UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

ANNEE 2015 **2015-TOU3-3041**

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

par

Rafika GHAZl

le 15 JUIN 2015

LES PERFORATIONS DENTAIRES IATROGENES : CONDUITE A TENIR EN 2O15

Directeur de thèse : Dr GURGEL-GEORGELIN Marie

JURY :

Président :	**Professeur NABET Cathy**
1er assesseur :	**Docteur GURGEL-GEORGELIN Marie**
2ème assesseur :	**Docteur DIEMER Franck**
3ème assesseur :	**Docteur ARCAUTE Bertrand**

Faculté de Chirurgie Dentaire

➔ DIRECTION

ADMINISTRATEUR PROVISOIRE

Mr Hugues CHAP

ASSESSEURS DU DOYEN

- ***ENSEIGNANTS*** *:*

Mr CHAMPION Jean
Mr HAMEL Olivier Mr POMAR Philippe

- ***PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE*** Mme GRIMOUD Anne-Marie

- ***ÉTUDIANT*** *:* Mr HAURET-CLOS Mathieu

CHARGÉS DE MISSION

Mr PALOUDIER Gérard Mr AUTHER Alain

RESPONSABLE ADMINISTRATIF Mme MORICE Marie-Christine

➔ HONORARIAT

DOYENS HONORAIRES

Mr LAGARRIGUE Jean
+
Mr LODTER Jean-Philippe
Mr PALOUDIER Gérard
Mr SOULET Henri

➔ ÉMÉRITAT

Mme GRÉGOIRE Geneviève Mr PALOUDIER Gérard

➔ PERSONNEL ENSEIGNANT

56.01 PÉDODONTIE

Chef de la sous-section : Mr VAYSSE

Professeur d'Université : Mme BAILLEUL-FORESTIER
Maîtres de Conférences : Mme NOIRRIT-ESCLASSAN, Mr VAYSSE
Assistants : Mme DARIES, Mr MARTY
Chargés d'Enseignement : Mr DOMINÉ

56.02 ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

Chef de la sous-section : Mr BARON

Maîtres de Conférences : Mr BARON, Mme LODTER, Mme MARCHAL-SIXOU, Mr ROTENBERG,
Assistants : Mme GABAY-FARUCH, Mme YAN-VERGNES
Chargés d'Enseignement : Mme MECHRAOUI, Mr MIQUEL

56.03 PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE

Chef de la sous-section : Mr HAMEL

Professeur d'Université : Mme NABET, Mr PALOUDIER, Mr SIXOU
Maître de Conférences : Mr HAMEL, Mr VERGNES

Assistant : Mlle BARON
Chargés d'Enseignement : Mr DURAND, Mr PARAYRE

57.01 PARODONTOLOGIE

Chef de la sous-section : Mr BARTHET

Maîtres de Conférences : Mr BARTHET, Mme DALICIEUX-LAURENCIN
Assistants : Mr MOURGUES, Mme VINEL
Chargés d'Enseignement : Mr CALVO, Mr LAFFORGUE, Mr SANCIER

57.02 CHIRURGIE BUCCALE, PATHOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE, ANESTHÉSIOLOGIE ET RÉANIMATION

Chef de la sous-section : Mr CAMPAN

Professeur d'Université : Mr DURAN
Maîtres de Conférences : Mr CAMPAN, Mr COURTOIS, Mme COUSTY
Assistants : Mme BOULANGER, Mme CROS, Mr EL KESRI
Chargés d'Enseignement : Mr FAUXPOINT, Mr L'HOMME, Mme LABADIE

57.03 SCIENCES BIOLOGIQUES (BIOCHIMIE, IMMUNOLOGIE, HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE. GÉNÉTIQUE, ANATOMIE PATHOLOGIQUE, BACTÉRIOLOGIE, PHARMACOLOGIE

Chef de la sous-section : Mr KÉMOUN

Professeurs d'Université : Mme DUFFAUT
Maîtres de Conférences : Mme GRIMOUD, Mr KEMOUN, Mr POULET
Assistants : Mr BARRAGUÉ, Mme DUBOSC, Mme PESUDO, Mme SOUBIELLE
Chargés d'Enseignement : Mr BLASCO-BAQUE, Mr SIGNAT, Mme VALERA

58.01 ODONTOLOGIE CONSERVATRICE, ENDODONTIE

Chef de la sous-section : Mr GUIGNES

Maîtres de Conférences : Mr DIEMER, Mr GUIGNES, Mme GURGEL-GEORGELIN, Mme MARET-COMTESSE
Assistants : Mr ARCAUTE, Mr BONIN, Mr BUORO, Mme DEDIEU, Mme DUEYMES, Mr MICHETTI Chargés d'Enseignement : Mr BALGUERIE, Mr ELBEZE, Mr MALLET

58.02 PROTHÈSES (PROTHÈSE CONJOINTE, PROTHÈSE ADJOINTE PARTIELLE, PROTHÈSE COMPLÈTE, PROTHÈSE MAXILLO-FACIALE)

Chef de la sous-section : Mr CHAMPION

Professeurs d'Université : Mr ARMAND, Mr POMAR
Maîtres de Conférences : Mr BLANDIN, Mr CHAMPION, Mr ESCLASSAN, Mme VIGARIOS
Assistants : Mr CHABRERON, Mr GALIBOURG, Mr HOBEILAH, Mr KNAFO, Mme SELVA
Chargés d'Enseignement : Mr BOGHANIM, Mr DESTRUHAUT, Mr FLORENTIN, Mr FOLCH, Mr GHRENASSIA,
Mme LACOSTE-FERRE, Mr POGEANT, Mr RAYNALDY, Mr GINESTE

REMERCIEMENTS

A mes parents

Merci d'être là pour moi et de vous être sacrifié pour me permettre de faire mes études dans de bonnes conditions. Que Dieu vous récompense !

A mes frères Mohamed et Jilali

Je vous aime malgré toutes nos chamailleries, que tous vos souhaits soient exaucés !!!

Une pensée pour le petit Sanad !

A Nadia et Nabila

Mes « colloc' » de BU merci d'avoir transformé les heures en minutes ! Que tous vos buts soient atteints ! Sans oublier Mimi bien sûr !!!

A Rizlène

«La hgouba lik » in cha ALLAH merci pour toutes ces années d'amitié !! De la P1 à T1

Spécial dédicace à toute la famille !

A Samia

Je souhaite tout le bonheur du monde à princesse Fiona !!!

A Neyla et Kahina

Les lyonnaises, Neyla merci tu m'as toujours soutenu sans faillir Kahina une pensée pour nos longues balades à bicyclette !!!

A Sélène

Ma binôme de choc, merci pour ta présence et ton soutien durant ces années !

A Soumia et Salima

Les belges une pensée pour vous, courage ! Et Soumia j'attends ta prochaine virée toulousaine !!

Au Dr Vogelbach *et encore plus au* **Dr Calastreng**

Qui m'ont ouvert avec gentillesse les portes de leur cabinet et qui ont guidé mes pas dans le monde du libéral.

Et bien sûr à tous les membres de la famille, amis et camarades de promo que je n'ai pas pu citer et qui se reconnaîtront de près ou de loin !!

A NOTRE PRESIDENTE DE JURY,

Madame le Professeur NABET Cathy

-Professeur des Universités, Praticien hospitalier d'Odontologie,

-Docteur en Chirurgie Dentaire,

-Diplôme d'Etudes Approfondies de Santé Publique – Epidémiologie

-Docteur de l'Université Paris XI,

-Habilitation à Diriger des Recherches (HDR),

-Lauréate de la Faculté de Médecine,

-Lauréate de l'Université Paul Sabatier,

-Lauréate de l'Académie Nationale de Chirurgie Dentaire

Nous vous remercions de la spontanéité avec laquelle
Vous avez accepté de présider le jury de notre thèse.
Sachez que c'est un honneur pour nous.
Merci de nous avoir initié à l'épidémiologie et merci pour votre
présence rassurante pendant les vacations cliniques

A NOTRE JURY ET DIRECTEUR DE THESE,

Madame le Docteur GURGEL-GEORGELIN Marie

-Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,

-Docteur en Chirurgie Dentaire,

-Doctorat d'Université – Université d'Auvergne-Clermont I,

-Ancienne Interne des Hôpitaux,

-D.E.A. MASS Lyon III,

-Maîtrise des Sciences Biologiques et Médicales

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites
d'avoir accepté de diriger cette thèse et de la disponibilité
avec laquelle vous avez répondu à mes appels.
Votre compétence et votre enthousiasme sont un modèle pour
nous et une source de motivation certaine.

A NOTRE JURY DE THESE,

Monsieur le Docteur DIEMER FRANCK

-Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,

-Docteur en Chirurgie Dentaire,

-D.E.A. de Pédagogie (Education, Formation et Insertion) Toulouse Le Mirail,

-Docteur de l'Université Paul Sabatier,

-Responsable du Diplôme Inter Universitaire d'Endodontie à Toulouse,

-Habilitation à diriger des recherches (H.D.R.),

-Lauréat de l'Université Paul Sabatier

Nous vous remercions pour l'honneur que vous nous avez fait en acceptant de faire partie du jury de cette thèse. Votre compétence et votre rigueur sont un exemple pour nous. Vous resterez dans nos souvenirs comme l'un des professeurs les plus méritants de cette faculté.

A NOTRE JURY DE THESE,

Monsieur le Docteur ARCAUTE Bertrand

-Assistant hospitalo-universitaire d'Odontologie,

-Docteur en Chirurgie Dentaire,

-Master 1 «Biosanté», mention : Anthropologie,

-Master 2 Recherche anthropologie et génétique des populations,

-Lauréat de l'Université Paul Sabatier

Votre présence en tant que membre du jury de cette
thèse est un honneur pour nous.
Nous vous remercions pour la gentillesse et la
pédagogie dont vous avez fait preuve pendent votre encadrement clinique en
odontologie conservatrice.

Table des matières

INTRODUCTION 13

PERFORATIONS DENTAIRES IATROGENES DEFINITION LOCALISATION ETIOLOGIE 14

I) Définition 15

II) Classification 15

III) Localisation 16

1) Plancher pulpaire 16

2) Radiculaire au niveau du tiers coronaire moyen ou apical 17

3) Latero radiculaire stripping 18

4) Apicale, perforation de la constriction 18

IV) Etiologie 19

1) Aménagement des voies d'accès 19

2) Retraitement 21

3) Canaux courbes 22

4) Dent calcifiée /canaux minéralisés 23

5) Forage de tenon 24

DIAGNOSTIC / PRONOSTIC 24

I) Diagnostic 26

1) Signes cliniques 26

2) Imagerie 26

3) Outils complémentaires 26

II) Pronostic 27

1) ancienneté de la lésion et contamination bactérienne : 27

2) étanchéité 27

3) localisation de la perforation : 28

4) accessibilité 28

5) taille et forme de la lésion : 28

6) pathologies associées 29

7) Expérience du praticien 29

TRAITEMENT 30

I) Prévention 31

1) Radiographies préopératoires centré et excentré 31

2) moyens de grossissement et un éclairage approprié 32

3) Lors de la desobturation canalaire dans le cadre d'un retraitement 32
4) Dans le cas de calcification 32
5) Dans le cas de canaux courbes 33
II) Les matériaux utilisés 34
1) CaOH2 35
1.1) Propriétés physico-chimiques 35
1.2) Propriétés biologiques 36
1.3) Conditionnement et mise en place 36
2) CVI 38
2.1) Propriétés physiques 38
2.2) Propretés biologiques 39
2.3) Conditionnement mise en place 39
3) MTA 40
3.1) Propriétés physiques 42
3.2) Propriétés biologiques 43
3.3) Conditionnement et mise en place : 43
4) Bio dentine 45
4.1) Propriétés physiques de Biodentine 45
4.2) Propriétés biologiques 46
4.3) Conditionnement et mise en place : 46
III) Choix du matériau 48
Secteur esthétique 48
Secteur postérieur 48
IV)Traitement en fonction des différents types de perforations 49
1) Perforation du plancher 49
2) Perforation du tiers coronaire 50
2.1) Supra crestale 50
2.2) Infra crestale 50
2.2.1) os vestibulaire conservé et pas de communication avec le sulcus en peripherie 50
2.2.2) communication avec le sulcus 51
3) Perforation du tiers moyen 51
3.1) De petit diamètre 51
3.2) De gros diamètre 51
4) Perforation du tiers apical 51
5) Les stripping 52

CAS CLINIQUE 53
CONCLUSION 56
BIBLIOGRAPHIE 57

INTRODUCTION

Les perforations iatrogènes surviennent en général lors du traitement endodontique d'une dent. Mais elles peuvent aussi être dues à des résorptions ou des caries ,celles-ci ne feront pas l'objet de notre travail.

