3).

Les étiologies de ces fêlures sont souvent variées, une suroclusion, une para-fonction orale, un traumatisme dentaire, un changement de température brutale sont des facteurs déclencheurs des fêlures dentaires. Il existe également des facteurs favorisants, synonyme de fragilité de la dent qui participe à l'élaboration de la fêlure ; par exemple, les restaurations de grandes étendues, les lésions carieuses, le bruxisme sont des facteurs qui favorisent la perte de substance de l'organe dentaire et à terme augmente la fragilité de celui-ci (4).

L'incidence des fêlures coronaires est en perpétuelle augmentation. En effet, l'espérance de vie tend à augmenter avec les progrès de la médecine, et les dents peuvent être conservés plus longtemps sur l'arcade grâce aux nouvelles méthodes d'odontologie restauratrice. De cette façon, les dents vieillissantes sont soumises à des contraintes masticatoires continues tout au cours de la vie, ainsi qu'à la présence de restauration entraînant une perte de substance, et peuvent fragiliser ainsi les tissus dentaires (5).

Le diagnostic et le traitement des dents fêlées constituent un véritable défi, et peuvent aboutir à la nécessité d'une restauration majeure, d'un traitement de canal ou d'une extraction. Par conséquent, trouver la meilleure option de traitement pour les dents fêlées est une priorité. A ce jour, il n'y a pas de consensus sur l'indication des traitements et les solutions thérapeutiques peuvent varier d'un opérateur à l'autre (6).

L'objectif de ce travail de thèse est de faire le point dans la littérature sur les connaissances actuelles à propos des fêlures afin de mettre en évidence la réalité clinique, de la symptomatologie à la mise en évidence des fêlures dentaires, mais aussi d'apporter des solutions efficaces et adaptées à chaque cas.

Ainsi, après un rappel des définitions et classifications des fêlures dentaires, nous nous intéresserons aux différentes étiologies possibles puis au diagnostic et aux difficultés associées pour enfin se pencher sur la complexité de la prise en charge.

2 - Définition et classifications

Afin de mieux comprendre l'histopathologie des fêlures dentaires, il est tout d'abord important de connaître et de comprendre l'anatomie dentaire.

2.1 - Rappels anatomiques et histologiques de la dent

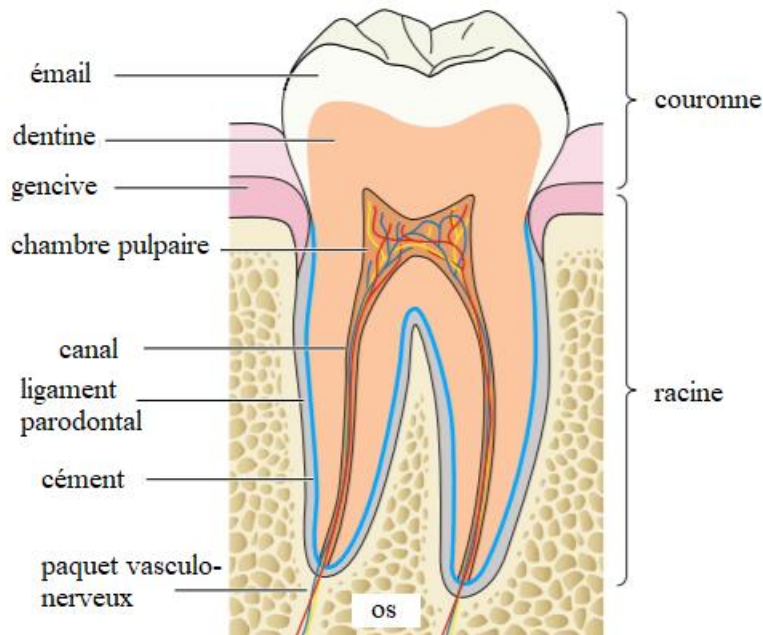


Figure 1 : Schéma de l'anatomie dentaire d'après LACRUZ et al. (7)

La dent est essentiellement composée de dentine. Celle-ci est recouverte d'émail sur sa partie externe (la couronne) et de cément sur sa partie interne (la racine). Le cœur de la dent est creux et renferme la pulpe. La dentine et la pulpe forment le complexe pulpo-dentinaire (7).

2.1.1 – L'émail

L'émail recouvre les couronnes dentaires, protège le complexe pulpo-dentinaire et confère aux dents leur aspect et leur fonction dans la cavité buccale.

L'émail est composé de cristaux d'hydroxyapatite de calcium groupés en prismes pour 96%, le reste étant de l'eau et des matières organiques. C'est la structure la plus minéralisée de l'organisme (8). Son épaisseur varie selon sa localisation anatomique allant en s'amincissant

jusqu'à disparaître aux collets, au niveau de la jonction amélo-cémentaire et au fond des sillons occlusaux.

Il est généré par une couche d'améloblastes qui disparaissent à la fin du processus de maturation de la dent. Après l'éruption de la dent, l'émail présent dans la cavité buccale est une structure acellulaire, en principe complètement minéralisée. Il est recouvert par une cuticule capable de se régénérer en pompant des sels calciques dans la salive (8).

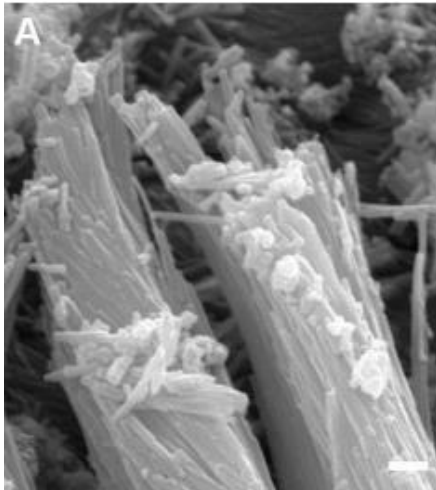


Figure 2 : Coupe au MEB d'un prisme d'émail d'après LACRUZ et al. (7)

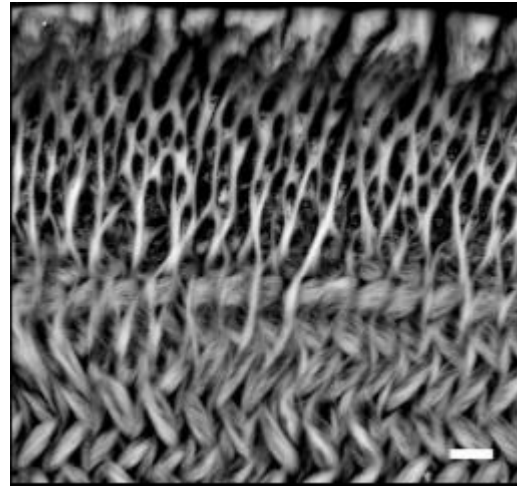


Figure 3 : Coupe au MEB de l'organisation des prismes d'émail d'après LACRUZ et al. (7)

Les cristaux d'émail sont organisés afin de former des prismes d'émail. La structure de l'émail résulte donc de la formation de longs cristaux d'apatite alignés en rangées et déposés à la partie apicale des prolongements de Tomes (pôle apical de l'améloblaste) au sein de la substance interprismatique. Sur la surface de l'émail, on distingue une couche aprismatique d'apparence lisse. Cependant, elle laisse apparaître au niveau microscopique des rugosités qui peuvent être le siège de colonisation bactérienne. (8)

2.1.2 – La dentine

La dentine, recouverte par l'émail au niveau coronaire et par le cément au niveau radiculaire, constitue la masse principale de la dent. Elle est formée et renouvelée en permanence par les odontoblastes lors de la dentinogénèse. La dentine est un tissu minéralisé. La part du minéral en poids est inférieure à celle de l'émail et voisine de celle du tissu osseux (9):

- 70% d'une phase minérale sous forme de cristaux d'hydroxyapatite riches en carbonates et magnésium,
- 20% de matrice organique,
- 10% d'eau.

Il existe différents types de dentines qui sont l'expression de l'évolution des adaptations de la dent durant toute la vie :

- La **dentine primaire** est formée par les odontoblastes primaires au cours du développement de la dent, puis jusqu'à l'édification complète de la racine.
- La **dentine secondaire** est formée après édification complète de la racine tout au long de la vie.
- La **dentine tertiaire** est formée en réponse à une agression :
 - Soit par les odontoblastes primaires, on parle de **dentine réactionnelle**.
 - Soit par les odontoblastes de remplacements dits secondaires (lorsque les premiers ont été détruits), on parle de **dentine de réparation** (9).

La dentine a une structure canaliculaire qui lui confère sa perméabilité et son aptitude à répondre aux stimuli externes qui peuvent être de nature physicochimique, thermique et tactile (10). En effet, elle est traversée par des canaux appelés tubuli dentinaires dans lesquels se trouvent des prolongements odontoblastiques (qui se trouvent dans la pulpe) et où passent des fibres nerveuses appelées fibrilles de Tomes. D'après l'hypothèse hydrodynamique (11), des modifications brusques de l'environnement entraînent des mouvements de fluides à l'intérieur des tubuli dentinaires, lesquels sont captés par ces fibres nerveuses (fibres A associées aux odontoblastes) et sont responsables de la réponse douloureuse.

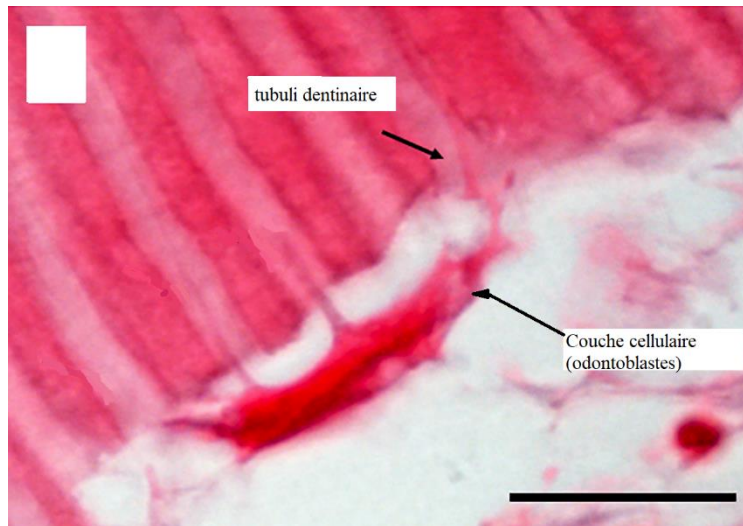


Figure 4 : Coupe histologique de l'organisation cellulaire de la dentine observé au microscope d'après Martín-de-Llano JJ (12)

2.1.3 – La pulpe

La pulpe est un tissu conjonctif spécialisée, inclus à l'intérieur d'une cavité anatomique située dans la partie interne et centrale de la dent et limitée par des parois dentinaires rigides, la cavité pulpaire. Les principales fonctions pulpaires concernent la formation de la dentine, la transmission des informations sensorielles au système nerveux central et la surveillance immunitaire lui permettant d'engager des réactions inflammatoires en réponse aux agressions (13).

L'innervation pulpaire est le support de la transmission des messages douloureux perçus par la dent au système nerveux central. Les contacts étroits entre les odontoblastes et les fibres nerveuses sont à l'origine de la transmission des influx douloureux, lorsque les odontoblastes sont étirés ou déplacés (13).

La dent est innervée par un grand nombre de A fibres nerveuses (myélinisées) et C (non myélinisées). Celles-ci comprennent à la fois les fibres afférentes sensorielles et les fibres sympathiques qui modulent le flux sanguin pulpaire. Dans la pulpe périphérique, les branches des nerfs sensitifs donne lieu à un réseau d'entrelacs de fibres connu comme le plexus sous-odontoblastique. De ce plexus, les fibres nerveuses s'étendent jusqu'à la couche odontoblastique, la prédentine et la dentine et se terminent par des terminaisons nerveuses libres (14).

2.1.4 – Le ciment

Le ciment est polystratifié et contient des fibres qui traversent l'espace desmodontal pour s'insérer dans l'os alvéolaire : c'est ce qui constitue le ligament alvéolo-dentaire, ou desmodonte, qui relie la dent à l'os. Tout comme l'émail, la couche externe du ciment est fine et « acellulaire », la couche plus profonde est plus épaisse et « cellulaire » (15). Il appartient toutefois au parodonte et non à la dent elle-même.

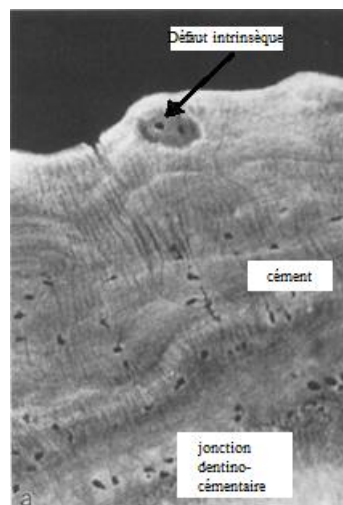


Figure 5 : Ciment observé au MEB d'après BOSSHARDT et SELVIG (12)

La couche externe permet l'ancrage du ligament alvéolaire sur la racine et offre ainsi une stabilisation de la dent dans son alvéole. Quant à elle, la couche interne a une fonction de protection et peut aussi s'auto-réparer en cas d'agression (12).

2.1.5 – Jonction amélo-dentinaire

La dentine périphérique coronaire située sous la jonction amélo-dentinaire forme une bande plus faiblement minéralisée avec une configuration moins régulière que la masse dentinaire. Cette zone est de ce fait plus susceptible d'avoir des progressions plus rapides de carie, fragilisant la dent. Cependant, son principal rôle est d'empêcher les fêlures formées dans l'émail de traverser l'interface et de provoquer des fractures dentinaires catastrophiques. Les fêlures ont plutôt tendance à pénétrer jusqu'à la jonction émail-dentine et à s'arrêter lorsqu'elles

pénètrent dans la dentine. Sa ténacité (capacité d'un matériau à résister à la progression d'une fêlure) est 5 à 10 fois plus grande que celle de l'émail (16).

Ce comportement peut s'expliquer par les propriétés biomécaniques très différentes de deux tissus calcifiés. C'est une région complexe interdigitation de l'émail et de la dentine, le côté émail étant hautement minéralisée et la dentine du manteau ayant plus de collagène, moins tubules et moins de minéraux dans l'ensemble que le reste de la dentine. De ce fait l'émail ayant un comportement plus cassant et la dentine plus souple, la fêlure a tendance à ne pas s'étendre au-delà de cette jonction (16).

2.2 - Définition et classification des fêlures

2.2.1 - Définition et historique

Le terme de fêlure qualifie une fente étroite traversant l'épaisseur d'un objet sans qu'il y ait fragmentation. La fêlure dentaire ou fissure quant à elle est une fracture incomplète des tissus dentaire (17).

Historiquement, la compréhension des dents fissurées a été un véritable défi pendant ces dernières années. Ainsi, de nombreuses définitions ont émanés de la littérature, accentuant parfois le trouble autour de cette pathologie (17).

Les dents incomplètement fracturées ont tout d'abord été décrites par Gibbs en 1954 (21) et par Ritchey en 1957 (18).

Cameron a inventé le terme « **syndrome de la dent fissurée** » en 1964 (19) et l'a défini comme une fracture incomplète d'une dent postérieure vitale qui peut impliquer ou non la pulpe. Le terme de « syndrome » est non pertinent car dans cette définition, la symptomatologie peut varier selon le moment où l'examen est réalisé. De ce fait, on en exclut les symptômes de certains types de fêlures comme les dents fracturées et les dents non vitales fracturées (20).

Plus tard, d'autres auteurs (21, 22) décrivent les fissures comme « verticales » (22), « obliques » (21) ou « horizontales ». Cependant, on ne peut pas différencier sans ambiguïté les différentes fissures types basées sur les « directions » de leurs plans dans une dent, étant donné que les plans de fracture sont de formes irrégulières.

En 2001, Ellis propose une définition universelle pour la fêlure dentaire et la définit comme « un plan de fracture de profondeur et direction de passage inconnues à travers la structure dentaire qui, sinon déjà impliquant, peut progresser pour communiquer avec la pulpe et / ou le ligament parodontal » (17).

