

UNIVERSITE DE NANTES
UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Année : 2015

N° : 031

**PRONOSTIC DES TRAITEMENTS ENDODONTIQUES :
ANALYSE DE LA LITTÉRATURE**

THESE POUR LE DIPLOME D'ETAT DE
DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

*Présentée
et soutenue publiquement par*

DUCHESNE ROZENN

Née le 7 mai 1988

Le 6 juillet 2015 devant le jury ci-dessous

Présidente Madame le Professeur Fabienne PEREZ
Assesseur Madame le Docteur Véronique ARMENGOL
Assesseur Madame le Docteur Cécile DUPAS

Directrice de Thèse Madame le Docteur Bénédicte CASTELOT-ENKEL

UNIVERSITE DE NANTES	
Président	Pr. LABOUX Olivier
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE	
Doyen	Pr. AMOURIQ Yves
Asseseurs	Dr. RENAUDIN Stéphane Pr. SOUEIDAN Assem Pr. WEISS Pierre
Professeurs des Universités Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.	
Monsieur AMOURIQ Yves Madame ALLIOT-LICHT Brigitte Monsieur GIUMELLI Bernard	Monsieur LESCLOUS Philippe Madame PEREZ Fabienne Monsieur SOUEIDAN Assem Monsieur WEISS Pierre
Professeurs des Universités	
Monsieur BOULER Jean-Michel	
Professeurs émérites	
Monsieur BOHNE Wolf	Monsieur JEAN Alain
Praticiens hospitaliers	
Madame DUPAS Cécile Madame LEROUXEL Emmanuelle	Madame BLÉRY Pauline Madame HYON Isabelle Madame GOEMAERE-GALIÈRE Hélène
Maîtres de Conférences Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.	Assistants hospitaliers universitaires des C.S.E.R.D.
Monsieur AMADOR DEL VALLE Gilles Madame ARMENGOL Valérie Monsieur BADRAN Zahi Monsieur BODIC François Madame DAJEAN-TRUTAUD Sylvie Madame ENKEL Bénédicte Monsieur GAUDIN Alexis Monsieur HOORNAERT Alain Madame HOUCHMAND-CUNY Madline Madame JORDANA Fabienne Monsieur KIMAKHE Saïd Monsieur LE BARS Pierre Monsieur LE GUEHENNEC Laurent Madame LOPEZ-CAZAUX Serena Monsieur MARION Dominique Monsieur NIVET Marc-Henri Monsieur RENAUDIN Stéphane Madame ROY Elisabeth Monsieur STRUILLOU Xavier Monsieur VERNER Christophe	Madame BOEDEC Anne Monsieur CLÉE Thibaud Monsieur DAUZAT Antoine Monsieur DEUMIER Laurent Madame CLOITRE Alexandra Madame BORIES Céline Monsieur CAMPARD Guillaume Madame DAZEL LABOUR Sophie Monsieur KOUADIO Kouakou (assistant associé) Monsieur LANOISELÉE Edouard Monsieur LE BOURHIS Antoine Madame LE GOFFE Claire Madame MAÇON Claire Madame MELIN Fanny Madame MERAMETDJIAN Laure Monsieur PILON Nicolas Monsieur PRUD'HOMME Tony Monsieur RESTOUX Gauthier Madame RICHARD Catherine Monsieur ROLOT Morgan
Enseignants associés	A.T.E.R.
Madame BRETECHE Anne (MC Associé) Madame RAKIC Mia (MC Associé) Madame VINATIER Claire (PR Associé)	Monsieur COUASNAY Greig

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

A Madame le Professeur Fabienne PEREZ

Professeur des Universités

Praticien hospitalier des Centres de soins, d'enseignement et de recherche dentaires

Chef du département d'Odontologie conservatrice - Endodontie

Docteur de l'Université de Toulouse 3

Chef du service d'Odontologie conservatrice et pédiatrique

Pour avoir accepté la présidence de ce jury,

Pour votre passion de l'enseignement magistral et pratique,

Veillez trouver mes sincères remerciements

A Madame le Docteur Valérie ARMENGOL

Maître de Conférences des Universités

Praticien hospitalier des Centres de soins, d'enseignement et de recherche dentaires

Docteur de l'Université de Nantes

Pour avoir accepté de siéger dans ce jury

*Pour votre relecture attentive et la qualité de votre présence en
clinique*

Je vous suis très reconnaissante

A Madame le Docteur Cécile DUPAS

Ancienne assistante des Centres de soins, d'enseignement et de recherche dentaires

Praticien hospitalier des Centres de soins, d'enseignement et de recherche dentaires

Docteur de l'Université de Nantes

Pour avoir accepté de siéger dans ce jury

Pour votre gentillesse et vos encouragements,

Veuillez trouver toute ma gratitude

A Madame le Docteur Bénédicte CASTELOT-ENKEL

Maître de conférences des Universités

Praticien hospitalier des centres de soins, d'enseignement et de recherche dentaires

Docteur de l'Université de Nantes

Pour m'avoir fait l'honneur de diriger ce travail

*Pour votre présence, votre disponibilité, votre investissement et
votre patience,*

*Pour votre expérience et les conseils que vous m'avez prodigué
à chaque étape de ce travail,*

Je ne saurais trop vous remercier

TABLE DES MATIERES

1. Introduction.....	10
2. Matériels et méthodes.....	17
A. Recherche d'articles.....	17
B. Sélection des études, évaluation de leur qualité et extraction des données.....	17
1. Critères d'inclusion	17
2. Critères d'exclusion.....	18
3. Niveau de preuve des études retenues.....	20
3. Résultats.....	24
A. Caractéristiques méthodologiques des études incluses.....	24
B. Succès enregistrés en fonction des caractéristiques des études.....	28
1. Critère de succès employé.....	28
2. Expérience de l'opérateur.....	29
3. Durée de suivi après le traitement.....	29
4. Traitement initial ou retraitement.....	31
C. Analyses de survie.....	32
1. Médianes ou moyennes de survie.....	32
2. Courbes de survie obtenues.....	33
a) étude de Ng <i>et al.</i> (2011).....	33
b) étude de Lee <i>et al.</i> (2011).....	34
c) étude de Castelot-Enkel <i>et al.</i> (2013).....	35
D. Évaluation des facteurs impliqués dans le résultat du traitement endodontique.....	37
1. Facteurs explorés.....	37
2. Facteurs de risque mis en évidence.....	38
a) patient.....	38
b) dent.....	38
c) protocole.....	43
d) obturation.....	43
e) restauration coronaire.....	44
f) opérateur.....	45
3. Similitudes de résultats rapportés dans les deux types d'analyse.....	45
a) pathologie périapicale pré-opératoire.....	47
b) complications per-opératoires.....	47

c) nombre de séances.....	47
d) longueur d'obturation canalaire.....	48
e) qualité de l'obturation canalaire.....	48
f) nombre de racines.....	48
g) présence et étanchéité de la restauration coronaire.....	48
4. Discussion.....	50
A. Risques de biais.....	50
1. Biais de sélection.....	51
2. Biais d'exécution.....	51
3. Biais d'exclusion : le nombre de perdus de vue.....	53
4. Biais de détection.....	55
a) analyse radiographique.....	55
b) collection des données.....	56
5. Biais de confusion.....	57
B. Différents critères de succès.....	57
C. Suivi du traitement endodontique.....	60
D. Intérêt des études étiologiques avec analyse multivariée.....	61
E. Intérêts de l'analyse de survie.....	62
5. Conclusion.....	64
Bibliographie.....	66