Elles représentent la deuxième cause d'échec du traitement endodontique. Les perforations iatrogènes sont des complications de traitement canalaire qui débouchent souvent sur l'extraction de la dent. Des poursuites légales peuvent être entreprises contre le praticien .Il est très important que le patient soit informé des risques lié au traitement ou retraitement. Il faut prendre le temps de tout bien expliquer verbalement et remettre une fiche bénéfice /risque au patient (1)

En 2014, une étude a été réalisée ou il a été récence parmi les dossiers de plaintes de patients, 120 cas de perforations : 22% concernait des traitements endodontiques « facultatifs » c'est à dire qu'il n'y avait pas de pathologie apparente (mais la dent nécessitait tout de même un traitement) ,78% concernaient des traitements réalisés suite à un processus pathologique, 60% ont été identifiés sur des molaires mandibulaires. Dans 85% la perforation débouchait sur l'extraction de la dent, dans 15% sur un traitement supplémentaire.

Ce travail explore les différentes localisations et étiologies des perforations iatrogènes, et propose des moyens de les éviter et de les traiter de manière adéquate avec les matériaux appropriés.

PERFORATIONS DENTAIRES IATROGENES

DEFINITION

LOCALISATION

ETIOLOGIE

I) Définition

La perforation dentaire correspond à la création d'une communication artificielle entre l'endodonte et le parodonte support. Il en résulte la perte de l'intégrité radiculaire avec un affaiblissement des parois et la détérioration du parodonte avec apparition de lésions parodontales. Indépendamment de l'étiologie, une perforation est une lésion des structures d'appui qui induit d'abord une inflammation puis une perte d'attache qui à terme peut compromettre le pronostic de la dent.

II) Classification

Fuss et Trope ont proposé une classification des perforations en fonction des facteurs qui peuvent influencer sur la stratégie de traitement. (2)

Perforation radiculaire, du plancher latérale ou furcatoire

• Récente • Petite • Apicale-coronale BON PRONOSTIC	• Ancienne (avec des manifestations cliniques ou radiologiques de souffrance tissulaire) • large • crestale MAUVAIS PRONOSTIC

Figure 1 : classification des perforations en fonction des facteurs affectant le pronostic (Fuss et Trope)

III) Localisation

1) Plancher pulpaire (perforation latérale, furcation)

Les perforations au niveau du plancher sont en général de forme arrondies. Ces perforations sont problématiques tout d'abord d'un point de vue mécanique, en effet lorsqu'elles surviennent sur les molaires elles influencent défavorablement le pouvoir masticatoire mais aussi d'un point de vue infectieux car elles entrainent souvent une communication avec le sulcus.

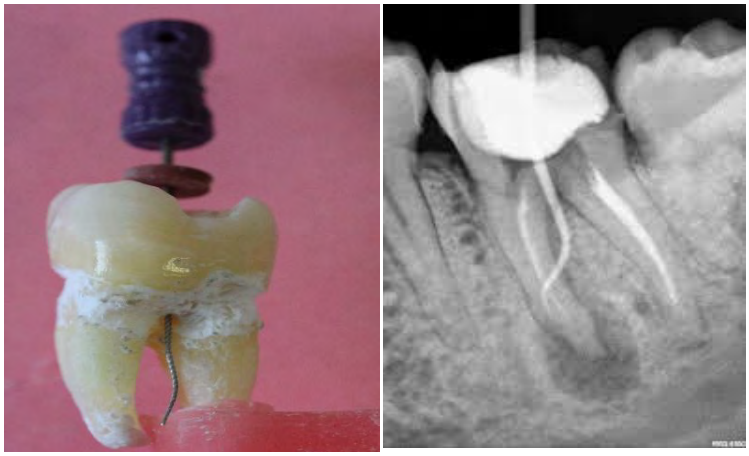


Figure 2 : Modèle de perforation de la furcation et vue radiographique
(Laboratoire d'endodontie, Service d'odontologie conservatrice CHU Rangeuil Toulouse)

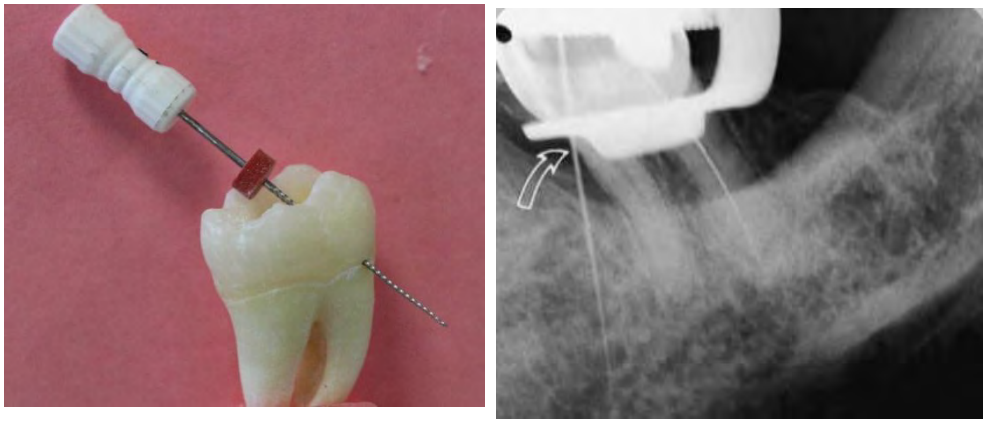


Figure 3 : Modèle de perforation latérale du plancher et vue radiographique
(Laboratoire d'endodontie, Service d'odontologie conservatrice CHU Rangeuil Toulouse)

2) Radiculaire au niveau du tiers coronaire moyen ou apical

2.1) Tiers coronaire

Les perforations au niveau du tiers coronaire sont en général ovalaires et de gros diamètre car réalisées avec une fraise.

2.2) Tiers moyen

Au niveau du tiers moyen, elles font souvent suite à une butée, à une perte de l'axe canalaire ou à un canal de diamètre plus réduit.

3.3) tiers apical

Les perforations radiculaires apicales, se retrouvent en général au niveau des racines courbes, du côté extérieur de la courbure. Les incisives latérales maxillaires sont fréquemment perforées au niveau apical à défaut de bien suivre la courbure apicale.

Tiers coronaire **Tiers moyen** **Tiers apical**

Figure 4 : perforation radiculaire à différents niveaux
(Laboratoire d'endodontie, Service d'odontologie conservatrice Rangeuil Toulouse)

3) Latero radiculaire stripping

Ces perforations sont plus fréquentes au niveau des racines mésiales des molaires mandibulaires ou au niveau de la concavité mésiale des premières prémolaires maxillaires. Elles sont de forme ovale.

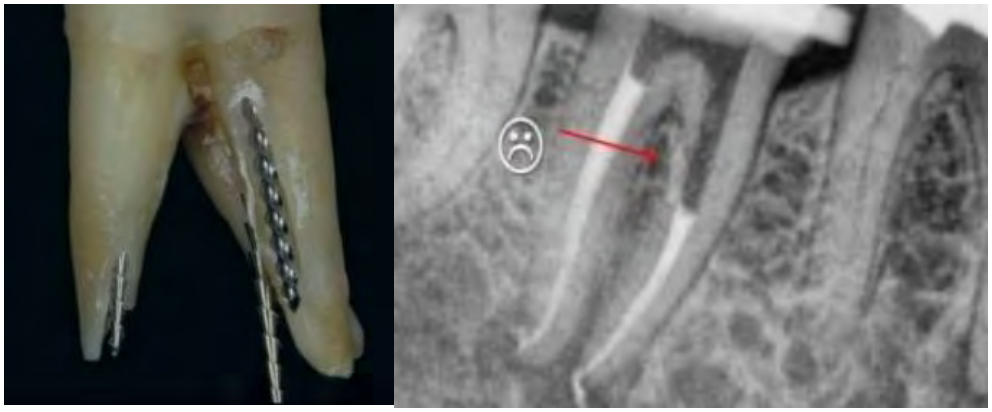


Figure 5 : Perforation en stripping (Ilya Mer, 10 mai 2011)

4) Apicale, perforation de la constriction

On peut considérer la lésion de la constriction apicale comme une perforation par ovalisation du foramen et éventuellement son déplacement. Les perforations de la constriction apicale surviennent en raison d'une détermination incorrecte de la longueur de travail.

IV) Etiologie

1) Aménagement des voies d'accès

- Les causes

➢ Mauvaise évaluation de la forme, de la dimension et de la direction de la couronne et des racines par un défaut d'analyse du cliché rétro-alvéolaire préopératoire et d'examen clinique.

La perforation de la dent avec une fraise est un accident courant lors de la préparation de la cavité d'accès. Cela se produit généralement parce que l'opérateur n'a pas étudié les dimensions ni la forme de la couronne et de la chambre pulpaire, ni la direction des racines propre au cas clinique en cours. Par exemple, les incisives maxillaires sont souvent perforées coté labial en raison de la sous-estimation de l'inclinaison palatine de la racine. (3)

Une connaissance imparfaite de l'anatomie pulpaire peut entraîner à chercher une chambre pulpaire au mauvais endroit. Il est d' autant plus important de bien évaluer ces paramètres lorsque nous sommes en présence de :

- malposition dentaire
- malformation dentaire
- dents plus ou moins détruites par la carie qui n'offrent plus le guide de leur anatomie coronaire.
- dent couronnée : si le traitement est entrepris en passant à travers la couronne, le risque de perforation est augmenté en raison de l'anatomie de la restauration qui ne correspond pas à l'anatomie originelle de la couronne dentaire en terme de volume et /ou en terme d'axe, l'axe de la couronne prothétique qui peut ne pas coïncider avec le grand axe de la dent.

➢ Réseau canalaire minéralisé avec une chambre pulpaire réduite voire absente : au moment de la recherche des entrées canalaires, il existe un risque de créer une perforation du plancher latérale ou de la furcation. Dans ce contexte, l'utilisation d'aide optique (loupe ou microscope) pour la recherche des teintes dentinaires du plancher est fortement recommandée.

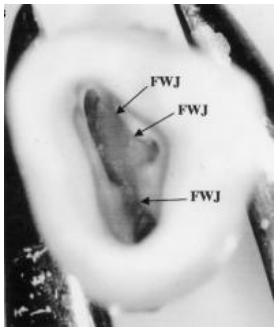


Figure 6 **Figure 7**

Figure 6 : section d' une molaire mandibulaire mettant en evidence la teinte plus foncée de la dentine au niveau de la chambre pulpaire

Figure 7 : mise en évidence de la jonction entre la dentine claire et la dentine foncée de la chambre pulpaire (FWJ)° (Krasner at al, Anatomy of the pulp chamber floor janvier 2014)

- Les perforations

Plusieurs types de perforations peuvent survenir lors de l'aménagement de la voie d'accès :

- Au niveau de la **jonction amello-dentinaire et de la furcation** : en raison de la relative brièveté de la fraise, une perforation à partir de la chambre pulpaire aboutira dans la région cervicale (ex des incisives qui sont souvent perforées en vestibulaire a défaut de bien suivre l'axe radiculaire), soit latéralement, soit dans la furcation. Elles surviennent lorsque la fraise n'est pas dirigée parallèlement au grand axe de la dent, lorsque on recherche des canaux avec une cavité d'accès sous préparée, lorsque l'accès se fait par une chambre pulpaire rétractée, ou lorsque la dent est couronnée.