2.2.2 - Classification des fêlures

Alors qu'il est important en tant que clinicien de se familiariser avec toutes les formes de fissures pour aider au diagnostic, il est souvent difficile de distinguer cliniquement les différents types de fêlures.

De nombreuses classifications ont émergées mais celle de l'American Association of Endodontist (AAE) reste la plus utilisées (3).

L'AAE répartit les fêlures en 5 catégories :

Classification	Origine	Direction	Symptômes	Etat de la pulpe	Pronostic
Craquelure intra-amélaire	Couronne	Variable	Aucun	Vitale	Excellent
Fracture cuspidienne	Couronne	Mésio-distal / vestibulo-lingual	Généralement froid et morsure	Souvent vitale	Bon
Fracture longitudinale incomplète	Couronne et racine	Mésio-distal et parfois centrale	Douleur à la morsure / quelquefois douleur intense au froid	Variable	Dépend de l'extension et de la profondeur de la fêlure
Fracture longitudinale complète	Couronne et racine	Mésio-distal	Douleur marquée à la mastication	Souvent racine vitale	Mauvais sauf si les fêlures terminent en subgingivale
Fracture radiculaire verticale	Racine	Vestibulo-lingual	Vague de douleur / Mime les douleurs parodontales	Principalement racine vitale	Mauvais

Tableau 1 : Classification des fêlures selon l'AAE (3)

2.2.2.1 - Craquelures intra-amélaire :

Ce sont des fractures longitudinales incomplètes strictement confinées à l'émail. Elles peuvent être nombreuses et sont observable à l'aide d'aides optiques. Il reste cependant difficile d'identifier si la fêlure se limite uniquement à l'émail (3).



Figure 6 : Exemple de craquelure intra-amélaire asymptomatique sur la canine maxillaire. On note la présence d'une lésion similaire sur l'incisive mandibulaire d'après AAE (3)



Figure 78 : Exemple de craquelure amélaire asymptomatique sur incisive latérale d'après Ellis et al. (17)

2.2.2.2 - Fracture cuspidienne

Le terme cuspide fracturée est défini comme une fracture incomplète initiée de la couronne de la dent et s'étendant en sous-gingival, généralement dirigé à la fois de manière mésio-distale et bucco-linguale. La fracture implique généralement au moins deux aspects de la cuspide traversant la crête marginale et descendant également une rainure buccale ou linguale (3).



Figure 8 : Schéma d'une fracture cuspidienne sur une molaire mandibulaire d'après AAE (3)

2.2.2.3 - Fracture longitudinale incomplète

C'est une fracture amélo-dentinaire incomplète à point de départ coronaire et s'étendant en direction sous-gingivale à l'intérieur de la racine, évoluant vers la séparation des deux fragments dentinaires.



Figure 9 : Schéma d'une fracture longitudinale incomplète selon AAE (3)



Figure 10 : Photo d'une prémolaire maxillaire présentant une fracture longitudinale incomplète d'après AAE (3)

2.2.2.4 - Fracture longitudinale complète

C'est une fracture amélo-dentino-cémentaire à point de départ coronaire, étendue en direction sous-gingivale sur tout ou partie de la hauteur radulaire, avec une perte totale de continuité entre les deux fragments dentaires.

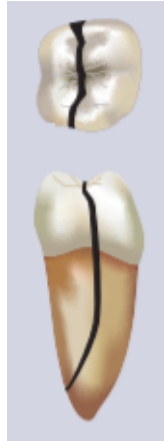


Figure 11 : Schéma d'une fracture longitudinale complète d'après AAE (3)



Figure 12 : Photo d'une prémolaire présentant une fracture longitudinale complète d'après AAE (3)

2.2.2.5 - Fracture radiculaire verticale

C'est une fracture, soit complète soit incomplète, à point de départ radiculaire, et s'étendant en direction coronaire et apicale. Les fragments radiculaires ne sont dissociés que lorsque la fracture est complète. Notons que c'est la seule catégorie qui soit à point de départ radiculaire (3).

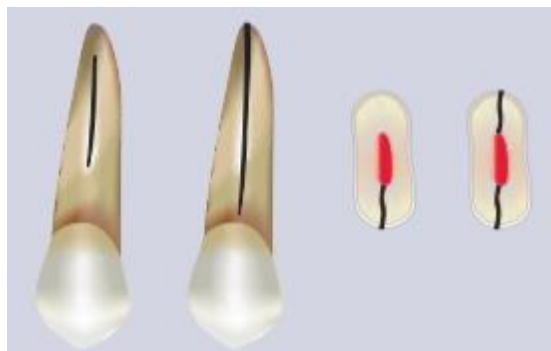


Figure 13 : Schéma d'une fracture radiculaire verticale d'après AAE (3)

2.2.2.6 - Autres classifications existantes

Plusieurs auteurs ont proposé des classifications qui sont généralement en fonction du type, de l'emplacement, de la direction, de l'étendue des symptômes et / ou des processus pathologiques de la fissure (23).

2.2.2.6.1 - Classification selon Talim & Gohil :

Cette classification date de 1974 et classe les fêlures en fonction de leur profondeur. Elle prend également en compte les composantes verticales ou horizontales (24).

Classe 1 : Fracture de l'émail			
a. Fracture horizontale ou oblique			
b. Fracture l'émail verticale	1. Complète	2. Incomplète	
Classe 2 : Fracture de l'émail de la dentine sans atteindre la pulpe			
a. Fracture horizontale ou oblique			
b. Fracture verticale	1. Complète	2. Incomplète	
Classe 3 : Fracture de l'émail et de la dentine impliquant la pulpe			
a. Fracture horizontale ou oblique			
b. Fracture verticale	1. Complète	2. Incomplète	
Classe 4 : Fracture de la racine			
a. Fracture verticale ou oblique	1. Implique la pulpe	2. N'implique pas la pulpe	
b. Fracture horizontale	1. Tiers cervical	2. Tiers moyen	3. Tiers apical

Tableau 2 : Classification selon Talim & Gohil (24)

2.2.2.6.2 : Classification selon Luebke

Cette classification date de 1984 et classe les fêlures en fonction de leur étendue et de l'atteinte parodontale (25).

Classe 1 : Fracture incomplète, supra-osseuse sans atteinte parodontale
Classe 2 : Fracture incomplète, supra-osseuse avec atteinte parodontale mineure
Classe 3 : Fracture complète ou incomplète, intra-osseuse avec atteinte parodontale majeure

Tableau 3 : Classification selon Luebke (25)

2.2.2.6.3 - Classification selon Williams

En 1988, Williams sépare les fractures complètes des fractures incomplètes et prend également en compte leurs extensions (26).

Classe 1 : Fracture incomplète vertical intéressant l'émail et la dentine mais pas la pulpe
Classe 2 : Fracture incomplète verticale atteignant la pulpe
Classe 3 : Fracture incomplète verticale
Classe 4 : Fracture qui divise la dent complètement

Tableau 4 : Classification selon Williams (26)

2.2.2.6.4 - Classification selon Radcliff et al.

En 2001, Radcliff et *al.* répartissent les fêlures en fonction de la sévérité d'atteinte de la dent et des symptômes ressentis (27).

Types	Signes et symptômes
I	Craquelure ne prenant pas les colorants, absence de symptôme Dents non restaurées
II	Craquelure ne prenant pas les colorants, absence de symptôme Dents restaurées (classe I et II)
III	Craquelure prenant les colorants, détectable à la sonde, sensibilité modérée au sucre et aux variations thermiques Dents non restaurées ou dents restaurées (classe I et II)
IV	Craquelure associée à des douleurs à la morsure et au relâchement L'aspect des craquelures peut être de type I, II ou III

Tableau 5 : Classification selon Radcliff et al (27)

2.2.2.6.5 - Classification selon Clark et al.

En 2003, Clark et *al.* classent les craquelures amélares et dentinaires en fonction du risque de pathologie sous-jacente et indication thérapeutiques (28).

	Type de défauts	Indications de traitement
Risque faible	Type I. Craquelures verticales, non associées à des restaurations, non colorables ou avec coloration superficielle Craquelures résultant de la contraction de prise de composites	Pas de traitement et observation Ou ajustement occlusal Collage occlusal protecteur « de contention »
Risque modéré	Type II. Fracture d'émail en encoche, en regard d'un contact occlusal prononcé, associée à des facettes d'usure et à d'autres craquelures bénignes Sans ou avec présence d'une restauration adjacente Craquelures situées en dehors des sillons anatomiques	Mesures préventives, après anamnèse Exploration des restaurations Nouvelle restauration d'usage si l'ancienne est compromise
Risque élevé	Type III. Déviation oblique d'une craquelure verticale Craquelures en diagonale ou horizontales, partant d'un angle d'une restauration. Craquelures retenant des débris Double craquelure délimitation une zone d'émail dyschromiée (crête marginale) Craquelure centrée sur un halo coloré gris, brun ou blanc (carie associée)	Dépose de l'ancienne restauration et curetage des zone altérées Si la fissure est intra-dentinaire, protection de celle-ci contre les force occlusales

Tableau 6 : classification selon Clark et al. (28)

2.2.3 - Histologie : description et formation

L'émail est la structure la plus minéralisée de l'organisme (8). Pour rappel, il a une structure complexe constituée de faisceaux de cristaux d'hydroxyapatite dans des prismes alignés ou des bâtonnets faiblement liés par de minces gaines protéiques (29, 30).

Bien que les forces de morsure soient essentiellement compressives lors de la mastication, de faibles contraintes de traction ont lieu dans la couche d'émail et entraînent des fissures autour des parois dentaires, reliant finalement la surface cuspidienne et le bord cervical dans un mode de fracture « longitudinale » (31).

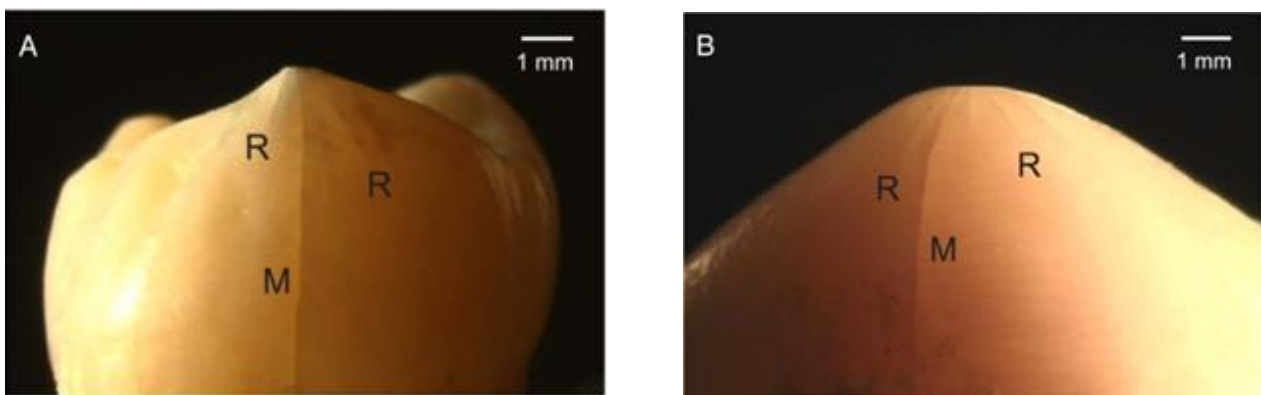


Figure 14 : Photos de fêlures observées au microscope d'après Herzi Chai et al. (32)

On peut voir ci-dessus deux types de fissures :

- Les fissures « radiales-médianes » (R), partant de la zone de contact proche et se propageant vers le bas autour des parois latérales
- Les fissures « marginales » (M), partant de la base cervicale et se propageant vers le haut.

Ces fissures ont du mal à pénétrer dans la dentine plus résistante et protégée contre les contraintes. La plupart du temps, les fissures restent confinées à la couche d'émail (33).

Il est donc nécessaire d'augmenter la charge requise pour propager les fissures au-delà de l'émail, d'où une certaine tolérance aux dommages de la dent (31). Cette résistance à la fracture sera augmentée par le remplissage de toute fissure à croissance lente avec des fluides

organiques « collants » et permettrait de lier les parois de la fissure ensemble (on parle de fissure autocalcitrante) (34).

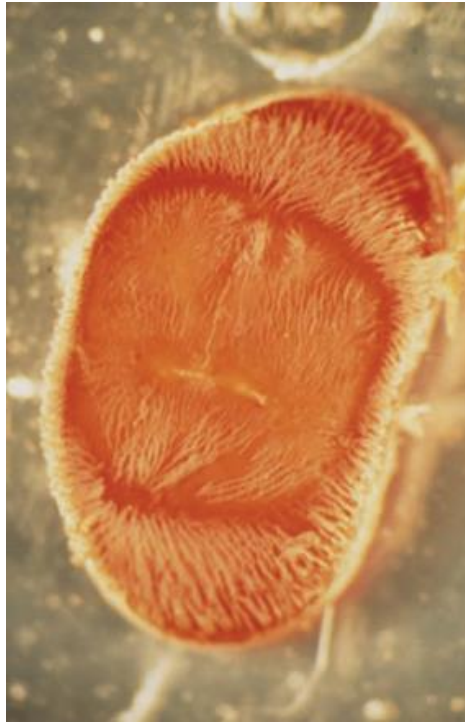


Figure 15 : De nombreuses rangées de touffes d'émail sont visibles partout sur la couronne dentaire. Les touffes d'émail et la dentine sont montrées en blanc et rouge, respectivement. D'après Herzi Chai et al. (32)

Par ailleurs, l'émail contient des défauts intrinsèques, principalement des fissures hypocalcifiées qui émanent de la jonction émail-dentine (JED). Ces défauts ont les caractéristiques de « fissures fermées » remplies de matière organique, et sont appelés « touffes » pour leur aspect ondulé au sein de la microstructure du prisme (35, 36). On pense maintenant qu'ils sont la principale source des fractures qui se développent finalement dans l'émail des dents pendant une fonction prolongée ou une surcharge.

Ces défauts ont tendance à se situer le long de plans de faiblesse dans les gaines organiques qui délimitent les prismes en émail (31).

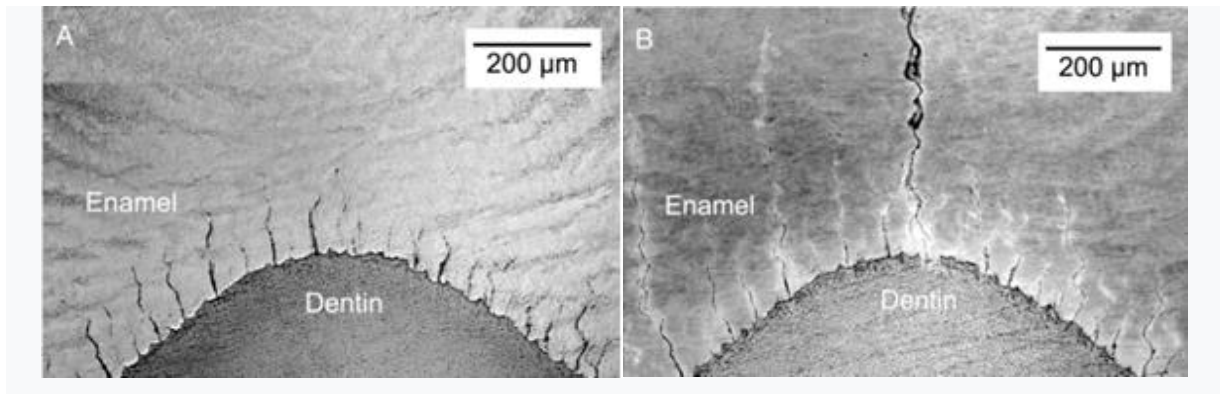


Figure 16 : Micrographie optique montrant comment les fissures se développent à partir de touffes à l'EDJ au voisinage de l'axe de charge vertical selon Amizuka et al. (36).