1. Introduction

Enjeux de l'endodontie

La thérapeutique endodontique consiste à réaliser l'éviction du tissu pulpaire enflammé ou infecté. La préparation mécanique du ou des canaux radiculaires jusqu'au foramen apical est associée à une irrigation abondante à l'aide d'agents détergents comme l'hypochlorite de sodium, afin de rendre la cavité canalaire aseptique. Après séchage, la cavité endocanalaire est obturée par un matériau étanche, le plus souvent constitué de gutta-percha scellée par un ciment canalaire. Une instrumentation, une décontamination et une obturation bien conduites permettent une cicatrisation apicale par ostéocémentogenèse. Le traitement endodontique a pour but de conserver la dent saine, asymptomatique et fonctionnelle sur l'arcade.

L'architecture canalaire est complexe et le traitement endodontique reste un acte difficile. L'échec thérapeutique avec apparition d'une infection périapicale, dû à la présence de bactéries résiduelles dans le système canalaire, peut être lié à un canal oublié, inaccessible, une contamination salivaire ou une décontamination incomplète, une erreur de jugement dans la limite de l'endodonte, etc. Lorsqu'il fait le diagnostic d'une parodontite apicale sur une dent déjà dépulpée, le chirurgien-dentiste doit choisir entre trois stratégies thérapeutiques : le retraitement endodontique orthograde, la chirurgie apicale lorsque l'accès aux canaux n'est pas possible ou encore l'extraction. Selon un rapport de la HAS datant de 2004, le premier facteur associé à la présence d'une infection apicale est l'existence d'un traitement endodontique (1). Nos thérapeutiques endodontiques pourraient donc être à l'origine de pathologies périapicales. La connaissance des facteurs d'échec de l'endodontie est donc primordiale afin d'améliorer la qualité de nos traitements et le pronostic de la thérapeutique endodontique.

L'enjeu de l'endodontie peut se mesurer en terme de santé publique, puisqu'il s'agit d'un acte fréquent en cabinet dentaire : il représentait en 2004 selon le rapport HAS environ 9 % des soins réalisés, c'est-à-dire 7,6 millions de traitements endocanalaire, dont 1,6 millions de retraitements (1). Les infections endodontiques peuvent s'étendre au parodonte et entraîner des complications locales et locorégionales (parodontites apicales aiguës, kystes

infectieux, cellulites) dont les symptômes altèrent la qualité de vie du patient (douleur, perte dentaire, troubles du sommeil, impact sur la mastication et le travail, consommation d'antibiotiques, coût d'une nouvelle prothèse...). Des conséquences existent aussi pour les praticiens : consultations d'urgence, difficulté supplémentaire de la désobturation endodontique, etc.

Études épidémiologiques

La littérature scientifique rapporte quantités d'études, aussi bien rétrospectives que prospectives, sur le pronostic des traitements endodontiques avec des taux de succès allant de 53% à 95% et des durées d'observation très variables (2). Des différences de méthodologie importantes (critères d'inclusion, durées d'observation, définition du succès, nombre d'individus étudiés...) entraînent une hétérogénéité des résultats. Jusqu'à la fin des années 1990, les études longitudinales et les essais cliniques demeurent peu nombreux. La plupart de ces études sont des enquêtes épidémiologiques descriptives, pour la plupart transversales, qui ne peuvent mettre en évidence un lien de causalité entre échec thérapeutique et qualité du traitement. De nombreuses hypothèses de relation entre certains facteurs (comme la qualité de l'obturation endocanalaire par exemple) et l'apparition de pathologie périapicale ou l'absence de cicatrisation périapicale ou encore l'échec thérapeutique au sens large ont été avancées à partir d'études épidémiologiques descriptives qui ne sont pas qualifiées pour conclure à un lien de causalité entre échec thérapeutique et un facteur de causalité.

Ce sont les études analytiques qui permettent d'évaluer un risque relatif d'échec thérapeutique avec un facteur de causalité, notamment les études de cohortes ou études pronostiques ou encore études exposées/non exposées, c'est-à-dire avec un suivi dans le temps (d'où le nom d'études longitudinales) qui peut se faire sur plusieurs mois ou plusieurs années. Le protocole de recueil de données est adapté aux objectifs de l'étude : examens de santé, interviews, prélèvements biologiques, analyse de dossiers, etc.

En endodontie, le principe est d'évaluer si le risque de développer une lésion périapicale est plus important dans la population exposée à un ou plusieurs facteurs supposés augmenter le risque de survenue de la pathologie, par rapport à celui de la population qui n'est pas soumise à ce ou ces facteurs.

Une étude pronostique permet donc d'analyser des liens entre des facteurs d'exposition et l'apparition de l'événement étudié pendant la période de suivi. Elle ouvre la voie à des recherches véritablement étiologiques puisqu'elle permet d'établir des relations statistiquement significatives entre des expositions et/ou des facteurs de risque et l'apparition d'événements de santé péjoratifs. Le résultat de cette évaluation s'exprime sous la forme d'un risque relatif (noté RR) lié à la présence du facteur. Un *facteur de risque* est associé à la survenue d'une maladie. Un *facteur pronostique* est associé à l'évolution d'une maladie.

	Individus malades	Individus sains
	Événements	Non événements
Groupe exposé	a	b
Groupe non exposé	c	d

Risque Relatif d'un facteur de risque ou facteur pronostique (RR):

$$RR = \frac{R_1}{R_0}$$

Par exemple, si l'on veut évaluer si la qualité du traitement endodontique est un facteur pronostique de la réussite de la thérapeutique endodontique, on mesure le risque relatif (RR) lié à la présence ou à l'absence d'une obturation endodontique de qualité avec le rapport R_1/R_0 :

- $R_1 = [a/(a+b)]$

correspondant au risque de survenue ou de développement de LIPOE dans le groupe exposé (traitement endocanalair insuffisant radiographiquement) ;

- $R_0 = [c/(c+d)]$

correspondant au risque dans le groupe non exposé (patients dont la qualité du traitement endocanalair est satisfaisante).

