

**UNIVERSITE PAUL SABATIER – TOULOUSE III  
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE**

---

Année : 2014

2014 TOU3 3001

**THESE**

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

par

**Théo PASSARD**

Le 21 Janvier 2014

**APTITUDE DE DEUX LOCALISATEURS ÉLECTRONIQUES  
D'APEX À DÉTECTER UNE PERFORATION RADICULAIRE.**

Directeur de thèse : Dr Franck DIEMER

**JURY**

Président :	Professeur Danielle DUFFAUT
1 <sup>er</sup> assesseur :	Docteur Franck DIEMER
2 <sup>ème</sup> assesseur :	Docteur Marie GURGEL-GEORGELIN
3 <sup>ème</sup> assesseur :	Docteur Aurélia BASSO



**UNIVERSITE PAUL SABATIER – TOULOUSE III  
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE**

---

Année : 2014

2014 TOU3 3001

**THESE**

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

par

**Théo PASSARD**

Le 21 Janvier 2014

**APTITUDE DE DEUX LOCALISATEURS ÉLECTRONIQUES  
D'APEX À DÉTECTER UNE PERFORATION RADICULAIRE.**

Directeur de thèse : Dr Franck DIEMER

**JURY**

Président :	Professeur Danielle DUFFAUT
1 <sup>er</sup> assesseur :	Docteur Franck DIEMER
2 <sup>ème</sup> assesseur :	Docteur Marie GURGEL-GEORGELIN
3 <sup>ème</sup> assesseur :	Docteur Aurélia BASSO





## FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

-----

### ➔ DIRECTION

#### ADMINISTRATEUR PROVISOIRE

Mr SIXOU Michel

#### ASSESEURS DU DOYEN

##### • ENSEIGNANTS :

Mme GRÉGOIRE Geneviève  
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 GRAPELOUP Claude

### ➔ HONORARIAT

#### DOYENS HONORAIRES

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

### ➔ ÉMÉRITAT

Mr PALOUDIER Gérard

### ➔ PERSONNEL ENSEIGNANT

-----

#### 56.01 PÉDODONTIE

##### Chef de la sous-section :

Professeur d'Université :

Maîtres de Conférences :

Assistants :

Chargés d'Enseignement :

##### Mr VAYSSE

Mme BAILLEUL-FORESTIER

Mme NOIRRIT-ESCLASSAN, Mr VAYSSE

Mr DOMINÉ, Mme GÖTTLE

Mme BACQUÉ, Mr TOULOUSE

#### 56.02 ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

##### Chef de la sous-section :

Maîtres de Conférences :

Assistants :

Chargés d'Enseignement :

##### Mr BARON

Mr BARON, Mme LODTER, Mme MARCHAL-SIXOU, Mr ROTENBERG,

Mme ELICEGUI, Mme OBACH-DEJEAN, Mr PUJOL

Mr GARNAULT, Mme MECHRAOUI, Mr MIQUEL

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

##### Chef de la sous-section :

Professeur d'Université :

Maître de Conférences :

Assistant :

Chargés d'Enseignement :

##### Mr HAMEL

Mme NABET, Mr PALOUDIER, Mr SIXOU

Mr HAMEL, Mr VERGNES

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 PIOTROWSKI, 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, Mr EL KESRI, Mme FERNET-MAGNAVAL

Chargés d'Enseignement : Mr FAUXPOINT, Mr GANTE, Mr L'HOMME, Mme LABADIE, Mr PLANCHAND, Mr SALEFRANQUE

**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 BLASCO-BAQUE, Mme SOUBIELLE

Chargés d'Enseignement : Mr BARRÉ, 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, Mlle DARDÉ, Mme DEDIEU, Mme DUEYMES, Mme FOURQUET, Mr MICHETTI

Chargés d'Enseignement : Mr BALGUERIE, Mlle BORIES, Mr ELBEZE, Mr MALLET, Mlle PRATS.

**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 DESTRUHAUT, Mr GALIBOURG, Mr HOBEILAH

Chargés d'Enseignement : Mr ABGRALL, Mr FLORENTIN, Mr FOLCH, Mr GHRENASSIA, Mme LACOSTE-FERRE, Mme LASMOLLES, Mr LUCAS, Mr MIR, Mr POGÉANT, Mr RAYNALDY

**58.03 SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES, OCCLUSODONTIQUES, BIOMATÉRIAUX, BIOPHYSIQUE, RADIOLOGIE*****Chef de la sous-section :*** **Mme GRÉGOIRE**

Professeur d'Université : Mme GRÉGOIRE

Maîtres de Conférences : Mme JONJOT, Mr NASR

Assistants : Mr CANIVET, Mr DELANNÉE, Mr MONSARRAT

Chargés d'Enseignement : Mr AHMED, Mme BAYLE-DELANNÉE, Mme MAGNE, Mr TREIL, Mr VERGÉ

-----

*L'université Paul Sabatier déclare n'être pas responsable des opinions émises par les candidats.  
(Délibération en date du 12 Mai 1891).*

*Mise à jour au 2 décembre 2013*

Je dédie cette thèse à....

Mes parents pour tout ce que vous avez fait pour moi, pour m'avoir toujours mis dans les conditions idéales pour réussir, pour votre amour, si j'en suis arrivé là c'est grâce à vous, merci, je vous aime.

Mon frère pour ce qu'on est devenus au fil des ans, bien plus que de simples liens fraternels, infiniment plus que de l'amitié, je suis fier chaque fois que je dis « c'est mon petit frère ».

Ma sœur parce que ça n'a pas dû être simple de nous supporter mais tu t'en tires bien, tu feras une superbe vétérinaire et tu pourras toujours compter sur moi.

Ma famille, à commencer par mes grands-parents, Mamou, Mamie et une grosse pensée pour Pépé et Papi, je sais que vous êtes parmi nous aujourd'hui et j'espère que vous êtes fiers. Je pense aussi à ma marraine, mes oncles, tantes, cousins, cousines.

Léa et Paul parce que depuis toutes ces années vous avez plutôt bien intégré la famille Passard, que l'imprévu règne chaque fois qu'on se voit aux quatre coins de la France et qu'on a encore de sacrés moments de gloire (ou de perdition) à partager !

Laure parce que c'était pas gagné et que chaque jour avec toi me remplit un peu plus de bonheur.

Guigui pour avoir été ce super binôme pendant 3ans, parce que par ta bonne humeur et ton humour tu as été ma soupape dans les moments difficiles et que ça a été un plaisir. Je te souhaite beaucoup de réussite et de bonheur avec Isa.

Tous mes amis, Renaud pour ton intégrité et pour m'avoir mis le pied à l'étrillé pour cette thèse, toute la bande Kémérienne : Dien, Clément, Sophio, Laure, Michel, Vincent, Jean, l'inventeur du Biskit, Charlou, Nauz et tous les autres, merci pour tous ces moments passés ensemble (même si j'en ai raté beaucoup au commencement) et pour tous ceux qui vont venir.

Au TUC tri avec en tête Serge pour tout ce que tu fais pour nous à la FAC et au club un grand merci ! Pierrot et Fernando et JO pour la petite escapade niçoise ironmanesque, La Mouise, Christophe, Steph, les Lolos et tous les autres parce qu'avec vous l'alliage sport/plaisir prend tout son sens.

Et enfin ma deuxième famille haute-savoyarde pour ces deux étés de rempla géniaux, Gilberte, Lulu, Gab, Mike, Caro, Lina je vous dis à très vite !