Le contact génère des contraintes de traction sur les fissures, avec une valeur maximale au niveau de la JED et diminuant en amplitude le long de la surface supérieure. Ces contraintes diminuent lentement autour des parois des cuspidés, de sorte que les touffes présentes connaissent des extensions légèrement diminuées.

Les forces motrices de fissures montrent une forte tendance à plafonner avec l'extension de la fissure, ce qui indique une stabilisation significative. Une partie de la stabilisation doit provenir de l'inhomogénéité du champ de contraintes.

La propagation de fêlure de certaines touffes crée en quelque sorte une protection contre les contraintes pour les touffes voisines. Ainsi, cette stabilisation améliorée explique la multiplicité des extensions de touffes stables observées sur la figure 17 (32).

De plus, les fluides organiques de remplissage fournissent un certain degré de liaison interfaciale protectrice, ce qui favorise l'inhibition de l'extension de la touffe (37).

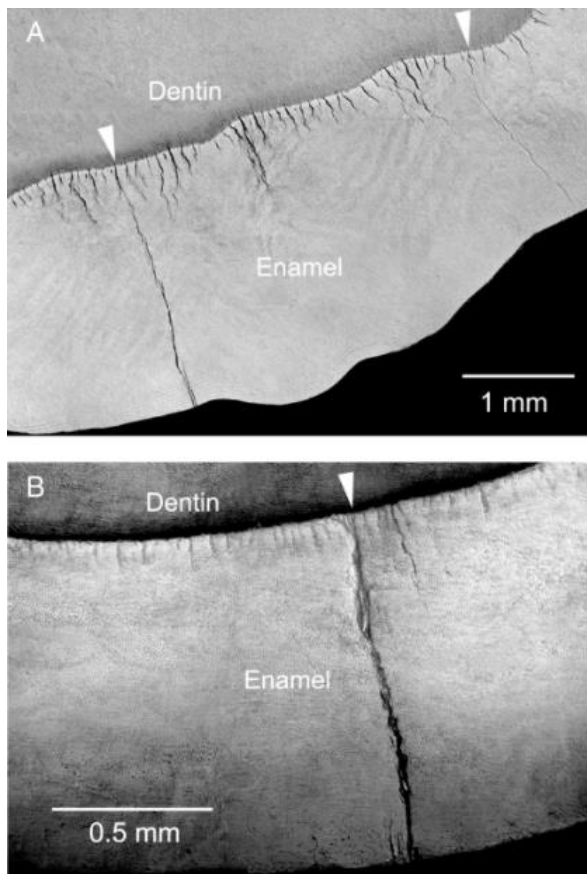


Figure 17 : Segment de vue en coupe transversale à travers les molaires humaines (A) et loutre de mer (B). Les fissures ont pour origine les touffes. On voit ici que la propagation des fissures ne se crée pas sur les autres touffes.. D'après Herzi Chai et al. (32).

D'un point de vue microscopique, la touffe d'émail est une structure combinée composée de différents types de composants organiques : prismes hypominéralisés et plaques de touffes.

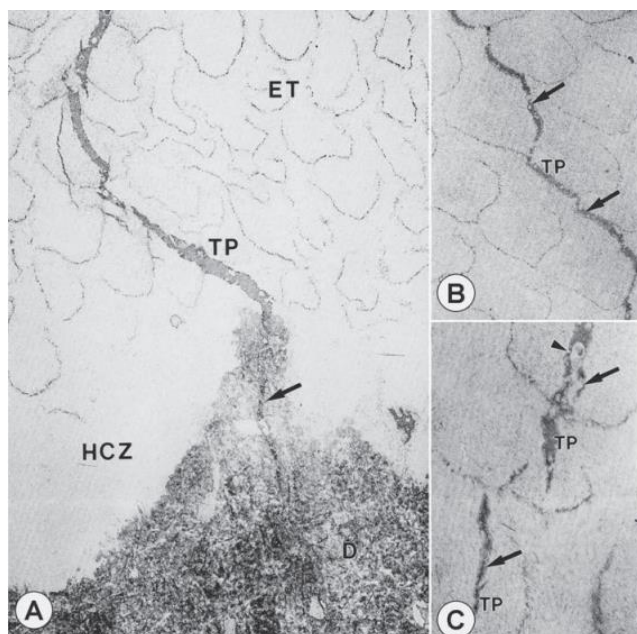


Figure 18 :

A. Fêlure qui prend pour origine une touffe et qui s'étend de la couche superficielle de la dentine.

B. La plaque à touffes passe principalement entre les prismes d'émail (flèches)

C. Les plaques de touffe traversent parfois partiellement les prismes d'émail (flèche) et montrent une discontinuité. Les structures granulaires et vésiculaires sont visible dans la plaque à touffe (pointe de flèche)

D'après Amizuka et al. (36).

On a observé que les fissures dentaires, quelle que soit leur emplacement, leur direction et leur étendue sont toujours colonisées par des biofilms bactériens. Les fissures baignent dans la salive et sont difficiles voire impossibles à nettoyer lors des manœuvres d'hygiène bucco-dentaire de routine (38).

De ce fait, les aliments et les bactéries s'accumulent jusqu'à ce que les fissures deviennent encombrées d'un biofilm bactérien. Dans la plupart des cas, les bactéries du biofilm envahissent les tissus sous la ligne de fissure. La réponse de la pulpe à la colonisation bactérienne de la fissure varie en intensité selon la profondeur de l'infection. A terme, les bactéries envahissent les tubuli dentinaires et produisent des facteurs de virulence qui peuvent engendrer une inflammation pulpaire (38).

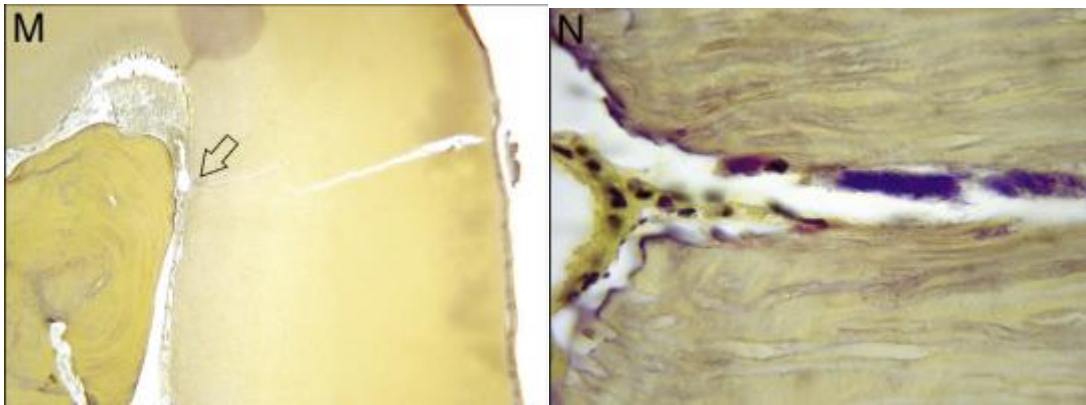


Figure 19 : Coupe histologique d'une molaire mandibulaire observée au microscope (grossissement x400), on note la présence d'un biofilm bactérien (en bleu) qui a colonisé la fêlure. Selon Nagaoka et al. (39).

L'invasion bactérienne des tubules dentinaires se produit plus rapidement dans les dents à pulpe non vitale qu'avec les pulpes vitales (39).

Même si certaines de ces dents peuvent survivre à long terme de manière anecdotique, l'issue du traitement n'est généralement pas favorable (40). Avec le temps et la charge masticatoire répétée, les lignes de fissures peuvent se propager davantage en direction apicale ou latéralement pour atteindre le parodonte et entraîner une résorption osseuse en réponse à la colonisation des bactéries de la fissure (41, 42).

2.2.4 - Mécanisme de la douleur

Le caractère, la durée et les stimuli de la douleur ont des implications importantes pour le diagnostic et le traitement (2). La compréhension du mécanisme de la douleur aidera souvent à l'évaluation de l'étendue et de la direction de la fissure. Luebke a suggéré les termes suivants pour diagnostiquer la douleur d'une fissure dentaire (25) :

- Douleur dentinaire - Un élancement bref et aigu.
- Douleur pulpaire - La douleur profonde, exigeante et irradiante précipitée par un choc thermique sur une pulpe inflammée. Les douleurs peuvent être spontanées.
- Douleur parodontale - La pulsation aggravante d'une dent douloureuse.

La douleur associée à une fracture incomplète d'une cuspide est généralement acceptée comme étant dû au mouvement rapide de liquide dans les tubules dentinaires selon la « théorie hydrodynamique de la sensibilité dentinaire » telle que proposée et étudiée par Brännström (43, 44).

Ce mouvement stimule les fibres nerveuses A-delta à proximité des processus odontoblastiques et de la frontière pulpe-dentine, ce qui entraîne une douleur aiguë de courte durée indiquant une dent vitale.

La pression entre les cuspides peut également provoquer un mouvement de fluide et une douleur, surtout lorsque la pression est relâchée. Lorsque des toxines bactériennes se sont infiltrées dans la pulpe, une « hyperalgésie » peut en résulter.

La douleur est donc due aux mouvements rapides du liquide dentinaire et probablement le résultat d'une légère inflammation pulpaire. Pendant l'inflammation, la stimulation le seuil des fibres A-delta est abaissé (14).

Un deuxième type de douleur pulpaire est produit par la stimulation des fibres C en réponse à l'inflammation, à la chaleur et la déformation. Une douleur sourde et mal localisée en est souvent le résultat (45).

Une dent avec une pulpite douloureuse peut présenter une douleur aiguë, indiquant une activation de la fibre A-delta suivie d'une douleur sourde et prolongée qui irradie dans toute la mâchoire, indicative de l'activation de la fibre C également. Les fibres C résistent à l'anoxie tissulaire et peuvent rester réactives longtemps après les fibres A-delta (46).

Une dent avec une fracture incomplète présentant une fibre C et avec une activation évocatrice de lésions pulpaires, peut nécessiter un traitement endodontique.

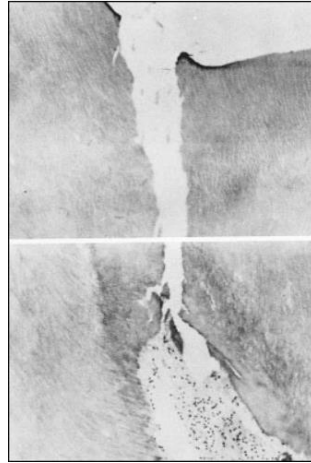


Figure 20 : Coupe histologique d'une fêlure avec atteinte pulpaire (présence de symptômes) d'après Ellis et al. (17)

2.2.5 - Epidémiologie

Les études épidémiologiques sur l'incidence des dents fêlées sont contradictoires. Cependant, il serait approprié de déclarer que la dent fêlée symptomatique est une condition qui affecte généralement les patients adultes, généralement âgés de 30 à 60 ans. Bien que les résultats d'une première enquête épidémiologique menée par Cameron en 1976 semblent suggérer que la maladie était beaucoup plus répandue chez les femmes, il a depuis été démontré par des études plus récentes que les deux sexes semblent être également affectés (19).

Geurtsen *et al.* (5) (2003) ont rapporté que les fractures dentaires sont une cause potentielle majeure de perte de dents dans le monde industrialisé. La disponibilité des données d'incidence sur l'état symptomatique des dents fissurées fait largement défaut. Une étude de Krell *et al.* (47) (2007) a rapporté un taux d'incidence de 9,7% parmi 8 175 patients référés à une pratique endodontique privée sur une période de six ans. Il serait logique de supposer que plus de patients conservent leurs dents dans un âge avancé, des fractures incomplètes des dents postérieures sont plus susceptibles d'être observées à une fréquence encore plus élevée à l'avenir.

Alors que les fractures dentaires postérieures incomplètes sont plus susceptibles d'être observées sur les dents présentant des lésions carieuses ou contenant des restaurations dentaires, une étude de Hiatt (48) a rapporté que 35% des cas présentant une dent fêlée symptomatique dans leur échantillon concernaient des dents saines et sans carie.

Les molaires mandibulaires semblent être les dents les plus souvent touchées par cette condition, suivies des prémolaires maxillaires et des molaires maxillaires. Tandis que les prémolaires mandibulaires semblent être les moins affectées (6).

Il a été émis l'hypothèse que, puisque les premières molaires mandibulaires sont généralement les premières dents permanentes à faire irruption sur l'arcade dentaire, elles sont plus susceptibles d'être affectées par l'apparition de caries dentaires, suivies par la nécessité d'une intervention de restauration ultérieure (6).

Ces dents sont donc plus susceptibles d'être restaurées avec de grandes restaurations profondes, ce qui les rend plus vulnérables au processus de fracture ultérieure. Il a également été proposé que l'effet de coincement infligé aux premières molaires inférieures par la cuspide mésio-palatine proéminente des premières molaires maxillaires puisse également être contributif (6).

3 - Étiologies

La meilleure façon de prévenir les fractures dentaires est peut-être de comprendre les facteurs qui prédisposent les dents à se fragiliser.

Une revue des études rapportant les risques de fissures des dents prend en compte à l'aspect multifactoriel de l'étiologie des dents fissurées, avec deux facteurs principaux prédisposant les dents aux fissures (6) : les caractéristiques naturelles de prédisposition (inclinaison linguale des cuspidés des molaires mandibulaires et cuspide / fosse raide des prémolaires maxillaires, bruxisme, crispation, attrition importante et abrasion) et les actes iatrogènes (utilisation d'instruments rotatifs, préparation de la cavité, largeur et profondeur de la cavité).

Dans un article de Guersten *et al* (49), il est indiqué que les forces excessives appliquées à une dent saine ou les forces physiologiques appliquées à une dent affaiblie peuvent provoquer une fracture incomplète de l'émail ou de la dentine.

Lynch *et al* (4) ont subdivisé les causes de fissures en quatre grandes catégories causales :

- « les procédures restauratrices »
- « les facteurs occlusaux »
- « les conditions de développement »
- « les facteurs divers »

Classification	Facteurs	Exemples
Procédures restauratrices	Conception inadéquate	Surpréparation des cavités
		Restauration débordante
		Relation cuspidale / fosse
	Contraintes de polymérisation	Résine composite non incrémentée
		Pression hydraulique (onlay, inlay, couronnes, bridges)
		Dilatation thermique
Facteurs occlusaux	Accident masticatoire	Noyaux, pain dur...
	Anatomie des cuspides	Cuspide maxillaire fonctionnelle / mandibulaire non fonctionnelle
	Traumatisme occlusaux	Interférence occlusale
	Parafonctions	Bruxisme
Conditions de développement	Défauts liés au développement de la dent	Position de la dent, défaut d'émail, sillons anfractueux...
Facteurs divers	Cyclage thermique	Fêlure d'émail
	Usure érosive des dents	Perte de substance dentaire rendant plus fragile la dent
	Instruments dentaires	Fêlure survenant suite à l'application d'instruments rotatifs

Tableau 7 : Tableau récapitulatif de l'étiologie de la survenue des fêlures d'après Lynch et al. (4)

3.1 - Les procédures restauratrices

La surpréparation et la surutilisation de matériaux de restauration directs sont des facteurs fréquents de fracture iatrogène. Les préparations affaiblissent les cuspidés, tandis que la restauration coince les segments affaiblis.

Un exemple de ceci est la cavité mésio-occlusal-distal (MOD), qui peut compromettre l'intégrité de la dent en diminuant la quantité de structure dentaire saine restante, en particulier lorsque la dent est soumise à des contraintes occlusales excessives (50). La perte des deux crêtes marginales a démontré que la rigidité relative des cuspidés réduisait considérablement, en moyenne de 63% (51). En combinaison avec des forces masticatoires latérales, il y a création de contraintes internes de cisaillement et de traction qui peuvent créer une fracture radiculaire verticale complète ou incomplète (52).

Chaque fois qu'une dent est traitée avec une restauration, la possibilité de fracture augmente en raison d'une quantité de tissu de soutien réduite. Plus il y a de surfaces restaurées et / ou plus l'isthme est large, plus le risque de fracture cuspidienne augmente (53).