Figure 8 **Figure 9**

Figure 8 : Perforation de l'incisive maxillaire avec une fraise lors de la réalisation de la cavité d'accès.

Figure 9 : Mise en évidence avec une lime radiographique

(Laboratoire d'endodontie, Service d'odontologie conservatrice CHU Rangeuil Toulouse)

- Au niveau du **tiers coronaire de la racine** : en général ovalaires et de gros diamètre car souvent produites avec des fraises.

- **Stripping** : La cause la plus fréquente des perforations radiculaires en stripping est une mauvaise préparation de la cavité d'accès au canal, dont résulte une mauvaise orientation des instruments dans les canaux. Les canaux sont sur préparés en regard de la zone furcatoire le plus souvent.

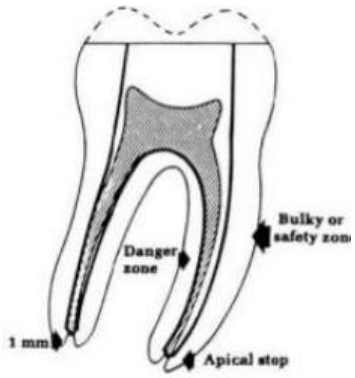


Figure 10 : Illustration de la zone à risque (danger zone) de stripping sur une molaire mandibulaire (Ammer khaled, International Universityof Africa, Procédural accidents in root canal treatment)

La cavité d'accès est certes l'étape initiale du traitement endodontique, mais elle est décisive et conditionne son issue. Il faut donc lui accorder une attention toute particulière avant d'insérer la lime de cathétérisme : c'est l'élimination totale du plafond pulpaire et la levée des contraintes coronaires et canalaire exercées, qui vont faciliter l'accès au tiers apical des instruments endodontiques, il faut supprimer le triangle de dentine qui gêne la progression dans l'axe du canal (triangle de Schilder). Des radiographies prises selon la technique du long cône et dans des axes différents vont être très utiles ici pour une évaluation correcte de l'axe de travail.

Figure 11 : Triangle de Schilder ou éperon dentinaire(en rouge) (Dominique Martin, Société Odontologique de Paris

2) Retraitement

Les perforations sont souvent créées lors de retraitement pendant la recherche des entrées canalaires ou lors de la dépose du matériau de reconstitution coronaire. La dépose de la gutta en force peut aussi conduire à des fausses routes qui aboutissent à des perforations avec l'utilisation des instruments à rotation continue.

- Type de perforation :

- chambre pulpaire (lors de la recherche des entrées canalaires)
- tiers coronaire ou moyen (fausse route aboutissant à des perforations)
- stripping : Le stripping se retrouve aussi dans un contexte de retraitement par excès d'appui pariétal mal orienté.

3) Canaux courbes

Dans les canaux courbes, un défaut de courbure des instruments est un facteur courant de la perforation radiculaire, une préparation trop rectiligne du canal (les instruments d'ampliation trop rigides ne suivant pas la courbure canalaire) peut conduire facilement à une perforation de la courbure intérieure de la racine. L'ampliation canalaire en technique crown down qui permet d'éliminer les interférences petit à petit permet de diminuer le risque de ce genre de perforation. Il est aussi important de pré courber ses instruments manuels et d'utiliser les diamètres appropriés à la bonne longueur de travail. L'instrumentation NiTi utilisée en rotation continue est aussi recommandée pour la gestion des courbures avec de gros rayons.

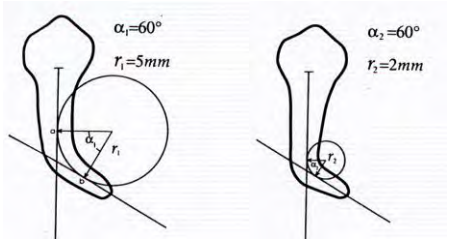
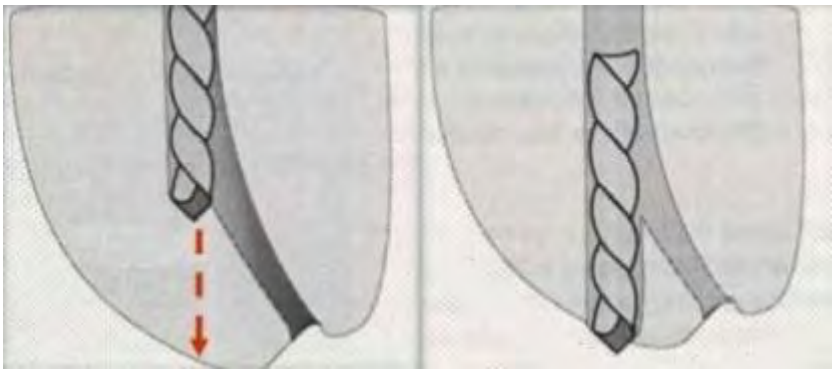


Figure 12 : dent avec un grand rayon de courbure à gauche, petit rayon de courbure à droite
(John Bogle, Endodontic treatment of curved root canal systems, Mai 2013)

Le type de perforation le plus souvent rencontrés au niveau des canaux courbes sont celles du tiers moyen et apical.

- Au niveau du **tiers apical** : une interférence au niveau de la cavité d'accès va guider les instruments d'ampliation de façon erronée dans les canaux et ainsi créer une perforation après avoir généré une butée et une fausse route.



Butée **Perforation**

Figure 13 : passage de la butée à la perforation dans le cas d'une racine courbe (Challenges in endodontics, ledge formation, Endonote18)

4) Dent calcifiée /canaux minéralisés

L'oblitération d'un canal radiculaire est fréquemment retrouvée.

- Au niveau de dents avec ayant déjà subi un traitement endodontique partiel.
- Elle s'observe beaucoup chez les personnes âgées qui présentent une rétraction de la chambre pulpaire due à l'apposition continue de la dentine réactionnelle.
- Elle peut aussi être séquellaire d'une inflammation pulpaire de longue durée ou de lésions traumatiques des dents.

Dans les cas de dents traumatisées (concussion, subluxation, luxation), l'oblitération se fait dans un délai imprévisible et de façon irrégulière, elle résulte de la formation intra-canalaire de tissu dur au sein d'un tissu conjonctif revascularisé. Dans d'autres cas, le canal se ferme par apposition de tissu dur sur ses parois qui laisse généralement un fin cordon de tissu pulpaire au centre du canal. Ce cordon pulpaire peut être assez mince pour que la radiographie ne puisse en fournir une image.

Cependant, un canal invisible radiographiquement n'est pas forcément un canal absent, on découvre parfois un canal qui admet des limes K N°8 ou N°10 jusqu'à sa région apicale et sans obstacle. Dans d'autres cas, le canal est cliniquement imperméable totalement ou partiellement. L'oblitération partielle siège souvent à l'orifice caméral du canal, résultant de la formation de dentine secondaire réactionnelle. Mais l'oblitération partielle peut siéger à tout niveau du canal. Dans un canal calcifié, il est nécessaire de confirmer la position de l'instrument avec la radiographie (avant de trouver le canal

et lors de la progression). Sans contrôle radiographique, l'instrumentation continue dans un faux canal sera à l'origine de la perforation.

5) Forage de tenon

Les perforations radiculaires du tiers moyen surviennent souvent pendant la préparation du logement d'un tenon radiculaire. La cause la plus fréquente de cet accident est une erreur d'appréciation de l'axe radiculaire lors de l'éviction de la gutta ou de l'élargissement du canal. Mais elles peuvent aussi être en lien avec l'utilisation d'un foret surdimensionné et circulaire dans un canal ovalaire.

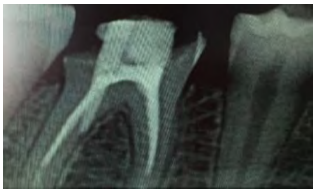


Figure 14 : perforation réalisée lors de la préparation d'un logement de tenon sur 46
(Service d'odontologie conservatrice, Endodontie CHU Toulouse Rangueil)

DIAGNOSTIC / PRONOSTIC

I) Diagnostic

L'utilisation de quelques outils et la présence de certains signes permettent de mettre en évidence les perforations.

1) Signes cliniques

- L'apparition de saignement et /ou de douleur lors de la mise en forme canalaire.
- La présence d'une perte d'attache ponctuelle au sondage parodontal peut nous faire suspecter une perforation (diagnostic différentiel à faire avec une fracture).

2) Imagerie

- A la radiographie : certains recommandent de mettre une pâte d'hydroxyde de calcium très radio opaque par ajout de sulfate de baryum dans le canal (4). Ou par l'insertion d'un instrument de petit diamètre. Il faut cependant éviter d'irriter plus le parodonte et ainsi compromettre le traitement.
- Radiographie à différentes angulations avec un instrument endodontique fin radio opaque présent dans le canal. cependant on n'arrive pas toujours à la mettre en évidence de cette manière, les structures anatomiques et les superpositions la rendant imperceptible.

3) Outils complémentaires

- Le localisateur d'apex permet de détecter (par contact avec le ligament) une perforation haute. Si la longueur de travail est beaucoup plus courte qu'elle ne devrait l'être c'est à dire que l'apex est localisé trop tôt, cela peut signer une perforation (4).
- L'utilisation du microscope lors du traitement peut permettre de repérer plus facilement une perforation (5).

II) Pronostic

Le succès du traitement d'une perforation radiculaire dépend du pouvoir d'élimination de la composante bactérienne du site (6).

Lors de l'évaluation d'une dent perforée, il y a un certain nombre de facteurs qui doivent être considérés individuellement et collectivement pour guider correctement le traitement et contrôler l'infection. (La somme des facteurs positifs et négatifs va influencer le pronostic).

1) ancienneté de la lésion et contamination bactérienne :

Quelle que soit l'étiologie, une perforation doit être réparée dès que possible afin d'empêcher la perte d'attache et la dégradation du sulcus en prévenant la contamination bactérienne. Les anciennes perforations présentant une perte d'attache sulculaire peuvent orienter vers une correction chirurgicale ou des procédures de régénération tissulaire guidée. De nombreuses études ont montré que le facteur temps est l'un des plus importants dans la détermination du pronostic. L'obturation de la perforation de manière immédiate a de loin le meilleur pronostic.

Lantz et Persson on créés des perforations sur des dents de chiens qu'ils ont traités soit immédiatement, soit après un certain délai. Le traitement était plus efficace pour les dents obturées immédiatement.(7)

Selltzer et al ont traités 22 perforations sur dents de singes à des intervalles qui vont de l'immédiat jusqu'à 10 mois après la perforation. Toutes les dents se sont retrouvées avec un parodonte endommagé mais les plus sévèrement atteintes sont celles dont le traitement a été reporté à plusieurs mois.(8)

2) étanchéité

L'étanchéité de l'obturation reste la clé de voute du succès du traitement des perforations. Le choix du bon matériau d'obturation en fonction de la localisation et du type de perforation reste primordial. Une obturation étanche permettra de contrôler l'inflammation et d'empêcher la contamination bactérienne.

Cependant, Benenati et al ont observés qu' un report de l'obturation de la perforation n'influençait pas le pronostic à condition que le site ait été maintenu aseptique jusqu'au moment de l'obturation.(9)

En conclusion : afin d'éviter la prolifération bactérienne et le développement d'une infection, il est préférable d'obturer la perforation dans l'immédiat avec le matériau approprié. Dans le cas où il est impossible d'obturer sur le moment, il faut prévoir un pansement étanche pour maintenir le site le plus aseptique possible.

3) localisation de la perforation :

Une perforation survenant proche de la crête osseuse de l'attache épithéliale est plus difficile à traiter, la contamination bactérienne pouvant être induite par l'intermédiaire du sulcus. Leur pronostic est souvent défavorable.