A notre présidente de jury de thèse

**Madame le Professeur DUFFAUT-LAGARRIGUE Danielle**

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Lauréat de la Faculté de Médecine,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur en Sciences Odontologiques,
- Docteur d'État en Odontologie,
- Habilité à Diriger des Recherches,

**Je vous remercie d'avoir spontanément accepté de présider cette thèse,  
Votre rigueur et votre implication à la faculté et en clinique  
au service des étudiants et de toutes les personnes qui y travaillent  
suscitent à mes yeux un profond respect.**

A notre directeur de thèse

**Monsieur le Docteur DIEMER Franck**

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- DEA en Education, Formation et Insertion -Toulouse-Le Mirail-,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier
- Habilitation à Diriger des Recherches (H.D.R.),

**Monsieur, votre parfaite maîtrise théorique et clinique  
alliée à un sens aigüe de la pédagogie et de la convivialité  
m'ont été d'un bénéfice incommensurable durant toutes mes études  
que ce soit en cours, en clinique, en optionnel, à votre cabinet.  
Merci de m'avoir fait l'honneur de diriger mes travaux.**

A notre jury de thèse

**Madame le Docteur GURGEL-GEORGELIN Marie**

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Ancienne Interne des Hôpitaux,
- D.E.A. MASS « Lyon III »,
- Maîtrise des Sciences Biologiques et Médicales,

**Madame, vous êtes pour moi la preuve  
que l'on peut exceller dans son domaine  
et avoir un haut niveau d'attente envers ses étudiants  
tout en restant d'une disponibilité,  
d'une écoute et d'une bonne humeur permanente.  
Pour tout ce que vous m'avez appris je vous remercie.**



A notre jury de thèse

**Madame le Docteur BASSO Aurélia**

- Docteur en chirurgie dentaire,
- Master 1 de science de la vie de la santé,
- C.E.S B d'odontologie conservatrice,

**Madame, c'est dans votre TP que j'ai fait mes premières perforations radiculaires,  
il était donc naturel que je me tourne vers vous pour participer à ce jury.  
Merci de m'avoir encadré ces deux années,  
j'ai une grande admiration pour votre compétence  
et votre immense implication dans tous les domaines  
pour lesquels vous vous investissez.**

# Table des matières

<b>I – Introduction.....</b>	<b>11</b>
<b>II – Rappels théoriques et problématique.....</b>	<b>12</b>
1 – Les perforations radiculaires.....	12
1.1 – Définition.....	12
1.2 – Diagnostic d’une perforation pathogène.....	13
1.3 – Diagnostic d’une perforation iatrogène.....	14
2 – Anatomie apicale, limite apicale de préparation, longueur de travail : définitions et détermination.....	15
3 – Les localisateurs électroniques d’apex.....	16
3.1 – Principes de fonctionnement.....	16
3.2 – Mise en œuvre clinique.....	16
3.3 – Limites d’utilisation.....	17
4 – Le localisateur électronique d’apex : outil de diagnostic ?.....	18
<b>III – Étude.....</b>	<b>19</b>
1 – Matériel et méthode.....	19
1.1 – Sélection des dents.....	19
1.2 – Préparation des dents.....	19
1.3 – Mesure électronique de la longueur de travail sur dents saines.....	20
1.4 – Étude du comportement du localisateur électronique d’apex en présence d’une perforation radiculaire.....	21
1.5 – Mesure visuelle de la longueur de travail.....	22
2 – Résultats.....	23
2.1 – Mesures initiales.....	23
2.2 – Statistiques.....	25
2.2.1 – Test de l’égalité de la variance entre les opérateurs.....	25
2.2.2 – Test de Student en série appariée.....	25
3 – Discussion.....	26
<b>IV – Conclusion.....</b>	<b>31</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>32</b>

# I - Introduction.

Le traitement endodontique est une procédure clinique qui s'applique de la chambre pulpaire à l'extrémité apicale du réseau canalaire d'une dent ou racine et qui consiste après un diagnostic précis à:

- éliminer et neutraliser toutes les substances organiques contenues dans le réseau canalaire, appelé débridement, parage ou nettoyage canalaire.
- élargir le canal principal et le mettre en forme.
- obturer l'ensemble du réseau canalaire de façon tridimensionnelle [1].

Le traitement a pour objectif de maintenir l'organe dentaire fonctionnel sur l'arcade.

Au cours de cette procédure, une complication du traitement endodontique peut survenir, il s'agit de la perforation radiculaire. Parfois, elle peut être liée à une pathologie : la résorption interne ou externe.

Une perforation radiculaire est une communication pathologique ou iatrogène entre l'espace canalaire et le desmodonte [19]. Laisseée sans traitement elle aboutit à une inflammation et à une perte des tissus de soutien de la dent provoquées par des bactéries comme c'est le cas pour les lésions apicales.

La perforation doit donc être traitée, ce qui implique de déterminer son existence et sa position.

Parmi les instruments utilisés lors du traitement endodontique, l'un d'eux a pour objectif de permettre la détermination de la longueur de travail et la position du foramen apical ou de la constriction apicale, il s'agit du localisateur électronique d'apex.

L'objectif de notre travail est d'évaluer si cet outil, le localisateur électrique d'apex, peut s'avérer utile et fiable dans la recherche et la détermination de la position d'une perforation radiculaire.

Dans une première partie nous traiterons des différentes méthodes de diagnostic d'une perforation radiculaire, rappellerons les principes de fonctionnement et d'utilisation du localisateur électronique d'apex et définirons notre problématique

La deuxième partie se présentera sous forme expérimentale à travers l'étude comparative de deux localisateurs électroniques d'apex.

Enfin nous analyserons et discuterons les résultats pour tenter d'amener une réponse et une conclusion à notre problématique.

## **II - Rappels théoriques et problématique.**

### **1- Les perforations radiculaires.**

#### **1.1- Définition.**

Les perforations peuvent être d'origine pathologique (conséquence d'une résorption interne/externe ou d'une carie) ou iatrogène à la suite d'une erreur lors des procédures endodontiques. [20]

Elles peuvent survenir au cours d'un traitement endodontique initial ou lors d'un retraitement :

- lors de la réalisation de la cavité d'accès.
- pendant la recherche des entrées canalaires.
- durant l'élimination des matériaux du plancher pulpaire.
- au cours de la désobturation canalair.
- à la suite d'une tentative de passage en force dans un canal, en présence d'une butée.
- lors de la préparation d'un logement canalair pour un tenon.

Les perforations pathologiques font parfois suite à des résorptions radiculaires.

Une résorption radiculaire est une destruction pathologique partielle ou totale des racines des dents permanentes. Les étiologies sont variées, elles peuvent être générales, locales ou idiopathiques.

Nous pouvons distinguer plusieurs types de résorptions : internes, cervicales, externes inflammatoires.

Compte tenu du fait que le laps de temps entre la réalisation de la perforation et son repérage est critique et conditionne le pronostic de conservation de la dent, le diagnostic doit être le plus rapide et le plus fiable possible.

De même, l'étiologie de la perforation jouera un rôle majeur quant au protocole à adopter.

## 1.2- Diagnostic d'une perforation iatrogène.

Au moment où la perforation est réalisée, le patient, s'il n'est pas anesthésié, ressent une légère sensibilité au niveau du ligament semblable à une piqure faite sur la gencive. Cette perforation peut être suivie d'un saignement, la plupart du temps abondant qui suffit très souvent à faire le diagnostic.

Celui-ci peut être confirmé par la réalisation de radiographies lime en place en veillant à réaliser des clichés avec des incidences excentrées pour ne pas omettre une perforation vestibulaire, palatine ou linguale.

De même, l'utilisation de pointes de papier peut permettre de mettre en évidence la persistance de ce saignement à l'intérieur du réseau canalaire.

Les microscopes optiques sont également de bons outils diagnostiques pour mettre en évidence une perforation radiculaire mais également pour son traitement.

La réalisation d'un examen 3D de type scanner ou Cone-Beam peut enfin aider au diagnostic.



*Figure 1 : Limite de la radiographie rétroalvéolaire dans le diagnostic de perforation.*

### 1.3 Diagnostic d'une perforation pathogène.

Les lacunes de résorption **internes** sont mises en évidence par un examen radiographique, la lésion, visible à l'examen radiographie, présente des bords nets. Le tissu pulpaire est remplacé par du tissu de granulation, qui contient les cellules géantes clastiques, la dent est le plus souvent asymptomatique, la réponse positive aux tests thermiques est fonction de la vitalité pulpaire. En cas de perforation parodontale, la dent devient symptomatique. [5]

Pour les résorptions **externes**, en l'absence de communication entre la zone de résorption et la pulpe, la symptomatologie est pratiquement inexistante (signes faibles et inconstants d'inflammation pulpaire, signes diffus de desmodontite, douleurs d'inflammation gingivale lorsque la résorption est située près de la zone cervicale.

Par contre, la communication entre la zone de résorption et la pulpe radiculaire (perforation réelle) peut donner lieu à une inflammation pulpaire aigue, à une nécrose pulpaire induisant soit une symptomatologie apicale aigue soit une symptomatologie pulpaire chronique. La résorption peut être décelée par la radiographie, après quelques semaines d'évolution, lorsque apparaissent des images radioclares intéressant à la fois la racine et l'os alvéolaire adjacent.