Usuellement, on comparera la valeur du risque relatif estimé à 1 :

- si $RR > 1$, il y aura un risque augmenté de développer une pathologie lorsqu'on est exposé au facteur étudié ;

- si $RR < 1$, il y aura un risque diminué de développer une pathologie lorsqu'on est exposé au facteur étudié.

Une autre mesure statistique est également utilisée dans ce type d'études : l'odds ratio (OR), également appelé rapport des chances, rapport des cotes ou risque relatif rapproché.

Le rapport des chances exprime le degré de dépendance entre des variables aléatoires qualitatives. Il peut directement être obtenu à l'aide d'une régression logistique.

$$OR = \frac{R_1/(1 - R_1)}{R_0/(1 - R_0)}$$

Soit :

$$OR = RR \cdot \frac{1 - R_0}{1 - R_1}$$

Le rapport des chances et le risque relatif sont identiques lorsque la probabilité de survenue de la pathologie est faible.

L'étude de cohorte ouvre également la voie à des recherches sur l'enchaînement dans le temps des mécanismes et des processus qui conduisent à des maladies.

Le résultat du traitement endodontique est multifactoriel (3). On ne peut l'appréhender qu'en examinant l'impact simultané de divers facteurs, c'est-à-dire grâce à des analyses multivariées. Depuis une dizaine d'années, les auteurs tendent donc plutôt à utiliser des méthodes d'analyse multivariée pour explorer des séries de variables et la force de leur lien avec le risque d'échec. Les résultats ont confirmé l'influence de la pathologie apicale initiale et de l'herméticité coronaire sur le pronostic du traitement. Ce sont à ces méthodes d'analyse multivariée que nous allons exclusivement nous intéresser.

Analyser des données de survie

Il existe deux types d'analyse multivariée : la régression logistique et l'analyse de survie. Ces deux méthodes sont proches. L'analyse de survie a l'avantage de pouvoir étudier un pronostic au cours du temps, avec des périodes de suivi variables. On trouve dans la littérature récente un nombre croissant d'études réalisées avec des modèles de survie.

L'analyse de survie s'intéresse à l'apparition au cours du temps d'un événement : la réponse à un traitement : réussite ou échec par exemple. Si l'on prend le cas de la pathologie apicale, la réussite du traitement endocanalaire se traduit par une cicatrisation des structures périapicales avec disparition des symptômes et de l'image radiographique de raréfaction osseuse. Le phénomène de cicatrisation est un processus dynamique qui met plusieurs mois, voire plusieurs années à s'achever. Le calcul de la fréquence de la réussite s'avère donc insuffisant : il est important aussi de déterminer dans quel délai la cicatrisation va se produire. L'analyse de survie permet d'expliquer et de prédire le moment où survient cette cicatrisation en fonction de certains facteurs.

Les méthodes d'analyse de survie permettent d'associer la probabilité de survenue et le délai d'apparition de l'événement étudié : elles sont donc les méthodes de choix dans les études pronostiques.

La particularité de l'analyse de survie par rapport à la régression logistique est de pouvoir prédire la réussite d'une thérapeutique au cours du temps alors que tous les sujets ne sont pas encore guéris ou que l'échec du traitement ne s'est pas produit encore pour tous les patients. Elle nous donne donc la possibilité d'analyser des résultats alors que les informations sont partielles : on parle alors de censure. Les données sont censurées *à droite* si l'événement ne s'est pas encore produit à une certaine date, *à gauche* si l'événement s'est produit avant une certaine date, la date exacte restant inconnue : c'est le cas en endodontie, puisque l'événement n'est connu qu'au moment où le diagnostic est fait lors d'une visite de contrôle. Le temps d'observation ou de suivi varie d'un patient à l'autre, ce qui est une situation courante en recherche clinique.

La courbe de survie est la représentation graphique de l'estimateur de la fonction de survie :

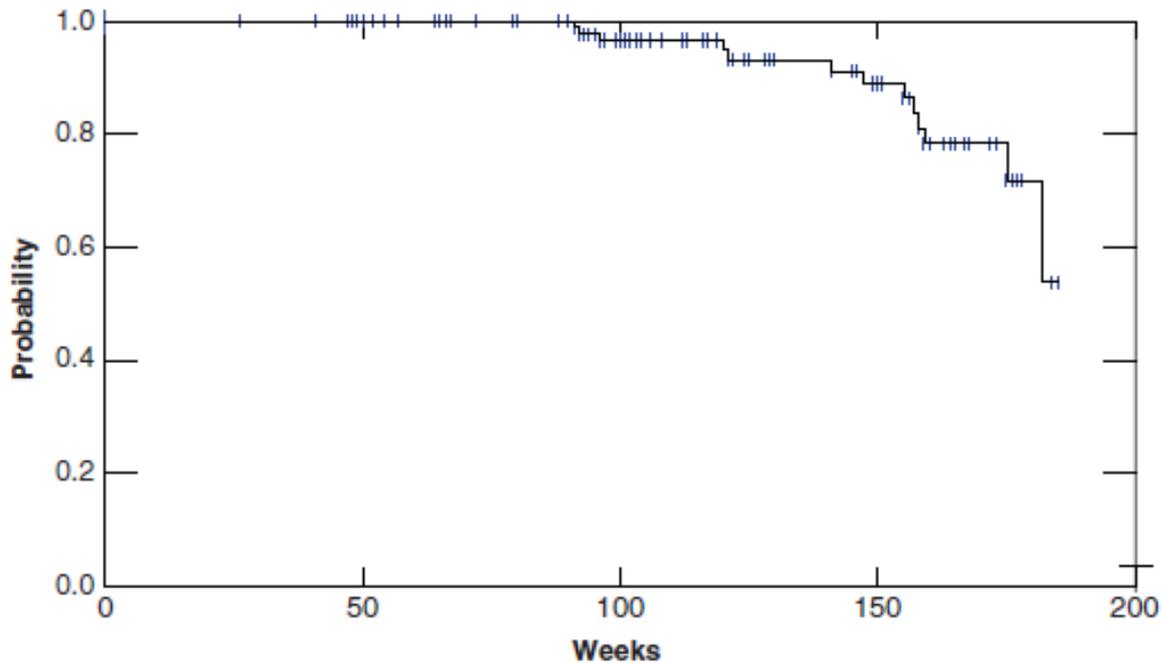


Illustration 1: Représentation graphique de l'analyse de survie : l'apparition de l'événement étudié (ici, l'échec du traitement endodontique) entraîne un nouveau calcul de la probabilité de survie : la probabilité de succès diminue dans le temps, à mesure que les échecs sont enregistrés. (Castelot-Enkel et al., 2012).