Par ailleurs, la migration apicale de l'épithélium vers le site de la perforation peut créer une lésion parodontale. Une fois la poche parodontale formée, l'inflammation au niveau de la perforation est maintenue via les éléments infectieux présents dans la poche (10)(11).

Les perforations supra crestales (très coronaires) sont plus accessibles et donc plus faciles à obturer. Les perforations très apicales s'apparentent à un canal accessoire. Pour ces deux types de perforations le pronostic est plus favorable.

4) accessibilité

Plus la lésion sera accessible, plus son traitement sera aisé. Les perforations survenant au niveau antérieur ont un meilleur pronostic que celles survenant au niveau des molaires qui sont moins accessibles.

5) taille et forme de la lésion

La taille d'une perforation affecte grandement la capacité du clinicien à établir un joint hermétique. Le doublement de la taille de la perforation (x2) avec une fraise ou tout autre instrument augmente la surface à sceller par quatre (x4). Les perforations de forme ovoïde sont plus difficiles à sceller. Les perforations de grande taille ne répondent au traitement de la même manière que les perforations

moins volumineuses (12). Les perforations de grandes tailles peuvent présenter le risque d'être incomplètement obturées permettent donc une éventuelle infiltration bactérienne.(13)

Himmel et al ont évalué l'effet de 3 matériaux d'obturation sur des perforations au niveau du plancher de dents mandibulaires de chiens, les résultats ont montrés que les dents les plus grandes (donc avec proportionnellement des plus petites perforations) répondaient mieux au traitement quel que soit le matériau utilisé (12).

6) pathologies associées

Krupp a étudié les résultats de traitements de 128 cas de perforations obturées au MTA, la période d'étude s'étend de 1 à 10 ans après le traitement. Les dents présentant une lésion osseuse de petite ampleur associée au site de la perforation ont montré un taux de succès diminué. Les dents avec une communication préopératoire entre la perforation et la cavité buccale et /ou des lésions d'origine endodontiques ou parodontales associées, ont montré un taux de succès encore plus bas.(14)

7) Expérience du praticien et « spécialité » du praticien

Le succès du traitement dépendra naturellement de la dextérité du praticien et de son expérience. Si la technique et les matériaux ne sont pas maitrisés par l'omnipraticien, il est important d'adresser à un endodontiste exclusif pour une prise en charge adaptée. Un spécialiste aura à portée de main tout le matériel dont il a besoin et son expérience dans le domaine pourra influer de manière significative sur l'issue du traitement.

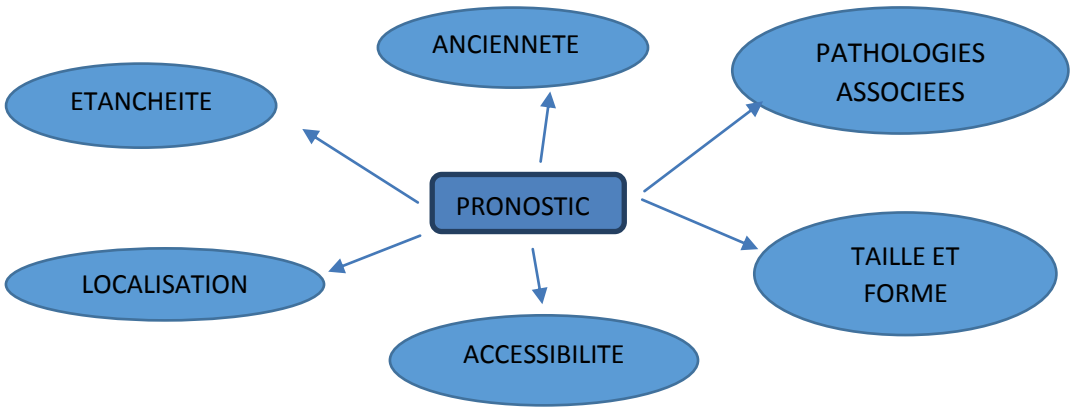


Figure 15 : schéma de synthèse des différents facteurs influant sur le pronostic d'une dent perforée

TRAITEMENT

Conduite à tenir générale

- Lorsque la perforation survient, le patient doit être informé de ce qui s'est passé et si possible notre explication doit être documentée.
- Proposer immédiatement les solutions envisageables, les plans de traitements possibles si l'avulsion s'avère être la seule solution. Informer le patient des bénéfices risques du traitement de la perforation, des alternatives et des risques de non traitement.
- Le traitement supplémentaire est à la charge du praticien notamment si la perforation résulte d'une négligence de celui-ci.

I) Prévention

La planification de l'accès endodontique devrait être aussi précise que possible et le dentiste doit tenir compte de plusieurs facteurs dans son évaluation préopératoire des dents pour éviter les perforations. La connaissance des caractéristiques anatomiques des dents sont indispensables pour établir un accès endodontique.

1) Radiographies préopératoires centré et excentré

Les radiographies excentrées peuvent être utiles pour nous dévoiler des racines, canaux, variations anatomiques invisible sur la radiographie orthocentrée.

Figure 16

Figure 17

Figure 16 : radiographie orthocentrée de 46

Figure 17 : radiographie excentrée qui dévoile bien le 2ème canal distal et le 3ème canal mesial de la même 46 après retraitement.

(Cantatore et all,Missed anatomy : frequency and clinical impact)

Les radiographies pré opératoires vont permettre de determiner :

- ✓ Inclinaison de la dent pour guider l'axe de pénétration des fraises et des ultrasons
- ✓ Forme, contenu, degré de minéralisation de la chambre pulpaire, une évaluation chiffrée radiographique de détection de l'entrée canalaire peut aider à se repérer.

Figure 18

Figure 19

Figure 18 : chambre pulpaire et canal de 11 totalement minéralisés après un traumatisme, le contraste est bien visible par rapport à la 21.

Figure 19 : évaluation chiffrée approximative de la longueur à laquelle se trouve la chambre pulpaire dans le cas de chambre minéralisée.
(Service d'odontologie Toulouse Rangueil)

- ✓ Présence suspectée d'une butée
- ✓ Présence de pulpolithe
- ✓ Présence de courbure canalaire, inclinaison des racines
- ✓ Antécédents de traitement endodontique

2) Moyens de grossissement et éclairage approprié

- ✓ Loupes et microscopes
- ✓ Fraises long col pour le dégagement de l'axe de vision
- ✓ Inserts ultrasonores spécifiques

3) Lors de la désobturation canalaire dans le cadre d'un retraitement

- ✓ Ne jamais forcer apicalement sur des instruments qui peuvent se bloquer.
- ✓ Prendre des radiographies per opératoires pour contrôler l'avancée du retraitement et objectiver la cause d'un blocage.

4) Dans le cas de calcification

Sur une dent calcifiée, la chambre pulpaire peut être invisible. Kraser et Rankan (15) ont remarqué que la chambre pulpaire se trouvait toujours centrée par rapport au limites périphériques de la jonction amelo cémentaire (JAC). Il faut donc se repérer à cette ligne plutôt qu'aux contours amellaires de la couronne qui peuvent s'avérer trompeurs.

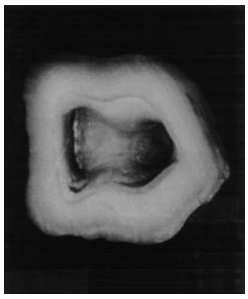


Figure 20 : Section d'une molaire mandibulaire au niveau de la jonction amelo-cémentaire qui met en évidence la concentricité des parois de la chambre pulpaire avec les parois externes au niveau de cette JAC
(Krasner et al, Anatomy of the pulp chamber floor)

5) Dans le cas de canaux courbes (16)

- ✓ Mettre en forme les canaux en technique crown down (utilisée spontanément dans les systèmes de rotation continue).
- ✓ Une courbure trop marquée ou une double courbure représente des contre-indications à l'utilisation de système de rotations continue en Ni Ti ; une ampliation manuelle avec des limes pré courbées sera nécessaire, l'utilisation en step back permettra d'éliminer les butées.
- ✓ Il est aussi utile de jauger les limes pour un bon positionnement du stop caoutchouc à la longueur de travail avant chaque pénétration dans le canal.

II) Les matériaux utilisés

Pour convenir en tant que matériau d'obturation des perforations, celui-ci doit obéir à certains critères :

cahier des charges du matériau idéal (17)(18).

- étanchéité adéquate
- biocompatibilité
- bio activité (en permettent la régénération des tissus parodontaux)
- stabilité dimensionnelle
- ne se résorbe pas dans le temps
- insolubilité
- radio opacité : ISO 6876: 2001 minimum = 3mm d'Al
- manipulation et mise en place facile

Quatre matériaux principaux nous intéressent dans le traitement des perforations : Le CaOH2 en inter séance, le CVI, le MTA, et plus récemment Biodentine. Ces trois derniers vont trouver leur application selon la situation clinique et le type de perforation.

1) **CaOH2** :(19)→(23)

Aussi appelé chaux éteinte, il se présente sous la forme d'une fine poudre blanche inodore de poids moléculaire 74,08 g/mol(20).

1.1) Propriétés physico-chimiques

Temps de travail	3 à 5 min (période durant laquelle le ciment peut être manipulé sans altération de ses propriétés, dépend de l'humidité et de la composition.
Temps de prise	2.5 à 5.5 min En suspension aqueuse, la réaction de prise se fait par cristallisation en surface qui rend le produit dur et lui confère ses propriétés de protection physiques et chimiques. Le temps de prise est le temps nécessaire au ciment pour acquérir ses propriétés mécaniques définitives. Lorsque l'hydroxyde de calcium est mélangé à de l'eau, on observe une cristallisation en surface mais pas de réelle prise du matériau. Sa transformation en phase solide est retrouvée seulement pour les pâtes durcissantes.
PH	12.5 (Mélangé avec de l'eau en solution aqueuse) responsable des vertus thérapeutiques mais aussi très caustiques provoquant une nécrose superficielle des tissus vivants à son contact.
solubilité	peu soluble dans l'eau (1,2 g/L à 25°C) et les fluides tissulaires. dissociation en ions Ca et OH avec un coefficient de dissociation de 0,17 (20). s'oppose à la diffusion alcaline toxique. Diminue avec la température.
Conductibilité thermique	Faible : bon isolant, plus l'épaisseur est importante, meilleure est l'isolation thermique. Elle doit être comprise entre 1,5 et 2 mm pour être efficace.
Resistance à la compression	faible. 3,9 MPa au début de la réaction de prise, 10,5 MPa au bout de 24 heures.
radioopacité	voisine de celle de la dentine (faible, on le remarque difficilement sur les radiographies)

1.2) Propriétés biologiques

antibactérien	due au relargage d'ion OH- dans un environnement aqueux(21,22). Le ph alcalin endommage la membrane cytoplasmique, dénature les protéines et crée des lésions génétique au niveau de l'ADN(23).Les enzymes essentielles au métabolisme cellulaire sont aussi affectée par l'alcalinisation du milieu
antihémorragique	due au relargage d'ion Ca2+ qui va provoquer une nécrose de coagulation et une contraction capillaire d'où son indication en inter séance pour arrêter le saignement(24)
dentinogènese et minéralisation	Le groupement OH- stimule la cicatrisation et active la minéralisation Prévient la dissolution de la composante minérale de la dentine en neutralisant l'acide lactique produit par les ostéoclastes(20) Favorise la minéralisation en activant la phosphatase alcaline qui joue un rôle important dans la formation de tissu dur en aboutissant à la formation d'hydroxyde de calcium(25)

1.3) Conditionnement et mise en place

Plusieurs conditionnements existent : en pate mastic avec de l'huile, en verni, dans les résines chargées photo polymérisables, en ciments avec réaction acide base et enfin en suspension aqueuse avec de l'eau.

