



HAL
open science

Les fissures coronaires dentaires : diagnostic, traitement

Quentin Cauchois

► **To cite this version:**

Quentin Cauchois. Les fissures coronaires dentaires : diagnostic, traitement. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-02959041

HAL Id: dumas-02959041

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02959041v1>

Submitted on 6 Oct 2020

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.

Collège des Sciences de la Santé
UFR des Sciences odontologiques

Année 2020

Thèse n° 53

Thèse pour l'obtention du

DIPLOME D'ETAT de DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le 3 Septembre 2020

Par Quentin CAUCHOIS

Né le 19/11/1993 à MEULAN

**LES FISSURES CORONAIRES DENTAIRES
(DIAGNOSTIC, TRAITEMENT) :
REVUE DE LA LITTERATURE**

Sous la direction du : Dr Michel BARTALA

Membres du jury

Mme la Professeur C.BERTRAND Présidente

M le Docteur M.BARTALA Directeur

M le Docteur E.D'INCAU Rapporteur

M le Docteur C.FALLA Assesseur

UNIVERSITE DE BORDEAUX

MAJ
01/03/2020

Président M. TUNON DE LARA Manuel
Directeur de Collège des Sciences de la Santé M. PELLEGRIN Jean-Luc

COLLEGE DES SCIENCES DE LA SANTE UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE DES SCIENCES ODONTOLOGIQUES

Directrice Mme BERTRAND Caroline 58-01
Directeur Adjoint à la Pédagogie Mr DELBOS Yves 58-01
Directeur Adjoint – Chargé de la Recherche M. CATROS Sylvain 57-01
Directeur Adjoint – Chargé des Relations Internationales MUSEDARAT Cyril 57-01

ENSEIGNANTS DE L'UFR

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

Mme Caroline BERTRAND Prothèse dentaire 58-01
Mme Marie-José BOILEAU Orthopédie dento-faciale 58-01
M Sylvain CATROS Chirurgie orale 57-01
M Raphaël DEVILLARD Dentisterie restauratrice et endodontie 58-01
Mme Véronique DUPUIS Prothèse dentaire 58-01
M Bruno ELLA NGUEMA Sciences anatomiques et physiologiques - Biomatériaux 58-01
M Jean-Christophe FRICAIN Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique 57-01

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

Mme Elise ARRIVÉ Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale 58-02
Mme Cécile BADET Biologie Orale 57-01
M Etienne BARDINET Orthopédie dento-faciale 58-01
M Michel BARTALA Prothèse dentaire 58-01
M Cédric BAZERT Orthopédie dento-faciale 58-01
M Christophe BOU Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale 58-02
Mme Sylvie BRUNET Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique 57-01
M Jacques COLAT PARROS Sciences anatomiques et physiologiques 58-01
M Jean-Christophe COUTANT Sciences anatomiques et physiologiques 58-01
M François DARQUE Orthopédie dento-faciale 58-01
M François DE BRONDEAU Orthopédie dento-faciale 58-01
M Yves DELBOS Odontologie pédiatrique 58-01
M Emmanuel DYMCAU Prothèse dentaire 58-01
Mme Elise GAROT Odontologie pédiatrique 58-01
M Dominique GILLET Dentisterie restauratrice et endodontie 58-01
Mme Olivia KEROUREDAN Dentisterie restauratrice et endodontie 58-01
M Jean-François LASSERRE Prothèse dentaire 58-01
M Yves LAUVERJAT Parodontologie 57-01
Mme Odile LAVIOLE Prothèse dentaire 58-01
M Jean-Marie MARTEAU Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique 57-01
Mme Jovette NANCY Odontologie pédiatrique 58-01
M Adrien NAVEAU Prothèse dentaire 58-01

M.	Jean-François	PELI	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Philippe	POISSON	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	58-02
M.	Patrick	ROUAS	Odontologie pédiatrique	58-01
M.	Johan	SAMOT	Biologie Orale	57-01
Mme	Maud	SAMPEUR	Orthopédie dento-faciale	58-01
M.	Cyril	SEDARAT	Parodontologie	57-01
Mme	Noëlle	THEBAUD	Biologie Orale	57-01
M.	Eric	VACHEY	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01

AUTRES ENSEIGNANTS

Mme	Audrey	AUSSEL	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M.	Cédric	FALLA	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	58-02
M.	François	ROUZÉ L'ALZIT	Prothèses dentaires	58-01

ASSISTANTS

M.	Bastien	BERCAULT	Chirurgie Orale	57-01
Mme	Mathilde	BOUDEAU	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme	Camille	BOULÉ-MONTPEZAT	Odontologie pédiatrique	58-01
Mlle	Anais	CAVARE	Orthopédie dento-faciale	58-01
M	Hubert	CHAUVEAU	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme	Virginie	CHUY	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	58-02
M	Pierre-Hadrien	DECAUP	Prothèses dentaires	58-01
Mme	Séverine	DESCOZEUX	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme	Julia	ESTIVALS	Odontologie pédiatrique	58-01
Mme	Mathilde	FENELON	Chirurgie Orale	57-01
Mme	Agathe	GREMARE	Biologie orale	57-01
Mme	Mathilde	JACQUEMONT	Parodontologie	57-01
Mme	Clémence	JAECK	Prothèses dentaires	58-01
Mme	Claudine	KHOURY	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	58-02
Mme	Camille	LACAULE	Orthopédie dento-faciale	58-01
M.	Antoine	LAFITTE	Orthopédie dento-faciale	58-01
M	Adrien	LASTRADE	Prothèses dentaires	58-01
Mme	Aude	MENARD	Prothèses dentaires	58-01
M	Florent	PITEU	Prothèses dentaires	58-01
M	Antoine	POPELUT	Parodontologie	57-01
M.	Thibaut	ROULLAND	Prothèses dentaires	58-01
Mme	Raven	SMIRANI	Parodontologie	57-01
M.	Clément	VACHEY	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M	Paul	VITIELLO	Prothèses dentaires	58-01
Mme	Sophie	ZIANE	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01

REMERCIEMENTS

A notre Présidente de thèse

Madame la Professeur Caroline BERTRAND

Directrice de l'UFR d'odontologie – Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Sous-section Prothèse dentaire 58-01

Merci pour l'honneur que vous me faites en acceptant de présider le jury de cette thèse.

Je vous remercie pour votre gentillesse, votre bienveillance et de votre pédagogie tout au long de mes études à la faculté ou à l'hôpital avec une ambiance de travail toujours dans la bonne humeur.

Veillez trouver dans ce travail l'expression de ma gratitude et de mes sentiments les plus sincères.

A notre Directeur de thèse

Monsieur le Docteur Michel BARTALA

Maitre de conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Sous-section Prothèse dentaire 58-01

Je vous remercie de l'honneur que vous me faites en acceptant de diriger ma thèse. Je vous suis très reconnaissant pour votre gentillesse, votre rigueur et vos précieux conseils lors de la réalisation de ce travail.

Merci pour votre pédagogie tout au long de mes études, à la faculté, à l'hôpital ou à votre cabinet où vous m'avez toujours transmis votre savoir avec bienveillance.

Veillez trouver ici l'expression de ma gratitude et de mon estime.

A notre Rapporteur de thèse

Monsieur le Docteur Emmanuel D'INCAU

Maître de conférences des universités

Sous-section Prothèse dentaire 58-01

Je vous remercie pour le temps consacré à cette lecture, à vos précieuses remarques, et de me faire l'honneur de siéger à ce jury de thèse en qualité de rapporteur.

Je trouve ici l'occasion de vous remercier pour toutes ces années d'enseignements de qualité et ces heures passionnantes passées au PQR à vous suivre.

Veillez trouver dans ce travail le témoignage de ma reconnaissance et de mon profond respect.

A notre Assesseur,

Monsieur le Docteur Cédric FALLA

Assistant Universitaire

Sous-Section Prévention épidémiologie – Économie de la santé – Odontologie légale 56-02

Je vous remercie d'avoir accepté de siéger dans mon jury en qualité d'assesseur.

Merci pour votre grande sympathie, votre pédagogie qui me laisse d'excellents souvenirs durant tous ces moments passés à Xavier Arnoz à vos côtés où venir travailler le vendredi matin était toujours un moment attendu de la semaine.

Je vous prie de trouver ici l'expression de ma reconnaissance et de mes sentiments les plus sincères.

A ma Maman,

Merci pour tout ce que tu m'a apporté depuis tout petit, tout ce que tu m'a donné. J'ai toujours pu compter sur ton soutien et ton amour et sans toi je ne serai pas là où j'en suis actuellement. Je t'aime très fort et je ne te remercierai jamais assez pour avoir la meilleure des mamans. Je te dédie ce travail avec mon éternelle reconnaissance et tout mon amour,

A ma Sœur,

Je t'embrasse fort toi et ta petite famille anglaise, merci d'être une grande sœur pleine d'amour et un modèle pour moi. je t'aime très fort et j'ai hâte de revoir tes adorables petits monstres,

A Clara, merci pour ton soutien, de m'avoir supporté et de m'avoir poussé aux fesses pendant ces merveilleuses années. Si j'avais bossé autant que toi je serais déjà docteur depuis 6 ans je pense ^^,

A mes bros, Ilias, à tes deux cerveaux, tu sais que je t'aime plus que tu ne m'aimes et maintenant c'est écrit noir sur blanc dans ma thèse ;). Bastouf pour tous ces fous rire chaque fois que je te vois et à ce wingman le plus exceptionnel, je t'aime fort mon bro. A Pupu et toutes tes pujolettes depuis que je te connais, à toutes les gueuseries, les bazoums... A mon bro solide mais fragile <3.

Aux Copains d'accord, Bastouf, Ilias, Lola, Marie, Lucie, Chouchou, Chloé, Pujol, Claco, Claya, Agathe, Paul, Cécile, Amélie, Rémi, William; A tous nos moments inoubliables depuis la P1, depuis les couscous de maman titine et les dimanches au CDI ça commence à en faire des souvenirs. Vous êtes la famille et hâte de vivre avec vous encore les nombreuses années devant nous,

A la Team du Love, Momo, Adrien, Sarah, Romain, Teva, Julie, Margaux, Thibault, A nos Papagayo, nos voyages et nos soirées berlinoises. vous êtes le sang et je ne pourrais pas être plus heureux que d'avoir une deuxième famille comme vous. Hâte de voir mes enfants être insupportables avec les vôtres,

A la Section Attention à ton petit boule, la famille depuis le lycée, à tous nos nouvel an, et au bonheur de se retrouver tous chaque année et que rien ne change.

Aux Gueux et à tous les glaçons cassés au Kamelott,

A Clarinette ma belle soeur et Pupu, Merci pour tous les petits moments passés avec vous cette année et les concours de fléchettes. Hâte de profiter de votre nouvelle vie après ce concours.,

A mon petit Perroud, à tous nos fous rires, Les week-ends à Dublin avec toto et marie tellement drôle, à Poitiers et les robes a fleurs. Hâte de venir bosser quelques temps et profiter de la belle vie sur ton île ;)

A Toto, à nos fou rire et mes nuits sur le tapis et à tes cloques de Royan. T'es un frère mon bro. Bien ou quoi ? ;)

A mes deux petits culs préférés, Camille et Mathou, vous êtes folles mais qu'est-ce que je vous aime. A nos mojitos à 15 balles et aux bars de Lisbonne ^^,

A la team Barberousse et au comité cochon qui ont déchainé les soccers d'Aquitaine,

A la Team DBZB et les coupes ramenées à la maison,

A mes amis de la fac, au TPs, aux soirées, aux rallyes, au Wei et a tous les bons moments pendant ces 6 années.