Contrairement à l'analyse de survie, la régression logistique qui a été proposée par certains auteurs pour l'analyse multivariée de facteurs d'échecs en endodontie ne peut renseigner sur l'évolution de la proportion d'échecs au cours du temps. Le choix d'un modèle de survie comme le modèle de Cox semble donc d'un grand intérêt puisqu'il tient compte des variations de la période de suivi et permet de calculer la probabilité de succès/échec d'une thérapeutique à différents temps et pour différents facteurs sur la période d'observation de l'étude.

Objectifs de travail :

Au travers d'études pronostiques multivariées, nous souhaitons (1) faire le point sur les taux ou la probabilité de succès annoncés dans la littérature et (2) comparer les résultats

(succès et facteurs de risque mis en évidence) trouvés par l'analyse de survie et la régression logistique.

Notre but ne sera pas d'établir ni d'évaluer l'efficacité thérapeutique de certaines techniques d'endodontie. Nous ne nous intéresserons donc pas aux essais cliniques randomisés mais aux études pronostiques ou étiologiques.

Le principe est d'évaluer si le risque de développer une lésion périapicale est plus important dans la population exposée à un ou plusieurs facteurs supposés augmenter le risque de survenue de la pathologie, par rapport à celui de la population qui n'est pas soumise à ce ou ces facteurs.

Les différents auteurs dont nous avons sélectionné les études se sont intéressés à des critères de réussite variés, que l'on peut répartir en plusieurs catégories : caractéristiques du patient (âge, sexe, ...), de l'opérateur (expérience,...), de la dent traitée (monoradiculée, symptomatique, infectée...), protocole de préparation et d'obturation, type et état de la restauration coronaire. Nous verrons quelles conclusions tirer de leurs résultats.

2. Matériels et méthodes

A. Recherche d'articles

Nous avons utilisé les bases de données PubMed et Cochrane Library pour identifier les articles d'études portant sur le succès de traitements endodontiques et publiés depuis la fin des années 1990 jusqu'en 2013. La recherche électronique a été conduite jusqu'au 11 juin 2014 en utilisant les 36 combinaisons des mots-clés suivants : (« root canal treatment » ou « root canal retreatment » ou « root canal therapy » ou « endodontic treatment » ou « endodontic retreatment » ou « endodontics ») ET (« survival » ou « success » ou « treatment outcome » ou « rate » ou « failure » ou « predictive »). Au total, cette recherche électronique a permis d'identifier 77 articles en rapport avec notre sujet.

Les bibliographies des parutions ont aussi été explorées manuellement dans le souci d'élargir le nombre de ressources mais aussi afin d'avoir accès aux études dont il était question dans certaines méta-analyses. Nous avons ainsi obtenu 40 références supplémentaires.

B. Sélection des études, évaluation de leur qualité et extraction des données

1. Critères d'inclusion :

Nous avons ensuite sélectionné les études sur les critères suivants :

1. études pronostiques longitudinales, cohortes
2. évaluation du succès des traitements ou retraitements endodontiques
3. évaluation du succès endodontique au moins 12 mois après le traitement
4. analyse multivariée par régression logistique ou analyse de survie
5. définition précise du ou des critères de succès
6. taux de succès ou probabilité de survie précisée dans les résultats ou calculable à partir des données de l'article

7. calcul du risque relatif associé à chaque facteur pronostique mis en évidence
8. publications en anglais, français, allemand ou espagnol.

2. Critères d'exclusion :

Comme expliqué un peu plus haut, nous souhaitons être en mesure de comparer les facteurs pronostiques mis en évidence par deux types d'analyse multivariée. Dans cette démarche nous avons établi des critères d'exclusion très restrictifs.

1. méta-analyse, revue de littérature, essai clinique comparatif ou étude clinique sans analyse multivariée
2. absence de calcul des risques relatifs (pour la raison expliquée en introduction)
3. analyse de survie réalisée avec le test du Log-Rank (analyse de survie univariée).

Ainsi, sur 60 articles sélectionnés à la première lecture, nous en avons ensuite écarté 45 pour les raisons détaillées dans le tableau 1.

Études exclues	Critère d'exclusion
Danin et al. (1996)	Analyse univariée
Kvist & Reit (1999)	Analyse univariée
Pettiette et al. (2001)	Essai clinique comparatif
Cheung et al. (2002)	Pas de calcul des risques relatifs
Cheung et al. (2003)	Pas de calcul des risques relatifs
Hoskinson et al. (2002)	Analyse univariée
Masson et al. (2002)	Analyse univariée
Casas et al. (2003)	Analyse univariée
Dammaschke et al. (2003)	Analyse univariée
Alley et al. (2004)	Analyse univariée
Field JW et al. (2004)	Analyse univariée
Kojima K et al. (2004)	Méta-analyse
Negishi et al. (2004)	Essai clinique comparatif
Moskovitz M et al. (2005)	Analyse univariée
Orstavik et al. (2004)	Pas de calcul des risques relatifs
Quesnell et al. (2005)	Analyse univariée
Schaeffer MA et al. (2005)	Méta-analyse
Stoll et al. (2005)	Analyse univariée
Cheng et al. (2006)	L'étude multivariée porte sur l'incidence des consultations d'urgence en cours de traitement endodontique
Gesi et al. (2006)	L'étude multivariée porte sur la symptomatologie postopératoire
Schetty K et al. (2006)	Suivi des patients à 6 mois seulement
Stuart CH et al. (2006)	Cette étude démontre la présence d' <i>E. faecalis</i> dans les dents infectées sans calculer la survie associée
Chugal et al. (2007)	Pas de calcul des risques relatifs
Del Fabbro M et al. (2007)	Méta-analyse
Figini et al. (2007)	Méta-analyse
Ng et al. (2007)	Méta-analyse
Lumley et al. (2008)	Analyse univariée (test du Log-Rank)
Pedrazzi et al. (2008)	Méta-analyse
Penesis et al. (2008)	Analyse univariée
Simon et al. (2008)	Cette étude traite des facteurs à prendre en compte pour pronostiquer un traitement endodontique dans le cas d'une fracture instrumentale
Suebukan S et al. (2008)	Algorithme décisionnel
Del Fabbro M et al. (2009)	Méta-analyse
Fonzar et al. (2009)	Pas de calcul des risques relatifs
Morris et al. (2009)	Revue de littérature
Ng et al. (2009)	Méta-analyse
Fleming et al. (2010)	Pas de calcul des risques relatifs
Dantas Jda et al. (2011)	Rapport de cas
Elemam et al. (2011)	Revue de littérature
Gillen et al. (2011)	Méta-analyse
Liang et al. (2011)	Pas de calcul des risques relatifs
Souza RA et al. (2011)	Rapport de cas
Cheung et al. (2012)	L'étude porte sur le laps de temps à utiliser dans l'analyse de survie (méthode statistique)
Federowicz et al. (2012)	Méta-analyse
Hans Raj Saini (2012)	Pas de calcul des risques relatifs
Segura-Egea JJ et al. (2012)	Revue de littérature