Préparations magistrales	effectuées de façon extemporanée à partir de poudre pure d'hydroxyde de calcium et d'un liquide, généralement du sérum physiologique. Le mélange avec le liquide se fait jusqu'à obtenir la consistance désirée.
Préparations commerciales	Conditionnés en tubes, en seringues ou en carpules. -pâte à mélanger à une autre pâte (Life®, Dycal®) non indiquées pour les perforations -préparation déjà mélangée, prête à être appliquée (Multi-Cal®.)Les préparations commerciales se différencient en fonction du vecteur qui est associé à l'hydroxyde de calcium (20).Les effets biologiques sur les tissus, et donc les applications cliniques de ces composés, varient en fonction du vecteur qui est ajouté à l'hydroxyde de calcium. Plus la viscosité du mélange est faible, plus la dissociation ionique sera forte. C'est pourquoi les pâtes à base d'une solution visqueuse entraînent une libération lente et progressive des ions Ca2+ et OH-, et sont donc plutôt indiquées dans les cas d'apexification. A l'inverse, pour obtenir une libération ionique rapide dès le début du traitement, il faut utiliser une pâte d'hydroxyde de calcium avec un vecteur aqueux. (19) • vecteur aqueux : permet une libération ionique rapide (Calxyl®, Pulpdent®), • vecteur visqueux (glycérine, polyéthylène glycol) : permet une libération plus lente (Calen®) • vecteur huileux (huile d'olive, de silicone…) : entraine une dissolution ionique très lente (Vitapex®)

Figure 21 : CaOH2 en poudre

Le CaOH2 est un bon isolant thermique et a une très bonne étanchéité (en stimulant la minéralisation) mais sa dissolution dans les liquides limite son utilisation, d'autres matériaux vont donc être plus avantageux. De plus ses propriétés diminuent avec le temps et au bout de 6 mois, il n'y a presque plus d'action. Aujourd'hui on l'utilise en médication temporaire dans les canaux nettoyés ou en fond de cavité. D'autres matériaux sont préférés pour l'obturation des perforations. En raison de ses **propriétés antibactériennes**, l'**hydroxyde de calcium** reste tout de même le **matériau de choix en inter séance** afin de **contrôler le saignement et l'infection** lorsque l'obturation de la perforation est impossible dans l'immédiat.

2) CVI(26)

Les ciments verres ionomères sont des biomatériaux constitués d'une matrice organominérale dans laquelle sont disposées des charges de verre.

2.1) Propriétés physiques

Composition	1) Poudre : **verre d'aluminosilicate de calcium fluoré** (alumine, silice, fluorure de calcium).La taille importante des particules influence les propriétés optiques des CVI et leur aptitude au polissage. 3040 µm 2) liquide : **solution aqueuse d'acide polyalkénoïque** (Mn = 10000 à 30000) avec de nombreuses fonctions carboxy (COOH ou COO-) à l'origine des propriétés adhésives intrinsèques des CVI. **acide maléique** ou **l'acide tricarboxylique** (selon les produits pour adapter la viscosité). **acide tartrique**, augmente le temps de manipulation et accélère le durcissement. On peut aussi le trouver sous la forme : verre d'aluminosilicate de calcium fluoré +acide polyacrylique en poudre que l'on mélange avec de l'eau distillée (partie liquide).
Réaction de prise	De type acide (liquide)-base (poudre Al2O3-SiO2-CaF2) Acide polyacrylique + FAS -----> sel de polyacrylate de Calcium et d'aluminium + acide silicique, qui entoure les particules de verre d'un gel silicique Le ciment se compose donc de particules de verres enrobés dans une matrice de polyacrylate de Ca2+ et d'Al3+. 3 phases peuvent être décrites dans la réaction de prise: la phase de relargage ionique, la phase de la matrice hydrogel (prise initiale), la phase du Poly sel gélifié (prise finale)
Adhésion	De type physiquo chimique avec interaction ionique des polyacides de la matrice (-) et les ions calcium (+) de l'hydroxyapatite. -La valeur d'adhérence sur l'email va de 3 à 7 si la mise en place est précédée de l'application d'une couche d'acide polyacrylique. Sur la dentine elle est de 2 à 6 avec l'acide polyacrylique
Coefficient de dilatation thermique	11.10-6(CVI) 8.10-6 (dentine) Très comparable à celui de la dent 11.1O-6(email)
Solubilité	Résiste bien à l'hydrolyse et aux acides faibles des fluides buccaux

2.2) Propretés biologiques

Les propriétés biologiques des CVI proviennent des ions fluorures relargués dans la salive pendant et après la prise de celui-ci :

- Antibactérien.
- Augmentation de la résistance à la solubilité des tissus dentaires.
- Reminéralisation de l'émail déminéralisé.

2.3) Conditionnement et mise en place

Il n'est pas nécessaire d'utiliser un système adhésif lors de l'application du CVI, une liaison chimique entre celui-ci et la dentine, l'émail et le cément se mettant en place spontanément. 3 présentations des CVI sont proposées : Poudre-liquide, Poudre-eau, Capsules pré-dosées. Pour le traitement des perforations les capsules pré dosées sont plus pratiques.

Mélange manuel	Suivre les indications données par le fabricant en ce qui concerne les proportions poudre liquide • Agiter le flacon de poudre avant de prélever la quantité voulue à l'aide de la cuillère doseuse • Prélever la quantité de liquide voulue en positionnant les gouttes au plus près de la poudre sur le bloc à spatule • Mélanger en incorporant la poudre au liquide, spatuler pendant 20 s. Le principe de la spatulation est de mouiller toute la poudre par le liquide en un minimum de temps et sur une surface minimum. • L'aspect doit être brillant et le mélange ne doit pas coller à la spatule un aspect mat signale le début de gélification • Comprimer le ciment dans sa cavité pendant la prise, on peut lisser avec un pellet de coton imbibé d'eau
mécanique	capsules prédosées destinées à être triturées sur un vibreur mécanique. Respecter le temps de trituration donné par le fabricant(en général entre 7et 10 s pour un vibreur de 4000 cycles par min)

Le CVI est un **matériau hydrophile** ce qui permet une bonne marge de manœuvre dans les situations ou un **milieu 100 % sec est impossible**. Il est utilisé dans le **traitement des perforations coronaires et radiculaires supra crestales (tiers coronaire)**. Sa **prise rapide** permet une **étanchéité immédiate**.

3) MTA

Le MTA est un dérivé de ciment de Portland avec adjonction d'oxyde de bismuth pour le rendre radio opaque. Sa prise se fait en présence d'eau.

Composition du MTA :(27)(28)

Le MTA est constitué de 50% à 70% d'oxyde de calcium et de 15% à 20% de dioxyde de silicium, ces 2 éléments constituant 70 à 95% du poids du ciment.

- Oxyde de calcium 65 %
- Dioxyde de silicate 21 %
- Oxyde de fer 4 %
- Sulfate de calcium 2,5 %
- Oxyde de magnésium 2 %
- Oxyde de sodium potassium 0,5 %
- Oxyde de bismuth

Jusqu'en 2002, seul le MTA gris était disponible puis le MTA blanc a été introduit sous forme de ProRootMTA®(Dentsply). La différence majeure entre le GMTA (MTA gris) et le WMTA (MTA blanc) réside dans la concentration d'Al2O3 MgO et FeO (29)

- 54 ,9 % moins d'AlO3
- 56 ,5 % moins de MgO
- 90,8 % moins de FeO

La plus grande concentration de ces 3 éléments dans le GMTA serait responsable des colorations inesthétiques qu'il engendre cependant de récentes études on rapportés des cas colorations même avec le WMTA. Les particules du WMTA sont de plus petites tailles que celles du GMTA. Concernant l'efficacité de ce matériau utilisé afin d'obturer les perforations, il n'y a pas de différence significative entre le MTA gris ou blanc.(30)

Composition chimique du WMTA et GMTA (%)

	WMTA	GMTA
CaO	44.23	40 .45
SiO2	21.20	17.00
Bi2O3	16.13	15.90
Al2O3	1.92	4.26
MgO	1.35	3.10
SO3	0.53	0.51

	WMTA	GMTA
Cl	0.43	0.43
FeO	0.40	4.39
P2O5	O.21	0.18
TiO2	0.11	0.06
H2O+CO2	14.49	13.72

MTA et ciment de Portland

La similitude entre le ciment de Portland et le MTA n'a été rapportée qu'en 2000 (31). Les études ont montré que le MTA et le ciment de Portland avaient des constituants similaires mis appart l'oxyde de Bismuth dans le MTA. Cependant le MTA a un moindre taux de silicate tricalcique et de sulfate de calcium et un taux plus élevé de silicate di calcique. Il n'y a pas d'aluminate tricalcique dans le MTA. D'autres études ont révélées qu'il y avait moins de plâtre dans le MTA ce qui permet une réduction du temps de prise du ciment. Un taux plus élevé de métaux lourds toxiques a été remarqué dans le ciment de Portland. La tailles des particules est inhomogène dans le ciment de Portland alors que dans le MTA, les particules ont toutes à peu près la même taille et sont plus petites que celle du ciment de Portland. En conclusion le MTA n'est pas substituable par le ciment de Portland moins cher, ce dernier n'ayant pas d'AMM il n'est pas autorisé de le mettre en bouche.

3.1) Propriétés physiques

Réaction de prise	→ formation de silicate tricalcique, de silicate di calcique et d'aluminoferritine tricalcique. Par addition d'eau, il se forme des sels hydrates de ciment (hydrates de silicates) et de l'hydroxyde de calcium. La réaction d'hydratation du MTA se fait en 2 phases, • une phase cristalline essentiellement composée d'oxyde de calcium, • une phase amorphe qui contient principalement du phosphate de calcium .Les caractéristiques de dureté du MTA sont liées au ratio eau/poudre, au taux d'humidité autour du matériau, et à la quantité d'air piégée dans le mélange (27) La réaction de prise du WMTA a été observée sous XPS (Xray Photoélectron Spectroscopy), le temps de prise du matériau pourrait être prolonge par la formation d'une couche de passivation composée de tri sulfate qui empêcherait que le MTA continue d'être hydraté et donc de réagir. Cette couche de tri sulfate sert de couche protectrice.(29)
Temps de prise	ProRoot MTA® : **3 heures** environ mais il existe un temps de maturation de quelques jours ce qui va bien au-delà des 3 heures. (29) MTA Angelus®(Dentsply Brésil)(32) : **2h45 et 10 min** (taux réduit d'hydrate de sulfate de calcium par rapport au Proroot MTA® (material data safety sheet 2005)(33). Les études n'ont pas montré de différence significative concernant l' étanchéité et les capacités de scellement de ces matériaux(34) Une autre version a vu le jour en 2004 (CPMTM ,EgeoSRL Buenos Air ,Argentine) : temps de prise d'**1h** (32)
PH	Le MTA hydraté a un PH de 10,2 puis augmente jusqu'à atteindre **12 ,5** une fois pris 3h après le mélange (19)
Radio-opacité(27)	Inférieure à celle de l'amalgame mais supérieure à la dentine et CVI
solubilité	Comparable à l'amalgame (27) reste stable à travers le temps mais le relargage de Ca diminue avec le temps ainsi que le PH qui ne reste pas tout à fait à 12 (35)
résistance à la compression	40MPa à 24h et augmente avec l'hydratation pour atteindre son maximum de **70 MPa** à 21jrs
Rétention	augmente avec le temps, à 72h elle est supérieure à celle à 24h (36). Le NaOCl, le Perborate de sodium ou l'eau oxygènée diminue la rétention du MTA à 7jrs. L'adhérence sur une dentine non contaminée par le sang est supérieure par rapport à l'adhérence sur une dentine contaminée. (37)
Adaptation marginale	adaptation marginale aux parois dentaires, supérieure à l'IRM et amalgame (17)(36)
Étanchéité. Micro infiltration	très bonne étanchéité supérieure à celle de l'amalgame, du ZOE et CVI (38)(39) . Mais certaine études ont montré qu' une préparation au ZOE serait plus étanche à 24h que le GMTA(40). Le **défaut d'étanchéité** s'initierait au niveau **coronaire** d'où l'intérêt de placer une **reconstitution étanche sur le MTA** pour le protéger des micro infiltrations coronaires (41)