Table des matières

I. Introduction	14
II. Généralités.....	15
Définitions et terminologie.....	15
Classification des différents types de fêlures	15
Fêlure et fracture de l'émail	16
Fracture amélo-dentinaire incomplète	17
Fracture amélo-dentinaire complète	20
Symptomatologie	21
Étiologies	23
Prévention.....	25
Épidémiologie.....	26
III. Diagnostic des fêlures dentaires.....	27
Anamnèse	27
Examen visuel.....	29
Examen tactile	29
Test de morsure.....	30
Test de vitalité.....	30
Sondage parodontal.....	31
Examen radiographique.....	31
Intérêt de l'High Resolution Cone Beam Computer Tomography (HR-CBCT)	32
Suppression de la restauration	33
Coloration	35
Transillumination.....	36
Exploration chirurgicale.....	37
IV. Traitement des fêlures dentaires.....	38
Les objectifs du traitement	38
Surveillance	38
Traitement avec approche immédiate	39
Traitement par reconstitution direct sans recouvrement cuspidien.....	41
Composite.....	41
Ciment Verre Ionomère (CVI).....	42
Traitement par reconstitution direct avec recouvrement cuspidien	43
Traitement par restauration indirecte sans recouvrement cuspidien.....	44

Traitement par restauration indirecte avec recouvrement cuspidien	44
Traitement par cerclage	49
.....	50
Arbre décisionnel	50
Pronostic.....	51
V. Conclusion.....	52
VI. Bibliographie	53

LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1 : Fêlures de l'émail en vestibulaire. (Photo Dr Bartala)</i>	17
<i>Figure 2 : Fracture de la cuspide linguale d'une prémolaire maxillaire. (Photo Dr Bartala)</i>	18
<i>Figure 3 : schéma d'une cuspide fracturée (7).</i>	18
<i>Figure 4 : schéma de la progression d'une fissure en direction apicale (7).</i>	19
<i>Figure 5 : schéma d'une fracture radiculaire (7).</i>	20
<i>Figure 6 : exemple de fracture radiculaire (9).</i>	21
<i>Figure 7 : HR-CBCT d'une deuxième molaire mandibulaire (45)</i>	33
<i>Figure 8 : molaire maxillaire avec restauration amalgame présentant une fêlure externe (47).</i>	34
<i>Figure 9 : retrait de la restauration révélant la présence de fêlures internes (47).</i>	34
<i>Figure 10 : Coloration d'une 36 au bleu de méthylène (9).</i>	35
<i>Figure 11 : lumière stoppée en mésio linguale par la présence d'une fissure (52).</i>	36
<i>Figure 12 : Détection d'une fêlure après exploration chirurgicale (45).</i>	37
<i>Figure 13 : Fêlures sur des incisives mandibulaires traitées par résine composite. (Photos Dr Bartala)</i>	41
<i>Figure 14 : Restauration d'une prémolaire maxillaire par un overlay à recouvrement cuspidien. (Photos Dr Bartala)</i>	48

LISTE DES ABREVIATIONS

MOD : Mésio-occluso-distal

HR – CBCT : High Resolution – Cone Beam Computer Tomography

CFAO : Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur

ATM : Articulation Temporo-Mandibulaire

IDS : Immediate Dentin Sealing

OR : Odds Ratio

I. Introduction

Le syndrome de la dent fissurée (« cracked tooth syndrome » en anglais) est un défi diagnostique majeur en pratique clinique. Un diagnostic précis et un traitement approprié sont compliqués en raison du manque de sensibilisation à cette pathologie et à ses caractéristiques cliniques difficiles à définir.

La présence et l'étendue des fissures peuvent être très compliquées à déterminer objectivement. De nombreux paramètres doivent être pris en compte. Et même si une fissure peut être détectée, son étendue est parfois difficile à évaluer.

Le patient a parfois du mal à identifier la dent ou le quadrant incriminé. Parfois, les fissures dentaires ne provoquent aucune douleur.

Aujourd'hui, les dent fissurées sont devenues la 3^{ème} cause de perte de dents après la carie dentaire et la maladie parodontale (1).

L'incidence des fêlures coronaires est en augmentation car la population à une espérance de vie plus longue et conserve ses dents plus longtemps grâce aux progrès de la médecine et de l'odontologie conservatrice.

Une étude de Fennis *et al.* (2), en 2002, a montré que la fracture complète d'une cuspidé est un phénomène courant dans la pratique dentaire.

Il n'existe pas aujourd'hui de consensus sur le traitement des fêlures dentaires. Les choix thérapeutiques sont fonction principalement de l'expérience du praticien.

Les objectifs de ce travail de thèse sont de déterminer les facteurs de prévention de l'apparition des fêlures dentaires, de préciser les méthodes de diagnostics et d'évaluer les traitements appropriés en fonction de l'importance de la fêlure et de sa localisation.

II. Généralités

Définitions et terminologie

Le terme de fracture cuspidienne a été utilisé pour la première fois par Gibbs en 1954 (3) pour décrire une affection mieux connue sous le nom de « syndromes des dents fissurées » (« Cracked tooth syndrome » en anglais).

Ce concept a été inventé par Cameron en 1964 (4) qui a défini la pathologie comme étant « une fracture incomplète d'une dent postérieure vitale qui implique la dentine et qui peut s'étendre parfois jusqu'à la pulpe »

En 2001, ELLIS SG a défini une fracture dentaire incomplète comme un « plan de fracture de profondeur et de direction inconnues traversant la structure de la dent et pouvant atteindre la pulpe et le ligament parodontal. Les fêlures dentaires sont un des facteurs des maladies pulpaires et peuvent se retrouver aussi bien sur les dents symptomatiques qu'asymptomatiques (5).

Les fêlures dentaires coronaires font partie de la famille des fêlures verticales et sont retrouvées uniquement sur les dents postérieures. Seules les fractures de l'émail sont retrouvées sur les dents antérieures.

Classification des différents types de fêlures

La fêlure dentaire peut impliquer tout ou une partie de la dent. Il peut y avoir un plan de fracture complètement supra gingival qui peut atteindre la pulpe (pouvant provoquer une nécrose pulpaire) ou encore la furcation. On peut également avoir un plan de fracture sous gingivale atteignant la racine (pouvant provoquer une inflammation parodontale ou même aller jusqu'à l'impossibilité de réaliser le traitement endodontique) (6).

L'emplacement, la direction et l'étendue d'une fissure dentaire à un gros impact sur le choix du traitement (7). L'AAE (American Association of Endodontists) a proposé une classification des fêlures verticales en cinq catégories :

- Fracture/fêlure de l'émail (« craze line »)
- Cuspide fracturée (« Fractured Cusp »)
- Dent Fissurée (« cracked tooth »)
- Dent fendue (« Split Tooth »)
- Fracture radiculaire verticale (« Vertical root fracture »)

Cette classification met en avant les fractures verticales et non les fractures horizontales qui ne touchent classiquement que les dents antérieures lors de traumatismes.

Les fêlures verticales impliquent majoritairement les dents postérieures sauf les fêlures de l'émail qui touchent aussi les dents antérieures.

Fêlure et fracture de l'émail

Ligne de fêlure localisée dans l'émail coronaire (craze line)

Les lignes de fêlures de l'émail sont fréquemment retrouvées chez les adultes. La plupart d'entre elles sont diagnostiquées comme des défauts verticaux. Ces lignes de fêlures se retrouvent principalement sur les faces vestibulaires des dents antérieures mais peuvent aussi être présentes sur les faces palatines ou linguales.



Figure 1 : Fêlures de l'émail en vestibulaire. (Photo Dr Bartala)

Une enquête sur 14 000 molaires a été réalisée par le réseau de recherche en santé bucco-dentaire de l'Oregon Health and Science University, basée sur la pratique, et a révélé la présence de fissures sur la quasi-totalité des dents inspectées (8).

Comme elles n'affectent que l'émail, elles ne causent pas de douleur et cela ne pose pas de soucis fonctionnels. Seul l'esthétique peut être problématique.

Sur les dents postérieures, les lignes de fêlures s'étendent généralement sur les crêtes marginales et sur les faces vestibulaires et linguales.

Fracture amélo-dentinaire incomplète

Cuspide fracturée (Fractured Cusp)

Une cuspide fracturée indique une fracture complète ou incomplète initiée depuis la couronne de la dent et impliquant une ou plusieurs cuspides. La fracture s'étend au tiers cervical de la couronne ou de la racine. La fissure est souvent dirigée de façon mésio-distale ou vestibulo-lingual, impliquant une ou les deux crêtes marginales ainsi qu'un pan vestibulaire ou palatin. La pulpe est rarement impliquée et en général, une seule cuspide est atteinte.



Figure 2 : Fracture de la cuspidé linguale d'une prémolaire maxillaire. (Photo Dr Bartala)

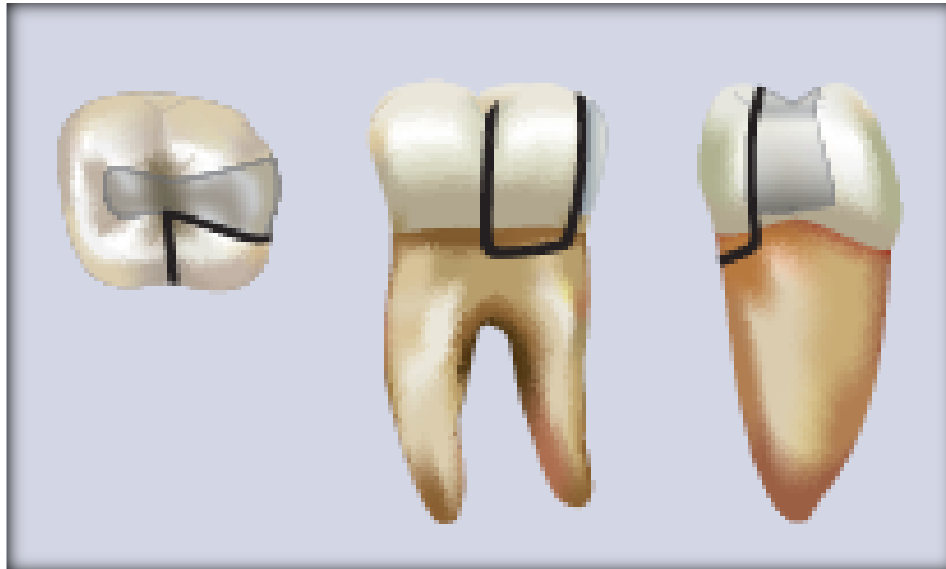


Figure 3 : schéma d'une cuspidé fracturée (7).

Dent fissurée (Cracked tooth)

Une dent fissurée (« cracked tooth » en anglais) indique une fracture incomplète qui part de la surface occlusale et va jusqu'à l'apex. Il n'y a pas de séparation de fragment. La fissure dans ce cas est plus centrée au niveau occlusal par rapport à une cuspide fracturée et est plus profonde en direction apicale.

Ce type d'atteinte va provoquer plus de symptômes pulpaire car plus profonde. La symptomatologie est fonction de l'étendue apicale de la fissure.

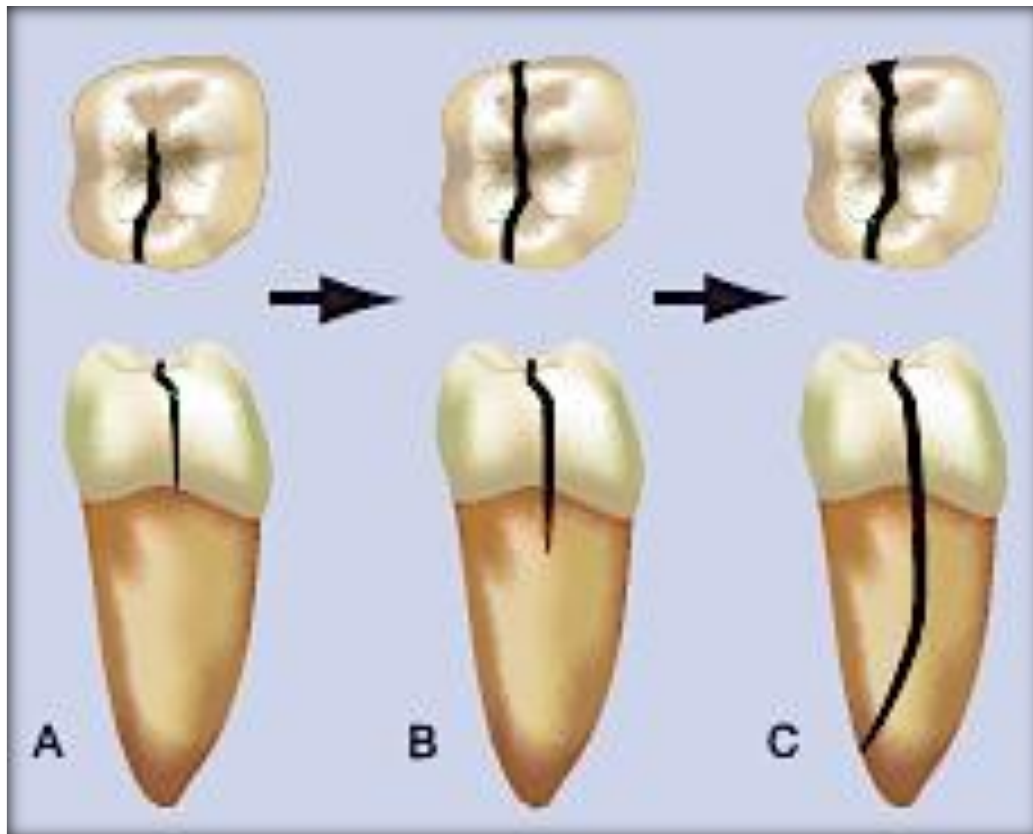


Figure 4 : schéma de la progression d'une fissure en direction apicale (7).

Fracture amélo-dentinaire complète

Dent fendue (Split Tooth)

Une dent fendue indique une fracture complète qui s'étend à travers les deux crêtes marginales (généralement dirigée mésio-distalement) et fend la dent en deux segments distincts. Une dent fendue est généralement l'évolution d'une fissure dentaire.

La fracture s'étend généralement vers la surface linguale de la racine et se termine au milieu ou au tiers apical.

On peut réaliser le diagnostic en mobilisant les deux fragments grâce à une sonde placée au milieu du trait de fracture.

Fracture radiculaire verticale (Vertical root fracture)

La fracture verticale de la racine indique une fracture complète ou incomplète et est située seulement dans la racine. C'est-à-dire qu'elle est initiée dans la racine à tout niveau et peu concerner la totalité ou seulement une partie de la racine.