Tableau 1 : Critères d'exclusion des 45 études

Nos 15 études retenues comprenaient :

- o 12 régressions logistiques (4–15)
- o 3 analyses de survie (16–18)

Les années de publication des études sélectionnées s'échelonnent de 2001 à 2012.

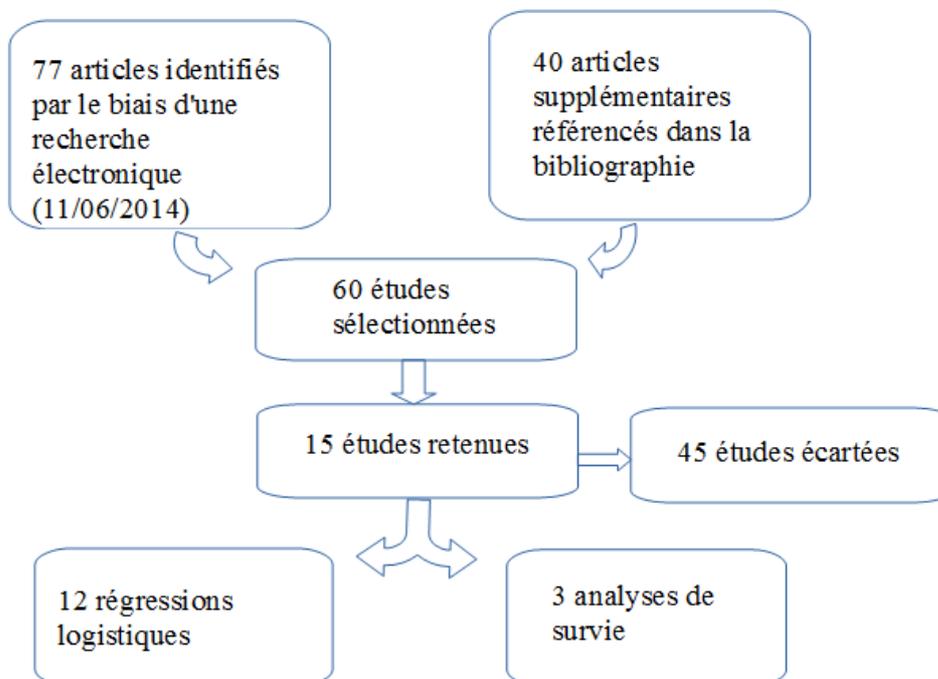


Illustration 2: Sélection des articles.

3. Niveau de preuve des études retenues

Les 15 études retenues sont des cohortes longitudinales avec un taux de suivi inférieur à 80 % dont le niveau de preuve 2b selon le Centre de Médecine basée sur la preuve d'Oxford correspond au grade de recommandation B (19). Quatre études sont des cohortes longitudinales rétrospectives. Les onze autres sont des études de cohortes longitudinales prospectives.

Ces différentes cohortes ont été retenues pour leur analyse multivariée : régressions logistiques ou analyses de survie multivariées.

Les tableaux suivants (Tableaux 2a et 2b) résument, selon la méthode statistique employée (régression logistique ou analyse de survie) les caractéristiques des différentes études retenues : leur localisation géographique, le nombre de patients et de dents traitées, la durée de suivi, les taux de succès enregistrés.

Auteurs	Sujet principal de recherche	Pays	Type d'étude	Nbre de dents	Nbre de patients	Type de traitement évalué	Taux (%) de
Chugal <i>et al.</i> (2001)	Effet de facteurs diagnostiques et biologiques sur le succès du traitement	États-Unis	P	200 (441 racines)	120	TI	7
Chugal <i>et al.</i> (2003)	Effets de facteurs pronostiques sur le succès du traitement	États-Unis	P	200 (441 racines)	120	TI	7
Farzaneh <i>et al.</i> (2004)	Phase I et II : Pronostic du retraitement endodontique	Canada	P	523	444	RTE	8 (92% sans L 74% avec
Farzaneh <i>et al.</i> (2004)	Phase II : Pronostic du traitement initial	Canada	P	442	371	TI	8 (93% sans L 89% avec
Marending <i>et al.</i> (2006)	Effets de facteurs pronostiques sur le succès du traitement	Suisse	P	66	-	TI	88
Marquis <i>et al.</i> (2006)	Effet de facteurs sur le succès du traitement	Canada	P	132	120	TI	8 (93% sans L 79% avec
De Chevigny (2007)	Phase 3 : Survie du retraitement endodontique	Canada	P	144	-	RTE	82% (93 % foncti
	Phase 4 : Survie du traitement endodontique	Canada	P	152	-	TI	86
Imura <i>et al.</i> (2007)	Survie des dents traitées par un endodontiste, évaluation des facteurs	Brésil	R	2000	-	TI et RTE	91,45% (T 85
Cheung <i>et al.</i> (2009)	Influence de l'instrumentation	Chine	R	225	216	-	60% limes 77% ro
Gilbert <i>et al.</i> (2010)	Pronostic des dents traitées et retraitées, évaluation des facteurs en jeu	États-Unis	R	174	84	TI	7
Ng <i>et al.</i> (2011)	Facteurs pronostiques dans la cicatrisation apicale des dents traitées	Royaume-Uni	P	1452	1093	TI et RTE	81

Tableau 2a : Caractéristiques générales des études pronostiques avec régression logistique

R : rétrospective ; *P* : prospective ; *TI* : Traitement Endodontique initial ; *RTE*: retraitement.