3.2) Propriétés biologiques

Biocompatibilité	(27,42) (43) degré de toxicité faible par rapport aux autres matériaux utilisés. taux de diffusion d'arsenic dans les tissus environnants est très bas(insolubilité du MTA ,le FeO ayant en plus un effet stabilisateur sur l'arsenic(17)). (44) pas de pouvoir mutagène
Propriétés antibactériennes du MTA	Elles ont été testées sur des bactéries et anaérobies strictes ou aero-anaerobies fréquemment rencontrées dans les canaux infectés .(43)(45) le WMTA et le ZOE ont des proprietés antibactériennes similaires contre :(17) • Staphylococcus aureus • Entérococus fecalis • Pseudomonas aeruginosis Le MTA mélangé avec une solution de gluconate de Chlorhexidine à 0.12 % (par rapport à une preparation simplement avec de l'eau stérile) est en plus actif sur : (35) • Actinomyces odontolycus • Fusobacterium nucleatum • Streptococcus sergiiefaecali • Escherichia coli • Candida albicans Le GMTA fraichement mélangé et le MTA pris sont tous deux inhibiteurs de Candida albicans mais ceci serait variable en fonction du ratio poudre liquide. Le GMTA serait aussi plus efficace que le WMTA à petite concentration (35)
Action de minéralisation	• les ostéoblastes sont capables d'adhérer et de croître sur le MTA(46,47) (48); • le MTA induit l'expression de cytokines, d'ostéocalcines et de phosphatases alcalines impliquées dans le turn-over du traitement osseux (46) ; • l'activation de cette réponse biologique est dépendante de tyrosines kinases encore non identifiées Ainsi, le MTA est capable d'induire la production de substances indispensables au métabolisme osseux. La matrice organique formée est ensuite calcifiée.

3.3) Conditionnement et mise en place :

- La poudre est conditionnée dans des sachets de 1g à mélanger avec de l'eau distillée à proportion de 3-1
- Ne procéder au mélange que de manière extemporanée
- La consistance doit s'apparenter à celle du sable humide à grains fins
- La prise du MTA se faisant par absorption d'eau, l'asséchement absolu du site d'application n'est pas nécessaire. Il suffit d'enlever l'excès d'humidité avec une éponge hémostatique.

Mise en place clinique

- ampliation des canaux sous irrigation abondante à Na0Cl2
- obturation à la GUTTA en protégeant la perforation avec un pellet de coton pour éviter la fuite de pâte à canaux dans le parodonte
- obturation de la perforation au MTA chargé dans le MTA Gun (ressemble à un porte amalgame avec des embouts fins et interchangeables) en foulant bien contre les tissus parodontaux avec un instrument de la même taille que la perforation, (un instrument trop fin va refouler le MTA dans le parodonte, ce qui ne va pas forcement compromettre la cicatrisation mais c'est inutile donc à éviter, dans ce but prévoir aussi une éponge hémostatique type « PANGEN » pour coffrer l'insertion du matériau.
- Une éponge hémostatique humide et bien essorée est mis au contact du MTA, puis un pansement provisoire est mis en place jusqu'à la séance prochaine pour permettre la prise complète du MTA.

Figure 22 : MTA ProRoot ® blanc à gauche, MTA Angelus ® gris à droite (Dentsply)

En conclusion, le MTA est **l'un des meilleurs matériaux de traitement des perforations** avec un taux de succès significatif. Des résultat de traitement de 64 dents réparées entre 2000 et 2012 avec du MTA ont été évalué, (49) les perforations sont localisées à différents endroits. Les résultats montrent que 86% des dents ont bien cicatrisées. Cependant c'est un matériau assez onéreux, son **temps de prise est assez long** et sa **manipulation peu aisée.** Ces inconvénients ne se retrouvent pas pour d'autres matériaux type biocéramique en pleine expansion. Son caractère inesthétique limite aussi son utilisation dans le secteur antérieur.

4) Biodentine™

Biodentine® (Septodont) est disponible dans le commerce depuis 2009. Ce matériau a été formulé d'après la technologie des ciments à base de MTA et l'amélioration de certaines propriétés de ces derniers comme les propriétés physiques et une manipulation plus aisée(50). Biodentine® est composée d'une poudre de silicate tricalcique, de carbonate de calcium d'oxyde de fer et d'oxyde de zirconium. Les silicates di et tricalciques sont les composants principaux alors que l'oxyde de zirconium sert de radioopacifieur. Le liquide est constitué de chlorure de calcium en tant qu'accélérateur de prise, c'est en plus un polymère hydrosoluble qui sert de réducteur à l'eau.

4.1) Propriétés physiques de Biodentine®

temps de prise	**9 à 12min** (amélioration par rapport aux autres matériaux à base de silicate de calcium.(51)(52)(53))
réaction de prise	relargage de calcium lorsque le produit est en solution (54,55) source d'hydroxyapatite lorsqu'ils sont en contact avec les fluides tissulaires.(50) Bio dentine résulte de la formation d'hydrate de silicate de calcium, et d'hydroxyde dans une solution.(50) Les inclusions de carbonate de calcium (15% de la poudre) agissent comme des sites de nucléation pour C-S-H participant ainsi à la microstructure et réduisant le temps de la période d'induction permettent un temps de prise plus court (56)
Résistance à la compression	augmente lors de sa prise jusqu' à atteindre une valeur proche de la dentine naturelle (297 ± 24 MPa) (24) (54). Biodentine® a la plus haute résistance à la compression comparée aux autres matériaux)(52).
Micro dureté	micro dureté supérieures par rapport à l'IRM(52) et à la résine (Camilleri) (57).
Adhérence(58) (59)	à 24 h la force d'adhérence du MTA était inférieure à celle de Biodentine® (60)(61). La contamination par le sang n'a pas eu d'effet sur la force d'adhérence quel que soit le temps de mise en contact. (62) enlever de la couche de boue dentinaire réduit de manière significative la force de liaison entre la dentine et Biodentine®.
Radio-opacité.	Biodentine®, a une radio-opacité supérieure à 3mmAl.(oxyde de zirconium) Mais dans une étude de Tanalp (63) on trouve que la radio-opacité de Biodentine® est inférieure à celle d'autres matériaux de réparation testé (MM-MTA® Micromega, Besancon, France , et MTA Angelus®,Dentsply Brésil) et légèrement inférieure à la valeur de référence (Al 3mm ISO).
Solubilité (52)	Non soluble dans les fluides biologiques (formation d'une substance type hydroxy apatite sur la surface du matériau lorsqu'il est au contact des fluides biologiques).
Etanchéité	(50) la résistance à la micro infiltration de Biodentine® est similaire à celle du CVI au bout d'un an. Ceci est dû à la capacité de Biodentine® d'induire la formation de cristaux d'hydroxy apatite.

4.2) Propriétés biologiques

Biocompatibilité de Biodentine	Les tests correspondant aux normes ISO 10993 sur la biocompatibilité ont été réalisés. Les tests de toxicité cellulaire et de génotoxicité de Biodentine®, n'ont montré aucun signe de toxicité ni d'effet mutagène (64).
rôle dans l'angiogenèse et la minéralisation	Biodentine® augmente significativement la sécrétion de TGFβ1 par les cellules pulpaires (65) TGFβ1 est un facteur de croissance qui joue un rôle dans : • L'angiogenèse • Le recrutement de cellules pro génitrices • La différenciation cellulaire • La minéralisation Dans une étude de de Zhou et al (66), Biodentine®, WMTA et CVI ont été comparé utilisant des fibroblastes humains. Le WMTA et Biodentine® ont été trouvés moins toxiques que le CVI durant la période d'observation de 7jours, cependant, sur une période d'observation plus longue les cellules survivantes ont surmontées l'effet cytotoxique du CVI. En comparant l'expression génique de Biodentine® et MTA, Perard et al ont montré la capacité de ces matériaux de modifier la prolifération des lignées cellulaires pulpaires d'où l'effet inducteur de minéralisation, propriétés intéressantes qui en font un matériau de choix pour les coiffages pulpaires (67)

4.3) Conditionnement et mise en place :

Biodentine® est conditionnée sous forme de capsules prédosées à triturer :

- Après l'assèchement du site de la perforation (qui nécessite souvent une interséance au CaOH2) :
- Prendre une capsule et la taper légèrement sur une surface dure pour détasser la poudre puis l'ouvrir
- Détacher une mono dose de liquide et tapoter légèrement au niveau du bouchon scellé afin de faire descendre la totalité du liquide au fond de la mono dose.
- L'ouvrir en tournant le bouchon scellé, verser entièrement le contenu de la mono dose (5 gouttes) dans la capsule.
- Refermer la capsule et la placer sur le vibreur pendant 30 secondes.
- Ouvrir la capsule et récupérer le matériau Biodentine® à l'aide d'un instrument adapté.
- Placer Biodentine® sur le site de la perforation et comprimer, une fois la perforation obturée on peut reconstituer la dent avec Biodentine® en matériau de reconstitution coronaire.

Figure 23 : Biodentine® conditionnée en capsules (Septodont)

Biodentine® semble être un matériau prometteur en ce qui concerne l'obturation des perforations : c'est un matériau **esthétique** de **manipulation aisée**, à **temps de prise court** et avec une **bonne résistance à la compression** ce qui autorise la **reconstitution coronaire dans la séance (étanchéité +)**. Cependant il n'y a **pas encore assez de recul** sur la réelle efficacité de ce matériau dans le traitement des perforations. Il y a un **manque d'études** significatives concernant les résultats de traitements de perforation comme c'est le cas par exemple pour le MTA.

III) Choix du matériau

Comparaison des propriétés physiques(19)

	CaOH2	MTA	BIODENTINE®	CVI
Temps de travail	3-5min	5min	6min	2 - 3 min
Temps de prise	3-5min	3-4h	12min	5 à 10 min
ph	12.5	12.5	12.6	>12
Solubilité dans les fluides tissulaires	OUI	NON	NON	NON
Résistance à la compression	1O.5 MPa	70MPa	240MPa	---
Radio opacité (mm d'Al)	0.7mm	6.4mm	3.5mm	<6mm
Adhésion étanchéité	+	+++	+++	++
Sensibilité à l'humidité	+-	+++	++	+
Pérennité dans le temps	Non : se dissout	oui	oui	oui

Comparaison des propriétés biologiques(19)

	CaOH2	MTA	BIODENTINE	CVI
Biocompatibilité	oui	oui	oui	oui
Antibactérien	oui	oui	oui	oui
Antihémorragique	oui	?	?	non
Antiinflammatoire	oui	oui	?	non
Favorise angiogenèse	non	oui	oui	non
Favorise dentinogenèse	oui	oui	oui	non

Le choix du matériau se fera en fonction de ses propriétés et du secteur concerné

Secteur esthétique

- CaOH2 en inter séance
- CVI : perforation supra gingivale ou supra-crestale
- Biodentine® : autorise une reconstitution coronaire dans la séance

Secteur postérieur

- CaOH2 en inter séance
- Biodentine®
- MTA

IV)Traitement en fonction des différents types de perforations(68)

Différentes solutions thérapeutiques s'offrent à nous selon le type de perforation en question, la dent concernée, l'intérêt stratégique qu'elle représente dans le traitement global du patient, les pathologies associées (fracture, lésion péri-apicale…) :

- ✓ Elongation coronaire, traction orthodontique
- ✓ Obturation de perforation (précédée ou pas d'un abord chirurgical)
- ✓ Amputation radiculaire

1) Perforation du plancher

Les perforations du plancher sont en général de formes rondes et assez faciles à obturer.

Celles d'origine carieuse ont mauvais pronostic et nécessitent souvent une thérapeutique chirurgicale type avulsion, amputation radiculaire, séparation radiculaire.

Celles d'origine iatrogène doivent être obturées dans la séance pour diminuer le plus possible le risque de contamination bactérienne.