Bader *et al.* (54) ont étudié les indicateurs de risque de fracture parmi les dents avec des restaurations existantes et une augmentation démontrée de la RVP (volume relatif proportion taille de la restauration, c'est-à-dire une mesure qui tient compte de la profondeur et de la superficie de la restauration par rapport à la taille de la dent) comme facteur de risque important de fracture de cuspide (54). Il a été proposé qu'une cavité de largeur plus d'un quart de l'intercuspidé, la distance doit être considérée comme étant à un risque accru de fracture (55).

De plus, l'utilisation de matériaux de restaurations comme la résine composite provoque des contraintes de contraction. Il faut également prendre en compte la pression hydraulique exercée lors du scellement des inlays, onlays, couronnes ou bridges, (56) qui peuvent toutes induire des contraintes sur les structures dentaires résiduelles pouvant aboutir à une fracture (40). En outre, les différences dans les coefficients de dilatation thermique entre celui du tissu dentaire et du matériau de restauration peut aussi avoir le potentiel de provoquer une fracture (57).

On retrouve souvent des fêlures dentaires en particulier sur les dents présentant des restaurations mésio-distales en amalgame. La raison principale est la présence d'angles vifs dans la cavité préparée qui sont des sites d'accumulations de contraintes pouvant

potentiellement augmenter le risque de fracture. Mais également du fait de la différence entre les coefficients de dilatations thermiques et la structure de la dent (58).

De même, l'utilisation d'un amalgame dentaire de mauvaise qualité, la contamination de l'amalgame dentaire par l'humidité, des pressions de condensation excessives lors de sa mise en place, des surcontours de restaurations (51) peuvent également provoquer des fractures (56).

3.2 - Les facteurs occlusaux

De même, le rôle de l'occlusion est souvent cité dans les développements des fêlures et des fractures coronales. La perte du guidage antérieur peut provoquer à la génération de forces excentriques accentuant l'apparition de fêlure. Ainsi, les dents postérieures subissent plus de contraintes car l'homogénéité du système dentaire n'est plus respectée. L'effet de coincement de la relation cuspidé-fosse est considéré comme un facteur principal des fractures cuspidiennes (59).

Il semble que l'anatomie des cuspides joue un rôle dans la formation des fêlures. On remarque que les cuspides non fonctionnelles semblent se fracturer à une fréquence plus élevée. Il a été démontré qu'elles diffèrent des cuspides fonctionnelles par leurs formes anatomiques, ce qui peut conduire à un potentiel de fracture plus élevé (60).

Les cuspides fonctionnelles des molaires maxillaires sont significativement plus larges que les cuspides non fonctionnelles. En outre, les cuspides fonctionnelles ont une inclinaison angulaire plus grande, et de ce fait sont soutenues sur leur versant externe et interne par la dent antagoniste. La cuspidé non fonctionnelle est donc plus susceptible de se fissurer avec les forces latérales dues au manque de support de son versant externe (60).

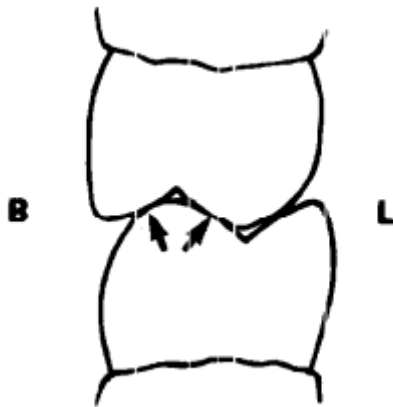


Figure 21 : Ce sont les cuspides fonctionnelles qui prennent en charge l'occlusion. Selon Khera et al. (60).

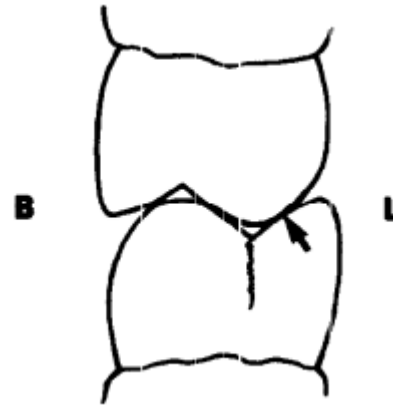


Figure 22 : Ce sont les cuspides non fonctionnelles qui prennent en charge l'occlusion. En résulte la propagation d'une fêlure en direction apicale. Selon Khera et al. (60).

Les **cycles de mastication** et les **traumatismes occlusaux** peuvent également conduire à une fracture. Helkimo *et al* (61) ont déterminé la force de morsure maximale entre les molaires naturelles allant de 10 à 73 kg avec une moyenne de 45,7 kg pour les hommes et 36,4 kg pour les femmes. Il a été estimé que le rapport de force sur les molaires, les prémolaires et incisives est de 4 : 2 : 1 respectivement, avec des forces beaucoup plus élevées qui sont appliquées au plus proche de son déterminant occlusal postérieur (l'articulation temporo-mandibulaire) (62).

Enfin, l'observation clinique suggère que les fractures des cuspides se produisent plus fréquemment chez les bruxeurs que chez les non bruxeurs (63). En effet, les habitudes de grincement des dents (**bruxisme**) conduisent à la génération de forces occlusales considérables, en particulier les habitudes de bruxisme nocturne, probablement due aux inhibiteurs corticaux étant supprimés pendant le sommeil, permettant ainsi à des forces plus importantes d'être appliquées (64).

3.3 - Les conditions de développement

Les facteurs morphologiques augmentant le risque de formation de fêlure dentaire comprennent :

- des rainures occlusales profondes
- des rainures radiculaires verticales prononcées ou des bifurcations
- des espaces pulpaires étendus en découle des parois dentaires plus fragiles
- des cuspides mésio-palatines proéminentes des premières molaires maxillaires supérieures
- la présence de molaires mandibulaires inclinées lingualement, que l'on pense être le plus susceptible de souffrir par fracture des deux cuspides linguales (65).

Ces conditions comprennent la possibilité de zones de faiblesse structurelle localisée dans une dent, survenant comme un résultat de la fusion incomplète des zones de calcification (48).

3.4 - Facteurs divers

Dans la catégorie des « facteurs divers » sont inclus des facteurs tels que :

- la fissuration / craquelure du tissu dentaire qui survient de l'utilisation d'instruments rotatifs à grande vitesse
- l'usure érosive des dents
- le facteur du cyclage thermique

Une dentition vieillissante peut être plus prédisposée à la fissuration car les tissus durs deviennent plus cassants et moins élastiques avec l'âge, les forces appliquées pouvant dépasser les limites élastiques de la dentine. (66)

4 - Diagnostic

En raison des signes et symptômes cliniques variables, identifier une fêlure dentaire est un défi diagnostique, même pour les opérateurs dentaires les plus expérimentés (67). L'importance d'un diagnostic précoce a été associée à une prise en charge et un pronostic réparateurs réussis (68). Une grande variété d'affections dentaires peut présenter des caractéristiques similaires et être diagnostiquées à tort comme une fêlure dentaire et inversement, ce qui complique le diagnostic.

Ces conditions comprennent les maladies parodontales aiguës, la pulpite réversible, l'hypersensibilité dentinaire, la douleur galvanique associée aux restaurations en amalgame d'argent, la sensibilité suite à une micro-fuite de restaurations en résine composite récemment placées, les zones d'hyper occlusion des restaurations dentaires, le traumatisme occlusal des habitudes parafunctionnelles, la douleur orofaciale résultant de conditions telles que la névralgie du trijumeau et des troubles psychiatriques tels que des douleurs faciales atypiques (40).

Les étapes pour identifier une fissure ou une fracture comprennent les éléments suivants (3) :

- Recueil de l'histoire dentaire
- Examen subjectif
- Examen visuel objectif
- Examen tactile
- Tests périapicaux
- Tests de morsure
- Test de sensibilité
- Sondage parodontal
- Examen radiographique
- Retrait de la restauration
- Coloration
- Transillumination
- Évaluation chirurgicale

4.1 - Histoire dentaire et examen subjectif

Il est nécessaire de reprendre l'historique dentaire du patient dont la recherche de (69) :

- Traumatismes occlusaux répétés avec seulement un soulagement temporaire des symptômes ou une évaluation par plusieurs praticiens sans diagnostic définitif (3)
- Maladie parodontale avec perte osseuse importante en regard de la dent concernée. Une diminution du soutien osseux peut entraîner un stress accru sur la dentine, prédisposant les racines d'une dent à la fissuration (3)
- D'autres dents fissurées, en raison de nombreux facteurs anatomiques et comportementaux prédisposent les dents aux fissures affectants souvent plus d'une dent (3)

On peut compléter le questionnaire par un examen subjectif (3) :

- Pour indiquer la dent qui est sensible, en gardant à l'esprit, cependant, que les patients pourraient ne pas être en mesure d'identifier la dent problématique.
- S'ils se souviennent d'avoir mordu accidentellement un objet dur. Un tel incident peut correspondre à une apparition soudaine de la douleur.
- À propos de toute habitude préjudiciable, comme serrer ou grincer des dents, ou mâcher de la glace, stylos, bonbons durs ou autres objets

4.2 - Examen visuel

Il est nécessaire de réaliser un examen exo-buccal en observant le visage, des muscles de mâchoire agrandis peuvent indiquer une habitude de surcharge pendant la mastication.

Lors de l'examen endo-buccal, il faut rechercher également des facettes d'usure, qui peuvent indiquer un historique de serrement, bruxisme, ou mastication avec une force excessive (3).

On note également les relations cuspides-fosse qui peuvent provoquer des contraintes occlusales excessives ainsi que des cuspides abruptes ou des sillons de développement, car ceux-ci peuvent prédisposer les dents aux fissures. On relève les fêlures ou les fissures plus foncées. Généralement, plus la tâche est foncée dans une fissure, plus la fissure est présente

depuis longtemps. Il faut aussi chercher la présence de restaurations fissurées ou espaces inhabituels entre les restaurations et la structure dentaire (4). L'application d'une sonde droite pointue sur les bords de la dent fortement restaurée (suspectée d'avoir une fracture incomplète) peut provoquer une douleur aiguë, indiquant ainsi la présence d'une fissure sous-jacente (69).

4.3 - Test de percussion

La percussion est généralement un examen de choix pour déterminer s'il y a une fissure qui s'amorce à partir de la couronne. L'utilisation de la percussion angulaire (par opposition à la percussion verticale directe) est particulièrement utile car elle peut provoquer la séparation de la ligne de fissure et la stimulation de la parodontite par les fibres ligamentaires ou entraîner des mouvements de fluide dans les tubules dentinaires et donc une douleur (3).

Cependant, selon Kahler et William (26), les tests de vitalité et les tests de percussion apicale avec un manche d'instrument ne sont pas spécifiques (26, 70).

Par ailleurs, un nouveau dispositif médical a été créé, le diagnostic quantitatif par test de percussion (QPD) et permet de mesurer la stabilité des éléments testés en évaluant leur capacité d'amortissement. D'après une étude Sheet *et al.* (70) il a permis de localiser des fêlures au-delà de la jonction ciment-émail mais s'est avéré aussi efficace que l'examen par transillumination dans la localisation des fêlures.



Figure 23 : Test de diagnostic quantitatif par percussion (QPD) sur la cuspide mésio-vestibulaire d'une molaire d'après Sheet et al. (71)

4.4 - Test de palpation :

La palpation, bien qu'elle soit un test très utile dans d'autres situations, n'est généralement pas l'examen de choix pour déterminer l'existence d'une fissure (3).

Elle consiste à gratter la surface de la dent avec la pointe d'un explorateur pointu ; la pointe peut s'accrocher dans une fissure ou palper la gencive autour de la dent, en recherchant des signes possibles d'une déhiscence ou fenestration (69).

4.5 - Test de morsure :

Ce test consiste à demander au patient de mordre un objet ferme, comme un bâton de bois ou des rouleaux de coton pour susciter délibérément la sensation de douleur de la dent (par exemple, la cuspide spécifique) (71, 72).

La fêlure n'entraîne pas forcément une douleur : si elle existe, la douleur est généralement fugace, modérée en intensité et ne dure que quelques secondes. Mais elle peut apparaître au moment de la mastication et surtout lors du relâchement (40).

En raison des difficultés de positionnement de ces objets sur une cuspide spécifique de la dent, certains dentistes préfèrent utiliser un bloc de morsure en plastique spécial, qui est disponible dans le commerce (par exemple, Tooth Slooth, Professional Results Inc.) (72).



Figure 24 : Photo d'un test de morsure réalisé à l'aide d'un Tooth Slooth d'après John Carson (73)

Ainsi, induire de la douleur de cette manière est considéré comme un indicateur fort de la présence de fêlure dentaire. Roh et Lee (74) confirme cette théorie car presque toutes les dents fêlées ont montré des réponses pour le test de morsure (96,1%).

Cependant, d'après une étude de Abbott et Leow seulement 8 % des dents avaient des douleurs lors de la libération de la morsure. Il était beaucoup plus courant d'avoir mal quand une pression a été appliquée et certaines dents n'avaient pas de douleurs liées à la morsure (75).

Il est donc nécessaire de compléter ce test avec d'autres tests diagnostiques.

4.6 - Test de sensibilité

Le test de sensibilité permet de donner des indications pour savoir si la pulpe est vitale ou non et s'il y'a présence d'une réponse douloureuse. De ce fait, elle ne permet pas directement d'identifier la présence d'une fêlure mais plutôt pourrait mettre en évidence la présence de bactéries dans une fêlure qui causeraient une inflammation pulpaire (pulpite réversible) (3).

Plusieurs types de test de sensibilité sont possible dont les plus utilisés (56) :

- Le test au froid : appliquer sur la dent suspectée à l'aide d'une boulette de coton froide
- Le test au chaud : appliquer sur la dent un cône de gutta-percha préalablement chauffé
- Le test électrique : appliquer le test électrique sur la dent concernée

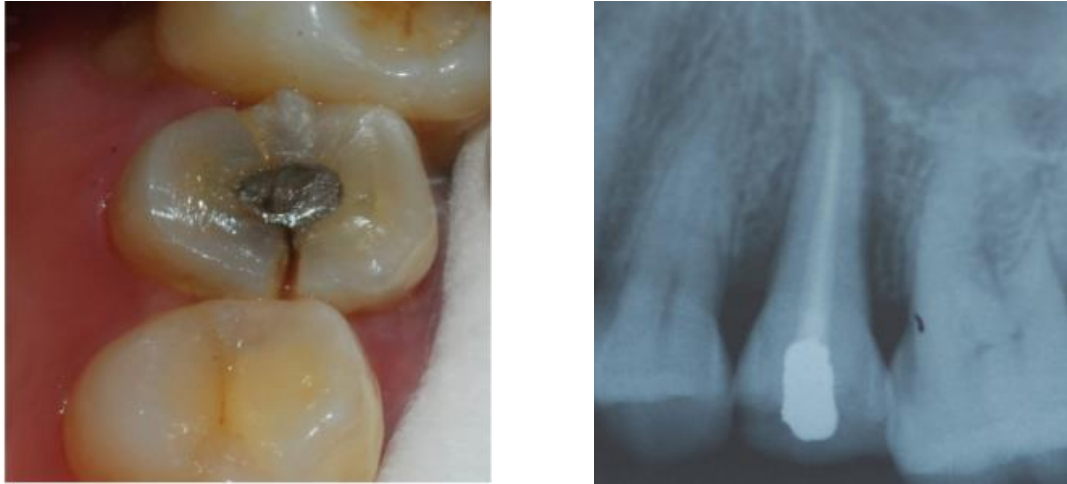
1. Si la pulpe est saine, une courte période de stimulation (2 à 4 secondes) provoque une réponse transitoire.
2. Avec une pulpe malade, la réponse soit est en retard, ne se produit pas, n'est pas concluant ou commence immédiatement mais s'attarde quelques secondes (pulpite réversible).
3. Si la pulpe est stressée par blessure pathologique et traumatique antérieure, la réponse survient généralement plus tard et est faible et le patient habituellement décrit une sensation plutôt qu'une douleur spécifique.
4. Si la pulpe est nécrotique et a causé une réaction initiale dans le tissu périapical, le patient ne répondra pas à la chaleur. La stimulation physique, la pression, la morsure par percussion pourra produire de la douleur ou de l'inconfort (76).