Avec le temps, la fracture peut s'étendre en direction coronaire.

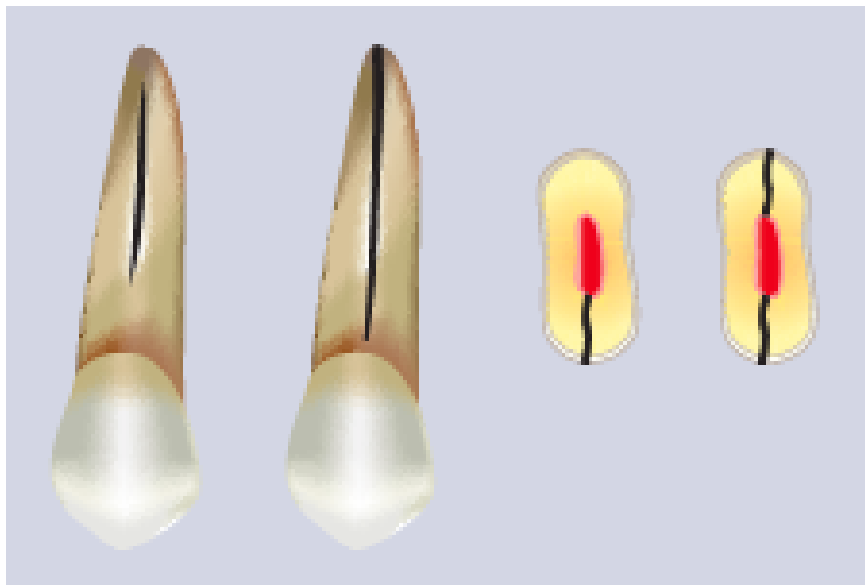


Figure 5 : schéma d'une fracture radiculaire (7).



Figure 6 : exemple de fracture radiculaire (9).

Symptomatologie

Les symptômes vont de la gêne occasionnelle à la douleur grave et prolongée et ne surviennent pas toujours sur une base régulière ou systématique et donc ne peuvent pas toujours être évoqués au moment de la consultation au cabinet dentaire. Cela peut prendre un certain temps avant que la cause de la douleur puisse être déterminée.

Brännström et Aström (10) ont émis l'hypothèse que le fondement physiologique de la douleur à la mastication était le mouvement soudain de fluide présent dans les tubulis dentinaires, qui se produit lorsque les parties fracturées sont mobilisées indépendamment les unes des autres.

D'après Davis et Overton (11), ce phénomène entraînerait l'activation des fibres myélinisées de types A dans la pulpe dentaire ce qui explique le caractère aigu de la douleur. Il a été également suggéré que l'hypersensibilité au froid pouvait être perçue du fait de la pénétration de substances nocives dans la fissure, ce qui entraînerait la libération ultérieure de neuropeptides, provoquant une diminution du seuil de douleur des fibres non myélinisées de types C dans la pulpe dentaire.

Une hypothèse alternative a été proposée, selon laquelle les symptômes seraient causés par l'alternance des processus d'étirement et de compression captés par les odontoblastes situés dans la fissure. Les odontoblastes seraient capables de capter et de transmettre les mouvements de fluides aux fibres nerveuses (12).

La symptomatologie décrite par les patients comprenait une douleur localisée lors de la mastication ou une morsure, une sensibilité inexplicable au froid, ainsi qu'une douleur au relâchement de la pression (13).

Ricucci *et al.* (14), en 2015, ont observés que les fissures dentaires, indépendamment de leur localisation, la direction et l'étendue, ont été colonisées par des biofilms bactériens. En effet, les fissures sont baignées dans la salive et sont difficiles à nettoyer lors du brossage quotidien.

Dans la plupart des cas, la nourriture et les bactéries s'accumulent au niveau de la fissure et l'envahissent.

Ils concluent que la réponse pulpaire à cette colonisation bactérienne varie en fonction de la profondeur de l'infiltration et donc plus la fissure est profonde plus il y a de chance d'avoir une sensibilité pulpaire associée ce qui semble plutôt instinctif.

Étiologies

Les fissures dentaire ont une étiologie multifactorielle dans laquelle plusieurs catégories dominantes sont classées, à savoir la morphologie anatomique de la dent, les facteurs biomécaniques et les causes iatrogènes (15).

Il est également établi que les fortes inclinaisons cuspidiennes jouent un rôle essentiel dans les fissures dentaires (16).

Xie *et al.* (17), en 2017, ont réalisés une étude sur l'impact de l'inclinaison des cuspides sur les fêlures dentaires et ont pu établir un risque plus important de fractures lorsque l'inclinaison de la cuspide est élevée et un risque accru de fractures complexes sur les dents déjà fissurées que sur les dents intactes.

Cette étude est intéressante mais a cependant quelques biais car ils ont utilisé des algorithmes de stress statique pour simuler un stress endodontique. De plus l'échantillon est assez petit avec seulement 40 dents testées.

Selon Türp et Gobetti (18), la cause la plus fréquente des fêlures verticales est l'accident de mastication. En effet, une mastication violente peut provoquer des fissures en croquant violemment dans un noyau ou un os par exemple. Le patient peut nous rapporter facilement cet épisode parfois douloureux et violent lors de l'interrogatoire. Ils ont également défini que les parafonctions (mordre son stylo, ronger les ongles) peuvent induire des fêlures dentaires.

Selon les mêmes auteurs (18), les préparations cavitaires des restaurations conservatrices, la présence de caries, de restaurations larges et profondes peuvent être responsables de fêlures coronaires.

Lynch et McConnell (16), disent que la mise en place de tenon ou des restaurations de façon brutale sont aussi des facteurs responsables de fêlures.

Les auteurs ont toujours considéré que les fissures dentaires se produisaient surtout sur les dents avec des restaurations volumineuses ou inadéquates. Par exemple, les préparations

volumineuses mésio-occluso-distales (MOD) peuvent compromettre l'intégrité de la dent en diminuant la quantité de structure de la dent saine, en particulier lorsque la dent est soumise à des contraintes occlusales excessives (19).

Cependant, une étude plus récente (20) a révélé la présence de fissures dans environ 60% des molaires évaluées qui ne portaient aucune restauration.

Di Angelis (21) donne le piercing lingual comme une nouvelle cause de fêlures coronaires. Selon lui, les praticiens doivent être plus attentifs aux risques des piercings en bouche et doivent éduquer leurs patients pour les mettre en garde à propos des risques sur les tissus dentaires.

Hiatt (22) précise que les contraintes thermiques semblent être un facteur étiologique significatif dans les fractures incomplètes. Il a été démontré, *in vitro*, la création de fêlures verticales à l'interface émail/dentine après 3000 cycles thermiques entre 30° et 60° ce qui correspond aux chocs thermiques d'origine alimentaire au cours d'une année.

Hiatt (22) affirme également que les patients usent leurs dents plus rapidement en cas de bruxisme et que cela entraîne plus de fêlures. Martin et Machtou (23), en 2008, confirment que les patients bruxomanes sont plus sujets à l'apparition de fêlures.

Par conséquent le bruxisme provoque une perte amélaire qui augmenterait la probabilité d'avoir une fêlure sans pour autant en être la seule étiologie.

Prévention

Le patient, en connaissant les principales étiologies de l'apparition des fissures dentaires, peut réduire le risque de développer ce type d'atteinte en adoptant des attitudes préventives.

Avoir une hygiène bucco-dentaire rigoureuse et réaliser des visites régulières chez son dentiste sont des mesures indispensables. Certaines activités sportives génératrices de contacts ou de chocs comme la boxe ou le rugby nécessitent le port d'une protection intra-buccale. Les patients bruxomanes peuvent quant à eux avoir recours à une gouttière de protection.

Il faut toutefois noter que certaines mauvaises habitudes sont à proscrire telles que :

- se ronger les ongles
- mâcher un stylo
- ouvrir des paquets avec ses dents
- tenir des objets entre les dents *etc...*

Une étude cas-témoin chinoise de 2017 (24) a étudié la relation entre l'apparition de fêlures dentaire et les mauvaises habitudes masticatoires. Ils ont recruté 35 patients ayant des dents fissurées et 70 patients témoins ne présentant aucun signe de fêlure et ont pu effectuer des comparaisons entre les deux groupes.

Leurs résultats montrent que la mastication unilatérale (OR = 2,472), la mastication d'aliments volumineux (OR = 2,727) ou d'aliments durs (OR = 2,087) et que le changement de températures brutales (OR = 3,296) lors de la mastication (manger des aliments chauds immédiatement après avoir mangé des aliments froids ou inversement) sont des facteurs de risques d'apparition de fissures. Il faut cependant noter pour ce dernier facteur que c'est une habitude alimentaire plus commune chez les Chinois.

Le praticien se doit donc d'informer son patient de ces facteurs afin de modifier les comportements à risque pour prévenir l'apparition d'éventuelles fissures ce qui participe ici à la prévention primaire.

Les méthodes de diagnostic dont le praticien dispose, que nous décrirons par la suite, ont quant à elles une action de prévention secondaire. Elles permettent de réaliser un dépistage précoce afin de limiter la propagation de la fissure et ses conséquences et de pouvoir la traiter rapidement et efficacement.

Épidémiologie

Le tableau suivant montre la répartition en pourcentage des dents fissurées/fracturées en fonction de leur localisation suivant les études réalisées par différents auteurs depuis le milieu du 20^{ème} siècle.

Études	Nombres	Prémolaires Maxillaires	Molaires Maxillaires	Prémolaires Mandibulaires	Molaires Mandibulaires
Cameron (1964)(4)	50	16%	28%	2%	54%
Hiatt (1973)(22)	100	1%	19%	10%	70%
Abou-Rass (1983)(19)	120	19,20%	20,80%	0%	66,70%
Eakle et al (1986)(25)	206	5,83%	25,73%	25,24%	25,73%
Lagouvardos et al (1989)(26)	200	28,50%	39,10%	4,30%	28,30%
Bader et al (2001)(27)	377	20,40%	22%	6,90%	36,30%
Brynjulfson et al (2004)(28)	46	28,30%	39,10%	4,30%	28,30%
Roh et al (2006)(20)	154	4,60%	57,10%	1,90%	36,40%
Krell & Rivera (2007)(29)	796	8,90%	29,90%	1,60%	59,60%
Seo et al (2012)(30)	107	6,60%	44,80%	2,80%	45,80%

La moyenne des résultats montre que les molaires mandibulaires sont les dents les plus touchées, suivies par les molaires maxillaires, les prémolaires maxillaires et enfin les prémolaires mandibulaires ne sont que très peu atteintes.

Cameron, en 1976, semblait suggérer que les femmes étaient plus sujettes au syndrome de la dent fissurée que les hommes (31).

Mais Türp et Gobetti (18), ont montré une atteinte équivalente entre les hommes et les femmes.

Une étude de 2006 menée par Roh BD et Lee YE montre également que la prévalence est similaire entre les hommes et les femmes (20).

L'incidence des fêlures semble augmenter de manière générale du fait que les gens vieillissent et gardent leurs dents plus longtemps dû à une pratique de plus en plus conservatrice (32).

III. Diagnostic des fêlures dentaires

Anamnèse

Histoire du patient

Il est important de bien questionner son patient et de connaître son histoire. Obtenir les antécédents médicaux et l'historique de la dent causale permet d'obtenir des informations précises et poser le bon diagnostic (16).

Le patient peut présenter de multiples remplacements de restaurations ou d'ajustements occlusaux, il peut y avoir des habitudes parafunctionnelles (mastication d'objet dur, bruxisme).

Les patients peuvent avoir des antécédents de douleurs au froid, de douleurs lors d'une mastication brutale sur un aliment dur ou par exemple des douleurs au relâchement de la pression. Tous ces éléments sont des indices précieux que le praticien doit relever.

Le chirurgien-dentiste doit être conscient de l'existence de ces fêlures afin de faire un diagnostic correct puis de réaliser un traitement adéquat. La sensibilisation des chirurgiens-dentistes à l'existence de ce syndrome est l'élément le plus important de son diagnostic (4).

Selon Cameron (31), la douleur lors de la mastication est le symptôme le plus souvent décrit par les patients mais une hypersensibilité inexplicée au froid est aussi souvent évoquée. Le patient peut se plaindre de douleurs lorsqu'il mâche d'un côté de la bouche mais a du mal à déterminer avec précision la dent causale. Une fêlure peut être cependant suspectée lorsque la douleur est d'un seul côté de la bouche surtout lors de la mastication d'aliments durs.

Selon Hiatt (22), les symptômes peuvent être très différents et se traduire par des sensibilités au chaud, au froid, au sucre ou encore à l'acidité.

Türp et Gobetti (18), nous rapportent que la fêlure n'entraîne pas forcément de douleur. Si elle est présente, la douleur se traduit généralement lors du relâchement à la pression et peut être plus ou moins intense. Ils considèrent également que le patient sait généralement où se trouve la dent causale.