Mise en place clinique :

- ampliation des canaux sous irrigation abondante à NaOCl2
- obturation à la GUTTA en protégeant la perforation avec un pellet de coton pour éviter la fuite de pâte à canaux dans le parodonte
- obturation de la perforation au MTA chargé dans le MTA Gun
- Reconstitution coronaire définitive (si le site a été obturé avec Biodentine® la reconstitution aura pu se faire dans la même séance)
- Radiographie pour surveiller l'apparition d'une lésion inter radiculaire en regard de la perforation +examen clinique

2) Perforation du tiers coronaire

Elles sont faciles d'accès mais le pronostic est moins bon que celles du tiers moyen ou apical en raison de la possible communication avec le sulcus et donc une contamination bactérienne plus probable.

Elles peuvent être supra ou infra crestale :

2.1) Supra crestale

- Réaliser une élongation coronaire (qui peut se limiter à une simple gingivectomie ou nous amener à toucher l'os).
- Obturation de la perforation avec du CVI puis intégrer la perforation dans la reconstitution prothétique définitive.

2.2) Infra crestale

Vérifier la persistance de la table osseuse externe en plaçant un instrument à bout mousse dans la perforation puis palper en vestibulaire de la dent concernée si l'instrument est perceptible, dans ce cas vérifier la communication avec le sulcus.

2.2.1) os vestibulaire conservé et pas de communication avec le sulcus en périphérie

- Ampliation et nettoyage du canal sous irrigation abondante
- Nettoyer la perforation avec des inserts ultra sonores et maintenir à sec avec une éponge hémostatique.
- Obturation du canal et section de la gutta sous le niveau de la perforation
- Obturation de la perforation avec du MTA ou Biodentine®

2.2.2) communication avec le sulcus

- Traction orthodontique afin de repositionner la perforation en supra crestale puis obturation de celle-ci comme précédemment décrit ou ,
- Abord chirurgical
    - Réaliser un lambeau de pleine épaisseur
    - Remodeler l'os afin de mettre en évidence l'accès à la perforation
    - Réaliser l'hémostase (étape très importante)
    - Scellement de la perforation avec un matériau à prise rapide pour une étanchéité immédiate

En l'absence de corticale osseuse vestibulaire et en présence d'une communication avec le sulcus, le MTA n'est pas recommandé. En effet, celui-ci se délite et est évacué par le sulcus avant d'avoir pu achever sa prise. Le CVI l'est plus mais il n'y aura pas de réattache du desmodonte sur le CVI, le pronostic dépendra donc de l'ampleur de la perforation.

3) Perforation du tiers moyen

3.1) De petit diamètre

Dans ce cas le canal est obturé avec da la Gutta à l'instar d'un canal latéral ou d'un delta apical. L'utilisation de la thermo compaction permettrait dans ces cas à la Gutta chaude de fuser dans les canaux accessoires

3.2) De gros diamètre

Les perforations de gros diamètre du tiers moyen se produisent en général lors de la préparation de logement de tenon ou moins souvent avec des fraises en recherchant un canal.

Dans cette situation, il faut avant tout faire une séance de CaOH2, l'obturation définitive étant impossible la première séance en raison du saignement engendré par la perforation. Ici on obturera au MTA ou Biodentine®

4) Perforation du tiers apical

Ces perforations sont souvent provoquées en apical d'un canal courbe. Nous sommes alors en présence d'une perforation au niveau de la paroi externe de la racine crée par un instrument trop rigide pour suivre la courbure engendrant ainsi un faux canal.

- Le traitement consistera à retrouver le canal principal puis à obturer celui-ci en plus du faux canal par projection de ciment de scellement à l'instar d'un canal accessoire.

La recherche du canal principal peut s'avérer une tache assez ardue, les instruments ayant tendance à retomber dans le faux canal.

- Une surveillance est mise en place avec des examens radiologique et clinique (vérifier l'absence de lésion en regard des canaux et l'absence de symptomatologie)
- Si la dent est symptomatologique on envisage la résection apicale

5) Les stripping

Les strippings sont difficiles à traiter les bords de la perforation n'étant pas nets. Eghbal, Farlyab et Asgang (69) ont décrit le traitement d' une molaire mandibulaire perforée par stripping obturée avec un ciment enrichi au calcium (Bionique dent).

Figure 24 : traitement d'une perforation en stripping

A) radiographie préopératoire de la première molaire inférieure avec une lésion étendue de la furcation et une restauration coronaire défectueuse.

B) radiographie de diagnostic après avoir retracé l'origine de la lésion avec un cône de gutta-percha qui se termine dans la lésion au niveau de la furcation.

C) radiographie post-opératoire; noter le flux de ciment CEM au niveau de la racine mésiale. L'obturation apicale de tous les canaux est laissée telle quelle

D) radiographie de suivi un an après montre la guérison complète de la lésion de la furcation et son remplacement par l'os.

CAS CLINIQUE

Ce cas clinique s'est présenté et a été traité au CHU de Toulouse Rangueil

Le 02/06/2014

Mr Y Claude 70 ans se présente aux urgences avec des douleurs sur 36. Celle-ci présente une volumineuse carie sous amalgame. L'amalgame est déposé, l'éviction carieuse réalisée avec mise en place d'un ZOE en guise de pansement provisoire. La reconstitution coronaire définitive au composite est réalisée 15 jours plus tard avec un CVI en fond de cavité.

Le 08/12/2014

Mr Y se représente aux urgences avec des douleurs sur 36. La reconstitution coronaire est déposée et un pansement provisoire est mis en place sur un Pulpéryl®. Le canal distal est nécrosé mais les canaux mesiaux sont toujours vivants.

Le 15/12/2014

La cavité d'accès pour le traitement endodontique de la 36 est réalisée. La longueur de travail est déterminée pour les 4 canaux (4Eme canal qui s'avèrera être une perforation par la suite).

Un dépassement de NaOCl dans le peri apex ayant entrainé un œdème sous mandibulaire et des suites douloureuses, le traitement est suspendu jusqu' à la disparition des symptômes.

A **B**

A : radiographie limes de cathétérisme en place pour la détermination des LT.

B : pansement mis en place en attendant la disparition des symptômes.

Le 14/04/2014

Le patient revient pour la suite des soins. La 36 est asymptomatique. On poursuit le traitement endodontique. Le pansement provisoire est déposé et on recherche les entrées canalaires. Le 4ème

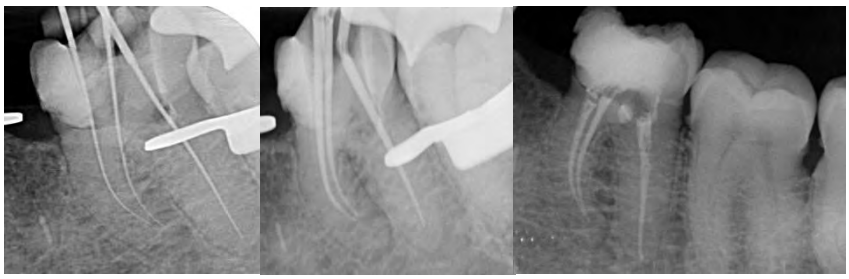
canal s'avère être une **perforation du plancher** qui aurait donc été créés le 15/12/2014 lors de la réalisation de la cavité d'accès. Cette perforation daterait donc de **4 mois**.

Une médication temporaire de **CaOH2** est mise en place.

Le 21/04/2015

La recherche des canaux mésiaux introuvables lors de la séance précédente est réalisée sous microscope puis les 3 canaux sont mis en forme et obturés à la GUTTA

La gestion de la perforation consistera à obturer celle-ci avec du MTA, un CVI est mis en place en inter séance en attendant la prise complète du **MTA**



A **B** **C**

A/ radiographie limes de cathétérisme en place pour la détermination des LT

B/radiographie maitre cônes en place

C/obturation des canaux à la gutta et de la perforation du plancher au MTA

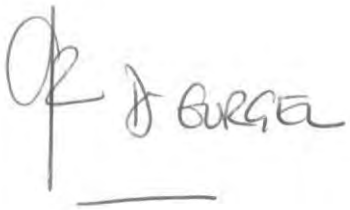
Le 28/04/2015

La dent est asymptomatique, la restauration coronaire définitive de la 36 est effectuée après vérification de la prise du MTA. Cette restauration coronaire devra être intégrée dans la future prothèse pour un maximum d'étanchéité. (Prévoir donc une élongation coronaire pour le cerclage de la future couronne).

CONCLUSION

Ce travail nous a permis de faire le point sur les perforations iatrogènes, qui constituent une complication assez fréquente des traitements endodontiques. La meilleure solution étant encore de ne pas en créer, des efforts doivent surtout être faits sur la prévention, il faut bien prendre le temps d'évaluer la situation de départ en prenant des radiographies préopératoires et travailler avec les instruments et technique appropriés. Une fois la perforation survenue, il est très important de la traiter le plus rapidement possible en obturant le site avec le matériau adéquat selon le type de perforation dans l'immédiat, ou en temporisant. Le patient doit être averti dans la séance et les différentes solutions doivent lui être proposées.

Il existe peu d'études épidémiologiques qui nous renseignent sur la prévalence des perforations selon le type de dent, la localisation, la prise en charge et le succès du traitement. Des rapports de cas de traitement réussis et quelques études présentant plusieurs perforations visant à évaluer le taux de succès ont été décrits. Cependant celui- ci reste encore à déterminer, en effet une grande partie des dents perforées sont avulsées précocement, les solutions prothétiques et l'essor de l'implantologie dédramatisant la situation. Le résultat de ces études pourrait cibler de manière plus précise les localisations à risque ainsi que les traitements réellement efficaces selon le type de perforation.



BIBLIOGRAPHIE

1. Tsesis I, Rosen E, Bjørndal L, Taschieri S, Givol N. [Medicolegal aspects of iatrogenic root perforations]. Refux02beat Ha-Peh Ṿeha-Shinayim 1993. avr 2014;31(2):15-8, 85.

2. Fuss Z, Trope M. Root perforations: classification and treatment choices based on prognostic factors. Endod Dent Traumatol. déc 1996;12(6):255-64.

3. Kvinnsland I, Oswald RJ, Halse A, Grønningsaeter AG. A clinical and roentgenological study of 55 cases of root perforation. Int Endod J. mars 1989; 22(2):75-84.

4. Fuss Z, Assooline LS, Kaufman AY. Determination of location of root perforations by electronic apex locators. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. Sept 1996;82(3):324-9.

5. Wong R, Cho F. Microscopic management of procedural errors. Dent Clin North Am. juill 1997; 41(3):455-79.

6. Beavers RA, Bergenholtz G, Cox CF. Periodontal wound healing following intentional root perforations in permanent teeth of Macaca mulatta. Int Endod J. janv 1986;19(1):36‑ 44.

7. Lantz B, Persson PA. Experimental root perforation in dogs' teeth. A roentgen study. Odontol Revy. 1965;16(3):238-57.

8. Seltzer S, Sinai I, August D. Periodontal effects of root perforations before and during endodontic procedures. J Dent Res. avr 1970;49(2):332-9.

9. Benenati FW, Roane JB, Biggs JT, Simon JH. Recall evaluation of iatrogenic root perforations repaired with amalgam and gutta-percha. J Endod. avr 1986;12(4):161-6.

10. Petersson K, Hasselgren G, Tronstad L. Endodontic treatment of experimental root perforations in dog teeth. Endod Dent Traumatol. févr 1985;1(1):22-8.

11. Balla R, LoMonaco CJ, Skribner J, Lin LM. Histological study of furcation perforations treated with tricalcium phosphate, hydroxylapatite, amalgam, and Life. J Endod. mai 1991;17(5):234-8.

12. Lemon RR. Nonsurgical repair of perforation defects. Internal matrix concept. Dent Clin North Am. avr 1992;36(2):439-57.

13. Himel VT, Brady J, Weir J. Evaluation of repair of mechanical perforations of the pulp chamber floor using biodegradable tricalcium phosphate or calcium hydroxide. J Endod. avr 1985;11(4):161-5.