4.7 - Test radiographique

Les fissures sont rarement visualisées sur les radiographies conventionnelles. Les fissures mésiodistales ne peuvent jamais être vues et les fissures bucco-linguales n'apparaîtront que s'il y a une séparation réelle des segments ou si la fissure se trouve exactement dans le même angle que le faisceau de rayons X (4).

Cependant, des changements dans la chambre pulpaire, le canal ou l'espace périapical peuvent suggérer la présence d'une fissure. Les preuves radiographiques ont tendance à être plus probables à mesure que la fissure progresse et qu'un défaut osseux se développe. Faire des radiographies périapicales sous plus d'un angle peuvent augmenter les chances d'identifier un défaut induit par une fissure au début de son développement (40).

Par ailleurs, un espace ligamentaire parodontal épaissi ou une radioclarité longitudinale diffuse, en particulier avec un aspect elliptique ou en forme de J apicalement le long de la racine ou un aspect en forme de U impliquant la furcation et les surfaces proximales peut indiquer une fissure (3).



*Figure 25 : Exemple de fissure verticale :
présence d'une image radioclaire le long de la
racine concordant avec la présence d'une fêlure
d'après Kalyan Chakravarthy et al. (77)*

Sur les dents traitées endodontiquement, une ligne radioclaire uniforme sur toute la longueur du matériau d'obturation du canal radiculaire peut indiquer un espace causé par une fissure, mais ne doit pas être considérée comme concluante car elle pourrait être causée par d'autres entités (71).

La taille, la conception et l'emplacement des ancrages canaux contribuent souvent aux fissures, il est donc préférable de vérifier les dents traitées endodontiquement pour les tenons longs, les tenons de courte largeur, les tenons métalliques personnalisés ou les tenons avec fils qui se lient à la structure de la dent (3).

Les radiographies peuvent également aider à écarter d'autres diagnostics possibles. Il faut rechercher des signes de perforations ou de résorption interne ou externe et vérifier également les signes indiquant qu'un traitement endodontique antérieur peut être recontaminé par des bactéries (3).

Des techniques plus récentes, telles que la tomographie par micro-ordinateur à faisceau conique (CBCT), peuvent être plus efficaces pour détecter de manière non invasive la présence et l'étendue des fissures (77).

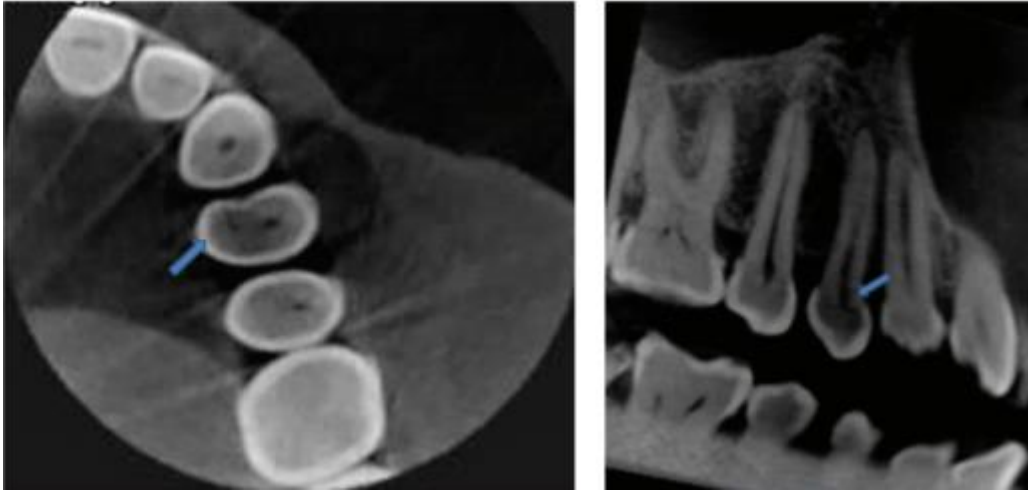


Figure 26 : Exemple d'identification d'une fêlure à l'aide d'un cone beam. D'après Kalyan Chakravarthy (77).

Cependant, l'examen clinique doit justifier l'utilisation du CBCT en démontrant que les avantages pour le patient l'emportent sur les risques (78). Les cliniciens ne doivent utiliser le CBCT que lorsque le besoin d'imagerie ne peut pas être répondu de manière adéquate par radiographie dentaire conventionnelle ou imagerie alternative.

Valizadeh *et al.* (79) dans leur étude *in vitro* ont démontré que le CBCT, était plus efficace dans la détection des fractures dentaires longitudinales par rapport aux radiographies dentaires conventionnelles. En revanche, on détecte parfois difficilement les fêlures les plus fines à la radiographie ou au CBCT. L'examen radiographique doit se faire en complément de l'examen clinique mais ne remplace pas ce dernier.

4.8 - Test de sondage parodontal

Un sondage minutieux par petits incréments sur toute la circonférence de la dent peut révéler un défaut parodontal étroit et isolé, caractéristique d'une fissure. La profondeur du sondage correspond alors à la profondeur de l'étendue de la fêlure. Il est facile de le différencier du défaut généralisé caractéristique d'une poche de maladie parodontale (71).

Par ailleurs, un sondage interproximal doit être effectué, en particulier si la fissure s'étend dans le sens mésio-distal. Les restaurations interproximales qui sont retirées permettent un meilleur accès pour effectuer le sondage dans ces zones difficiles (3).



Figure 27 : Radiographie et photo d'un sondage ponctuel et profond a permis de mettre en évidence une fêlure le long de la racine (source : Dr David Bensoussan et Dr Catherine Benamara-Bensoussan)

4.9 - Dépose des restaurations

La dépose des restaurations permet un examen visuel de la cavité restante. Il est nécessaire de vérifier soigneusement les crêtes marginales mésiales et distales qui ont tendance à être des zones faibles. Il faut compléter l'examen à l'aide d'outil de grossissement, coloration et transillumination pour un examen complet afin d'identifier la fêlure.



Figure 28 : Mise en évidence d'une fêlure sur le plancher après dépose de la restauration selon AAE (3)

4.10 - Test transillumination :

En transillumination, un transilluminateur à fibre optique ou une autre source lumineuse similaire est appliqué directement sur la surface de la dent. Toutes les autres lumières sont éliminées, la dent est vue dans un miroir et le faisceau lumineux est positionné perpendiculaire au plan de la fissure suspectée. Une fissure bloquera la lumière. Les dents structurellement saines, transmettront la lumière à travers la structure de la dent (3).

La transillumination est considérée comme une méthode standard de localisation de fissures ou de fractures des dents (19, 22, 76, 80). Selon les instructions du fabricant, le blocage de la transmission de la lumière indique une fissure structurelle ou une fracture significative dans une dent. Malheureusement, la transillumination est limitée aux régions visibles d'une dent. Les défauts interproximaux ou sous le complexe gingival/osseux ne sont généralement pas détectables par transillumination, ce qui limite les capacités de diagnostic de l'instrument (4, 81). Les lignes de craquelure superficielle de l'émail peuvent être confondues avec une fissure structurelle et conduire à des faux positifs. L'ajout d'un grossissement lors de la transillumination peut améliorer la visualisation d'une fissure (82).

La transillumination des dents pour détecter la présence de fissures doit être effectuée dans tous les cas suivants (83) :

- Sur les crêtes marginales,
- Le plancher de la préparation de la cavité
- Le plancher pulpaire après préparation de l'accès endodontique
- Les surfaces proximales accessibles
- Pendant les procédures chirurgicales de réflexion du lambeau

La transillumination est particulièrement bénéfique lorsqu'elle est effectuée après le retrait des restaurations. Beaucoup de fractures ne sont pas visualisées sans transillumination.



*Figure 29 : Photo d'un test de transillumination.
La lumière bloquée permet d'identifier une
fêlure sur la prémolaire selon AAE (3)*

4.11 - Aide optique

L'éclairage et le grossissement fournis par un microscope clinique ont été utilisés pour localiser des fissures difficiles ou impossibles à voir avec une vision non assistée (84).

L'ajout du microscope clinique à un protocole de diagnostic pour la détection des fissures et des fractures permet d'élargir les données visibles, qu'il s'agisse d'une dent en cours d'examen initial ou pendant un processus de démontage (82).

Un diagnostic et une intervention précoces peuvent limiter la propagation de la fracture et éventuellement prévenir l'atteinte pulpaire, la perte osseuse parodontale ou une défaillance catastrophique. Le microscope d'opération dentaire à un grossissement de 16x peut fondamentalement changer la capacité d'un clinicien à diagnostiquer de telles conditions.

A l'inverse, de nombreuses fissures ne sont pas structurelles et peuvent conduire à un diagnostic erroné et à un traitement excessif. Un examen microscopique méthodique, une compréhension de la progression des fissures et une appréciation des types de fissures guideront un clinicien pour prendre les décisions appropriées (3).

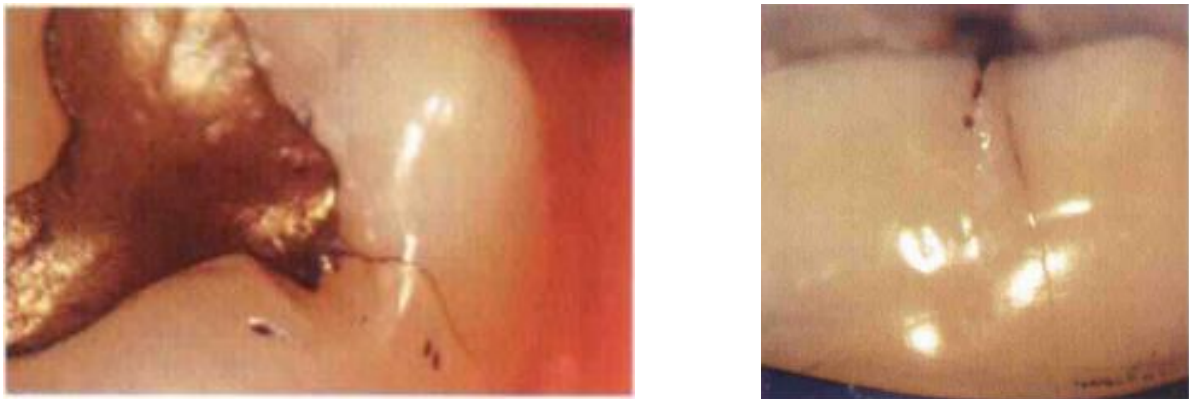


Figure 30 : Photos permettant l'identification d'une fêlure à l'aide d'un microscope optique (x16). D'après Rubinstein et al. (82).

4.12 - Test de coloration :

Les pénétrants de colorant, y compris le bleu de méthylène, le violet de gentiane, la fluorescéine de sodium et le colorant de détection des caries, sont utilisés en dentisterie et dans l'industrie depuis des décennies pour identifier les fissures et les fractures et sont reconnus comme les premiers indicateurs visibles de fissures importantes (85).

Initialement, les fissures peuvent ne pas avoir suffisamment d'espace entre les couches pour permettre au colorant de pénétrer par capillarité et de révéler le défaut. L'évaluation subjective de la pénétration du colorant dans les rainures et les irrégularités peut créer des faux positifs et

négatifs. Wright *et al.* (80) ont rapporté que le bleu de méthylène avec transillumination et grossissement distinguait mieux les racines réséquées fissurées et non fissurées.

Ghorbanzadeh *et al.* (86) ont trouvé que la combinaison de bleu de méthylène et de transillumination était la méthode la plus sensible pour détecter les fissures apicales des racines.



Figure 31 : photos montrant la révélation d'une fêlure à l'aide du bleu de méthylène. Selon Castelucci et al. (85).

4.13 - Examen chirurgical

L'exploration chirurgicale permet un examen visuel de la surface radiculaire pour l'apparition d'une fissure et ne doit être utilisé que si la fissure est fortement suspectée et ne peut être confirmée par d'autres moyens de diagnostic. Les fissures présentes dans une orientation bucco-linguale sont plus faciles à détecter que celles qui sont présentes dans une orientation mésio-distale, puisque la visualisation est gênée par les dents adjacentes (3).

Cependant, pratiquer une chirurgie diagnostique peut aider à détecter précocement des situations incurables, épargnant la nécessité d'un traitement endodontique ou restaurateur sur un cas finalement désespéré. Chaque fois qu'une intervention chirurgicale est effectuée pour détecter une fissure, le patient doit être pleinement informé qu'elle est une procédure de diagnostic exploratoire (3).

5 - Prise en charge clinique

Les traitements conventionnels des fêlures rapportés dans la littérature impliquent une certaine forme de protection par des restaurations afin de garantir une couverture cuspidienne. Le protocole de traitement spécifique suggéré consiste à éliminer toutes restaurations existantes, évaluer la santé de la pulpe et de la structure dentaire coronaire restante, et si indiqué, restaurer avec une couronne complète (6).

5.1 - Objectifs de traitement :

Les objectifs de traitement d'une dent fêlée sont :

- Améliorer l'aspect esthétique de la fêlure
- Supprimer la symptomatologie et soulager les douleurs du patient
- Éviter une propagation de la fissure en direction apicale afin de ne pas compromettre l'avenir de la dent
- Renforcer mécaniquement la dent fragilisée.

5.2 - Traitement immédiat

L'objectif primaire doit être de stabiliser une dent fissurée immédiatement. Ce renfort empêche une extension supplémentaire ou complète jusqu'à la fracture de la dent. Il permet donc d'atténuer les symptômes, mais aussi de réduire la pénétration des bactéries dans la fêlure (87).

5.2.1 – Stabilisation par bague orthodontique

Les bagues orthodontiques en acier sont idéales à cette fin (alors que les bagues de cuivre doivent être soigneusement mises en forme afin d'éviter les irritations gingivales ou parodontales). Le diagnostic peut être vérifié directement après la pose d'attelles puisque le test de morsure produira un soulagement typique de la douleur (5).

En cas de persistance de douleur aux tests thermiques (chaud, froid), il faudra envisager de réaliser un traitement endodontique de la dent concernée. La contention pourra rester en place le temps de réaliser le traitement endodontique (72).

Cependant, la mise en place de bague orthodontique peut s'avérer parfois longue et difficile. Les praticiens faisant de l'omni-pratique n'ont pas forcément accès à ce type de bague. De plus, l'aspect inesthétique peut parfois aller à l'encontre des souhaits du patient.

5.2.2 – Ajustement occlusal

Ce traitement pourra être complété par un ajustement occlusal afin de réduire le stress sur la dent et de soulager les symptômes. L'effet de coin de la relation cuspide-fosse a été proposé comme cause principale de la fissuration des cuspides. Cet effet de coincement pourrait résulter d'un contact inter-occlusal excessif prolongé (88).

Comme dit précédemment, Cave *et al.* (89) ont noté que des fractures des cuspides ont été fréquemment observées sur les cuspides non fonctionnelles parce que les cuspides fonctionnelles sont supportées sur les pentes intérieures et extérieures des dents opposées (Figure 21). Les cuspides non fonctionnelles sont plus sensibles à fracture due aux forces occlusales latérales par manque de support des pentes extérieures (Figure 22).

5.2.3 – Stabilisation par provisoire

La mise en place d'une couronne provisoire en résine comme traitement immédiat dans les cas de dents présentant des fractures incomplètes peuvent s'avérer être une solution possible dans l'attente de la couronne définitive. Cependant, cette technique demande un temps de réalisation plus long et est biologiquement invasive et coûteuse. Il est difficile d'envisager cette

thérapeutique en première intention car la mise en place d'une couronne provisoire va à l'encontre du principe d'économie tissulaire. Cette technique permet en revanche de réduire les symptômes liés à la fêlure dentaire et ainsi de temporiser avant la mise en place d'une restauration définitive (90).