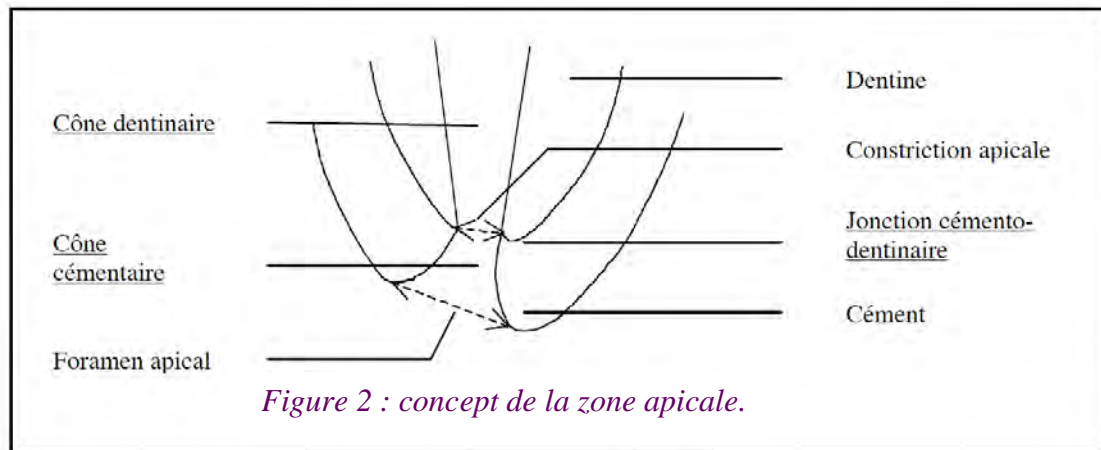
Le Cone Beam et l'imagerie 3D constituent là encore de bons moyens diagnostiques pour identifier les perforations radiculaires.

## 2- Anatomie apicale, limite apicale de préparation, longueur de travail : définitions et détermination.

La limite de pénétration des instruments de préparation et des matériaux d'obturation est nommée limite apicale de préparation.

Elle est généralement située au niveau du rétrécissement apical du canal principal (constriction apicale). Cette dernière correspond à la jonction cémento-dentinaire qui est la frontière histologique entre l'endodonte et le paradonte.

Le cône cémentaire terminal, qui ne contient pas de pulpe mais un paquet vasculo-nerveux et fibreux desmodontal, sera le site de la réparation tissulaire après un traitement endodontique.



C'est donc pour préserver ce site cémentaire et permettre la cicatrisation que la localisation de la constriction apicale doit être évaluée et localisée avec précision [11].

La longueur de travail est une mesure millimétrique correspondant à la distance entre un repère coronaire fiable facilement repérable (sommet cuspidien, crête marginale, bord libre) et la limite apicale de préparation choisie.

Pour déterminer cette limite apicale de préparation ainsi que la longueur de travail, plusieurs outils et techniques s'offrent au praticien.

Parmi elles la sensibilité apicale (basée sur la perception du point de douleur apical) et la sensibilité tactile (basée sur la sensation de constriction ressentie en faisant progresser un instrument de cathétérisme dans le canal juste avant la sensation de chute dans la région du foramen) sont des méthodes qui peuvent être complémentaires à d'autres techniques de détermination mais qui ne sont intrinsèquement pas fiables.

La méthode radiologique consiste à réaliser un cliché avec une lime de cathétérisme en place dans le canal et à situer la position de celle-ci par rapport à l'apex radiologique. La limite de cette méthode est qu'elle ne permet de déterminer que l'apex radiologique au niveau duquel le foramen n'est situé que pour des canaux parfaitement rectiligne. Or dans la majorité des cas le foramen est excentré ce qui induit très souvent des surestimations de la longueur de travail [7][13].

L'autre méthode de détermination est basée sur l'utilisation du localisateur électronique d'apex.

### **3- Les localisateurs électroniques d'apex.**

#### **3.1 Principes de fonctionnement.**

Les localisateurs électroniques d'apex sont des appareils capables d'estimer la position de la limite apicale en exploitant les propriétés électriques de la dent et des tissus parodontaux.

Le principe repose sur la diminution subite de la résistance électrique à l'approche du desmodonte.

Les premières générations de localisateurs électroniques fonctionnaient en courant continu. La résistance pouvait subir en présence de saignements, d'exsudats et d'électrolytes tels que l'hypochlorite de sodium des variations qui altéraient la mesure. La seconde génération de localisateurs électroniques fut développée dans les années 1980. Ces appareils mesuraient l'impédance suite au passage d'un courant alternatif. L'usage de ce courant alternatif a permis d'améliorer la fiabilité de ces appareils même en présence de fluides.

La troisième génération de localisateurs électroniques mesurait simultanément les valeurs de l'impédance à deux fréquences de courant électrique (8 kHz et 0,4 kHz). La quatrième génération de localisateurs électroniques est la plus récente. Ces appareils mesurent, simultanément, la conductance, la capacité et la résistance électrique du courant alternatif de tension connue et d'intensité calculée en fonction de la position de la lime dans le canal. Ces appareils étant calibrés pour localiser spécifiquement la zone de la constriction apicale du canal, ils permettent de la localiser de façon reproductible. [4][16][21]

#### **3.2 Mise en œuvre clinique.**

La mesure électronique ne s'effectuera qu'après le cathétérisme canalaire qui permet de prendre connaissance des particularités anatomiques du canal.

Du localisateur électronique d'apex émerge un câble qui se divise en deux segments, à l'extrémité de l'un se trouve une électrode buccale qui sera placées au niveau de la commissure labiale du patient tandis qu'à l'extrémité du second est placée une autre électrode qui sera mise en contact avec l'instrument endodontique en amont du stop ou repère silicone.



L'instrument est progressivement avancé dans le canal jusqu'au signal (visuel et/ou sonore) indiquant la constriction puis le foramen apical.

L'instrument est alors poussé légèrement au-delà de la mesure (0.5mm) puis est replacé à la longueur indiquée précédemment. La même valeur obtenue initialement doit s'afficher à nouveau au même niveau. Enfin, l'instrument est retiré de 1.5 à 2mm, puis avancé à nouveau en direction apicale où la valeur « constriction » doit s'afficher à nouveau. Ces deux dernières étapes ayant pour but de confirmer le caractère reproductible de la mesure.

Le stop silicone est alors ajusté par rapport à un repère coronaire horizontal stable et la longueur séparant ce stop de la pointe de l'instrument est mesurée. Elle correspond à la longueur séparant la constriction apicale du repère choisi. La même procédure peut aussi être réalisée avec le foramen apical.

La longueur de travail à partir de laquelle devra se faire la mise en forme est la longueur mesurée à la constriction moins 0.5mm ou la longueur mesurée au foramen apical moins 1mm. [23]

### **3.3 Limites d'utilisation.**

La mesure pourra être erronée si des conditions strictes d'utilisation ne sont pas respectées.

Ainsi, le localisateur électronique d'apex ne pourra être utilisé dans des cas de :

- canaux calcifiés car aucun signal ne s'affiche ;
- de canaux obturés si le foramen n'est pas perméable par exemple lors de retraitements, certains matériaux d'obturation (gutta-percha) encore présents dans le canal agissent comme isolants ;
- en cas de défaut d'étanchéité et de présence de solution aqueuse au niveau de la chambre pulpaire (salive) ou d'excès d'hypochlorite de sodium ;
- en présence de contact avec des éléments métalliques coronaires (coiffe prothétique, amalgame, bague de cuivre...) ;
- en cas d'un exsudat abondant (purulent ou hémorragique) au niveau apical ;
- lors de l'utilisation d'une lime non ajustée au diamètre canalaire et d'absence de constriction apicale notamment pour les dents immatures ou présentant des résorptions inflammatoires ;
- en présence d'une fracture radiculaire horizontale, d'une perforation ou d'un canal latéral (la première sortie vers le desmodonte étant détectée comme étant le foramen) [18].

#### 4- Le localisateur électronique d'apex : outil de diagnostic ?

En ce qui concerne ce dernier point évoqué par Moshonov et Slutzky-Goldberg (2004), certaines sources font état de cette situation comme étant une contre-indication et un potentiel facteur de faux positif lors de l'utilisation du localisateur électronique d'apex.