Auteurs	Sujet principal de recherche	Pays	Type d'étude	Nbre de dents	Nbre de patients	Type de traitement évalué
Ng <i>et al.</i> (2011)	Facteurs pronostiques dans la survie des dents traitées	Royaume-Uni	P	1 617	1 214	TI et RTE
Lee <i>et al.</i> (2011)	Facteurs pronostiques dans la survie des dents traitées	Chine	P	889	889	TI
Castelot-Enkel <i>et al.</i> (2013)	Facteurs pronostiques dans la survie des dents traitées	France	R	185	91	TI

Tableau 2b : Caractéristiques générales des études pronostiques avec analyse de survie

R : rétrospective ; P : prospective ; TI : Traitement Endodontique initial ; RTE: retraitement.

3. Résultats

A. Caractéristiques méthodologiques des études incluses

Le taux de retour (pourcentage de patients présents au rendez-vous de suivi après le traitement) était précisé dans 10 études et variait de 18,7 % à 79% avec une médiane de 41%. Toutes les études ont considéré la dent comme la plus petite unité étudiée, quel que soit le nombre de racines. Cependant, en cas de pathologie rémanente ou aggravée sur une seule des racines, les auteurs enregistraient la dent entière dans la catégorie « échec ». Les échantillons comportaient de 66 à 2 000 dents (médiane de 185), certaines études admettant l'évaluation de plusieurs dents chez le même patient (Tableaux 2a et 2b).

Le résultat de la thérapeutique a été évalué de trois manières : sur des critères uniquement radiographiques (2 études), sur une association de critères radiographiques et cliniques (objectifs et subjectifs) (12 études) ou bien simplement sur la présence de la dent sur l'arcade (1 étude) (Tableaux 3a et 3b).

Étude	Taux de suivi (%)	Critères d'évaluation du succès	Critères stricts	Utilisation de l'index PAI	Nombre d'observateurs ≥2	Calibrage	Test de fiabilité
Chugal <i>et al.</i> (2001)	18,7	C&R	oui	non	oui	-	non
Chugal <i>et al.</i> (2003)	18,7	C&R	oui	non	oui	-	non
Farzaneh <i>et al.</i> I (2004)	34	C&R	oui	oui	oui	oui	oui
Farzaneh <i>et al.</i> II (2004)	48	C&R	oui	oui	oui	oui	oui
Mareending <i>et al.</i> (2006)	79	Ru	oui	oui	oui	oui	oui
Marquis <i>et al.</i> (2006)	50	C&R	oui	oui	non	oui	oui
De Chevigny <i>et al.</i> 3 (2007)	41	C&R	oui	oui	non	oui	oui
De Chevigny <i>et al.</i> 4 (2007)	32	C&R	oui	oui	non	oui	oui
Imura <i>et al.</i> (2007)	-	C&R	oui	non	oui	-	-
Cheung <i>et al.</i> (2009)	-	C&R	oui	non	non	oui	non
Gilbert <i>et al.</i> (2010)	-	Ru	non	oui	oui	oui	non
Ng <i>et al.</i> (2011)	-	C&R	oui	non	oui	oui	oui

Tableau 3a : Méthode d'évaluation du succès du traitement des études avec analyse par régression logistique.

^aC&R : cliniques et radiologiques ; Ru : radiologiques uniquement.

Étude	Taux de suivi (%)	Critères d'évaluation du succès	Critères stricts	Utilisation de l'index PAI	Nombre d'observateurs ≥2	Calibrage	Test de fiabilité
Ng <i>et al.</i> (2011)	50	P	non	non	-	-	-
Lee <i>et al.</i> (2011)	-	C&R et P	oui	non	non	oui	non
Castelot-Enkel (2013)	27,4	C&R	oui	non	oui	oui	non

Tableau 3b : Méthode d'évaluation du succès du traitement des études avec analyse par analyse de survie.

^aC&R : cliniques et radiologiques ; P : présence de la dent fonctionnelle sur l'arcade

Différents critères de succès radiographiques ont été utilisés : nous les avons divisés en 2 catégories :

1. « stricts » : rétablissement complet de la densité osseuse à la réévaluation avec amendement des signes cliniques ;
2. « tolérants » : amélioration ou absence d'aggravation de la lésion apicale, épaissement ligamentaire, présence de la dent sur l'arcade sans examen

radiologique, ou absence de symptômes, quels que soient les signes observés à la radiographie.

L'indice périapical (ou *periapical index*, noté PAI) était utilisé dans 7 études. Seulement 9 études sur les 14 prenant en compte des critères radiographiques ont employé au moins deux observateurs pour évaluer des clichés. Les observateurs étaient calibrés avant l'évaluation des images radiographiques dans 11 études et des tests de fiabilité intra et inter-observateurs étaient réalisés dans 7 études (Tableaux 3a et 3b).

Ci-dessous, exemple d'une réévaluation de traitement endodontique par clichés radiographiques (Illustration 3) :

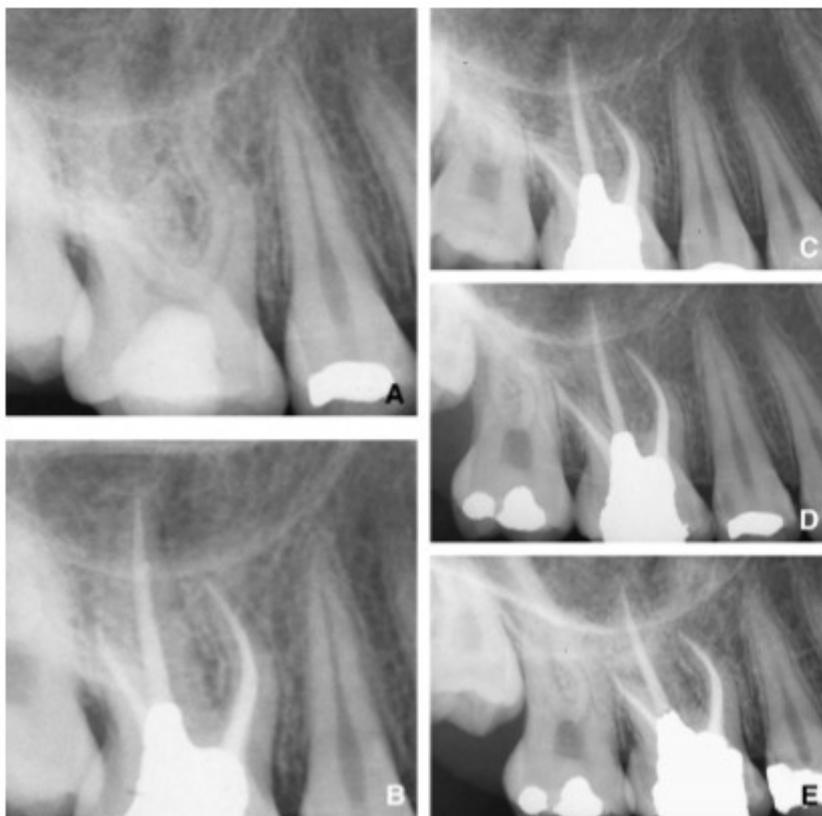


Illustration 3: Série de radiographies pré-opératoire (A) et post-opératoires (B-E) d'une molaire traitée avec succès (Gesi 2006) (52). B, radiographie de contrôle post-opératoire immédiat. C, contrôle à 1 an. D, contrôle à 2 ans. E, contrôle à 3 ans.