5.3 – Traitement par reconstitution directe

Il est d'une importance capitale de stabiliser les dents affaiblies en raison de la préparation de la cavité. Outre la couverture complète des cuspidés par des couronnes partielles ou complètes, des restaurations collées ont été proposées pour la contention interne des dents restaurées (91).

Les résines composites et les ciments verres ionomères sont les matériaux de restauration directe les plus utilisés dans la pratique quotidienne. Leur utilisation en intra-coronaire, dans la gestion des cas de dents fissurée, est basée sur leur capacité à se fixer aux tissus dentaires de chaque côté de la fêlure et ainsi empêcher les mouvements des fragments autour de la fissure indépendamment les uns des autres. Le but étant que ces matériaux rétablissent une résistance à la rupture équivalente à celle d'une dent saine (91).

Par ailleurs, il existe des preuves montrant que les restaurations avec l'utilisation de résines composites n'augmentent pas la résistance à la fracture pour les dents présentant de larges cavités occlusales-proximales par rapport à des dents saines et non restaurées. En effet, Geurtsen *et al.* (92) rapportent que les résines composites sont moins efficaces lorsque la cavité est supérieure à la moitié de la largeur intercuspidienne (sans recouvrement cuspidien).

Cependant, Ratcliff *et al.* ont estimé que la présence d'une restauration intra-coronale peut prédisposer la dent à un risque de fracture 29 fois supérieur à celui d'une dent saine et non restaurée (93).

Signore *et al.* (66) suggèrent que la restauration composite collée peut être un traitement efficace pour une douleur liée à une dent fissurée. Plus de 90 % des dents conservent la vitalité pulpaire à long terme. Bien qu'il soit difficile de comparer les résultats des études différentes, une couronne complète semble être moins efficace pour préserver la vitalité de la pulpe.

D'autres comme Homewood (94), ont proposé l'utilisation de ciment verre ionomère pour maintenir les cuspidés ensemble. Mais celui-ci présente une résistance trop faible par rapport aux forces de tensions émises par la dent lors de la mastication et ne semble pas être une solution viable pour la restauration de la dent à long terme.

Ainsi les restaurations en composite de petite étendue sont une bonne solution pour conserver la vitalité pulpaire. Cependant les restaurations de trop grande étendue ou avec du ciment verre ionomère ne sont pas adaptées pour restaurer la dent fissurée à long terme.

5.4 – Traitement par reconstitution indirecte

Les traitements par reconstitution indirecte sont une solution de choix pour le traitement des dents fêlées symptomatique. Plusieurs types de restaurations peuvent être utilisés.

5.4.1 – Inlay en composite ou en céramique

Les restaurations d'incrustations intra-coronales conventionnelles utilisent le concept de « rétention de coin », qui a le potentiel d'exercer une pression extérieure sur la dent afin de permettre un scellement (95). Grâce au potentiel d'adhésion des colles, les restaurations par inlay sont insérées de façon passive dans la cavité, mais les forces transmises aux parois non recouvertes sont toujours présentes (96).

Au contraire, une analyse in vitro a montré que les inlays en céramique et les inlays en composites fabriqués en laboratoire ont le potentiel d'augmenter la résistance à la fracture des molaires avec de plus larges cavités à des valeurs similaires à celle de dents saines (97).

Cependant, Magne P. a montré que les onlays étudiés présentaient une majorité de contraintes interfaciales de compression, tandis que les inlays présentaient une majorité de contraintes de traction (98), ce qui peut provoquer une propagation défavorable dans le cas des fêlures.

De ce point de vue, l'utilisation des inlays pour la restauration de dents fêlées ne semblent pas être adaptés car ils n'offrent pas la protection suffisante pour la restauration de la dent à long terme (96).

5.4.2 – Onlay / overlay en céramique

Les onlays / overlays, sont des restaurations indirectes collées qui permettent le remplacement d'une partie absente de la partie coronaire de la dent et notamment d'une ou plusieurs cuspides (98).

Avec l'avènement des céramiques renforcées à base de **leucite (Empress) et de disilicate de lithium (Emax)**, il a été possible de fabriquer divers types de restaurations en céramique avec une résistance à la fracture plus élevée et une augmentation de la résistance à la flexion et à la compression (87).

Liebenberg (87) a utilisé les onlays en céramiques pour traiter cas de dents fêlées et douloureuses. L'utilisation de telles restaurations s'est avérée efficace dans le traitement des fêlures dentaires. La préparation dentaire pour recevoir un onlay en céramique impliquait essentiellement la réduction de la coupe fragilisée de 2,0 mm, suivi de la mise en place d'un chanfrein/épaulement arrondi de 2 mm de largeur appliqué juste sous les surfaces occlusales préparées (96).

L'application d'un onlay en céramique peut nécessiter l'utilisation d'une restauration provisoire et il y'a une possibilité d'augmenter le risque de complication pulpaire (99). Cependant, avec l'avènement de la conception/informatique contemporaine de fabrication assistée (CAO/FAO), il est possible de terminer une restauration en une seule séance (100).

Dans le cas de la CFAO, l'absence d'irritation temporaire liée à la préparation et à la mise en place en 2 séances d'une restauration provisoire (qui peut montrer des signes de fracture, de fuite ou déplacement), permet d'obtenir un risque réduit de pénétration salivaire et bactérienne. Elle permettrait d'éviter une augmentation du risque de stress pulpaire lors d'une 2^e séance qui comprend l'essai de la restauration, le scellement, une dessiccation supplémentaire des dents et des bactéries (96, 100).

Le protocole de scellement immédiat de la dentine a été proposé comme une technique efficace de scellement des tubules dentinaires afin pour prévenir ou réduire la contamination

bactérienne et la sensibilité pulpaire pendant la phase de prévision tout en améliorant la force de liaison de la restauration finale (101). Il consiste lorsque la dentine a été exposée après préparation pour restauration collée indirecte, par l'application locale d'un agent de collage dentinaire.

Alors que les céramiques dentaires peuvent être utilisées pour produire des restaurations d'une haute valeur esthétique, leur propriété de faible déformation en tension aboutit à un matériau relativement cassant qui peut présenter des signes de fracture avec peu ou pas de déformation plastique. De ce fait, elle présente tout de même un risque de propagation de fêlure pour la dent sous-jacente (87, 96).

Plus généralement, la réparation des restaurations céramiques s'avère aussi difficile, car aucun rebasage n'est possible. Ceci implique la réfection totale de la pièce prothétique en cas de nécrose de la dent par exemple, à la suite du traitement réalisé (96).

5.4.3 – Onlay / overlay en composite

Les restaurations onlays en composites (indirectes) se sont avérées efficaces pour le traitement des dents douloureuses et fêlées selon Brunton et *al.* (102).



Figure 32 : Photo d'une molaire symptomatique restaurée par onlay composite en technique indirecte (102).

En effet, Deliperi et *al.* (103) déclarent que par rapport aux techniques directes en résine composite, la technique indirecte permet des restaurations qui ont une anatomie plus favorable en forme, une prescription occlusale plus précise et un contact proximal plus prévisible. De plus, ils ne sont pas soumis à la contraction de polymérisation comme les résines composites utilisés en technique directe qui est le principal inconvénient de celles-ci.

Selon Wendt (104), ces restaurations présentent des propriétés mécaniques et physiques améliorées, comparativement aux composites directs, telles que la résistance mécanique et la résistance à l'usure, en raison d'un niveau plus élevé de conversion de polymérisation pouvant être atteint par ces méthodes indirectes.

Par rapport aux onlays en céramique, les deux formes de restauration nécessitent le même niveau de réduction dentaire. Cependant, l'onlay composite en résine à liaison indirecte offre le mérite de la facilité de réparation (avec des matériaux directs) et permet un réglage plus accessible (96).

La possibilité d'ajouter un composite direct peut être crucial dans les cas des fêlures, où la perte de la vitalité peut précéder la cimentation de la restauration définitive, car cette dernière

peut être facilement réparé après le traitement endodontique, sans avoir besoin de la dépose complète de l'onlay. De plus, il continuera à remplir son rôle d'attelle, tandis que le traitement canalaire est entrepris (96).

Des onlays composites indirects ont été montrés une plus grande capacité pour absorber les forces de charge de compression, réduisant ainsi la force d'impact sur la structure dentaire sous-jacente de 57 %, lorsque par rapport à la céramique dentaire. Ils sont également moins abrasifs vis-à-vis des surfaces occlusales opposées (96).

Brunton et *al.* (102) ont montré que des prémolaires restaurées au moyen d'onlays composites présentaient des niveaux plus élevés de résistance à la fracture que les dents équivalentes restaurées avec des incrustations de céramique.

Des onlays composites en résine indirecte apparaissent jouer un rôle dans la gestion de la symptomatologie des fêlures dentaires. Ils peuvent constituer une option de traitement efficace et surmonter de nombreux inconvénients liés à l'utilisation des techniques directes. Ils restent plus conservateurs que les restaurations à couverture complète et offrent un potentiel de réparation efficace.

Il peut être nécessaire de faire preuve de prudence lors de l'examen de leur placement parmi les patients qui présentent des signes d'usure dentaire car le composite peut être soumis à ce même phénomène et la restauration pourrait à long terme ne plus protéger la dent efficacement (105).

5.4.4 – Couronne périphérique

Sur la base des observations selon lesquelles les fissures sur les dents postérieures s'étendent généralement de l'inclinaison occlusale vers le tiers cervical de la couronne clinique, Guthrie et *al.* (106) ont préconisé l'utilisation de couronnes à couverture complète pour être la forme de restauration la plus appropriée pour gérer les dents fêlées.

Une restauration de couverture complète permet de répartir les forces occlusales sur toute la dent pour minimiser les contraintes qui, autrement, peuvent propager une fissure déjà existante ; tandis que la forme de rétention de la couronne à travers le processus de scellement qui par frottement va lier les fragments de dents entre eux, minimisant ainsi leur mouvement indépendant lorsque les forces occlusales sont libérées (106).

La proportion de dents (avec fêlure) avec le besoin ultérieur de traitement endodontique est significativement plus élevé à la suite de l'application de couronne périphérique de couverture que des cas qui ont été restaurés par d'autres moyens de restauration comme décrit ci-dessus (47, 106).

La perte de vitalité pulpaire est un problème évident suite à la préparation des dents pour recevoir ces dernières formes de restauration ; le problème apparaît être encore aggravé dans les cas de fêlures, où la pulpite réversible serait généralement être une condition déjà préexistante (107, 108).

Il a été rapporté par Tan et *al.* (109) que les dents fêlées traitées endodontiquement ont une perspective à long terme relativement mauvaises comparé à des dents vitales fêlées.

La perte de vitalité pulpaire est un donc un problème majeur dans ce type de restauration et si l'on doit réaliser le traitement endodontique sur une dent traitée, par une couronne périphérique d'usage, le coût et le temps de la procédure augmentent.

Les onlays à base de résine composite fabriqués indirectement et divers onlays en céramique ont augmenté la résistance à la fracture à des niveaux aussi élevés que ceux des dents saines sans carie. Par conséquent, il est préférable de renforcer les dents affaiblies avec de larges cavités par une couverture cuspidienne complète avec des restaurations en céramique, par des onlays en céramique collés ou par des onlays composites collés indirectement. Comme dit précédemment, il y aura une préférence pour les onlays en composite car ils sont moins cassant et comportent moins de risque de propagation de la fêlure que les onlays en céramique. De plus ils peuvent être rebasé avec du composite direct en cas de hiatus (91).

5.5 – Avantage du traitement par recouvrement cuspidien

Alors que les restaurations directes placées en intra-coronaire (sans couverture cuspidienne) jouent un rôle dans la prise en charge des fêlures symptomatiques, l'opinion consensuelle est que pour des cavités de larges étendues en particulier, il est nécessaire d'avoir une couverture cuspidienne pour mieux protéger et renforcer la structure dentaire résiduelle (92).

Les traitements avec recouvrement cuspidien ont montré un taux de survie significativement plus élevé que les dents sans recouvrement cuspidien (taux d'échec de 6%) (81). Une étude *in vitro* a également montré que les dents avec des restaurations composites et une couverture cuspidienne étaient significativement plus résistantes aux fractures que les dents sans couverture cuspidienne (110).

Le recouvrement cuspidien consiste à créer un effet de soutenance afin de garantir le maintien des fragments et ainsi éviter l'extension de la fêlure pour garantir la pérennité des dents fissurées ou fragilisées (111).

L'étude de Krell et Rivera (47) a rapporté les résultats des symptômes de dents fêlées qui ont été initialement diagnostiquées avec une pulpite réversible et traitées avec plusieurs restaurations de couverture. Les résultats de cette étude suggèrent que, si une fêlure est identifiée tôt en cas de diagnostic de pulpite réversible et de pose d'une couronne, le traitement canalaire sera nécessaire dans environ 20% des cas (47).

Dans une autre étude, des dents fêlées qui ont été temporairement restaurées avec une restauration composite directe suivie d'un onlay composite indirect avec une couverture cuspidienne ont montré une survie à 6 ans et une conservation de la vitalité pulpaire à 93%. Les autres dents (7 %) ont eu besoin d'un traitement endodontique (109).

De plus, la perte de vitalité pulpaire pourrait avoir un effet défavorable sur le pronostic de la dent car les dents fêlées traitées endodontiquement ont montré une survie de 85,5% après 2 ans (109).

D'après les recommandations de l'AAE (3) le traitement endodontique sur une dent fissurée présentant une sensibilité thermique pourrait faire l'objet d'un réexamen car le maintien de la vitalité de la pulpe dentaire pourrait améliorer le pronostic à long terme de la dent. De ce point de vue, une restauration en résine composite à collage direct pour les cas de petites étendues ou

la mise en place d'une restauration type onlay (pour les restaurations de grandes étendues) pourraient être un bon choix pour traiter une dent fissurée douloureuse. Puis la mise en place d'un contrôle régulier tous les 6 mois. Si la dent vient à déclarer des symptômes ou à nécroser, dans ce cas un traitement par voie endodontique ainsi qu'une restauration avec recouvrement cuspidien est préférable pour le maintien dans le temps de la dent sur l'arcade.

5.6 – Abstention thérapeutique

Dans la plupart des cas, le clinicien peut détecter une fêlure visible mais celle-ci peut être limitée à l'émail. On parle alors de craquelure intra-amélaire (3).

Dans cette situation, il y a absence de signe clinique (symptôme, mobilité des fragments ou fragilisation de la dent) et intervenir à ce stade serait un surtraitement provoquant ainsi un délabrement dentaire et une perte de chance pour la dent fêlée.

La meilleure solution est alors la surveillance de l'évolution de la fêlure, et si des symptômes apparaissent, un traitement sera envisagé.

Si la fêlure est asymptomatique mais qu'elle a un risque d'évolution en direction apicale, on préférera traiter la dent avec une restauration pour éviter son extension.

5.7 – Echec de traitement

Dans certains cas, les traitements par reconstitution directe ou indirecte ne permettent pas de sauver la dent fêlée. En effet, certaines fêlures peuvent progresser malgré la mise en place de ces restaurations.

Cela peut se traduire par une symptomatologie persistante en dépit des traitements envisagés (traitement endodontique ou hémi-section). Également si la fêlure progresse et atteint le plancher pulpaire, ou si la dent fracturée ne peut plus être restaurée, ou bien si la fêlure se situe au niveau radiculaire (et que le traitement par hémi-section n'est pas envisageable). Dans ces cas-ci, la dent ne peut plus être restaurée de manière durable, la seule solution envisageable est l'avulsion de la dent pour soulager le patient.

Le traitement précoce des fêlures est important car une prise en charge précoce permet d'éviter des situations extrêmes comme l'avulsion dentaire (112).

5.8 – Arbre décisionnel

Ci-après un arbre décisionnel reprenant les différentes possibilités de traitement en fonction de l'étendue d'une fêlure et des symptômes.