Il faut également demander au patient depuis combien de temps l'inconfort ou la douleur est apparue. En effet, les patients vont avoir tendance à tolérer cet inconfort, à vivre avec et ne pas venir en consultation tout de suite. Ils peuvent expliquer lors de l'interrogatoire qu'ils mangent du côté opposé à la douleur et ce parfois pendant plusieurs mois.

Évidemment, les fêlures soumises à des contraintes occlusales répétées peuvent progresser, s'aggraver jusqu'à rupture complète de la dent et les symptômes également peuvent augmenter d'intensité (33).

Dans un article (34), les auteurs rapportent que 20% de patients adressés à des endodontistes exclusifs sont finalement diagnostiqués avec une fracture incomplète d'une dent. Ceci montre l'importance d'un diagnostic précoce pour permettre une prise en charge optimale.

Examen visuel

L'examen visuel est tout d'abord exo-buccal, en regardant la musculature de la mâchoire, la tonicité des masséters qui peut traduire une tendance au stress.

Ensuite vient l'examen endo-buccal. La visualisation de facettes d'usures peut traduire un phénomène de bruxisme par grincement ou une mastication avec des forces excessives (7).

L'utilisation du champ opératoire (digue) permet d'augmenter la probabilité de visualiser une fracture en isolant la dent, en accentuant la fissure avec un fond distinct tout en préservant la salive de la zone à inspecter et en réduisant les perturbations visuelles périphériques.

L'utilisation du microscope est un outil qui peut grandement aider la détection des fissures. Un protocole de nettoyage avant l'inspection des fissures car la plaque et l'humidité rendent les fissures microscopiques pratiquement impossible à visualiser (35). Une sensibilité tactile associée permet de vérifier la présence d'une fissure à l'aide d'une sonde.

L'utilisation des empreintes optiques également de visualiser précisément l'inclinaison des pentes cuspidiennes et l'endroit où une cuspidie rentre en occlusion avec la dent opposée afin d'observer si une ligne de fêlure se développe autour de cette zone de contact.

L'utilisation également des loupes de grossissement et même de la photographie intra buccale sont des outils de diagnostics supplémentaires. La photo a le double avantage de voir mieux les fissures qu'à l'œil nu mais aussi a un rôle pédagogique pour le patient (36).

Examen tactile

Les fissures dentaires peuvent être détectées à l'aide d'une sonde en explorant les surfaces dentaires (13). Les sondes peuvent détecter des fissures d'une largeur de $36 \mu m$ pouvant aider à identifier le défaut (37).

La sonde permet souvent d'identifier une fêlure sur une surface dentaire et s'utilise en complément d'autres examens comme les loupes, le microscope *etc...*

Test de morsure

Le test de morsure consiste à appliquer une force occlusale sur une cuspidé individuelle et d'évaluer la réaction. Le test est réalisé en mordant sur un instrument qui peut être le manche d'un miroir (en métal de préférence), un coton salivaire, un bâtonnet de bois ou même des instruments spécifiques commercialisés à cet effet comme le Tooth Slooth (Professional Results Inc).

Kruger (38) a suggéré que la douleur ressentie lors de la libération de la pression confirmait le diagnostic du syndrome de la dent fissurée.

La douleur augmente lorsque la force occlusale appliquée augmente et diminue lorsque la pression est enlevée.

Roh et Lee affirme que ce test est le plus probant avec une fiabilité du test de 96,1% (20).

Cependant, ceci est exact pour des fissures qui sont symptomatiques. Un grand nombre de dents fissurées sont asymptomatiques. Il faut se montrer prudent avec ce test car appliquer une force occlusale excessive sur une fissure présumée peut présenter un risque de fracture de la dent.

Test de vitalité

Les tests de vitalité des dents impliquées sont généralement positifs, bien que les dents parfois affectées puissent présenter des signes d'hypersensibilité au froid en raison de la présence d'une inflammation de la pulpe dentaire ce qui est une caractéristique pouvant aider au diagnostic (40).

Dans certains cas où la fêlure atteint la pulpe dentaire, on peut avoir une réponse négative au test de vitalité nous signalant une nécrose dentaire le plus souvent asymptomatique.

Sondage parodontal

Un sondage parodontal peut être une bonne aide pour le diagnostic d'une fêlure lorsqu'elle s'étend en situation sous gingivale. Dans ce cas, une poche parodontale isolée et localisée peut être mise en évidence (41). Il faudra cependant bien établir que cette poche parodontale ne vienne pas d'une maladie parodontale associée afin d'éviter une erreur de diagnostic (7).

De plus, un défaut parodontal n'est pas un élément de diagnostic certain pour ce type d'atteinte. En effet, beaucoup de dents présentant des fêlures n'ont pas d'atteintes parodontales associées (33).

Examen radiographique

Selon Cameron (31), le chirurgien-dentiste doit suspecter une fêlure lorsqu'un patient vient en consultation et se plaint de douleur sans cause évidente cliniquement et sans image radiologique.

Le fait de prendre des radiographies pour voir une fissure peut présenter un intérêt diagnostique limité, car les fissures peuvent être parallèles au plan du film et donc indétectables. Le diagnostic doit surtout reposer sur l'anamnèse du patient et les examens visuels.

Cependant, dans certains cas, la radiographie nous apporte une aide au diagnostic. En effet, une fêlure au niveau d'une racine peut entraîner une image radio claire le long de la racine (qu'il y ait ou non de traitement endodontique) (33).

Un changement de forme, de volume, de radio clarté au sein de la chambre pulpaire, des canaux ou de l'espace péri-radicaire peut suggérer la présence d'une fêlure. Il est donc important de prendre des radiographies avec des incidences différentes pour augmenter les chances de détecter une fêlure à la radiographie 2D (7).

Un élargissement desmodontale peut parfois indiquer une fêlure surtout dans le cas de dent restaurée avec des tenons radiculaires volumineux. On sait que ces dents sont beaucoup plus sujettes à des phénomènes de fractures radiculaires.

Intérêt de l'High Resolution Cone Beam Computer Tomography (HR-CBCT)

Les modalités d'imageries de type rétro-alvéolaire utilisées pour détecter les fissures, comme on vient de les décrire, présentent souvent un manque de précision. En effet, le diagnostic dépend en définitive de la qualité de la résolution de la radio, de l'orientation des fissures et de l'interprétation des observateurs (42).

Selon Ludlow *et al.* (43), Les récents développements sur les scanners (HR-CBCT) et les protocoles d'imageries avec un petit champ de vision et une résolution inférieure au millimètre, pourraient permettre des évaluations cliniquement utilisables de pathologies dentaires avec des doses de rayonnement efficaces réduites.

Une récente prise de position, publiée conjointement par l'American Association of Endodontists et l'American Association of oral and Maxillofacial radiologists, recommande l'utilisation du CBCT à faible champ de vision comme modalité d'imagerie de choix pour le diagnostic chez les patients présentant des symptômes contradictoires ou non spécifiques, y compris suspicion de dents fissurées (44).

Shah *et al.* en 2018 (45), ont réalisé une étude sur un ensemble de dents saines et de dents présentant des fissures simulées grâce à l'utilisation d'un CBCT de haute résolution. Les fissures ont été simulées dans plusieurs directions.

La technique est basée sur une utilisation innovante d'ondelettes isotropes, qui visent à détecter avec précision la présence et l'étendue de fissures dans les dents dans n'importe quel emplacement et direction. Leurs résultats montrent une sensibilité discriminante de cette méthode.

Cette étude semble intéressante mais de futurs travaux doivent être entrepris sur la validation clinique de cette méthode sur différents types de fissures.

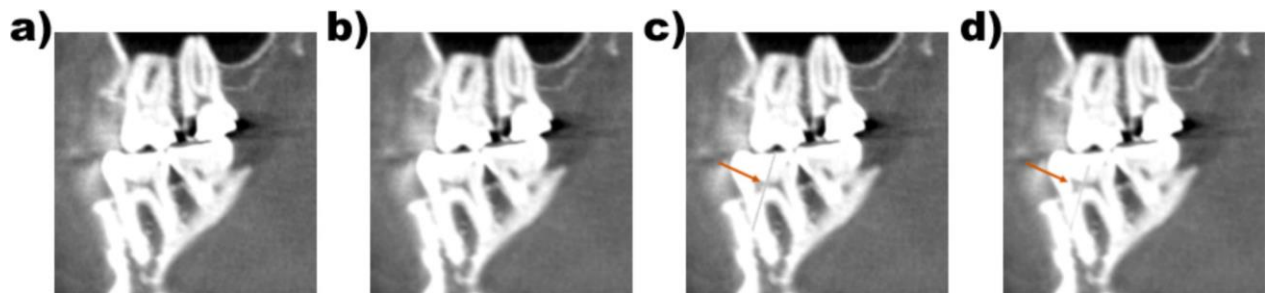


Figure 7 : HR-CBCT d'une deuxième molaire mandibulaire (45)

Voici l'exemple ici (Fig. 7) de données d'imageries pour une deuxième molaire saine (a) et une deuxième molaire avec une simulation de fissure (c). Tous les scans ont été soumis à un filtre de lissage gaussien grâce à un logiciel de post-traitement d'images. (b) deuxième molaire saine après lissage et (d) deuxième molaire avec simulation de fissure après lissage.

Le lissage va permettre de réduire le bruit, de diminuer le flou et de rendre l'image plus réaliste pour son analyse.

Suppression de la restauration

Les auteurs s'accordent sur le fait qu'il est préférable d'enlever la restauration existante pour permettre un accès visuel direct (19).

Selon Seo *et al.* (30), on retrouve souvent des fêlures sur les dents restaurées, en particulier sur les dents présentant des restaurations mésio-distales en amalgame et les inlays métalliques. 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 des matériaux de restaurations et la structure de la dent.

Une étude récente (46) a rapporté qu'une dent présentant une fissure externe liée à une restauration était plus susceptible d'avoir aussi une fissure interne.



Figure 8 : molaire maxillaire avec restauration amalgame présentant une fêlure externe (47).



Figure 9 : retrait de la restauration révélant la présence de fêlures internes (47).

Coloration

D'après Homewood (48), l'isolation de la dent avec une digue et l'utilisation de colorant permet de détecter la quasi-totalité des fêlures.

Le bleu de méthylène infiltre la fissure et colore le collagène des tissus en bleu mais il faut noter que ce n'est pas toujours efficace immédiatement et que l'on ne puisse pas visualiser la fissure la première fois.

La technique consistant à utiliser des colorants pour délimiter une fissure peut donc prendre plusieurs jours pour être efficace et peut nécessiter la mise en place d'une restauration provisoire dans la cavité, ce qui peut nuire davantage à l'intégrité structurelle de la dent et ainsi contribuer au processus de propagation de la fissure.

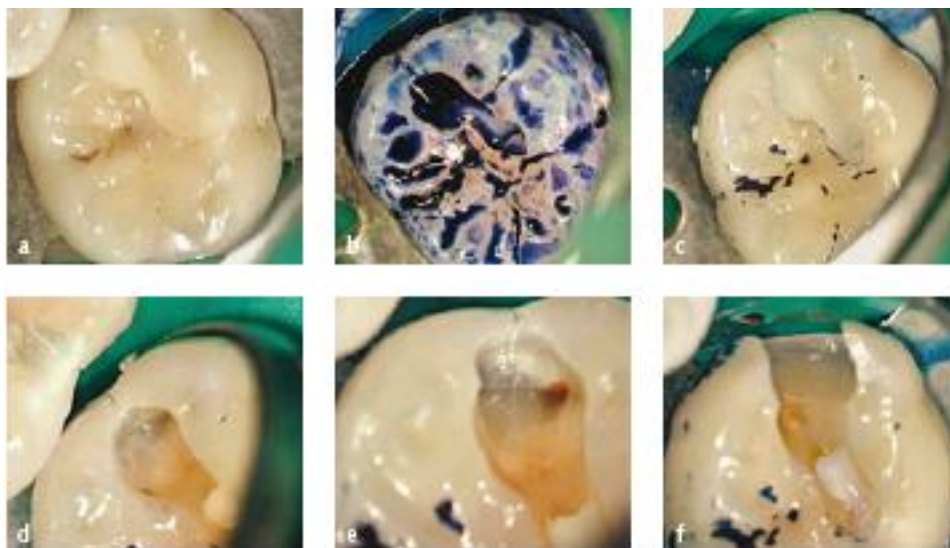


Figure 10 : Coloration d'une 36 au bleu de méthylène (9).

Voici l'exemple d'une 36 avec une sensibilité persistante surtout pendant la mastication (10a). Coloration au bleu de méthylène de toute la surface occlusale(10b). Après rinçage, détection d'une fêlure distale qui traverse la crête marginale(10c). Retrait du composite de restauration pour évaluer l'étendue de la fissure(10d et 10e). Préparation de la cavité de classe II(10f).

Une étude de 2004 (49) compare l'utilité des colorants et de la transillumination pour la détection des fêlures et conclut qu'il est intéressant d'utiliser la transillumination en association avec le bleu de méthylène pour une meilleure visualisation des fissures.