D'autres, au contraire affirment que ce faux positif peut être certes un frein à la détermination de la limite apicale de préparation mais qu'il peut néanmoins être un facteur exploitable dans le sens où il permettrait justement d'objectiver la présence et de déterminer la position de cette perforation radiculaire. [10][20][21]

La bibliographie fait état de plusieurs expérimentations cherchant à déterminer si oui ou non les localisateurs électroniques d'apex sont des instruments capables de détecter des perforations radiculaires.

Ainsi nous avons également cherché à mettre en place un protocole et une expérimentation *ex vivo* pour répondre à cette problématique à travers l'étude du comportement de deux localisateurs électroniques d'apex (Denjoy et Morita) lors de la progression d'un instrument de cathétérisme dans le canal de plusieurs dents extraites sur lesquelles nous avons simulé une perforation radiculaire.

## III - Étude.

### 1- Matériel et méthode.

#### 1.1- **Sélection des dents.**

Pour réaliser cette étude, quinze dents monoradiculées ont été sélectionnées. Ces dents, issues de la banque de dents du département d'OCE de Toulouse, provenant de dons, sont exemptes de toute restauration coronaire ou préparation endodontique. Leur apex est sain, elles ont été extraites pour des raisons orthodontiques, parodontales, à cause de leur mobilité de III à IV selon Mullemann ou en raison du peu d'importance prothétique qu'elles présentaient sur l'arcade.

Après avoir été extraites, les dents ont été conservées dans un milieu isotonique à 0,9% de NaCl (Baxter®).

#### 1.2- **Préparation des dents.**

Avant manipulation, toutes les dents ont été traitées par le même opérateur. Elles ont été placées dans une solution d'hypochlorite de sodium à 2,6% durant une heure pour dissoudre les résidus desmodontaux. [25]

Par la suite, elles ont été placées dans un bac à ultrasons pendant 5 minutes et rincées avec une solution de NaCl à 0,9% (Baxter®).

Les tissus organiques résiduels ont été éliminés et les surfaces externes nettoyées avec un mini CK6.

Afin d'accéder au réseau canalaire radiculaire, l'aménagement des voies d'accès est réalisé à l'aide d'une fraise boule diamantée 012 (Stoner®, Brent, Suisse).

Celle-ci est complétée par une fraise Endo-Z™ (Stoner®, Brent, Suisse) montée sur turbine et sous spray eau/air.

L'entrée canalaire est identifiée à l'aide d'une sonde DG 16 et le canal est rincé avec 5mL de solution d'hypochlorite de sodium à 2,6% dans le but d'éliminer les copeaux et débris dentinaires et organiques.

Une lime K 10 est introduite à l'intérieur du canal pour en vérifier la perméabilité.

Aucune dent n'a été exclue de l'étude à ce stade.

Pour la deuxième partie de l'expérimentation portant sur l'étude du comportement du localisateur électronique d'apex en présence d'une perforation radiculaire, une communication a été réalisée avec une fraise boule diamantée 012 (Stoner®, Brent, Suisse) entre le milieu extérieur et l'endodonte à la jonction entre le 1/3 apical et les 2/3 coronaires de la racine.



*Figure 3 : Réalisation de la perforation.*

### 1.3- Mesure électronique de la longueur de travail sur dent saine.

Afin de réaliser cette mesure, deux localisateurs d'apex ont été utilisés : le Mini Root ZX® (Morita, Osaka Japon) et le Tie Apex® (Denjoy, Changsha City, Chine).

Pour simuler l'environnement parodontal de la dent et permettre la conductivité qui est celle du desmodonte, de l'alginate (Zelgan Dentsply® Ballaigues, Suisse) est mis en place dans des récipients et les dents y sont introduites jusqu'à leur collet anatomique. [2][12]



*Figure 4 :  
Dispositif  
expérimental.*



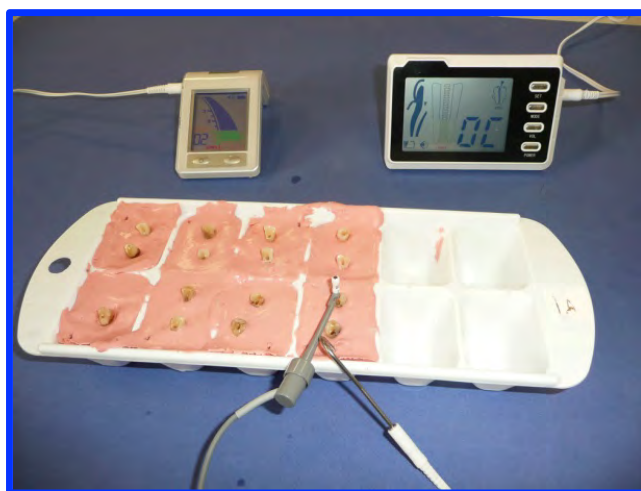
Les mesures sont effectuées dans les deux heures suivant la coulée de l'alginate pour conserver ses propriétés physicochimiques et notamment son humidité. [17]

L'électrode buccale (ou contre-électrode) est plongée dans l'alginate. L'autre électrode, par l'intermédiaire du porte lime est relié à une lime K 15.

Chaque canal est irrigué avec 5mL d'hypochlorite de sodium à 2,6% à l'aide d'une seringue endodontique (Endoneedle VMK®, Dilbeek, Belgique) puis la chambre pulpaire est asséchée avec une soufflette d'air comprimé.

Une boulette de coton est utilisée pour sécher la surface des dents et éliminer les excès d'irrigation. Chaque localisateur d'apex est utilisé jusqu'à la détection du foramen apical.

L'expérimentation est réalisée ; lorsque le localisateur électronique d'apex indique « APEX », le stop en silicone sur la lime est ajusté par rapport à un repère coronaire fixe servant de référence pour les mesures et la distance entre la base du stop en silicone et l'extrémité de la lime K est déterminée grâce à une jauge endodontique avec une précision de 0.25mm.



*Figure 5 : dispositif de mesure.*

#### **1.4- Étude du comportement du localisateur électronique d'apex en présence d'une perforation radiculaire.**

Une fois les mesures réalisées sur dents saines, celles-ci sont extraites de l'alginate. Dans le cadre d'une autre expérimentation, une résection de la partie apicale de chacune des dents est réalisée à 3 mm de l'apex à l'aide d'une fraise à congé diamanté 014 (Stoner® Montreux, Suisse) afin de simuler un apex pathologique résorbé.

Après extraction de l'alvéole d'alginate et résection de la partie apicale de la dent, celle-ci est de nouveau plongée dans l'alvéole d'alginate d'où elle provenait et une nouvelle mesure est réalisée à l'aide d'une lime K numéro 15.

Dans un dernier temps, les dents sont ré-extraites du milieu de mesure, la perforation radiculaire est réalisée comme décrite précédemment, les dents sont recollées dans l'alginate et les mesures sont effectuées à nouveau avec une lime K15 en prenant en compte le premier avertissement « APEX »

Dans les deux cas (dents saines et perforées), les mesures sont réalisées en double aveugle par deux praticiens (opérateur 1 et opérateur 2), le second n'ayant aucune information sur les mesures du premier.

### **1.5- Mesure visuelle de la longueur de travail.**

La mesure visuelle succède à la mesure électronique dans le but de ne pas altérer le foramen apical pour les dents saines ainsi que par soucis de ne pas influencer les mesures.

Seul l'opérateur 1 réalise cette mesure.

Dans le cas des dents saines, l'opérateur introduit la lime K 15 dans le canal de chaque dent jusqu'à ce qu'il repère sous microscope binoculaire (Leica, Wetzlar, Allemagne) (X16) l'extrémité de la lime se superposer au foramen apical.

Dans le cas des dents après perforation, la mesure est réalisée sous microscope binoculaire au moment où la pointe de la lime devient visible dans le canal par la communication réalisée.