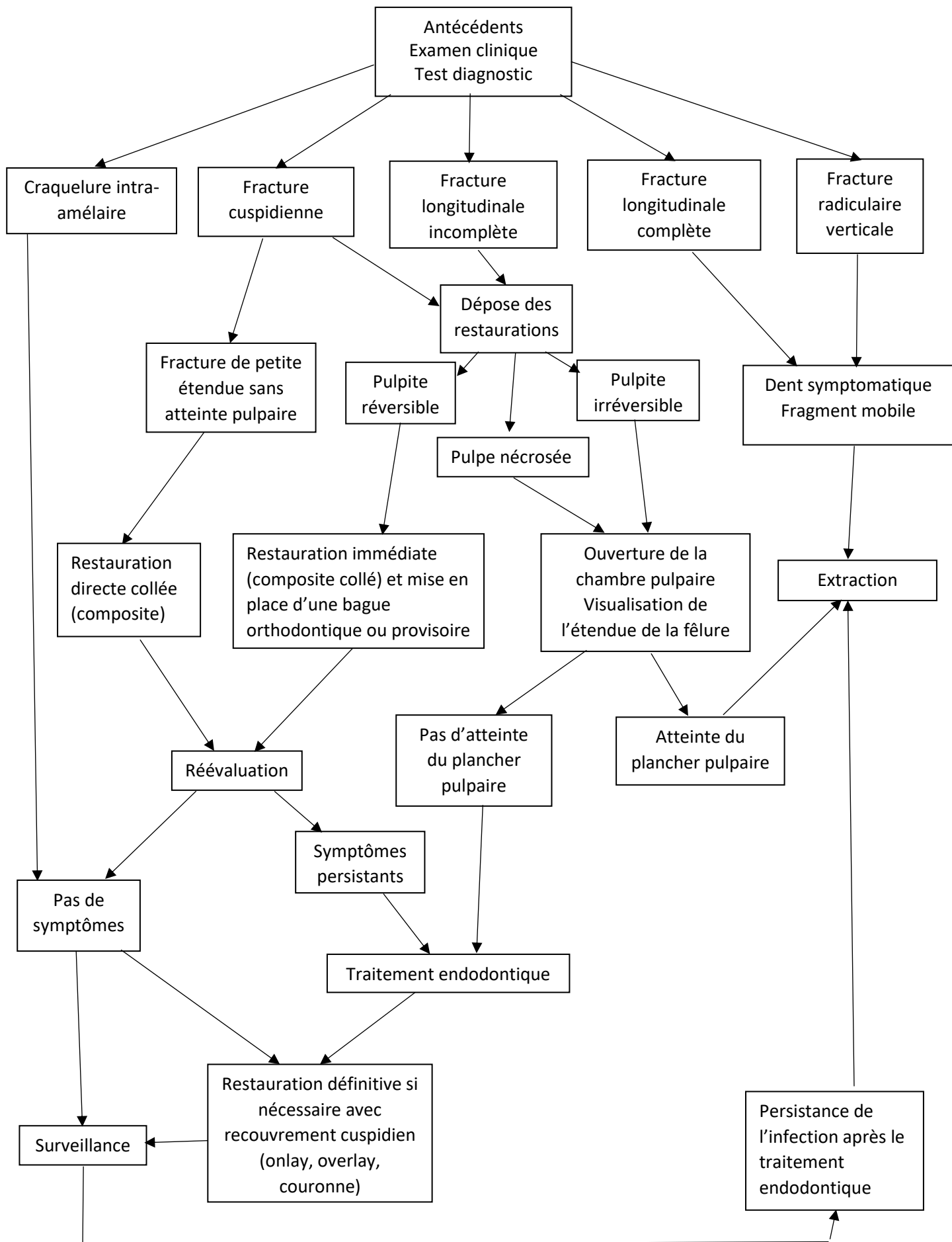


Figure 33 : Arbre décisionnel

5.9 – Pronostic

Les dents fêlées sont généralement considérées avec un mauvais pronostic. Pourtant, un taux de survie de 85,5% pour les dents fêlées pourrait être considérée comme raisonnable (109).

Les fractures incomplètes des dents sont verticales et se produisent presque toujours dans le sens mésio-distal mais rarement dans le sens vestibulo-lingual. D'après Clark et *al.* (113) les types de fracture sont classés selon le pronostic d'excellent à très mauvais :

- Excellent : Fracture de la cuspide confinée dans la dentine supérieure et sans atteinte pulpaire et s'étendant jusqu'à la jonction cémento-émail ou légèrement en dessous.
- Bon : fracture verticale mésio-distale s'étendant dans la dentine mais pas dans la pulpe
- Mauvais : fracture verticale mésio-distale avec atteinte pulpaire mais confinée à la couronne
- Très mauvais : fracture verticale mésio-distale avec atteinte pulpaire et s'étendant dans la racine

D'après une étude de Tan et *al.* (114) il est nécessaire de prendre également en compte le nombre de fêlures présentes sur la dent (peut potentiellement créer une fracture si les fêlures se rejoignent) ainsi que la présence d'éventuelle poche parodontale qui jouent un rôle sur le pronostic de la dent.

Le patient doit être informé que même après le traitement de la dent par des restaurations protectrices (onlay ou couronne par exemple), la fracture peut progresser et dans des cas extrêmes engendrer l'extraction de la dent.

En règle générale, selon Cameron (19) plus une fêlure est proche de la pulpe et plus le pronostic est remis en cause.

6 – Conclusion

L'objectif de ce travail a été, à partir de la littérature, de faire le point sur les connaissances actuelles concernant les fêlures dentaires et notamment leur prise en charge :

1. Les fêlures dentaires sont une constatation clinique courante (6).
2. Presque toutes les fêlures se trouvent sur les dents postérieures ; des études de prévalence ont montré que les molaires mandibulaires étaient les plus susceptibles d'avoir une fracture, et cet événement a été presque deux fois plus grand que celui des molaires maxillaires (6).
3. L'incidence des fractures dentaires complètes a été signalée à cinq dents fracturées sur 100 adultes par an (47).
4. Les facteurs de risque d'une dent fissurée sont multifactoriels et peuvent être regroupés en quatre catégories générales : les procédures restauratrices, les facteurs occlusaux, les conditions de développement, et les facteurs divers (4).
5. L'identification d'une dent fêlée est un diagnostic difficile et repose principalement sur la symptomatologie : douleur localisée lors de la mastication ou de la morsure, sensibilité inexplicquée au froid et douleur générale pendant la mastication ou la morsure (1).
6. Il y a très peu de consensus parmi les praticiens sur les dents fêlées. Malgré cela, de nombreux praticiens prescrivent tout de même des traitements pour les dents asymptomatiques avec parfois des surtraitements et des délabrements qui ne sont pas nécessaires.
7. Des études cliniques limitées montrent qu'une fois qu'une dent est diagnostiquée avec une fêlure, la dent peut être traitée avec succès avec une couronne complète, ou un revêtement composite collé de manière direct ou indirect (onlay, overlay). Il en résulte tout de même de meilleurs résultats à long terme pour les restaurations avec recouvrement cuspidien pour les restaurations de grandes étendues.
8. Des études cliniques plus contrôlées sont nécessaires pour déterminer quel traitement est le mieux adapté pour une situation clinique spécifique. Il n'il n'y a pas de preuve démontrant quelle option de traitement a le plus grand taux de réussite à la fois d'un point de vue réparateur et du point de vue de la santé pulpaire.

Il existe peu de preuves concrètes concernant l'étiologie, le diagnostic et le traitement de dents fêlées. Des recherches in vitro sont nécessaires pour élucider les mécanismes par lesquels les fissures s'initient et se propage dans les dents.

D'avantage de recherche clinique sont nécessaire pour que les praticiens puissent tenter de prévenir les fractures dentaires, diagnostiquer les dents fêlées avec confiance et traiter les dents diagnostiquées avec la restauration la plus conservatrice et la plus appropriée.

Table des figures :

Figure 1 – Schéma anatomie dentaire.....	3
Figure 2 – Coupe d'un prisme d'émail.....	4
Figure 3 – Coupe de l'organisation des prismes d'émail.....	4
Figure 4 – Coupe histologique de dentine.....	6
Figure 5 – Coupe histologique du ciment	7
Figure 6 – Photographie craquelure intra-amélaire	11
Figure 7 – Photographie craquelure intra-amélaire	11
Figure 8 – Schéma fracture cuspidienne	12
Figure 9 – Schéma fracture longitudinale incomplète	12
Figure 10 – Photographie fracture longitudinale incomplète	12
Figure 11 – Schéma fracture longitudinale complète	13
Figure 12 – Photographie fracture longitudinale complète	13
Figure 13 – Schéma fracture radiculaire verticale.....	13
Figure 14 – Fêlure observée au microscope	17
Figure 15 – Coupe histologique fêlure	18
Figure 16 – Micrographie optique touffes	19
Figure 17 – Fêlure observée au microscope	20
Figure 18 – Touffe d'émail observée au MEB	20
Figure 19 – Mise en évidence biofilm bactérien	21
Figure 20 – Coupe histologique d'une fêlure avec atteinte pulpaire	23
Figure 21 – Schéma cuspside fonctionnelle	29
Figure 22 – Schéma cuspside non fonctionnelle	29
Figure 23 – Diagnostic par percussion (QPD)	34
Figure 24 – Exemple Tooth slooth	35
Figure 25 – Exemple fissure verticale	37
Figure 26 – Identification fêlure à l'aide d'un cone-beam.....	38
Figure 27 – Identification fêlure à l'aide d'un sondage parodontale	39
Figure 28 – Identification fêlure après dépose de restauration	40

Figure 29 – Identification fêlure par transillumination	41
Figure 30 – Identification fêlure par aide optique	42
Figure 31 – Identification fêlure par bleu de méthylène	43
Figure 32 – Photographie fracture d'une molaire	50
Figure 33 – Arbre décisionnel	56

Table des tableaux :

Tableau 1 : Classifications des fêlures (AAE)	10
Tableau 2 : Classification selon Tahim & Gohil	14
Tableau 3 : Classification selon Luebke	15
Tableau 4 : Classification selon Williams	15
Tableau 5 : Classification selon Radcliff et <i>al.</i>	15
Tableau 6 : Classification selon Clark et <i>al.</i>	16
Tableau 7 : Etiologies des fêlures	26

Bibliographie

- 1 – Hilton TJ, Funkhouser E, Ferracane JL, Schultz-Robins M, Gordan VV, Bramblett BJ, et al. Recommended treatment of cracked teeth: Results from the National Dental Practice-Based Research Network. *J. Prosthet. Dent.* 2020;123(1):71-8.
- 2 – Figdor D. Aspects of dentinal and pulpal pain. Pain of dentinal and pulpal origin—a review for the clinician. *Ann R Australas Coll Dent Surg.* 1994;12:131-42.
- 3 – American association of endodontists. Cracking the cracked tooth code: Detection and Treatment of Various Longitudinal Tooth Fractures. 2008. Disponible: <https://www.aae.org/specialty/newsletter/cracking-cracked-tooth-code/>
- 4 – Lynch CD, McConnell RJ. The Cracked Tooth Syndrome. *J Can Dent Assoc.* 2002;68(8):6.
- 5 – Geurtsen W, Schwarze T, Günay H. Diagnosis, therapy, and prevention of the cracked tooth syndrome. *Quintessence Int.* 2003;34(6):409-17.
- 6 – Lubisich EB, Hilton TJ, Ferracane J. Cracked Teeth: A Review of the Literature. *J Esthet Restor Dent.* 2010; 22(3).
- 7 – Lacruz RS, Habelitz S, Wright JT, Paine ML. Dental Enamel Formation and Implications for Oral Health and Disease. *Physiol. Rev.* 2017;97(3):939-93.
- 8 – Boyde A. The Development of Enamel Structure. *Proceedings of the Royal Society of Medicine.* 1967;60(9):923-8.
- 9 – Goldberg M, Farges JC, Magloire H. Structure des dents : dentines. In : Piette E, Goldberg M (eds). *La dent normale et pathologique.* Paris: De boeck Université. 2001:55-72.
- 10 – Bjørndal L, Mjör IA. Pulp-dentin biology in restorative dentistry. Part 4: Dental caries—Characteristics of lesions and pulpal reactions. *Quintessence Int.* 2001;32(9):717-36.
- 11 - Brännstrom M. The hydrodynamic theory of dentinal pain: sensation in preparations, caries, and the dentinal crack syndrome. *J Endod.* 1986;12(10):453-7.
- 12 – Martín-de-Llano JJ, Mata M, Peydró S, Peydró A, Carda C. Dentin tubule orientation determines odontoblastic differentiation in vitro: A morphological study. *PLoS One.* 2019;14(5):e0215780.
- 13 – Yu C, Abbott PV. An overview of the dental pulp: its functions and responses to injury. *Aust. Dent. J.* 2007;52(s1):S4-6.

- 14 – Trowbridge HO. Review of dental pain-histology and physiology. *J Endod.* 1986;12:445-452.
- 15 – Bosshardt DD, Selvig KA. Dental cementum: the dynamic tissue covering of the root. *Periodontol 2000.* 1997;13:41-75.
- 16 – Imbeni V, Kruzic JJ, Marshall GW, Marshall SJ, Ritchie RO. The dentin–enamel junction and the fracture of human teeth. *Nat. Mater.* 2005;4(3):229-32.
- 17 – Ellis SGS. Incomplete tooth fracture – proposal for a new definition. *Br. Dent. J.* 2001;190(8) :424-8.
- 18 – Ritchey B, Mendenhall R, Orban B. Pulpitis resulting from incomplete tooth fracture. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1957;10:665–670.
- 19 – Cameron CE. The cracked tooth syndrome: additional findings. *J Am Dent Assoc.* 1976;93(5):971-975.
- 20 – Mamoun JS, Napoletano D. Cracked tooth diagnosis and treatment: An alternative paradigm. *Eur J Dent.* 2015;9(2):293-303.
- 21 – Wright EF, Bartoloni JA. Diagnosing, managing, and preventing cracked tooth syndrome. *Gen Dent.* 2012;60:e302-7.
- 22 – Dewberry JA. Vertical fractures of posterior teeth. *Endodontic Therapy.* 1982;15-8.
- 23 – Kahler W. The cracked tooth conundrum: terminology, classification, diagnosis, and management. *Am J Dent.* 2008;21(5):275-82.
- 24 – Talim ST, Gohil KS. Management of coronal fractures of permanent posterior teeth. *J. Prosthet. Dent.* 1974;31(2):172-8.
- 25 – Luebke RG. Vertical crown-root fractures in posterior teeth. *Dent Clin North Am.* 1984;28(4):883-94.
- 26 – Williams J. Incomplete vertical tooth fracture. *J Mass Dent Soc.* 1988;37:13-17, 19-20.
- 27 - Ratcliff S, Becker IM, Quinn L. Type and incidence of cracks in posterior teeth. *J. Prosthet. Dent.* 2001;86(2):168-72.
- 28 – Clark DJ, Sheets CG, Paquette JM, Berg JH. Definitive Diagnosis of Early Enamel and Dentin Cracks Based on Microscopic Evaluation. *J. Esthet. Dent.* 2003;15(7):391-401.
- 29 – Lucas P, Constantino P, Wood B, Lawn B. Dental enamel as a dietary indicator in mammals. *Bioessays.* 2008;30(4):374-85.
- 30 – Lawn BR, Lee JJ, Constantino PJ, Lucas PW. Predicting failure in mammalian enamel. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2009;2(1):33-42.
- 31 – Lee JJ, Kwon JY, Chai H, Lucas PW, Thompson VP, Lawn BR. Fracture modes in human teeth. *J Dent Res.* 2009;88(3):224-8.