Les conditions de réalisation des traitements endodontiques étaient conformes aux recommandations actuelles (utilisation de la digue, irrigation abondante à l'hypochlorite de sodium, détermination radiologique de la longueur de travail, médication intracanal si nécessaire, obturation coronaire étanche).

Dans 12 des études, le soin était réalisé à l'hôpital, par des étudiants en chirurgie dentaire (4,5,7,9,10,12–18). Une étude a utilisé les données des patients ayant consulté un endodontiste (6). L'étude de Gilbert *et al.* (2010) (8) aux États-Unis a été conduite grâce à des cabinets dentaires associés à un réseau de recherche basée sur la pratique (practice-based research network, PBRN). Enfin, l'étude de Marending *et al.* (2006) (11) s'est basée sur les traitements réalisés par un chirurgien-dentiste de la Polyclinique Universitaire de Lausanne (Tableaux 4a et 4b).

Études	Taux de suivi (%)	Population source	Intervenant
Chugal <i>et al.</i> (2001)	73	patientèle hospitalière	étudiants
Chugal <i>et al.</i> (2003)	18,7	patientèle hospitalière	étudiants
Farzaneh <i>et al.</i> I (2004)	34	patientèle hospitalière	étudiants
Farzaneh <i>et al.</i> II (2004)	48	patientèle hospitalière	étudiants
Marending <i>et al.</i> (2006)	79	patientèle hospitalière	1 chirurgien-dentiste
Marquis <i>et al.</i> (2006)	50	patientèle hospitalière	étudiants
De Chevigny <i>et al.</i> 3 (2007)	41	patientèle hospitalière	étudiants
De Chevigny <i>et al.</i> 4 (2007)	32	patientèle hospitalière	étudiants
Imura <i>et al.</i> (2007)	-	patientèle privée	1 endodontiste
Cheung <i>et al.</i> (2009)	-	patientèle hospitalière	étudiants
Gilbert <i>et al.</i> (2010)	-	patientèle privée	chirurgiens-dentistes et endodontistes
Ng <i>et al.</i> (2011)		patientèle hospitalière	étudiants

Tableau 4a : Population et intervenants des études pronostiques avec analyse par régression logistique

Études	Taux de suivi (%)	Population source	Intervenant
Ng <i>et al.</i> (2011)	50	patientèle hospitalière	étudiants
Lee <i>et al.</i> (2011)	-	patientèle hospitalière	étudiants
Castelot-Enkel (2013)	27,4	patientèle hospitalière	étudiants

Tableau 4b : Population et intervenants des études pronostiques avec analyse de survie

Ci-dessous, exemple d'une molaire traitée avec succès (Illustration 4) :

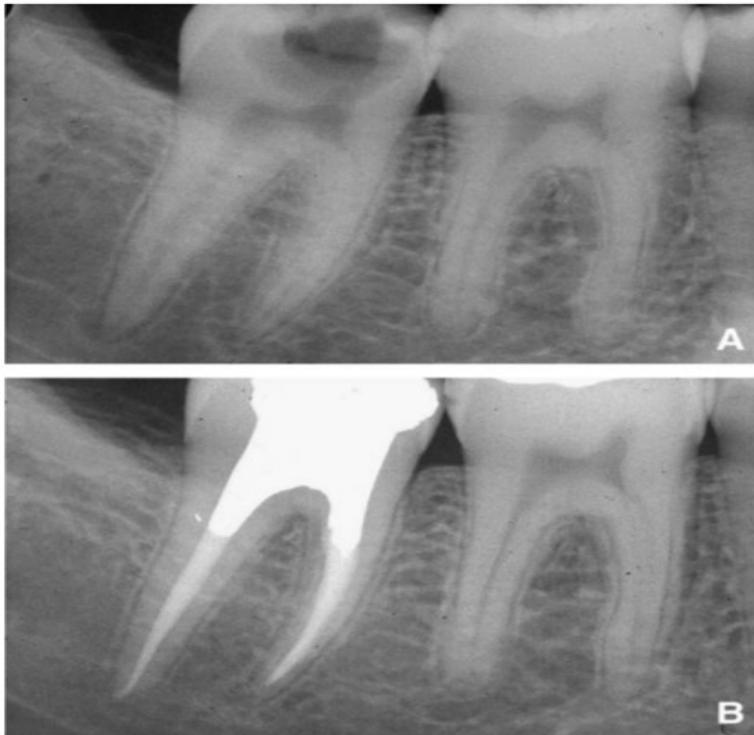


Illustration 4 : Clichés pré-opératoire (A) et à deux ans (B). Une petite radioclarité était présente sur la racine distale avant le traitement endodontique (Gesi 2006) (52).

B. Succès enregistrés en fonction des caractéristiques des études

1. Critères de succès

Les taux de succès rapportés vont de 60 % (7) à 91,45% (6) quand le résultat est mesuré sur des critères « stricts » (rétablissement complet de la densité osseuse à la réévaluation avec amendement des signes cliniques) avec des probabilités de survie cumulée s'échelonnant de $p=0,27$ (18) à 28 ans à $p=0,75$ à 4 ans (16).

Pour des critères « tolérants » (amélioration ou absence d'aggravation de la lésion apicale, épaissement ligamentaire, présence de la dent sur l'arcade sans

examen radiologique, ou absence de symptômes, quels que soient les signes observés à la radiographie) le taux de succès rapporté par Gilbert *et al.* (2010) (8) est de 73 % sur une période de 28 ans et les probabilités de survie cumulée sont de $p=0,953$ à 4 ans (17) et de $p=0,46$ à 28 ans (18) (Tableau 6).

Deux études observaient spécifiquement la cicatrisation apicale dans le cas de dents infectées avec un taux de réussite de 83% (4) et une probabilité de survie de 0,75 (16) sur une période de suivi similaire (quatre à six ans).

2. *Expérience de l'opérateur (étudiant, omnipraticien, endodontiste)*

Deux analyses de survie réalisées en milieu hospitalier ont comparé le résultat de la thérapeutique endodontique en fonction de la qualification du praticien (étudiants diplômés ou non, praticiens hospitaliers) sans mettre en évidence de différence significative en fonction de l'opérateur (16,18).