14. Krupp C, Bargholz C, Brüsehaber M, Hülsmann M. Treatment Outcome after Repair of Root Perforations with Mineral Trioxide Aggregate: A Retrospective Evaluation of 90 Teeth. J Endod. 1 nov 2013;39(11):1364-8.

15. Krasner P, Rankow HJ. Anatomy of the pulp-chamber floor. J Endod. janv 2004;30(1):5-16.

16. Etude comparative de la préparation des canaux courbes sur dents extraites à l'aide de 3 systèmes : PROTAPER UNIVERSAL, ONE SHAPE et WAVE ONE - Benjamin Raspaud.

17. Parirokh M, Torabinejad M. Mineral trioxide aggregate: a comprehensive literature review--Part I: chemical, physical, and antibacterial properties. J Endod. janv 2010;36(1):16-27.

18. Kratchman SI. Perforation repair and one-step apexification procedures. Dent Clin North Am. janv 2004;48(1):291-307.

19. Guyomard M. Le coiffage pulpaire direct : aspects histophysiologiques, facteurs de succès et biomatériaux actuels. 10 déc 2012;172.

20. Mohammadi Z, Dummer PMH. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. Int Endod J. août 2011;44(8):697-730.

21. Siqueira JF, Rôças IN, Abad EC, Castro AJ, Gahyva SM, Favieri A. Ability of three root-end filling materials to prevent bacterial leakage. J Endod. nov 2001;27(11):673-5.

22. Siqueira JF. Strategies to treat infected root canals. J Calif Dent Assoc. déc 2001;29(12):825-37.

23. Siqueira JF, Lopes HP. Mechanisms of antimicrobial activity of calcium hydroxide: a critical review. Int Endod J. sept 1999;32(5):361-9.

24. Pharmacologie endodontique (III). Les médications temporaires - EMC 2012 Elsevier Masson

25. Estrela C, Sydney GB, Bammann LL, Felippe Júnior O. Mechanism of action of calcium and hydroxyl ions of calcium hydroxide on tissue and bacteria. Braz Dent J. 1995;6(2):85-90.

26. Les ciments verres ionomères (CVI) - Société Francophone de Biomatériaux Dentaires - JP. Attal

27. Torabinejad M, Hong CU, McDonald F, Pitt Ford TR. Physical and chemical properties of a new root-end filling material. J Endod. juill 1995;21(7):349-53.

28. Camilleri J, Montesin FE, Brady K, Sweeney R, Curtis RV, Ford TRP. The constitution of mineral trioxide aggregate. Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater. avr 2005;21(4):297-303.

29. Dammaschke T, Gerth HUV, Züchner H, Schäfer E. Chemical and physical surface and bulk material characterization of white ProRoot MTA and two Portland cements. Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater. août 2005;21(8):731-8.

30. Patel N. Comparing Gray and White Mineral Trioxide Aggregate as a Repair Material for Furcation Perforation: An in Vitro Dye Extraction Study. J Clin Diagn Res

31. Estrela C, Bammann LL, Estrela CR, Silva RS, Pécora JD. Antimicrobial and chemical study of MTA, Portland cement, calcium hydroxide paste, Sealapex and Dycal. Braz Dent J. 2000;11(1):3-9.

32. Orosco FA, Bramante CM, Garcia RB, Bernardineli N, de Moraes IG. Sealing ability, marginal adaptation and their correlation using three root-end filling materials as apical plugs. J Appl Oral Sci Rev FOB. avr 2010;18(2):127-34.

33. Hashem AAR, Hassanien EE. ProRoot MTA, MTA-Angelus and IRM used to repair large furcation perforations: sealability study. J Endod. janv 2008;34(1):59-61.

34. Lolayekar N, Bhat SS, Hegde S. Sealing ability of ProRoot MTA and MTA-Angelus simulating a one-step apical barrier technique--an in vitro study. J Clin Pediatr Dent. 2009;33(4):305-10.

35. Fridland M, Rosado R. MTA solubility: a long term study. J Endod. mai 2005;31(5):376-9.

36. Sluyk SR, Moon PC, Hartwell GR. Evaluation of setting properties and retention characteristics of mineral trioxide aggregate when used as a furcation perforation repair material. J Endod. nov 1998;24(11):768-71.

37. Vanderweele RA, Schwartz SA, Beeson TJ. Effect of blood contamination on retention characteristics of MTA when mixed with different liquids. J Endod. mai 2006;32(5):421-4.

38. Aqrabawi J. Sealing ability of amalgam, super EBA cement, and MTA when used as retrograde filling materials. Br Dent J. 11 mars 2000;188(5):266-8.

39. De Bruyne M a. A, De Bruyne RJE, Rosiers L, De Moor RJG. Longitudinal study on microleakage of three root-end filling materials by the fluid transport method and by capillary flow porometry. Int Endod J. févr 2005;38(2):129-36.

40. Weldon JK, Pashley DH, Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough WF. Sealing ability of mineral trioxide aggregate and super-EBA when used as furcation repair materials: a longitudinal study. J Endod. juin 2002;28(6):467-70.

41. Hamad HA, Tordik PA, McClanahan SB. Furcation perforation repair comparing gray and white MTA: a dye extraction study. J Endod. avr 2006;32(4):337-40.

42. Osorio RM, Hefti A, Vertucci FJ, Shawley AL. Cytotoxicity of endodontic materials. J Endod. févr 1998;24(2):91-6.

43. Keiser K, Johnson CC, Tipton DA. Cytotoxicity of mineral trioxide aggregate using human periodontal ligament fibroblasts. J Endod. mai 2000;26(5):288-91.

44. Kettering JD, Torabinejad M. Investigation of mutagenicity of mineral trioxide aggregate and other commonly used root-end filling materials. J Endod. nov 1995;21(11):537-42.

45. Torabinejad M, Hong CU, Pitt Ford TR, Kettering JD. Cytotoxicity of four root end filling materials. J Endod. oct 1995;21(10):489-92.

46. Koh ET, Torabinejad M, Pitt Ford TR, Brady K, McDonald F. Mineral trioxide aggregate stimulates a biological response in human osteoblasts. J Biomed Mater Res. 5 déc 1997;37(3):432-9.

47. Koh ET, McDonald F, Pitt Ford TR, Torabinejad M. Cellular response to Mineral Trioxide Aggregate. J Endod. août 1998;24(8):543-7.

48. Zhu Q, Haglund R, Safavi KE, Spangberg LS. Adhesion of human osteoblasts on root-end filling materials. J Endod. juill 2000;26(7):404-6.

49. Mente J, Leo M, Panagidis D, Saure D, Pfefferle T. Treatment outcome of mineral trioxide aggregate: repair of root perforations-long-term results. J Endod. juin 2014;40(6):790-6.

50. Malkondu , zlem, Kazanda, Meri, Karapinar, Kazazo, et al. A Review on Biodentine, a Contemporary Dentine Replacement and Repair Material. BioMed Res Int. 16 juin 2014;2014:e160951.

51. Biodentine Scientific File Septodont.

52. Grech L, Mallia B, Camilleri J. Investigation of the physical properties of tricalcium silicate cement-based root-end filling materials. Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater. févr 2013;29(2):e20-8.

53. Bortoluzzi EA, Broon NJ, Bramante CM, Felippe WT, Tanomaru Filho M, Esberard RM. The influence of calcium chloride on the setting time, solubility, disintegration, and pH of mineral trioxide aggregate and white Portland cement with a radiopacifier. J Endod. avr 2009;35(4):550-4.

54. Camilleri J. Characterization of hydration products of mineral trioxide aggregate. Int Endod J. mai 2008;41(5):408-17.

55. Camilleri J, Kralj P, Veber M, Sinagra E. Characterization and analyses of acid-extractable and leached trace elements in dental cements. Int Endod J. août 2012;45(8):737-43.

56. Camilleri J, Sorrentino F, Damidot D. Investigation of the hydration and bioactivity of radiopacified tricalcium silicate cement, Biodentine and MTA Angelus. Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater. mai 2013;29(5):580-93.

57. Camilleri J. Investigation of Biodentine as dentine replacement material. J Dent. juill 2013;41(7):600-10.

58. De Bruyne MAA, De Bruyne RJE, De Moor RJG. Capillary flow porometry to assess the seal provided by root-end filling materials in a standardized and reproducible way. J Endod. mars 2006;32(3):206-9.

59. Camilleri J, Grech L, Galea K, Keir D, Fenech M, Formosa L, et al. Porosity and root dentine to material interface assessment of calcium silicate-based root-end filling materials. Clin Oral Investig. juin 2014;18(5):1437-46.

60. Aggarwal V, Singla M, Miglani S, Kohli S. Comparative evaluation of push-out bond strength of ProRoot MTA, Biodentine, and MTA Plus in furcation perforation repair. J Conserv Dent JCD. sept 2013;16(5):462-5.

61. Odabaş ME, Bani M, Tirali RE. Shear bond strengths of different adhesive systems to biodentine. ScientificWorldJournal. 2013;2013:626103.

62. El-Ma'aita AM, Qualtrough AJE, Watts DC. The effect of smear layer on the push-out bond strength of root canal calcium silicate cements. Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater. juill 2013;29(7):797-803.

63. Tanalp J, Karapınar-Kazandağ M, Dölekoğlu S, Kayahan MB. Comparison of the radiopacities of different root-end filling and repair materials. ScientificWorldJournal. 2013;2013:594950.

64. Laurent P, Camps J, De Méo M, Déjou J, About I. Induction of specific cell responses to a Ca(3)SiO(5)-based posterior restorative material. Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater. nov 2008;24(11):1486-94.

65. Laurent P, Camps J, About I. Biodentine(TM) induces TGF-β1 release from human pulp cells and early dental pulp mineralization. Int Endod J. mai 2012;45(5):439-48.

66. Zhou H, Shen Y, Wang Z, Li L, Zheng Y, Häkkinen L, et al. In vitro cytotoxicity evaluation of a novel root repair material. J Endod. avr 2013;39(4):478-83.

67. Nowicka A, Lipski M, Parafiniuk M, Sporniak-Tutak K, Lichota D, Kosierkiewicz A, et al. Response of human dental pulp capped with biodentine and mineral trioxide aggregate. J Endod. juin 2013;39(6):743-7.

68. La reprise du traitement endodontique: Stéphane SIMON, Wilhelm-J.PERTOT: 9782912550477 Quintessence international, Réussir

69. Eghbal MJ, Fazlyab M, Asgary S. Repair of a strip perforation with calcium-enriched mixture cement: a case report. Iran Endod J. 2014;9(3):225-8.

GHAZI Rafika 2015 TOU3 3041

LES PERFORATIONS DENTAIRES IATROGENES : CONDUITE A TENIR EN 2O15

RESUME :

Le traitement endodontique permet dans bien des cas de sauver et conserver une dent endommagée et /ou nécrosée. Cependant, des accidents de procédures peuvent compromettre le pronostic de ce traitement. Les perforations représentent la seconde cause d'échec endodontique. Une connaissance approfondie de l'anatomie dentaire, ainsi qu'une analyse pré opératoire sérieuse suffisent souvent à éviter ce désagrément. Lorsque la perforation survient, sa prise en charge immédiate améliore de beaucoup le pronostic. Le patient doit en être informé, ainsi que des modalités de traitements comme des alternatives. Ce travail propose une vision d'ensemble des différents types de perforations avec les traitements envisageables en 2015.

TITRE EN ANGLAIS :

IATROGENICS TEETH PERFORATIONS: WHAT TO DO IN 2015.

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Chirurgie dentaire

MOTS-CLES : perforation, iatrogène, étanchéité, MTA, Biodentine®, radiographie préopératoire, anatomie radiculaire

INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR :

Université Toulouse III – Paul Sabatier

Faculté de chirurgie dentaire 3 chemin des Maraichers 31062 TOULOUSE Cedex

DIRECTEUR DE THESE : Dr GURGEL-GEORGELIN Marie