Transillumination

La transillumination est tout d'abord utilisée pour faire le diagnostic différentiel entre les simples lignes de fêlures de l'émail et les fissures. `

Le principe est simple, la dent est nettoyée, et une source de lumière est appliquée directement au contact de la dent. Cette source lumineuse peut provenir d'une fibre optique ou d'une lampe à photopolymériser (50).

Si la dent est fissurée, la lumière sera bloquée et seul un segment de la dent renverra la lumière, alors que si ce n'est qu'une ligne de fêlure, toute la structure de la dent prendra la lumière.

Cependant, la transillumination peut faire apparaître les lignes de transition sous forme de fêlures structurelles et peut amener à un faux diagnostic (51).



Figure 11 : lumière stoppée en mésio linguale par la présence d'une fissure (52).

Exploration chirurgicale

L'exploration chirurgicale consiste à élever un lambeau pour visualiser la surface des racines et ainsi voir la présence éventuelle de fêlures. Cette technique est invasive et ne doit être utilisée que dans les cas de fortes suspicions et dans les cas où les autres techniques de diagnostic n'ont rien donné.

Cette méthode est cependant efficace et peut permettre une détection précoce des fêlures radiculaires qui amènent souvent à des situations intraitables, évitant ainsi de réaliser un traitement inutile dans les cas où l'avulsion est inévitable.

Le patient doit être bien conscient que c'est avant tout une étape de diagnostic (7).

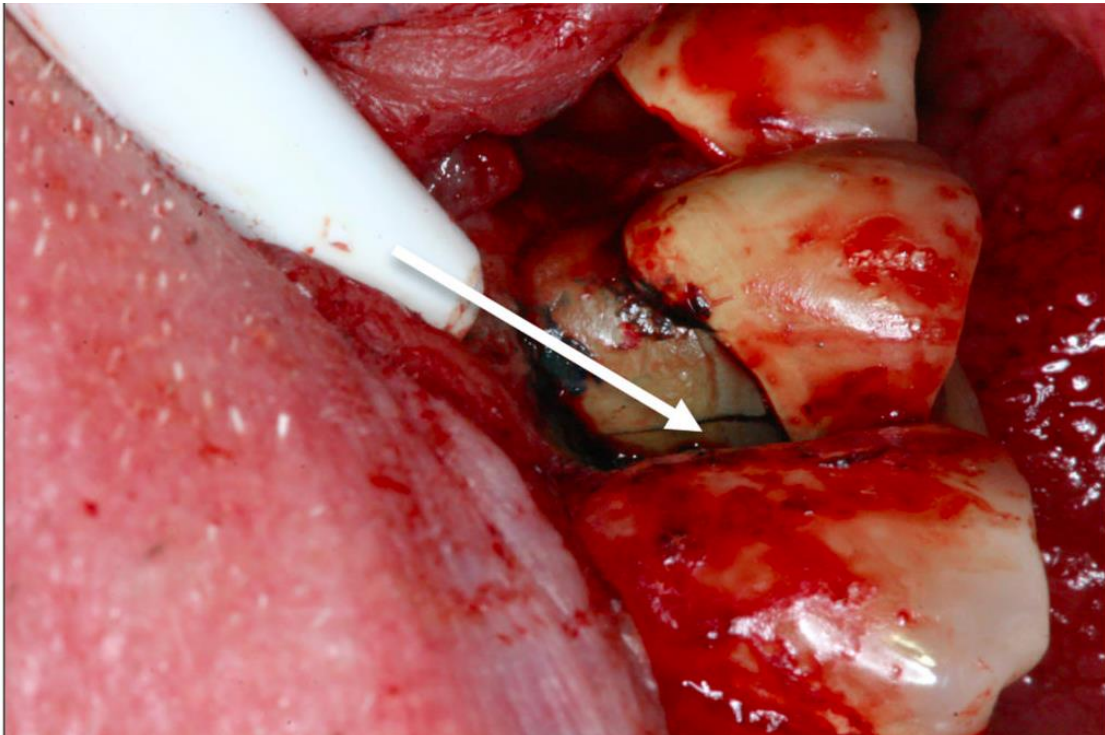


Figure 12 : Détection d'une fêlure après exploration chirurgicale (45).

IV. Traitement des fêlures dentaires

Les objectifs du traitement

Le traitement d'une dent fissurée dépend du site, de la direction et de la taille de la fissure.

Les objectifs de traitement d'une dent fêlée vont être simples :

- Supprimer l'aspect inesthétique de la fissure (principalement dans les fissures de l'émail sur les dents antérieures).
- 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.

Un des objectifs est de réaliser un système de contention qui permet de minimiser le mouvement de flexion des deux fragments ou de la cuspide compromise. Cette contention a pour but non seulement d'atténuer les symptômes de la douleur lors de la morsure, mais également d'empêcher la propagation de la fissure et de réduire la pénétration de micro-organismes bactériens dans la pulpe dentaire (53).

Surveillance

Dans la plupart des cas de fissures de l'émail, la surveillance est le traitement de choix sauf si l'esthétique est le motif de consultation du patient. Dans les autres types de fêlures, un traitement est souvent nécessaire.

Hilton *et al.* (54), en 2019, ont voulu quantifier les changements de symptômes et la progression des fissures sur des dents postérieurs présentant au moins une fissure visible et qui ne nécessitaient qu'une simple surveillance. Ils ont conclu qu'il n'y avait qu'une très faible progression des symptômes ou des fissures à court terme. Il faut noter que l'étude s'est effectuée sur une seule année d'observation.

Traitement avec approche immédiate

Les auteurs (4,16,56) s'accordent pour dire qu'il est toujours préférable de traiter une dent présentant une fissure le plus rapidement possible afin d'éviter des dommages irréversibles.

En tant qu'approche immédiate, certains auteurs (56) ont préconisé de réaliser des ajustements occlusaux sur les dents affectées, afin de réduire le stress sur la dent pour d'une part empêcher la propagation de la fissure et d'autres part de soulager les symptômes associés.

Cependant, il a été avancé (22) que l'ajustement occlusal n'aurait qu'un bénéfice limité car la dent pouvait être quand même soumise à une forme de stress dû à la mastication du bol alimentaire ne suffisant pas à interrompre le processus de flexion sur la dent impactée.

De plus, si l'ajustement occlusal n'est pas réalisé sans analyse préalable de l'occlusion, cela peut entraîner des interférences ailleurs sur l'arcade dentaire.

Geurtsen (57), montre que l'on peut effectuer une immobilisation immédiate au moyen d'une contention autour de la couronne. Elle peut prendre la forme d'un anneau de cuivre ou d'une bague orthodontique en acier inoxydable, qui doivent être tous deux bien ajustés pour ne pas interférer avec l'occlusion.

Les bagues orthodontiques sont généralement l'option privilégié car elles peuvent être profilées plus efficacement afin de limiter l'irritation des tissus parodontaux. Il faut attendre une période entre deux et quatre semaines pour refaire un bilan. L'absence de douleur à l'examen confirme le bon diagnostic et l'immobilisation réussie. Lorsque les sensibilités au chaud ou au froid persistent, un traitement endodontique est à considérer. Dans de tels cas, la contention peut rester en place le temps de réaliser le traitement canalaire et la restauration coronaire (58).

Cependant, la mise en place des bagues orthodontiques peut s'avérer parfois long et techniquement difficile. Les praticiens n'ont pas forcément accès à ce type de bagues dans leur

cabinet et les patients peuvent parfois s'opposer pour l'aspect inesthétique de la bague dans les zones visibles.

Guthrie *et al.* (59) ont décrit la mise en place d'une couronne provisoire en résine comme une solution thérapeutique immédiate dans les cas de dents présentant des fractures incomplètes. Des couronnes préformées de différentes tailles peuvent également être utilisées.

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 surtout avec l'avènement du principe d'économie tissulaire.

Banerji *et al.* (60) ont décrit une technique consistant à placer de la résine composite sur toute la face occlusale de la dent fissurée, sans aucune préparation dentaire, ainsi que sur une partie de la face vestibulaire et linguale ou palatine. La résine est appliquée sur une épaisseur de 1,0 à 1,5.mm de façon à réaliser une sorte d'overlay.

La restauration est volontairement placée en suroclusion pendant 3 mois et fait office de contention. Cette approche suit le concept de Dahl (61) selon lequel il serait attendu que les contacts occlusaux seraient rétablis après une période de temps appropriée grâce aux phénomènes combinés d'intrusion et d'extrusion dento-alvéolaire. La restauration doit être réalisée de façon à éviter les interférences dans les mouvements de protrusion et de diduction. Ceci peut entraîner un rajout de composite sur certaines surfaces de guidages généralement au niveau de la canine maxillaire afin de n'avoir que des forces axiales (62).

L'étude montre un taux d'atténuation des symptômes dans 86,7% des cas et un rétablissement occlusal de 97% après 3 mois. La contention est ensuite retirée et une restauration d'usage est réalisée.

Cette technique a l'avantage d'être biologiquement conservatrice, esthétique, plutôt facile à réaliser et peu coûteuse. Elle offre un soulagement rapide des symptômes douloureux et permet aussi d'éviter un surtraitement en cas de diagnostic erroné. De plus, les restaurations d'usage peuvent être appliquées sans avoir de préparation soustractive simplement en retirant la restauration supra-occlusale provisoire.

Cependant, cette méthode peut présenter des risques d'intolérance, d'exacerbation des symptômes, de mobilités accrues de la dent affectée et de la dent antagoniste, des troubles de l'ATM ainsi que des difficultés d'élocution et de mastication pendant la phase transitoire ce qui peut rendre difficile son application dans la pratique clinique quotidienne.

Traitement par reconstitution direct sans recouvrement cuspidien

Les ciments verres ionomères et les résines composites sont les matériaux de restauration directe les plus utilisés dans la pratique quotidienne au cabinet dentaire. En principe, 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 (15).

Composite

Les résines composites offrent une alternative adhésive et esthétique à l'amalgame pour la restauration des dents fissurées.

Ausiello *et al.* (63) ont montré que la mise en place de composite de restauration permet de restaurer la résistance à la fracture de la dent présentant une fêlure et parfois même à un niveau plus élevé qu'une dent saine.

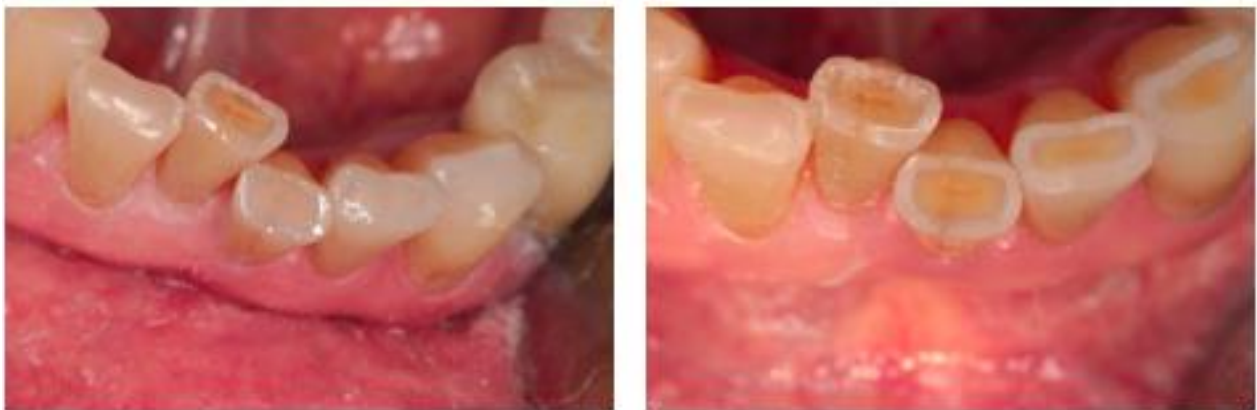


Figure 13 : Fêlures sur des incisives mandibulaires traitées par résine composite. (Photos Dr Bartala)

Opdam et Roeters (64) ont étudié l'efficacité de la résine composite à court terme dans les traitements de 21 dents symptomatiques présentant une fêlure. Les auteurs ont conclu que les restaurations en résines composites, sans recouvrement cuspidien, peuvent être un traitement efficace (75% des cas ont signalé une amélioration).

Opdam *et al.* (65) disent qu'en l'absence de recouvrement cuspidien, une charge répétée au niveau de la restauration peut avoir un effet de stress sur la couche adhésive et peut conduire à sa rupture. Cela peut être amplifié chez les patients qui ont des habitudes parafunctionnelles, comme le bruxisme par exemple, qui sont plus susceptibles d'appliquer des charges plus fortes sur la restauration.

Geurtsen *et al.* (66) rapportent que les résines composites sont moins efficaces lorsque la cavité est supérieure à la moitié de la largeur intercuspidienne (sans recouvrement cuspidien).

La rétraction de prise des résines composites est un facteur connu et cause importante d'échec lors de grandes restaurations. La rétraction de prise peut provoquer une flexion au niveau de la cuspide et accentuer la fracture ou induire des contraintes dans le matériau et la couche adhésive ce qui entraînerait à son tour une incapacité à immobiliser les fragments autour de la fêlure (67).