## 2- Résultats.

### 2.1- Mesures initiales.

Le tableau des mesures obtenues par les deux opérateurs est le suivant :

n° dent	Opérateur 1						Opérateur 2			
	DENTS SAINES			DENTS RACINE PERFORÉE			DENTS SAINES		DENTS RACINE PERFORÉE	
	Localisateur d'apex		LOUPES	Localisateur d'apex		LOUPES	Localisateur d'apex		Localisateur d'apex	
	MORITA	DENJOY		MORITA	DENJOY		MORITA	DENJOY	MORITA	DENJOY
1	21,75	21,75	22	13,5	/	13,75	21,25	21,25	13,75	/
2	23,25	23,25	23,5	16	16,5	16	22,5	22,5	16,5	16,5
3	20,25	21	21,25	/	/	13	21	21	/	/
4	22,25	22,25	22,25	15,5	15,25	15	21,75	21,5	15,25	15,25
5	21,5	21,5	22	14,75	15	14,75	20,75	21	14,75	15
6	19,5	19,5	20	12,25	12,75	11,75	19,5	19,5	11,75	12,75
7	21,25	21,25	22,25	/	/	15,75	21,5	21,25	16,25	16,5
8	21,25	21,5	21	15,5	15,75	15,25	21,25	21,25	16	15,75
9	22,25	22,25	22	15,25	15	14,75	22	22	15	15
10	21,5	21,25	21,5	15	14,75	13,75	21,75	22	14	15
11	21,25	21,25	21,5	13,5	14	14	21,25	21,25	14,25	14
12	23,5	23,5	23	18,25	18,5	18	23	23	18	18,25
13	25	25	25,5	/	/	17,5	24,75	25	/	/
14	22	22,5	22	15	15	14,75	21,75	21,5	15	15,5
15	21,75	21,75	22	14	14	14,5	21,75	21,75	14,5	14,5
<b>Moyenne</b>	<b>21.883</b>	<b>21.967</b>	<b>22.17</b>	<b>14.875</b>	<b>15.136</b>	<b>14.833</b>	<b>21.717</b>	<b>21.717</b>	<b>15.00</b>	<b>15.333</b>
Dév. std	1.319	1.274	1.239	1.509	1.485	1.594	1.153	1.198	1.524	1.379

Tableau 1 : Valeurs initiales.

Ces résultats peuvent être répartis en mesures sous ou surestimées :

	Opérateur 1				Opérateur 2			
	Dents saines		Racine perforée		Dents saines		Racine perforée	
	MORITA	DENJOY	MORITA	DENJOY	MORITA	DENJOY	MORITA	DENJOY
% mesures sous-estimées	60 %	66.7 %	16.67%	0%	73.3 %	73.3 %	0%	0%
Moyenne de sous-estimation	0.5 mm	0.4 mm	0.63 mm	/	0.59 mm	0.61 mm	/	/
% mesures surestimées	20 %	26.7 %	66.7%	90.9%	13.3 %	6.67 %	61.54%	83.33%
Moyenne de surestimation	0.33 mm	0.44 mm	0.5 mm	0,5 mm	0.25 mm	0.5 mm	0.38 mm	0.58 mm

Tableau 2 : Valeurs des sur- et sous-estimations.

Ces résultats peuvent être présentés sous forme graphique.

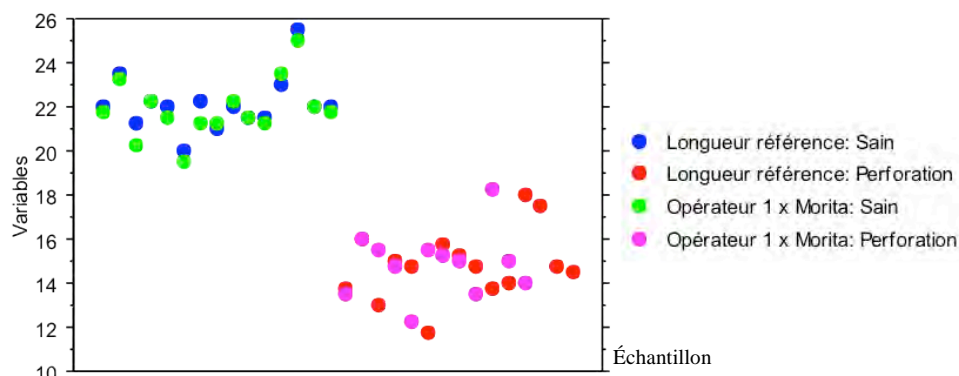


Figure 6 : Répartition des mesures de l'opérateur 1 en fonction des types de dents avec MRootZX.

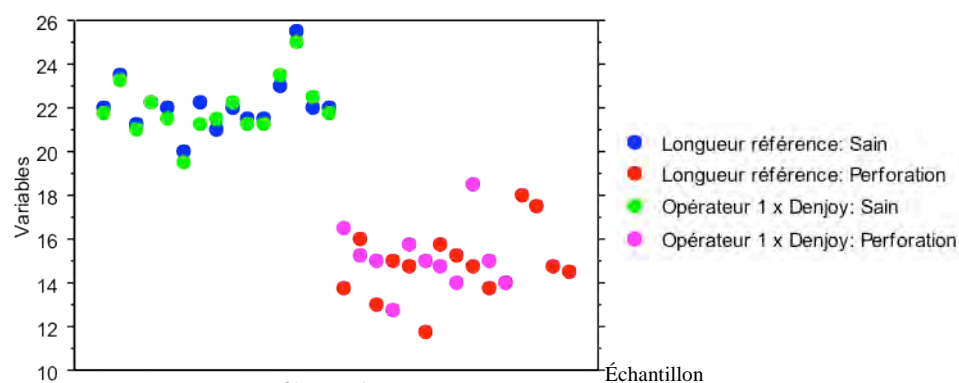


Figure 7 : Répartition des mesures de l'opérateur 1 en fonction des types de dents avec TieApex.

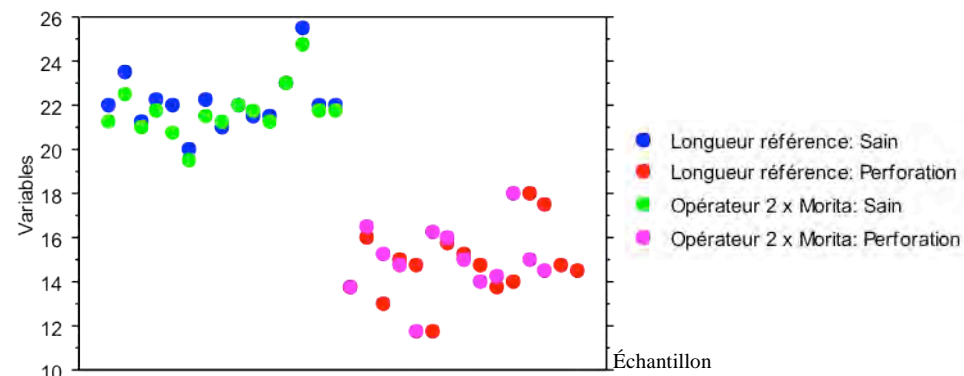


Figure 8 : Répartition des mesures de l'opérateur 2 en fonction des types de dents avec MRootZX.

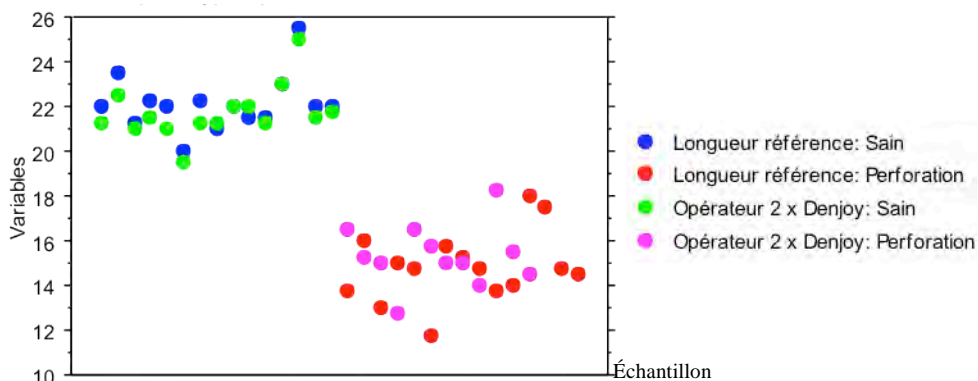


Figure 9 : Répartition des mesures de l'opérateur 2 en fonction des types de dents avec TieApex.



## 2.2- Statistiques.

Une succession de tests statistiques ont été réalisés avec un risque  $\alpha$  fixé à 5%.