- 32 - Chai H, Lee JJ, Constantino PJ, Lucas PW, Lawn BR. Remarkable resilience of teeth. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2009;106(18):7289-93.
- 33 - Popowics TE, Rensberger JM, Herring SW. Enamel microstructure and microstrain in the fracture of human and pig molar cusps. *Arch Oral Biol*. 2004;49(8):595-605.
- 34 - Sognaes RF. The organic elements of the enamel; the gross morphology and the histological relationship of the lamellae to the organic framework of the enamel. *J Dent Res*. 1950;29(3):260-9.
- 35 - Osborn JW. The 3-dimensional morphology of the tufts in human enamel. *Acta Anat (Basel)*. 1969;73(4):481-95.
- 36 - Amizuka N, Uchida T, Nozawa-Inoue K, Kawano Y, Suzuki A, Li M, et al. Ultrastructural Images of Enamel Tufts in Human Permanent Teeth. *J. Oral Biosci*. 2005;47(1):33-41.
- 37 - He M-Y, Hutchinson JW. Crack deflection at an interface between dissimilar elastic materials. *Int J Solids Struct*. 1989; 25:1053–1067.
- 38 - Ricucci D, Siqueira JF, Loghin S, Berman LH. The Cracked Tooth: Histopathologic and Histobacteriologic Aspects. *J. Endod*. 2015;41(3):343-52.
- 39 - Nagaoka S, Miyazaki Y, Liu H-J, Iwamoto Y, Kitano M, Kawagoe M. Bacterial invasion into dentinal tubules of human vital and nonvital teeth. *J. Endod*. 1995;21(2):70-3.
- 40 - Türp JC, Gobetti JP. The cracked tooth syndrome: an elusive diagnosis. *J Am Dent Assoc*. 1996;127(10):1502-7.
- 41 - Walton RE, Michelich RJ, Smith GN. The histopathogenesis of vertical root fractures. *J. Endod*. 1984;10(2):48-56.
- 42 - Lustig JP, Tamse A, Fuss Z. Pattern of bone resorption in vertically fractured, endodontically treated teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2000;90(2):224-7.
- 43 - Brannstrom M. The hydrodynamic theory of dentinal pain: sensation in preparations, caries, and the dentinal crack syndrome. *J Endod*. 1986;12(10):453-7.
- 44 - Brannstrom M. *Dentin and pulp in restorative dentistry*. Wolfe Medical Publications Ltd. 1982;47-63.
- 45 - Jyväsjärvi E, Kniffki, KD. Afferent C fibre innervation of cat tooth pulp: Confirmation by electrophysiological methods. *J Physiol*. 1989;411:663-675.
- 46 - Närhi MVO. The characteristics of intradental sensory units and their responses to stimulation. *J Dent Res*. 1985;64:564-571.

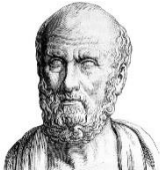
- 47 – Krell K, Rivera E. A six year evaluation of cracked teeth diagnosed with reversible pulpitis; treatment and prognosis. *J Endod.* 2007;33:1405-1407.
- 48 – Hiatt W H. Incomplete crown-root fractures in pulpal periodontal disease. *J Periodontol.* 1973;44:369-379.
- 49 – Geurtsen W. The cracked tooth syndrome: clinical features and case reports. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1992;12:395-405.
- 50 – Abou-Rass M. Crack lines: the precursors of tooth fractures - their diagnosis and treatment. *Quintessence Int Dent Dig.* 1983;14(4):437-47.
- 51 – Plotino G, Buono L, Grande NM, Lamorgese V, Somma F. Fracture resistance of endodontically treated molars restored with extensive composite resin restorations. *J Prosthet Dent.* 2008;99(3):225-32.
- 52 – Silvestri AR. The undiagnosed split-root syndrome. *J Am Dent Assoc.* 1976;92:930–935.
- 53 – Cavel WT, Kelsey WP, Blankenau RJ. An in vivo study of cuspal fracture. *J Prosthet Dent.* 1985;53:38–42.
- 54 – Bader JD, Shugars DA, Martin JA. Risk indicators for posterior tooth fracture. *J Am Dent Assoc.* 2004;135:883–992.
- 55 - Mondelli J, Steagall L, Ishikiriyama A, de Lima Navarro MF, Soares FB. Fracture strength of human teeth with cavity preparations. *J Prosthet Dent.* 1980;43(4):419-22.
- 56 – Trushkowsky R. Restoration of a cracked tooth with a bonded amalgam. *Quintessence Int.* 1991;22: 397-400.
- 57 – Bearn DR, Saunders EM, Saunders WP. The bonded amalgam restoration--a review of the literature and report of its use in the treatment of four cases of cracked-tooth syndrome. *Quintessence Int.* 1994;25(5):321-6.
- 58 – Seo DG, Yi YA, Shin SJ, Park JW. Analysis of factors associated with cracked teeth. *J Endod.* 2012;38(3):288-92.
- 59 – Influence of patient age on the nature of tooth fracture. *J Prosthet Dent.* 1999;82(2):226-30.
- 60 – Khers SC, Carpenter CW, Vetter JD, Staley RN. Anatomy of cusps of posterior teeth and their fracture potential. *J Prosthet Dent.* 1990;64(2):139-47.
- 61 – Helkimo E, Ingervall B. Bite force and functional state of the masticatory system in young men. *Swed Dent J.* 1978;2(5):167-75.
- 62 – Arnold M. Bruxism and the occlusion. *Dent Clin North Am.* 1981;25(3):395-407.

- 63 - Pavone BW. Bruxism and its effect on the natural teeth. *J Prosthet Dent.* 1985;53(5):692-6.
- 64 – Attansio R. Nocturnal bruxism and its clinical management. *Dent Clin North Am.* 1991;35:245-252.
- 65 – Bader JD, Martin JA, Shugars DA. Incidence rates for complete cusp fracture. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2001;29(5):346-53.
- 66 – Signore A, Benedicenti S, Covani U, Ravera G. A 4- to 6-year retrospective clinical study of cracked teeth restored with bonded indirect resin composite onlays. *Int J Prosthodont.* 2007;20(6):609-16.
- 67 – Liu HH, Sidhu SK. Cracked teeth--treatment rationale and case management: case reports. *Quintessence Int.* 1995;26(7):485-92.
- 68 - Agar JR, Weller RN. Occlusal adjustment for initial treatment and prevention of the cracked tooth syndrome. *J Prosthet Dent.* 1988;60(2):145-7.
- 69 – Hasan S, Singh K, Salati N. Cracked tooth syndrome: Overview of literature. *Int J Appl Basic Med Res.* 2015;5(3):164-8.
- 70 – Sheets CG, Stewart DL, Wu JC, Earthman JC. An in vitro comparison of quantitative percussion diagnostics with a standard technique for determining the presence of cracks in natural teeth. *J Prosthet Dent.* 2014;112(2):267-75.
- 71 – Rosen H. Cracked tooth syndrome. *J Prosthet Dent.* 1982;47:36-43.
- 72 – Ehrmann EH, Tyas MT. Cracked tooth syndrome: diagnosis, treatment and correlation between symptoms and post-extraction findings. *Aust Dent J.* 1990;126:105-12
- 73 – Carson J. 4 Questions to Ask When Evaluating Cracked Teeth – Spear Education
- 74 – Roh BD, Lee YE. Analysis of 154 cases of teeth with cracks. *Dent Traumatol.* 2006;22(3):118-23.
- 75 - Abbott P, Leow N. Predictable management of cracked teeth with reversible pulpitis. *Aust Dent J.* 2009;54(4):306-15.
- 76 – Abou-Rass M. Crack lines: the precursors of tooth fractures - their diagnosis and treatment. *Quintessence Int Dent Dig.* 1983;14(4):437-47.
- 77 – 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.* 2012;2012:525364.
- 78 – American Association of Endodontists; American Acadamey of Oral and Maxillofacial Radiography. AAE and AAOMR joint position statement. Use of cone-beam-computed tomography in endodontics. *Pa Dent J (Harrisb).* 2011;78(1):37-9.

- 79 – Valiozadeh S, Khosravi M, Azizi Z. Diagnostic accuracy of conventional, digital and Cone Beam CT in vertical root fracture detection. *Iran Endod J.* 2011;6.
- 80 – Wright HM Jr, Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough WF, Waller J, Pashley DH. Identification of resected root-end dentinal cracks: a comparative study of transillumination and dyes. *J Endod.* 2004;30(10):712-5.
- 81 – Cooley RL, Barkmeier WW. Diagnosis of the incomplete root fracture. *Gen Dent.* 1979;27: 58-60.
- 82 – Rubinstein R. The anatomy of the surgical operating microscope and operating positions. *Dent Clin North Am.* 1997;41:391-413.
- 83 – Liewehr FR. An inexpensive device for transillumination. *J Endod.* 2001;27(2):130-1.
- 84 – Slaton CC, Loushine RJ, Weller RN, Parker WH, Kimbrough WF, Pashley DH. Identification of resected root-end dentinal cracks: a comparative study of visual magnification. *J Endod.* 2003;29:519-22.
- 85 – Castellucci A. *Endodontics. Volume I.* Florence : Il Tridente. 2008.
- 86 – Ghorbanzadeh A, Aminifar S, Shadan L, Ghanati H. Evaluation of three methods in the diagnosis of dentin cracks caused by apical resection. *J Dent (Tehran).* 2013;10(2):175-85.
- 87 – Liebenberg WH. Partial coverage indirect tooth-colored restorations: steps to clinical success. *Am J Dent.* 1999;12(4):201-8.
- 88 – Agar JR, Weller RN. Occlusal adjustment for initial treatment and prevention of the cracked tooth syndrome. *J Prosthet Dent.* 1988;60(2):145-7.
- 89 – Cavel WT, Kelsey WP, Blankenau RJ. An in vivo study of cuspal fracture. *J Prosthet Dent.* 1985;53(1):38-42.
- 90 - Guthrie RC, DiFiore PM. Treating the cracked tooth with a full crown. *J Am Dent Assoc.* 1991;122(9):71-3.
- 91 - Geurtsen W, García-Godoy F. Bonded restorations for the prevention and treatment of the cracked-tooth syndrome. *Am J Dent.* 1999;12(6):266-70.
- 92 - Geurtsen W, Orth M, Gartner A. Die Frakturfestigkeit menschlicher Oberkiefermolaren mit einer MOD-Amalgam- oder -Kompositfüllung [Fracture resistance of human maxillary molars with MOD amalgam or composite fillings]. *Dtsch Zahnärztl Z.* 1989;44(2):108-10.
- 93 - Ratcliff S, Becker IM, Quinn L. Type and incidence of cracks in posterior teeth. *J Prosthet Dent.* 2001;86(2):168-72.
- 94 - Homewood CI. Cracked tooth syndrome--incidence, clinical findings and treatment. *Aust Dent J.* 1998;43(4):217-22.

- 95 - Shillingburg H T, Hobo S H, Lowell D W, Jacobi R, Brackett S. Fundamentals of fixed prosthodontics. *Quintessence Int.* 1997;3:171-180.
- 96 - Banerji S, Mehta SB, Millar BJ. Cracked tooth syndrome. Part 2: restorative options for the management of cracked tooth syndrome. *Br Dent J.* 2010;208(11):503-14.
- 97 - Hilton TJ, Funkhouser E, Ferracane JL, Gordan VV, Huff KD, Barna J, Mungia R, Marker T, Gilbert GH; National Dental PBRN Collaborative Group. Associations of types of pain with crack-level, tooth-level and patient-level characteristics in posterior teeth with visible cracks: Findings from the National Dental Practice-Based Research Network. *J Dent.* 2018;70:67-73.
- 98 - 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):543-55.
- 99 - Opdam N J, Roeters J J. The effectiveness of bonded composite restorations in the treatment of painful, racked teeth: six month evaluation. *Oper Dent.* 2003; 28: 327-333.
- 100 - Griffin JD Jr. Efficient, conservative treatment of symptomatic cracked teeth. *Compend Contin Educ Dent.* 2006 Feb;27(2):93-102; quiz 103, 112.
- 101 - Magne P, Douglas WH. Optimization of resilience and stress distribution in porcelain veneers for the treatment of crown-fractured incisors. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1999;19 (6):543-53.
- 102 - Brunton PA, Cattell P, Burke FJ, Wilson NH. Fracture resistance of teeth restored with onlays of three contemporary tooth-colored resin-bonded restorative materials. *J Prosthet Dent.* 1999;82(2):167-71.
- 103 - Deliperi S, Bardwell D N. Direct cuspal coverage posterior resin composite restorations: a case report. *Oper Dent.* 2009; 30: 143-150.
- 104 - Wendt SL Jr. The effect of heat used as secondary cure upon the physical properties of three composite resins. II. Wear, hardness, and color stability. *Quintessence Int.* 1987;18(5):351-6.
- 105 - Bartlett D, Sundaram G. An up to 3-year randomized clinical study comparing indirect and direct resin composites used to restore worn posterior teeth. *Int J Prosthodont.* 2006;19(6):613-7.
- 106 - Guthrie RC, DiFiore PM. Treating the cracked tooth with a full crown. *J Am Dent Assoc.* 1991;122(9):71-3.
- 107 - Cheung GS, Lai SC, Ng RP. Fate of vital pulps beneath a metal-ceramic crown or a bridge retainer. *Int Endod J.* 2005;38(8):521-30.
- 108 - Saunders W P, Saunders E M. Prevalence of periradicular periodontitis associated with crowned teeth in an adult Scottish subpopulation. *Br Dent J.* 1988;185:137-140.

- 109 - 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.
- 110 - Fennis WM, Kuijs RH, Kreulen CM, Verdonschot N, Creugers NH. Fatigue resistance of teeth restored with cuspal-coverage composite restorations. *Int J Prosthodont.* 2004;17(3):313-7.
- 111 - Juloski J, Radovic I, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Ferrule effect: a literature review. *J Endod.* 2012;38(1):11-9.
- 112 – Bronnec F. Les fêlures et fractures radiculairees verticales. *Rev. odontostomatol.* 2009; 38(4):2018.
- 113 - Clark LL, Caughman WF. Restorative treatment for the cracked tooth. *Oper Dent.* 1984;9(4):136-42.
- 114 - 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.



SERMENT MEDICAL

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples, devant l'effigie d'HIPPOCRATE.

Je promets et je jure, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine Dentaire.

Je donnerai mes soins à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'humanité.

J'informerai mes patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des connaissances pour forcer les consciences.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leur père.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois déshonoré et méprisé de mes confrères si j'y manque.

COLONNA Julien – Fêlures dentaires : démarche diagnostique et approche thérapeutique

Th. : Chir. dent. : Marseille : Aix-Marseille Université : 2022

Rubrique de classement : Odontologie Conservatrice et Endodontie

Résumé :

Le diagnostic des fêlures dentaires est pour la plupart du temps un diagnostic difficile. Même une fois identifiée, il est laborieux pour les praticiens de restaurer la dent avec un traitement adapté car il n’y a pas de réel consensus dans la littérature, et le type de restauration utilisée dépend souvent de l’interprétation du praticien.

Ce travail a pour but à travers l’étude de revues de littérature, de résumer le protocole afin d’identifier la fêlure par le biais d’éléments cliniques précis et ainsi proposer des traitements adaptés en fonction du positionnement, de l’étendue de la fêlure et de son pronostic. Un arbre décisionnel a été rédigé afin d’aider le clinicien à la prise en charge de la fêlure par son traitement en fonction de ses différents degrés d’évolution.

Mots-clés : Fissure dentaire, Diagnostic, Prise de décision clinique, Pronostic, Arbre de décision.

COLONNA Julien - Dental cracks: diagnostic and therapeutic approach

Abstract:

The diagnosis of dental cracks is for the most part a difficult diagnosis. Even once identified, it is laborious for practitioners to restore the tooth with the appropriate treatment as there is no real consensus in the literature, and the type of restoration used often depends on the practitioner's interpretation.

The aim of this work is through the study of literature reviews, to summarize the protocol in order to identify the crack through precise clinical elements and thus to propose treatments adapted according to the positioning, the extent of the crack and its prognosis. A decision tree has been drawn up to help the clinician manage the crack through its treatment according to its different degrees of development.

Keywords : Dental fissures, Diagnosis, Clinical Decision Making, Prognosis, Decision trees.