Ciment Verre Ionomère (CVI)

Le rôle des CVI dans la gestion des cas de fractures incomplètes n'a pas été très documenté. Les CVI ne sont pas le premier choix de matériau utilisé dans ce genre de cas. Premièrement car ils ont une force de liaison à l'émail et à la dentine inférieure aux résines composites et secondairement car ils s'usent et se fatiguent plus rapidement (68).

Les CVI peuvent avoir un intérêt lorsqu'ils sont placés en fond de cavité pour de grandes restaurations en résines composites, réduisant ainsi le volume de résine et donc le phénomène de rétraction de prise associé (69).

Les restaurations plastiques directes lorsqu'elles sont utilisées sans recouvrement cuspidien offrent une option conservatrice et rapide en termes de temps d'utilisation par rapport aux techniques indirectes. En effet, un traitement par restauration indirecte nécessite une séance supplémentaire et donc un temps de réalisation plus long pendant lequel la fracture peut progresser et aboutir à une plus grande perte de tissu dentaire.

Traitement par reconstitution direct avec recouvrement cuspidien

En 2004, Fennis *et al.* (70), ont réalisé une étude comparative in vitro sur des prémolaires où certaines étaient restaurées par résine composite avec recouvrement cuspidien et d'autres sans recouvrement cuspidien. L'étude montre que la résistance à la fracture, pour les cas de restaurations avec recouvrement cuspidien, est significativement plus élevée.

L'application de résine composite pour recouvrir la cuspide, dans le cas de dents fissurées, semble avoir pour effet de réduire la contrainte sur la cuspide affaiblie avec un effet d'absorption des chocs du matériau et augmente également la rigidité de cette cuspide en redistribuant les forces loin de la fissure vers les parois axiales et le long de l'axe de la dent (64).

Le fait de réduire la hauteur de la cuspide permet également de réduire le niveau de flexion lors de la mastication et d'atténuer les éventuels symptômes.

Si un traitement endodontique devenait nécessaire à la suite d'un traitement par résine composite, l'impact en termes de coût serait bien moindre et l'accès à la chambre pulpaire serait plus facile en comparaison avec une reconstitution coulée indirecte, par exemple.

Traitement par restauration indirecte sans recouvrement cuspidien

Les restaurations intra-coronaires coulées métalliques scellées peuvent provoquer un « effet de coin » ce qui exerce une force vers l'extérieur au niveau des parois restantes de la dent. La pression peut être exercée lors de l'essayage de la pièce prothétique mais également pendant toute sa durée de vie après la mise en place où des forces masticatoires cycliques s'appliquent.

Une analyse *in vitro* a montré que les inlays fabriqués au laboratoire et collés ont le potentiel d'augmenter la résistance à la fracture des dents présentant des cavités larges avec des valeurs de résistances similaires à des dents saines (71).

Mais l'utilisation d'inlay en technique indirecte peut n'avoir qu'une indication limitée dans la gestion d'une dent fissurée. Leur application prend du temps, nécessite une restauration provisoire (qui peut favoriser la progression de la fissure) et implique l'élimination des contre-dépouilles de tissus sains, ce qui est biologiquement invasif.

Wassel *et al.* (72) ont réalisé une étude comparative sur les taux d'usures et d'autres aspects des performances cliniques des inlays composites, par rapports aux restaurations directes en composite et n'ont révélé aucune différence significative entre les deux thérapeutiques.

Traitement par restauration indirecte avec recouvrement cuspidien

Les reconstitutions sans recouvrement cuspidien ont des indications pour le traitement des dents fissurées mais les auteurs (48,64,66) s'accordent pour dire que pour des cavités plus larges, il est nécessaire d'avoir recours à un recouvrement cuspidien pour protéger et renforcer les structures dentaires résiduelles.

L'utilisation de restaurations indirectes peut avoir un réel avantage en termes de longévité, par rapport aux techniques directes mais la technique est plus longue en termes de temps de réalisation et demande une rigueur dans le protocole de traitement.

Deliperi *et al.* (73), montrent que les techniques indirectes permettent de restaurer une forme anatomique plus favorable et de mieux gérer les points de contact, par rapport à un traitement en technique directe.

Onlays en métal

Les onlays en métal et notamment les onlays en or, ont été fréquemment utilisés historiquement dans le traitement des dents fissurées. Cependant, il semble n'y avoir que peu de données cliniques pour conclure sur leur efficacité dans ce type de syndrome.

Yap (74) a présenté un rapport de cas avec utilisation d'onlays en cobalt chrome. Les restaurations étaient toujours en place 1 an après et aucun symptôme n'a été rapporté. On peut cependant considérer que la durée de l'étude est insuffisante pour en tirer des conclusions cliniques.

Le coût de l'or notamment et le rendu inesthétique du métal, poussent les praticiens à ne plus utiliser ces matériaux dans ce type de technique.

Onlays en composite

Les onlays en résines composites réalisés au laboratoire ont l'avantage d'avoir une forme occlusale plus favorable et plus esthétique par rapport à une technique directe. De plus, la contraction de polymérisation est un des inconvénients des résines composites utilisées classiquement. En effet, cette contraction de polymérisation peut entraîner des tensions au niveau des tissus dentaires pouvant entraîner des flexions de cuspide, des fragilisations ou des ruptures de l'émail. Dans le cas d'une résine de laboratoire, la contraction de prise se fait en extra orale et est prise en compte par le prothésiste dans la réalisation de la pièce prothétique.

Selon Wendt (75), en raison d'un taux de conversion plus élevé avec des techniques indirectes, les résines de laboratoires peuvent présenter de meilleures propriétés mécaniques.

Les onlays en composites présentent également l'avantage par rapport à des onlays en céramiques d'être moins abrasifs envers les surfaces dentaires opposées et dans le cas d'une fracture de la pièce prothétique, la réparation est bien plus simple avec l'ajout de résine composite classique. S'il y a besoin, après la pose d'un onlay en composite, de réaliser un traitement canalaire, l'accès à la chambre pulpaire et la réparation post traitement endodontique s'en verront également facilités.

Signore *et al.* (76), en 2007, ont publié leurs résultats d'une étude rétrospectives de six ans décrivant les performances d'onlays de laboratoire en résines composites pour le traitement de 43 dents fissurées et douloureuses. L'étude montre un taux de survie de 93,02% à 6 ans. 6,98% des dents ont nécessité un traitement endodontique. 1 patient (2,32%) présentait des symptômes de pulpite irréversible 3 semaines après la pose de l'onlay. 2 autres patients (4,66%) ont également eu les mêmes symptômes, l'un après 2 mois et l'autre après 5 mois.

Les onlays en composites sont donc une alternative viable pour le traitement des dents fissurées. Les facteurs de coût et de temps, ainsi que le besoin de réaliser un traitement de temporisation sont des inconvénients évidents, mais ils offrent des avantages indéniables par rapport à d'autres techniques.

Onlays en céramique

Les onlays en céramique offrent une autre alternative esthétique de restauration de dents fissurées. Avec l'avènement des nouvelles céramiques, nous avons aujourd'hui des matériaux qui ont une très bonne résistance à la flexion et à la compression.

Politano *et al.* (77) ont publié un protocole de fabrication des onlays en céramique pour traiter les dents fissurées. Lors de la première séance, il faut tout d'abord réaliser une anesthésie avant de retirer tout le tissu carieux en étant le plus conservateur possible.

Vérifier l'occlusion avant la mise en place du champ opératoire afin de vérifier que les limites de préparation ne soient pas en contact avec les cuspidés des dents antagonistes. L'IDS (Immediate Dentin Sealing) peut être réalisé avec un composite flow afin de protéger les plages dentinaires et de combler les éventuels contre dépouilles. L'empreinte avec un matériau adéquat tel qu'un silicone ou un polyéther ainsi que la mise en place d'une restauration provisoire sont effectuées.

Lors de la seconde séance, la restauration provisoire est retirée, la dent est nettoyée et le protocole de collage est réalisé en fonction du type de matériau et du type de colle utilisés.

L'utilisation d'onlay en céramique est moins invasive qu'une couronne mais nécessite cependant une étape de temporisation ce qui pourrait augmenter le risque de complications pulpaires (64).

Mais avec l'avènement des systèmes de CFAO comme le CEREC par exemple, il est possible de réaliser la pose de la restauration le jour même de la préparation de la dent.

Selon Griffin (78), les restaurations en CFAO ont l'avantage de réduire le risque d'infiltration bactérienne par micro-fuite le long de la fracture et de contraintes pulpaires lors d'une deuxième séance.

En effet, les manipulations supplémentaires lors de la seconde séance comme l'anesthésie, le retrait de la restauration provisoire, le séchage ou encore l'ajustement de la restauration d'usage peuvent augmenter les risques de nécrose pulpaire.



Figure 14 : Restauration d'une prémolaire maxillaire par un overlay à recouvrement cuspidien. (Photos Dr Bartala)

Voici un cas clinique d'une fracture de la cuspide linguale d'une prémolaire maxillaire avec une vue occlusale (a) et une vue vestibulaire (b). A l'examen clinique, la dent présente une restauration en amalgame mésio-occluso-distale, le test au froid est positif et la dent est pulpée. On objective, après dépose de l'amalgame, une fissure allant de mésial à distal (c et d). La décision a été de réaliser un overlay avec recouvrement cuspidien et vestibulaire. Réalisation de la pièce prothétique au laboratoire (e). Collage de l'overlay sous digue (f). Vue finale après dépose du champ opératoire (g).

Traitement par cerclage

Couronnes périphériques

Guthrie *et al.* (59), ont préconisé l'utilisation des couronnes périphériques comme traitement de choix des fêlures dentaires. Il a été rapporté que de restaurer une dent fêlée par une couronne périphérique permet de répartir les forces occlusales sur toute la dent, minimisant ainsi les contraintes transmises au niveau de la fissure.

Les mêmes auteurs ont également évalué l'efficacité des couronnes provisoires dans la prise en charge de dent présentant des fêlures. Ils ont rapporté un taux d'échecs de 11% ou ces dents ont nécessité un traitement endodontique.

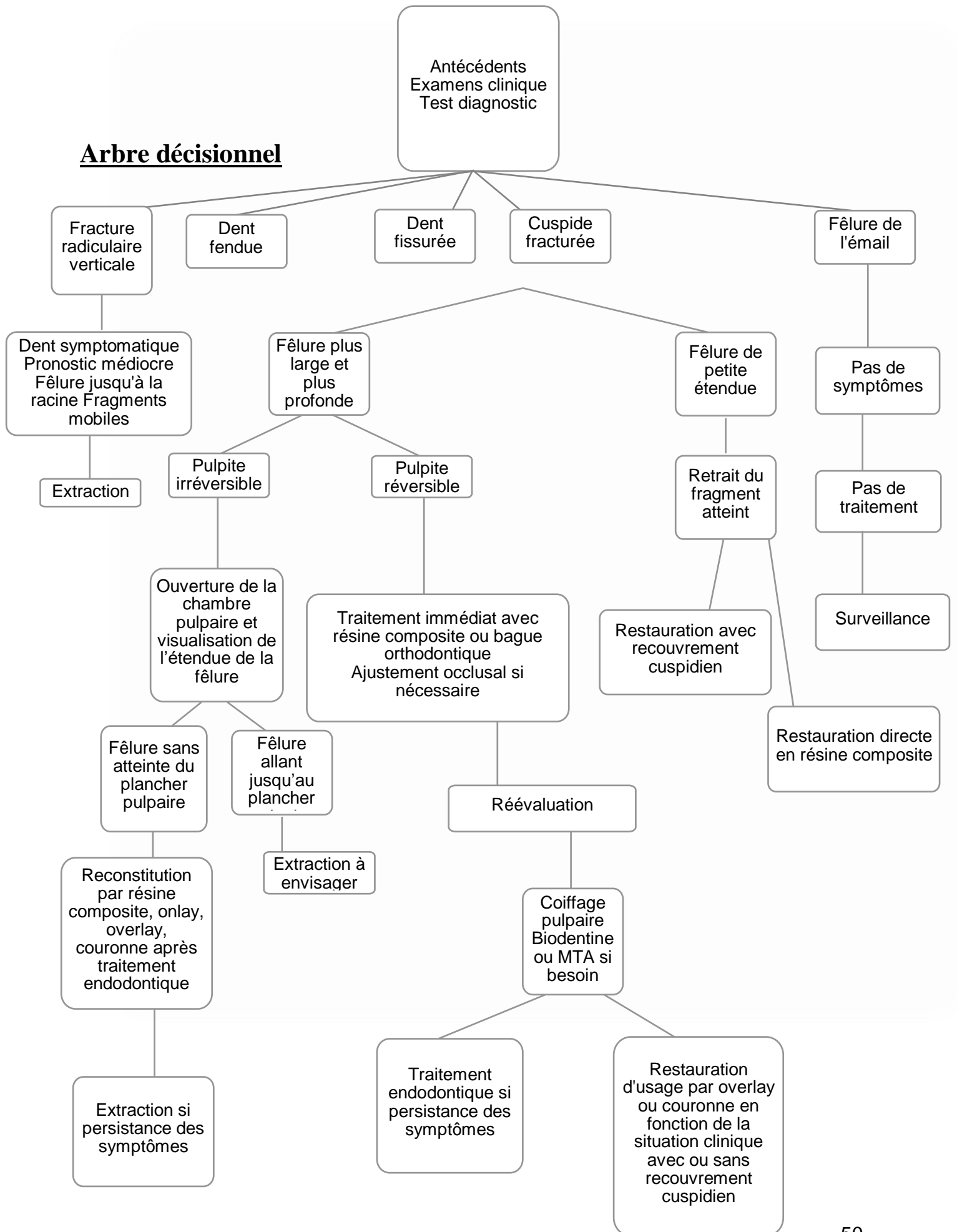
Krell et Rivera (29), en 2007, ont réalisé une étude sur 127 dents, atteintes de pulpite réversible et ayant une fissure associée qui ont été traitées par couronne périphérique. 21% des cas ont nécessité de réaliser le traitement canalaire dans les 6 premiers mois. Ils ont rapporté que la proportion de dents ayant une fêlure et qui nécessite un traitement endodontique ultérieur, était significativement plus élevée pour les dents traitées par couronnes périphériques en comparaison avec les autres types de restauration.