### 2.2.1 – Test de l'égalité de la variance entre les opérateurs.

	Ratio de Var.	F	p	S/NS
Perforation	1.047	1.047	0.9131	NS
Dent saine	1.218	1.218	0.5994	NS

Tableau 3 : Test F de l'égalité de la variance entre les deux opérateurs pour les racines saines ou perforées.

### 2.2.2 – Test de Student en série appariée : significatif si $p < 0.05$ .

		Ecart moyen	t	p	S/NS
Racine saine	LongRef, Op 1 x MRootZX	0.233	2.114	0.0529	NS
	LongRef, Op 1 x TieApex	0.150	1.348	0.1990	NS
	LongRef, Op2 x MRootZX	0.400	3.511	0.0035	S
	Long Ref, Op2 x TieApex	0.400	3.361	0.0047	S
	Op1 x MRootZX, Op1 x TieApex	-0.083	-1.323	0.2071	NS
	Op1 x MRootZX, Op2 x MRootZX	0.167	1.581	0.1362	NS
	Op1 x MRootZX, Op2 x TieApex	0.167	1.503	0.1551	NS
	Op1 x TieApex, Op2 x MRootZX	0.250	2.562	0.0226	S
	Op1 x TieApex, Op2 x Tie Apex	0.250	2.236	0.0421	S
	Op2 x MRootZX, Op2 x TieApex	0.000	0.000	.	NS
Racine perforée	LongRef, Op 1 x MRootZX	-0.188	-1.326	0.2118	NS
	LongRef, Op 1 x TieApex	-0.364	-2.846	0.0174	S
	LongRef, Op2 x MRootZX	-0.231	-3.488	0.0045	S
	Long Ref, Op2 x TieApex	-0.479	-4.244	0.0014	S
	Op1 x MRootZX, Op1 x TieApex	-0.136	-1.491	0.1669	NS
	Op1 x MRootZX, Op2 x MRootZX	-0.021	-0.143	0.8890	NS
	Op1 x MRootZX, Op2 x TieApex	-0.027	-2.469	0.0331	S
	Op1 x TieApex, Op2 x MRootZX	0.136	1.000	0.3409	NS
	Op1 x TieApex, Op2 x Tie Apex	-0.091	-1.305	0.2212	NS
	Op2 x MRootZX, Op2 x TieApex	-0.229	-1.894	0.0848	NS

Tableau 4 : Test de Student en série appariée pour les deux opérateurs pour les racines saines ou perforées.

Légendes : LongRef = Longueur de Référence mesurée sous loupe binoculaire ;

MRootZX = Mini RootZX de MORITA ;

TieApex = Tie Apex de DENJOY ;

Op1 = Opérateur 1 ;

Op2 = Opérateur 2

S = Significatif

NS = Non Significatif

### 3- Discussion.

Les résultats obtenus dans notre étude montrent que l'utilisation d'un localisateur électronique d'apex, que ce soit pour déterminer la position du foramen apical ou la localisation d'une perforation radiculaire est fiable. C'est à dire que la mesure de la distance entre la pointe de l'instrument au moment où le localisateur indique « APEX » et un repère coronaire stable est fiable et reproductible.

Pour mener ce protocole de recherche, nous avons dû faire certains choix méthodologiques.

Premièrement, cette étude est réalisée *ex-vivo* sur un nombre limité d'échantillons issus de la banque de dents du service d'endodontie. Ces dents proviennent de dons anonymes pour l'enseignement et la recherche et seront détruites après utilisation.

Nous avons choisi l'alginate [17] pour simuler les tissus péri-apicaux car il permet de simuler une alvéole dans laquelle une mesure sur dent saine peut être réalisée.

Cette dent peut ensuite être extraite de son alvéole d'alginate, perforée au niveau de sa racine et enfin réinsérée dans son alvéole.

En pratique, une fois la dent réséquée et perforée, un nouvel alginate a été coulé et les dents replacées dans celui-ci de manière à permettre au matériau d'assurer la continuité entre l'endodonte et le milieu extérieur afin de permettre l'obtention d'une mesure.

L'un des localisateurs électroniques d'apex utilisés est le Mini Root ZX de Morita. Il s'agit du successeur du Root ZX qui sert de référence dans de nombreux articles.

Le second est le Tie Apex de Denjoy commercialisé par un fabricant chinois.

L'intérêt de cette étude, en plus d'observer le comportement d'un localisateur électronique d'apex en présence d'une perforation radiculaire, est également de comparer les résultats que l'on peut obtenir avec un localisateur haut de gamme, reconnu, faisant référence et un localisateur à bas coût, commercialisé sur internet et méconnu du marché français.

Après analyse, il apparaît que les résultats obtenus avec les deux appareils sont tout à fait acceptables d'un point de vue clinique (-0.63 à +0.58mm).

De façon plus subjective et d'après le ressenti des opérateurs après utilisation, il ressort que le Mini Root ZX fournirait une indication plus linéaire de la progression de la lime dans le canal. La correspondance entre l'affichage (numérique et schématique) du Mini Root ZX et l'avancée en direction apicale semble plus fidèle à la réalité que celle obtenue avec le Tie Apex qui fonctionne plutôt sur un mode « tout ou rien », « foramen/pas foramen ».

Ce ressenti a été rapporté par R.Stoll qui dans son étude est arrivé à la conclusion que tous les localisateurs testés permettent de localiser le foramen avec une bonne fiabilité mais que seuls certains modèles sont capables de donner une mesure linéaire dans les derniers millimètres de la région apicale. [24]

Pour éviter certains biais, l'étude a été menée de façon randomisée en double aveugle par deux opérateurs. Néanmoins, certains biais ne sont pas à exclure. En effet, cette double manipulation a pu entraîner la remonté de matériau dans le canal lors des différents passages des limes et ainsi perturber les mesures suivantes.

Pour les mesures sur dents saines, une modification de l'anatomie de la constriction a aussi pu être induite par la succession de passage des limes. Pour cela toutes les mesures ont été réalisées à l'aide d'une lime K numéro 15 afin de ne pas trop perturber cette anatomie et se placer dans les conditions d'une récapitulation qui serait réalisée avec ce type de lime entre chaque passage d'instrument rotatif Ni-Ti lors d'un traitement endodontique.

Pour limiter ces incertitudes, il aurait été préférable de faire deux lots de mesures en changeant l'ordre des mesures par les deux opérateurs afin de voir si la deuxième mesure serait affectée, sans que cela soit opérateur dépendant. Il aurait aussi été possible d'utiliser un milieu de conduction électrique tel qu'une éponge imbibée de solution saline [3][9] ou une éprouvette remplie de solution saline. [6]

Dans son étude, El Ayouti utilise un dispositif mécanisé de mesure de la longueur entre le stop et la pointe de la lime. Nous avons utilisé pour notre part une jauge de mesure endodontique graduée tous les millimètres ce qui, d'après l'étude d'El Ayouti en 2005, peut engendrer une variation, au moment du report de la longueur sur le dispositif de mesure, de 0.7 mm sur les valeurs mesurées. [6]

Golberg arrive à la conclusion que les différences statistiquement significatives sont observées sur les différences de mesures entre opérateurs provenant d'un manque d'expérience et de dextérité de manipulation. Des variations de ce type ont effectivement pu être constatées dans notre étude. [9]

Dans son étude, Kaufman compare trois localisateurs électroniques d'apex pour déterminer leur capacité à détecter des perforations radiculaires *in vitro*.

Pour cela il compare des localisateurs fonctionnant sur différents principes : le Root ZX (Rathio method), le Sono Explorer Mark II Junior (Principe de résistance) et le Apit III (Fréquence dépendant) dans le but de déterminer la fiabilité du Root ZX qui venait de faire son apparition sur le marché à cette époque (1997).

De plus, les mesures sont réalisées en présence de canaux secs ou irrigués à l'hypochlorite de sodium ou avec une solution saline.

Enfin, les perforations ont été réalisées par des Gutta-Condenser 25 ou 30 (Maillefer, Baillaigues, Suisse) et leurs diamètres pris en compte dans les résultats : 0.55-0.60mm et 0.25-0.40mm.