Cheung *et al.* (79) ont évalué le taux de survie pulpaire pour des dents traitées par couronnes périphériques et ont montré qu'il y avait 15,6% après 10 ans et 18,8% après 15 ans de dents qui ont nécessité un traitement canalaire.

Wu *et al.* (80), en 2019, ont réalisé une étude pour observer l'incidence de pulpite et de nécrose sur des dents fissurées sans traitement canalaire. Sur 199 dents fissurées, 29,1% présentaient des complications pulpaires (nécrose pulpaire ou pulpite irréversible).

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.

Arbre décisionnel



Pronostic

Le pronostic d'une dent affectée par une fissure doit suivre trois facteurs principaux :

- L'étendue et l'emplacement de la fêlure
- Le moment où le traitement est entrepris
- Le type de restauration appliqué

Selon Clark et Caughman (55), le pronostic des dents fissurées peut être excellent, bon, médiocre ou sans espoir. Ils rapportent que les fractures horizontales de cuspides, sans atteinte pulpaire, ainsi que les fractures de cuspides allant jusqu'à la jonction émail ciment sur une des faces de la dent, et toujours sans atteindre la pulpe, ont un excellent pronostic.

Les fractures verticales coronaires, qui se prolongent de manière mésio-distale dans la dentine et non dans la pulpe, ont un bon pronostic. Tandis que celles atteignant la pulpe et se limitant à la couronne dentaire ont un pronostic plus faible.

Enfin, les fractures verticales qui atteignent la pulpe dentaire et s'étendent jusqu'à la racine ont un pronostic médiocre.

Tan *et al.* (81) ont rapporté que les dents fissurées, traitées par endodontie, ont des perspectives à long terme médiocres.

V. Conclusion

Le syndrome de la dent fêlée est un phénomène courant au cabinet dentaire et le sera de plus en plus du fait du vieillissement de la population, des techniques permettant la conservation des dents et du mode de vie plus stressant.

Le diagnostic peut être difficile à établir car les patients présentent une grande variété de signes et de symptômes. L'examen clinique approfondi ainsi que la recherche des antécédents de la dent causale seront primordiaux pour établir un diagnostic précis et mettre en place un traitement adapté.

Le pronostic de la dent peut être imprévisible et cela doit être compris par les patients avant d'entreprendre un traitement.

Le traitement de la dent fissurée dépendra de la localisation et de l'étendue de la fêlure. Même s'il n'existe pas aujourd'hui suffisamment de preuves cliniques dans la littérature pour justifier le choix d'une technique en particulier, les récents travaux tendent à montrer qu'il faille traiter au plus vite la dent fissurée au moyen d'une contention, même provisoire, afin d'immobiliser la dent et prévenir la propagation de la fissure.

Le collage, par technique directe (résines composites) ou indirecte (onlays composites ou céramiques) avec ou sans recouvrement cuspidien me semble aujourd'hui incontournable dans le traitement d'usage de la dent fissurée en offrant une option facile à mettre en œuvre et conservatrice.

Le chirurgien-dentiste doit donc être sensibilisé au syndrome de la dent fêlée et, armé de ces connaissances, il va pour pouvoir fournir le traitement adéquat à ses patients.

VI. Bibliographie

1. Geurtsen W, Schwarze T, Günay H. Diagnosis, therapy, and prevention of the cracked tooth syndrome. *Quintessence Int.* 2003;34(6):409-17.
2. Fennis WMM, Kuijs RH, Kreulen CM, Roeters FJM, Creugers NHJ, Burgersdijk RCW. A survey of cusp fractures in a population of general dental practices. *Int J Prosthodont.* 2002;15(6):559-63.
3. Gibbs JW. Cuspal fracture odontalgia. *Dent Dig.* 1954;60:158-60
4. Cameron CE. Cracked tooth syndrome. *J Am Dent Assoc.* 1964;68:405-11.
5. Ellis SG. Incomplete tooth fracture--proposal for a new definition. *Br Dent J.* 2001;190(8):424-8.
6. De Bruyne MAA, De Moor RJG. Influence of cracks on leakage and obturation efficiency of root-end filling materials after ultrasonic preparation: an in vitro evaluation. *Quintessence Int.* 2008;39(8):685-92.
7. Endodontics: Colleagues for Excellence Newsletter. Cracking the cracked tooth code. *Am Assoc Endod.* 1997;1-13.
8. Hilton T, Ferracane J, Madden T, Barnes C. Cracked teeth: a practise-based prevalence survey. *J Dent Res.* 2007;86.
9. De Moor, Roeland Jozef Gentil, Gilbert C, Filip L, Meire. And the tooth cracked. *Endod Pract Today.* 2014;8(4):247-66.
10. Brännström M, Aström A. The hydrodynamics of the dentine; its possible relationship to dentinal pain. *Int Dent J.* 1972;22(2):219-27.
11. Davis R OJ. Efficacy of bonded and nonbonded amalgam in the treatment: of teeth with incomplete fractures. *J Am Dent Assoc.* 2000;131(4):469-78.
12. Dewberry J A. Vertical fractures of posterior teeth. In: *Endodontic therapy.* 5th ed. 1996. p. 71-81.
13. Ratcliff S, Becker IM, Quinn L. Type and incidence of cracks in posterior teeth. *J Prosthet Dent.* 2001;86(2):168-72.
14. Ricucci D, Siqueira JF, Loghin S, Berman LH. The cracked tooth: histopathologic and histobacteriologic aspects. *J Endod.* 2015;41(3):343-52.
15. 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.
16. Lynch CD, McConnell RJ. The cracked tooth syndrome. *J Can Dent Assoc.* 2002;68(8):470-5.
17. Xie N, Wang P, Wu C, Song W, Wang W, Liu Z. Impact of cusp inclinations on dental fractures in cracked tooth syndrome model and relevant risk evaluation. *Exp Ther Med.* 2017;14(6):6027-33.
18. Türp JC, Gobetti JP. The cracked tooth syndrome: an elusive diagnosis. *J Am Dent Assoc.* 1996;127(10):1502-7.
19. Abou-Rass M. Crack lines: the precursors of tooth fractures - their diagnosis and treatment. *Quintessence Int Dent Dig.* 1983;14(4):437-47.
20. Roh B-D, Lee Y-E. Analysis of 154 cases of teeth with cracks. *Dent Traumatol Off Publ Int Assoc Dent Traumatol.* 2006;22(3):118-23.
21. DiAngelis AJ. The lingual barbell: a new etiology for the cracked-tooth syndrome. *J Am*

Dent Assoc. 1997;128(10):1438-9.

22. Hiatt WH. Incomplete crown-root fracture in pulpal-periodontal disease. *J Periodontol.* 1973;44(6):369-79.
23. Martin D, Machtou P. La dent fissurée. *Inf Dent.* 2008;90.
24. Qiao F, Chen M, Hu X, Niu K, Zhang X, Li Y, et al. Cracked Teeth and Poor Oral Masticatory Habits: A Matched Case-control Study in China. *J Endod.* 2017;43(6):885-9.
25. Eakle WS, Maxwell EH, Braly BV. Fractures of posterior teeth in adults. *J Am Dent Assoc* 1939. 1986;112(2):215-8.
26. Lagouvardos P, Sourai P, Douvitsas G. Coronal fractures in posterior teeth. *Oper Dent.* 1989;14(1):28-32.
27. Bader JD, Martin JA, Shugars DA. Incidence rates for complete cusp fracture. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2001;29(5):346-53.
28. Brynjulfson A, Fristad I, Grevstad T, Hals-Kvinnslund I. Incompletely fractured teeth associated with diffuse longstanding orofacial pain: diagnosis and treatment outcome. *Int Endod J.* 2002;35(5):461-6.
29. Krell KV, Rivera EM. A six year evaluation of cracked teeth diagnosed with reversible pulpitis: treatment and prognosis. *J Endod.* 2007;33(12):1405-7.
30. Seo D-G, Yi Y-A, Shin S-J, Park J-W. Analysis of factors associated with cracked teeth. *J Endod.* 2012;38(3):288-92.
31. Cameron CE. The cracked tooth syndrome: additional findings. *J Am Dent Assoc.* 1976;93(5):971-5.
32. Rivera EM WR. Longitudinal tooth fractures: findings that contribute to complex endodontic diagnoses. *Endod Top.* 2009;16(1).
33. Rosen H. Cracked tooth syndrome. *J Prosthet Dent.* 1982;47(1):36-43.
34. Braly BV, Maxwell EH. Potential for tooth fracture in restorative dentistry. *J Prosthet Dent.* 1981;45(4):411-4.
35. Clark DJ, Sheets CG, Paquette JM. Definitive diagnosis of early enamel and dentin cracks based on microscopic evaluation. *J Esthet Restor Dent Off Publ Am Acad Esthet Dent.* 2003;15(7):391-401.
36. Alassaad SS. Early Diagnosis and Treatment of Asymptomatic Vertical Enamel and Dentin Cracks. *Compend Contin Educ Dent.* 2017;38(10):656-61.
37. Baldissara P, Baldissara S, Scotti R. Reliability of tactile perception using sharp and dull explorers in marginal opening identification. *Int J Prosthodont.* 1998;11(6):591-4.
38. Kruger B F. Cracked tooth syndrome. *Aust Dent J.* 1984;29:55.
39. Yang Y, Chen G, Hua F, Yu Q, Yang W. Biting pain reproduced by the Tooth Slooth: an aid for early diagnosis of cracked tooth. *Quintessence Int.* 2019;50(1):82-7.
40. Trushkowsky R. Restoration of a cracked tooth with a bonded amalgam. *Quintessence Int.* 1991;22(5):397-400.
41. Luebke RG. Vertical crown-root fractures in posterior teeth. *Dent Clin North Am.* 1984;28(4):883-94.
42. Varshosaz M, Tavakoli MA, Mostafavi M, Baghban AA. Comparison of conventional radiography with cone beam computed tomography for detection of vertical root fractures: an in vitro study. *J Oral Sci.* 2010;52(4):593-7.
43. Ludlow JB, Timothy R, Walker C, Hunter R, Benavides E, Samuelson DB, et al. Effective dose of dental CBCT-a meta analysis of published data and additional data for nine CBCT units. *Dento Maxillo Facial Radiol.* 2015;44(1):20140197.