De cette étude, il apparaît que les trois types de localisateurs permettent de déterminer la localisation de la perforation de façon acceptable. (-0.06 à -0.25mm)

Les conditions dans le canal ont un faible effet sur les résultats (saline, NaOCl ou sec) de même que le diamètre de la perforation. Les auteurs suggèrent de réaliser les mesures en présence de perforations de diamètres plus importants que celles qu'ils ont réalisées (maximum 0.60mm) de manière à simuler une perforation causée en post traitement par exemple lors de la préparation d'un ancrage radiculaire. C'est ce qui a été fait dans notre étude en utilisant une fraise boule 012 pour réaliser la communication. Bien que nos résultats et nos conclusions soient concordants avec l'étude de Kaufman, nous pouvons cependant remarquer que pour réellement confirmer cette hypothèse, une étude comparant dans un même temps des mesures sur des perforations minimales et plus larges serait plus pertinente. [14]

Dans son étude, Zmener a utilisé pour déterminer et mesurer les perforations radiculaires le Tri Auto ZX (Morita, Kyoto, Japon) dans sa version classique avec une lime manuelle puis associé à un contre-angle endodontique possédant un système « automatic reverse ».

Ce système n'est pas recommandé par les spécialistes de l'endodontie car il n'utilise pas le localisateur d'apex de façon rigoureuse (p.16-17) puisque la constriction ne peut être dépassée sous peine de l'endommager.

Les résultats montrent que l'utilisation de ce localisateur électronique d'apex de manière conventionnelle donne des mesures égales (65%), inférieures (32.5%) ou supérieures (2.5%) aux mesures visuelles de références.

Pour le localisateur couplé au contre-angle, les mesures sont égales ou inférieures à 87.5% à celles réalisées en méthode classique et 5% surestimées par rapport à la longueur de référence.

Nous pouvons noter plusieurs choses :

- la sous-estimation est globalement plus importante avec le localisateur associé au contre-angle
- avec la méthode conventionnelle, seulement une mesure a été surestimée (+0,1mm) par rapport à la valeur de référence (-0,2mm  $\pm$  0.4 ,  $P < 0.05$ )

Lors de la détermination et de la mesure d'une perforation, il peut être intéressant de maintenir l'obturation légèrement courte par rapport à la paroi externe de la racine pour limiter les risques de dépassement de matériaux. [8][15][26]

Dans notre étude, le taux de surestimation est plus élevé que celui de sous-estimation, cela est probablement imputable au fait que nous avons mesuré avec le microscope le moment où la lime était visible dans le canal à travers la perforation c'est à dire avec une précision qui peut être estimée au rayon de la fraise ayant réalisé la perforation soit 0.6mm.

Il est donc possible de considérer que le bord supérieur de la perforation détectable à la loupe se situe plus coronairement et donne donc une longueur minorée par rapport à la longueur mesurée avec le localisateur électronique d'apex. Dans ce cas, pour une correction de 0.6mm on obtient le tableau suivant.

	Opérateur 1		Opérateur 2	
	Racine perforée		Racine perforée	
	MORITA	DENJOY	MORITA	DENJOY
% mesures sous-estimées	91.67% (16.67)	81.82% (0)	92.31 % (0)	66.64 % (0)
Moyenne de sous-estimation	0.41 mm (0.63)	0.24 mm (0)	0.41 mm (0)	0.35 mm (0)
% mesures surestimées	8.33 % (66.7)	18.18% (90.9)	7.69 % (61.54)	33.33 % (83.33)
Moyenne de surestimation	0.65* mm (0.5)	0.4 mm (0.5)	0.15* mm (0.38)	0.34 mm (0.58)

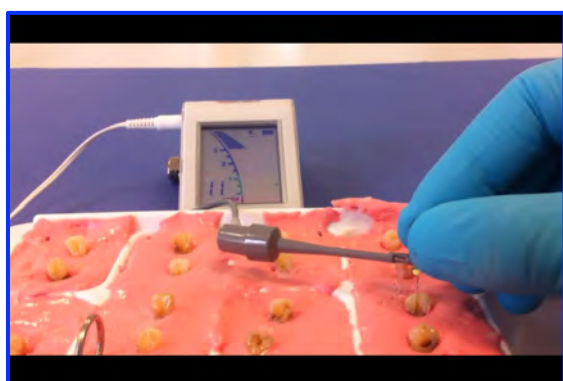
\*moyennes obtenues à partir d'une seule mesure

*Tableau 5 : Valeur des sous et surestimations après correction de la mesure « loupe », entre parenthèses, rappel des résultats sans correction.*

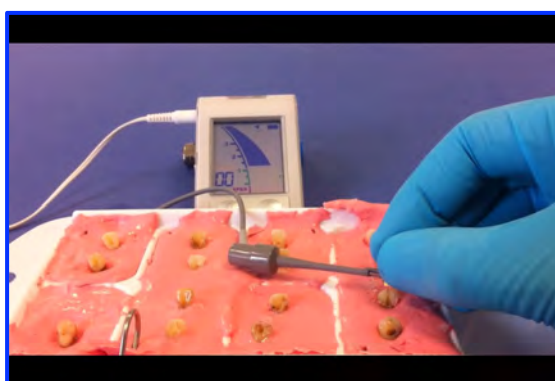
Enfin, lors de l'expérimentation sur dents perforées, nous avons remarqué qu'en continuant à pousser la lime dans le canal après l'indication « APEX » correspondant à la localisation de la perforation radiculaire, le localisateur électronique d'apex reprend sa fonction de base.

C'est à dire que l'indication fournie sur l'écran est la même que pour un canal exempt de perforation et la deuxième indication « APEX » correspond à la constriction apicale.

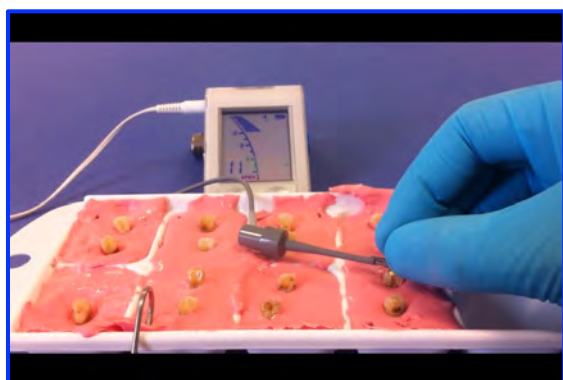
Ce facteur est à prendre en compte car il peut indiquer au praticien, par exemple en présence d'une fausse route ayant entraîné une perforation iatrogène, s'il a réussi à récupérer le trajet initial de la lime dans le canal principal ou bien si la lime progresse hors de la racine.



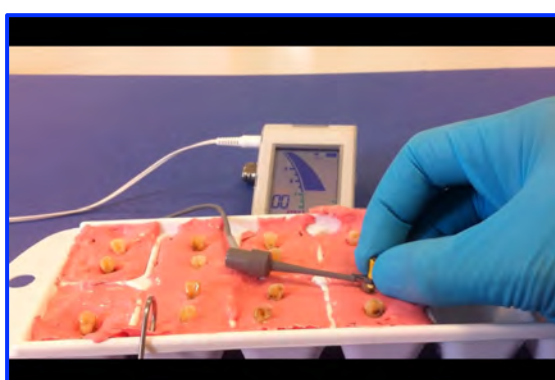
*Figure 10 : La lime est introduite dans le canal.*



*Figure 11 : Le localisateur indique « APEX » au niveau correspondant à la perforation.*



*Figure 12 : La lime reprend sa progression dans le canal.*



*Figure 13 : Deuxième indication « APEX » correspondant à la constriction apicale.*

## IV – Conclusion.

Lors d'un traitement endodontique, le praticien peut être confronté à une perforation radiculaire. Qu'elle soit d'origine pathologique ou iatrogène, son diagnostic dans un délai le plus court possible constitue une étape essentielle pour la conservation de la dent. De même, la détermination précise de la localisation de la perforation permet de mettre en œuvre la thérapeutique la plus adaptée.

Les outils diagnostiques classiques et la symptomatologie, même analysés rigoureusement et par des cliniciens expérimentés ne permettent pas toujours d'établir avec précision l'existence et la localisation d'une perforation radiculaire.

Les localisateurs électroniques d'apex fonctionnant selon la méthode des ratios, utilisés habituellement pour déterminer la position de la constriction apicale et mesurer la longueur de travail, peuvent être utiles en présence d'une perforation radiculaire.

Dans notre étude, deux localisateurs électroniques d'apex ont été testés. Le MiniRoot ZX est l'évolution du Root ZX qui est le premier localisateur électronique d'apex utilisant le ratio method. Celui-ci est considéré comme la référence dans de nombreux articles. Le deuxième est le Tie Apex, c'est un localisateur électronique d'apex fonctionnant selon le même principe de ratio method, il a récemment été mis sur le marché à un tarif particulièrement attractif.

Deux opérateurs ont mesuré dans un premier temps la longueur de travail sur dents saines puis dans un deuxième temps étudié le comportement des appareils après réalisation d'une perforation dans le tiers apical de la racine.

Les deux appareils ont généré des mesures cliniquement acceptables (-0.63 à +0.58mm). La perforation est détectée dans 88% des cas. Après correction des mesures, le pourcentage de surestimation de la longueur mesurée avec les localisateurs électroniques d'apex est de 16% et la moyenne de sous-estimation de 0.35mm.

Or l'intérêt est justement d'être légèrement en retrait de la perforation pour limiter le risque de dépassement de matériaux d'obturation dans le milieu environnant.

De plus, il a été noté pendant l'expérimentation que lorsque la lime poursuit son chemin dans le canal après l'indication « APEX » correspondant à la perforation, le localisateur électronique d'apex retrouve sa fonctionnalité initiale et retranscrit la progression de la lime jusqu'à la constriction apicale. Ceci présentant un intérêt pour établir si la lime reste dans la racine où si elle s'engage dans la perforation.

Il est donc possible d'utiliser le MiniRoot ZX et le Tie Apex pour diagnostiquer une perforation radiculaire et estimer sa localisation.

Le directeur de thèse,

Franck JUREMÉ



Le président du jury,

Pr. D. Duffaut



## Bibliographie.

- 1- ANDEM Rapport 1996 Agence Nationale pour le développement de l'Evaluation Médicale.
- 2- BALDI, J.V., et al., *Influence of embedding media on the assessment of electronic apex locators*. J Endod, 2007. **33**(4): p. 476-9.
- 3- BELTRAME A. P. C. A., TRICHES T. C., SARTORI N., BOLAN M. Electronic determination of root canal working length in primary molar teeth: an in vivo and ex vivo study. International Endodontic Journal, 2011, 44, p. 402–406.
- 4- DE VASCONCELOS B.C., DO VALE T.M., DE MENEZES A.S., PINHEIRO-JUNIOR E.C., VIVACQUA-GOMES N., BERNARDES R.A. An ex vivo comparison of root canal length determination by three electronic apex locators at positions short of the apical foramen. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;**110**:57-61.
- 5- DELZANGLES B, MALLET JP. Les résorptions radiculaires. Réalités cliniques Vol 13 n°3, 2002 pp.227-237
- 6- EL AYOUTI A., KIMIONIS I., CHU A.-L., LÖST C. Determining the apical terminus of root-end resected teeth using three modern apex locators: a comparative ex vivo study. International Endodontic Journal, 2005, 38, p. 827–833.
- 7- FENNICH M, SAKOUT M, ABDALLAOUI F. For a rational evaluation of working length in endodontics. Rev Odont Stomat 2012;41:232-243
- 8- FUSS Z, ASOOLINE LS, KAUFMAN AY. Determination of location of root perforations by electronic apex locators. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1996;82:324-9
- 9- GOLDBERG F. In vitro measurement accuracy of an electronic apex locator in teeth with simulated apical root resorption. Journal of Endodontics, June 2002, 28, 6, p. 461-463.
- 10-GOLDBERG F., FRAJLICH S., KUTTLER S., MANZUR E., BRISENO-MARROQUIN B. The evaluation of four electronic apex locators in teeth with simulated horizontal root fractures. *J Endod* 2008;**34**(12):1497-1499
- 11-GURGEL M, VALLAEYS K, BASSO A, DIEMER F. Le localisateur d'apex, utilisation clinique. Clinic-Février 2008-vol. 29 ; 3-7



- 12-HERRERA, M., et al., *Influence of apical constriction diameter on Root ZX apex locator precision*. J Endod, 2007. **33**(8): p. 995-8.
- 13-HULSMANN M., SCHAFFER E. Problems in endodontics, Ed: Quintessence publishing, New Malden, 2009 ;191-209.600p
- 14-KAUFMAN AY., FUSS Z., KEILA S., WAXENBERG S. Reliability of different electronic apex locators to detect root perforations *in vitro*. International Endodontic Journal (1997) 30, 403-407
- 15-KIUMARS NM., SHAHRZAD N., SHAKERI L., KIAMARS H., MIRMOTALEBI F., *In vitro* detection of simulated apical root perforation with two electronic apex locator. International Endodontic Journal-volume 5, Number A, Winter 2010 : 23-26
- 16-KOBAYASHI C., SUDA H. New electronic canal measuring device based on the ratio method. *J Endod* 1994;**20**:111-114.
- 17-LUCENA-MARTIN, C., et al., *In vitro* evaluation of the accuracy of three electronic apex locators. J Endod, 2004. **30**(4): p. 231-3.
- 18-MOSHONOV J., SLUTZKY-GOLDBERG I. Apex locators: update and prospects for the future. *Int J Comput Dent* 2004;**7**(4):359-370.
- 19-PERTOT WJ. Perforations, possibilités actuelles de traitement. L'information dentaire n° 22 – 22 juin 2010 ; 109-116
- 20-REGAN JD, WITHERSPOON DE, FOYLE DM. Surgical repair of root and tooth perforation. *Endodontic Topics* 2005, 11, 152-178
- 21-SIMON S. Endodontie, volume 1 : Traitements, Ed: CdP Paris, 2008.132p
- 22-SIMON S., MACHTOU P., ADAMS N., TOMSON P., LUMLEY P. Apical limit and working length in endodontics. *Dent update* 2009;**36**:146-153.
- 23-SIMON S, MACHTOU P, PERTOT WJ. Endodontie, Ed : CdP Wolters Kluwer France, 2012 ; 192-193.515p
- 24-STOLL R., URBAN-KLEIN B., ROGGENDORF M. J., JABLONSKI-MOMENI A., STRAUCH K., FRANKENBERGER R. Effectiveness of four electronic apex locators to determine distance from the apical foramen. *International Endodontic Journal*, 2010, 43, p. 808–817.

25-TINAZ, A.C., et al., *The effects of sodium hypochlorite concentrations on the accuracy of an apex locating device.* J Endod, 2002. **28**(3): p. 160-2

26-ZMENER O., GRIMBERG F., BANEGAS G., CHIACCHIO L. Detection and measurement of endodontic root perforations using a newly designed apex-locating

---

**APTITUDE DE DEUX LOCALISATEURS ÉLECTRONIQUES D'APEX  
À DÉTECTER UNE PERFORATION RADICULAIRE.**

---

RESUME EN FRANÇAIS :

Le pronostic de conservabilité d'une dent présentant une perforation radiculaire pathologique ou iatrogène dépend grandement de la capacité du praticien à la diagnostiquer et à la localiser dans un délai le plus court possible. Plusieurs méthodes existent pour y parvenir mais elles débouchent sur des résultats aléatoires, incertains et peu reproductibles. Le localisateur électronique d'apex est un outil permettant de localiser la constriction apicale, il indique le moment où la lime franchit cette zone anatomique. Ainsi, il est envisageable d'utiliser cette propriété dans le cas d'une perforation radiculaire.

Le but de notre thèse est donc d'évaluer la capacité de deux localisateurs électroniques d'apex à détecter la perforation radiculaire et à déterminer la distance de celle-ci par rapport à un repère cuspidien stable. Afin de répondre à cet objectif, nous avons réalisé des mesures sur quinze dents monoradiculées présentant une racine saine, puis de nouvelles mesures sur ces mêmes dents ayant subi une perforation.

---

TITRE EN ANGLAIS: Capacity of two electronic apex locators to detect radicular perforations.

---

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : CHIRURGIE DENTAIRE – O.C.ENDODONTIE

---

MOTS CLES : Endodontie, Localisateurs Électronique d'Apex, Perforation

---

INTITULE ET ADRESSE DE L'U.F.R. OU DU LABORATOIRE :

Université Toulouse III-Paul Sabatier

Faculté de chirurgie dentaire 3 chemin des Maraîchers 31062 Toulouse Cedex

---

Directeur de thèse : Docteur Franck DIEMER