44. Special Committee to Revise the Joint AAE/AAOMR Position Statement on use of CBCT in Endodontics. AAE and AAOMR Joint Position Statement: Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2015;120(4):508-12.
45. Shah H, Hernandez P, Budin F, Chittajallu D, Vimort J-B, Walters R, et al. Automatic quantification framework to detect cracks in teeth. *Proc SPIE-- Int Soc Opt Eng.* 2018;10578.
46. Ferracane JL, Funkhouser E, Hilton TJ, Gordan VV, Graves CL, Giese KA, et al. Observable characteristics coincident with internal cracks in teeth. *J Am Dent Assoc.* 2018;149(10):885-892.e6.
47. Mamoun JS, Napoletano D. Cracked tooth diagnosis and treatment: An alternative paradigm. *Eur J Dent.* 2015;9(2):293-303.
48. Homewood C. Cracked tooth syndrome--incidence, clinical findings and treatment. *Aust Dent J.* 1998;43(4):217-22.
49. Wright HM, 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.
50. Liewehr FR. An inexpensive device for transillumination. *J Endod.* 2001;27(2):130-1.
51. Lubisich EB, Hilton TJ, Ferracane J, Northwest Precedent. Cracked teeth: a review of the literature. *J Esthet Restor Dent Off Publ Am Acad Esthet Dent.* 2010;22(3):158-67.
52. Banerji S, Mehta SB, Millar BJ. Cracked tooth syndrome. Part 1: aetiology and diagnosis. *Br Dent J.* 2010;208(10):459-63.
53. Liebenberg WH. Partial coverage indirect tooth-colored restorations: steps to clinical success. *Am J Dent.* 1999;12(4):201-8.
54. Hilton TJ, Funkhouser E, Ferracane JL, Gilbert GH, Gordan VV, Bennett S, et al. Symptom changes and crack progression in untreated cracked teeth: One-year findings from the National Dental Practice-Based Research Network. *J Dent.* 2019;103269.
55. Clark LL, Caughman WF. Restorative treatment for the cracked tooth. *Oper Dent.* 1984;9(4):136-42.
56. Agar JR, Weller RN. Occlusal adjustment for initial treatment and prevention of the cracked tooth syndrome. *J Prosthet Dent.* 1988;60(2):145-7.
57. Geurtsen W. The cracked-tooth syndrome: clinical features and case reports. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1992;12(5):395-405.
58. Ehrmann EH, Tyas MJ. Cracked tooth syndrome : Diagnosis, treatment and correlation between symptoms and post-extraction findings. *Aust Dent J.* 1990;35(2):105-12.
59. Guthrie RC, DiFiore PM. Treating the cracked tooth with a full crown. *J Am Dent Assoc* 1939. 1991;122(9):71-3.
60. Banerji S, Mehta SB, Kamran T, Kalakonda M, Millar BJ. A multi-centred clinical audit to describe the efficacy of direct supra-coronal splinting--a minimally invasive approach to the management of cracked tooth syndrome. *J Dent.* 2014;42(7):862-71.
61. Dahl BL, Krogstad O, Karlsen K. An alternative treatment in cases with advanced localized attrition. *J Oral Rehabil.* 1975;2(3):209-14.
62. Murray MC, Brunton PA, Osborne-Smith K, Wilson NH. Canine risers: indications and techniques for their use. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2001;9(3-4):137-40.
63. Ausiello P, De Gee AJ, Rengo S, Davidson CL. Fracture resistance of endodontically-treated premolars adhesively restored. *Am J Dent.* 1997;10(5):237-41.
64. Opdam NJM, Roeters JM. The effectiveness of bonded composite restorations in the treatment of painful, cracked teeth: six-month clinical evaluation. *Oper Dent.* 2003;28(4):327-33.

65. Opdam NJM, Roeters JJM, Loomans BAC, Bronkhorst EM. Seven-year clinical evaluation of painful cracked teeth restored with a direct composite restoration. *J Endod.* 2008;34(7):808-11.
66. Geurtsen W, Orth M, Gartner A. [Fracture resistance of human maxillary molars with MOD amalgam or composite fillings]. *Dtsch Zahnarztl Z.* 1989;44(2):108-10.
67. van Dijken JW. Direct resin composite inlays/onlays: an 11 year follow-up. *J Dent.* 2000;28(5):299-306.
68. Hofmann.N, Just.N, Haller.B, Hugo.B, Klaiber.B. The effect of glass ionomer cement or composite resin bases on restoration of cuspal stiffness of endodontically treated premolars in vitro. *Clin Oral Investig.* 1998;2(2):77-83.
69. Krejci I, Lutz F, Krejci D. The influence of different base materials on marginal adaptation and wear of conventional Class II composite resin restorations. *Quintessence Int.* 1988;19(3):191-8.
70. Fennis WMM, Kuijs RH, Kreulen CM, Verdonschot N, Creugers NHJ. Fatigue resistance of teeth restored with cuspal-coverage composite restorations. *Int J Prosthodont.* 2004;17(3):313-7.
71. Roznowski W, Bremer B, Geurtsen W. Fracture resistance of human molars restored with various filling materials. In: *Proceeding of the international symposium on computer restorations. quintessence.* 1991. p. 559-66.
72. Wassell RW, Walls AW, McCabe JF. Direct composite inlays versus conventional composite restorations: 5-year follow-up. *J Dent.* 2000;28(6):375-82.
73. Deliperi S, Bardwell DN. Direct Cuspal-coverage Posterior Resin Composite Restorations: A Case Report. *Oper Dent.* 2006;31(1):143-50.
74. Yap AU. Cuspal coverage with resin-bonded metal onlays. *Dent Update.* 1995;22(10):403-6.
75. Wendt SL. 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.
76. 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.
77. Politano G, Fabianelli A, Papacchini F, Cerutti A. The use of bonded partial ceramic restorations to recover heavily compromised teeth. *Int J Esthet Dent.* 2016;11(3):314-36.
78. Griffin JD. Efficient, conservative treatment of symptomatic cracked teeth. *Compend Contin Educ Dent Jamesburg NJ* 1995. 2006;27(2):93-102.
79. Cheung GSP, Lai SCN, Ng RPY. Fate of vital pulps beneath a metal-ceramic crown or a bridge retainer. *Int Endod J.* 2005;38(8):521-30.
80. Wu S, Lew HP, Chen NN. Incidence of Pulpal Complications after Diagnosis of Vital Cracked Teeth. *J Endod.* 2019;45(5):521-5.
81. 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.

Autorisation d'utilisation de photos et de figures issus d'articles

Figures 3,4 et 5 d'après : Endodontics: Colleagues for Excellence Newsletter. Cracking the cracked tooth code. Am Assoc Endod. 1997;1-13.

Elisabeth Lisican  

Boîte de...ption - Google 24 février 2020 à 16:49

EL

RE: New submission from AAE Copyright Permissions

À : Quentin Cauchois

Hi Dr. Cauchois,
You may have permission to use the content as requested.

Best regards,
Elisabeth

Elisabeth Lisican

Integrated Communications Specialist
elisican@aae.org | 312-872-0460

180 N Stetson Ave., Suite 1500
Chicago, IL 60601-6710

Tel: 800-872-3636 | Fax: 866-451-9020



From: AAE Communications <communications@aae.org>
Sent: Friday, February 21, 2020 3:31 AM
To: Elisabeth Lisican <elisican@aae.org>
Subject: New submission from AAE Copyright Permissions

Figures 6 et 10 d'après : De Moor, Roeland Jozef Gentil, Gilbert C, Filip L, Meire. And the tooth cracked. Endod Pract Today. 2014;8(4):247-66.

Sonia Piskorowska 



Rép : permission to reuse

À : Quentin Cauchois

Dear Quentin,

Thank you for your email. I'm glad to grant you permission to reuse the picture mentioned below in your thesis. Please indicate the source of the original publication.

I wish you all success!

Best regards from Berlin,
sonia

Sonia A. Piskorowska

Licenses & Copyrights &
Personal Assistant to Christian Haase

Quintessenz Verlags-GmbH
Ifenpfad 2-4, 12107 Berlin, Deutschland
www.quintessenz.de



Phone.: +49 (0)30 761 80 814
Fax: +49 (0)30 761 80 693
E-mail: piskorowska@quintessenz.de

From: Quentin CAUCHOIS <quentincauchois33@gmail.com>

Sent: 25 February 2020 18:27

To: Quintessence Publishing Info <info@quintpub.co.uk>

Subject: permission to reuse

Figures 7 et 12 d'après : Shah H, Hernandez P, Budin F, Chittajallu D, Vimort J-B, Walters R, et al. Automatic quantification framework to detect cracks in teeth. Proc SPIE-- Int Soc Opt Eng. 2018;10578.

Katie Sinclair 

24 février 2020 à 18:46

KS

RE: Request permission to reuse.

À : Quentin Cauchois

Dear Quentin,

Thank you for seeking permission from SPIE to reprint material from our publications. Publisher's permission is hereby granted under the following conditions:

- (1) you obtain permission of one of the authors;
- (2) the material to be used has appeared in our publication without credit or acknowledgment to another source; and
- (3) you credit the original SPIE publication. Include the authors' names, title of paper, volume title, SPIE volume number, and year of publication in your credit statement.

Please let me know if I may be of further assistance.

Best,
Katie Sinclair
Editorial Assistant, Publications
SPIE – the international society for optics and photonics
katies@spie.org
1 360 685 5436



Pablo Hernandez-Cerdan
Massey University

Hi Quentin, sure, use them, hope you are happy with the quality of the figures uploaded here in Research Gate, if not, I can try to find the originals.


Thanks for asking, and good luck with your thesis defense.

Best,

Pablo

Reply on ResearchGate

Figure 8 et 9 d'après. Mamoun JS, Napoletano D. Cracked tooth diagnosis and treatment: An alternative paradigm. Eur J Dent. 2015;9(2):293-303

Copyrights 

The entire contents of the **European Journal of General Dentistry** are protected under Indian and international copyrights. The Journal, however, grants to all users a free, irrevocable, worldwide, perpetual right of access to, and a license to copy, use, distribute, perform and display the work publicly and to make and distribute derivative works in any digital medium for any reasonable non-commercial purpose, subject to proper attribution of authorship and ownership of the rights. The journal also grants the right to make small numbers of printed copies for their personal non-commercial use under Creative Commons Attribution-Noncommercial-Share Alike 4.0 International Public License.

Figure 11 d'après : Banerji S, Mehta SB, Millar BJ. Cracked tooth syndrome. Part 1: aetiology and diagnosis. Br Dent J. 2010;208(10):459-63.

SPRINGER NATURE

Thank you for your order!

Dear Mr. Quentin Cauchois,

Thank you for placing your order through Copyright Clearance Center's RightsLink® service.

Order Summary

Licensee:	Quentin Cauchois
Order Date:	Feb 21, 2020
Order Number:	4773590284782
Publication:	British Dental Journal
Title:	Cracked tooth syndrome. Part 1: aetiology and diagnosis
Type of Use:	Thesis/Dissertation
Order Total:	0.00 EUR

View or print complete [details](#) of your order and the publisher's terms and conditions.

Sincerely,

Copyright Clearance Center

Tel: +1-855-239-3415 / +1-978-646-2777
customercare@copyright.com
<https://myaccount.copyright.com>



RightsLink®

Vu, Le Président du jury,

Date, Signature :

Vu, la directrice de l'UFR des Sciences Odontologiques,

Date, Signature :

Vu, le Président de l'Université de Bordeaux,

Date, Signature

Collège des Sciences de la Santé

UFR des Sciences Odontologiques

Serment

En présence de mes Maîtres et de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de l'art dentaire.

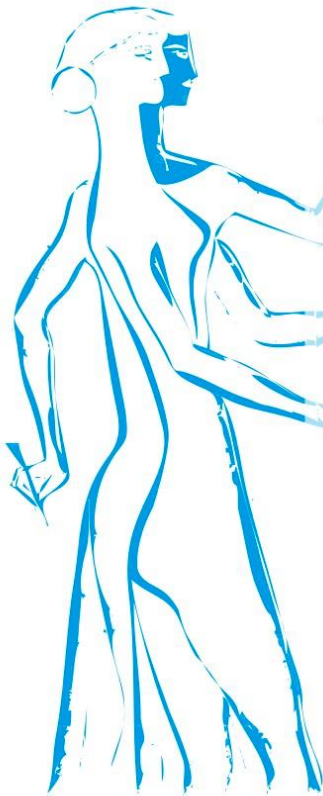
Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un honoraire au-dessus de mon travail. Ma langue taira les secrets qui me seront confiés. Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe.

Mes connaissances et mon état ne serviront ni à diffuser des propos non avérés, ni à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des conditions de croyance, de nation et de race viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Je promets et je jure de conformer strictement ma conduite professionnelle aux principes et aux règles prescrites par le code de déontologie.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honoré à jamais parmi les hommes. Si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.



LES FISSURES CORONAIRES DENTAIRES (DIAGNOSTIC, TRAITEMENT) : UNE REVUE SYSTÉMATIQUE DE LA LITTÉRATURE

Le diagnostic des fissures et fêlures coronaires est parfois difficile à réaliser pour un chirurgien-dentiste. Une fois visualisé, un autre problème se pose au clinicien à savoir « quel pronostic a la dent fêlée et quel traitement peut-on mettre en place pour espérer prolonger la dent sur l'arcade ? »

Le but de cette étude bibliographique est de définir par une revue de littérature, les éléments cliniques que possède un chirurgien-dentiste pour poser un diagnostic précis et donner les différents traitements qui existent, en fonction du degré d'atteinte et de la situation de la fêlure coronaire. Le but de ce travail est à partir de ces données et de l'analyse, de proposer un arbre décisionnel permettant au praticien de déterminer l'attitude thérapeutique la plus appropriée en fonction du type de fêlure.

Mots clefs : fissure, fêlure, syndrome de la dent fêlée, diagnostic, traitement,

.....

Cracks in teeth can sometimes be hard to diagnose. The practitioner must assess thoroughly the extend of the crack to make the most informed diagnosis and lay down the course of action to hopefully extend the tooth life on the dental arch.

The purpose of this bibliographic studies is , though a fine analysis, to define the factors the practitioner needs to evaluate in order to precisely diagnose the crack in teeth and to list the potential treatments that exist in relation to the complexity of the case. Based on the evidence elements, the aim of this work is to provide a decision tree to help the praticioner to have the best therapeutic approach.

Key words : crack, cracked tooth syndrome, diagnosis, treatment

Université de Bordeaux – Collège des Sciences de la Santé
UFR des Sciences Odontologiques
146 rue Leo Saignat
CS 61292
33076 Bordeaux Cedex