Imura *et al.* (2007), dont l'étude est basée sur les soins effectués dans un cabinet d'endodontie, signalent des taux de succès supérieurs à ceux trouvés dans les études menées dans un cadre universitaire (la comparaison est effectuée avec les résultats des études de Toronto menées entre 2003 et 2006) (6).

Les résultats de Gilbert *et al.* (2010) tirés des données de cabinets privés suggèrent au contraire des taux d'échec plus importants que ceux rapportés par les études conduites en environnement hospitalier (8).

3. *Durée de suivi après traitement*

Nous avons sélectionné les études qui prenaient en compte le temps écoulé depuis le traitement, avec un recul d'au moins un an. Les périodes de suivi s'étendaient de 12 mois à 30 ans. La majorité des études ($n=10$) portaient leur observation sur plus de 4 ans. Nous avons tenté de comparer les taux de succès et les probabilités de survie relevés en fonction de la durée de suivi (Tableau 5).

Temps	Succès	
	régression logistique (taux de survie)	analyse de survie (probabilité de survie)
1 an		P=1.0 succès/échec de cicatrisation (Castelot-Enkel et al. 2012) P=0,99 traitements initiaux (Ng et al. 2011) P=0,98 retraitements (Ng et al. 2011)
1-5 ans	94 % TI (Imura et al. 2007) 85,9 % RTE (Imura et al. 2007)	
2 ans	88% (Marending et al. 2006)	P=0,97 traitements initiaux (Ng et al. 2011) P=0,964 retraitements (Ng) P=0,95 succès (Castelot-Enkel et al. 2012) P=0,83 échec de cicatrisation (Castelot-Enkel et al. 2012)
3 ans		P=0,955 traitements initiaux (Ng et al. 2011) P=0,954 retraitements (Ng et al. 2011) P=0,75 succès (Castelot-Enkel et al. 2012) P=0,43 échec de cicatrisation (Castelot-Enkel et al. 2012)
3,5 ans	74,7 % (Chugal et al. 2001)	P=0,53 succès (Castelot-Enkel et al. 2012)
3-7 ans	77% (Cheung et al. 2009) cicatrisation apicale groupe Ni-Ti	
4 ans	45%-60,6% (Chugal et al. 2003) succès 67,7 % groupe LIPOE initiale (Castelot-Enkel et al. 2012) 80 % RTE (Ng et al. 2011) 83 % TI (Ng et al. 2011) 89,2 % groupe sans LIPOE initiale (Castelot-Enkel et al. 2012)	P=0,945 traitements initiaux (Ng et al. 2011) P=0,942 retraitements (Ng et al. 2011) P=0,07 échec de cicatrisation (Castelot-Enkel et al. 2012) P=0,8 rétention fonctionnelle (Lee et al. 2011) P=0,7 cicatrisation apicale (Lee et al. 2011)
4-6 ans	81% RTE (Farzaneh et al. 2004) 83% RTE (De Chevigny et al. 3 2007) 86 % TI (Marquis et al. 2006) 87% traitement initial (Farzaneh et al. II 2004) 88% traitement initial (De Chevigny et al. 4 2007) 93% rétention fonctionnelle après RTE (De Chevigny et al. 3 2007) 60 % (Cheung et al. 2009) cicatrisation apicale groupe limes manuelles (n=115)	
10 ans		P=0,65 présence fonctionnelle (Lee et al. 2011) P=0,5 cicatrisation apicale (Lee et al. 2011)
20 ans		P=0,5 présence fonctionnelle (Lee et al. 2011) P=0,34 cicatrisation apicale (Lee et al. 2011)
1-28 ans	73 % (Gilbert et al. 2010) succès	
28 ans		P=0,45 présence fonctionnelle (Lee et al. 2011) P=0,27 cicatrisation apicale (Lee et al. 2011)

Tableau 5 : Taux de succès, probabilités de survie en fonction du temps

L'étude d'Imura *et al.* (2007) enregistre des taux de succès plus importants dans la période de 18 à 24 mois après le traitement. Les échecs observés seraient donc d'une manière générale plus tardifs. Plus précisément, une période de 1 an et demi à 2 ans après traitement serait suffisante pour évaluer le succès des dents dépulpées en l'absence de pathologie périapicale initiale. Cependant, le délai de cicatrisation osseuse impliquerait un suivi plus long (2 à 5 ans) dans le cas de dents présentant une lésion apicale pré-opératoire (6).

Ainsi, l'étude Castelot-Enkel *et al.* (2013) (16), menée avec plusieurs rendez-vous de contrôle au fil des années et utilisant des critères stricts d'évaluation des traitements sur dents infectées observe l'apparition de cicatrisation, et donc une augmentation du taux de succès, jusqu'à 4 ans après le traitement (16).

4. Traitement ou retraitement

Neuf études (dont 2 analyses de survie) évaluaient le succès d'un traitement endodontique initial (5,9–11,13,14,16,18). Deux études évaluaient le succès des retraitements endodontiques seuls (4,12) et les trois autres études s'intéressaient à un ensemble de dents traitées ou retraitées (6,15,17) (Tableaux 2a et 2b).

Pour Ng *et al.* (2011) (17), le type de traitement réalisé ne joue pas sur son pronostic (taux de succès 4 ans après le soin de 95,4 % pour les traitements initiaux contre 95,3 % pour les retraitements). Inversement, Imura *et al.* (2007) (6) annoncent un taux de succès concernant les retraitements significativement inférieur à celui des traitements initiaux (respectivement 85,9 % contre 94% entre 1 et 5 ans après le soin).

C. Analyses de survie

1. Médianes et moyennes de survie (Tableau 6)

L'analyse de survie sur 30 ans de Lee rapporte une médiane de survie (l'instant t auquel la moitié des échecs a été observée) de 119 mois pour la cicatrisation apicale, et de 252 mois pour la survie des dents traitées (présence de dents fonctionnelles sur l'arcade) (18). D'autres études de longue durée, trouvées dans la littérature récente, utilisant une méthode d'analyse de survie univariée, rapportent des médianes de survie proches : 104 mois (20), 144 mois (21).

L'étude française sur quatre ans enregistre une moyenne de survie de 66 mois pour les dents initialement infectées, contre 106 mois pour les dents dépourvues de pathologie apicale (16). En comparaison, des moyennes de survie similaires sont calculées par Cheung *et al.* (2002) (résultats intermédiaires de l'étude de Lee *et al.*, 2011) : 68 mois pour les molaires mandibulaires, 105 mois pour les molaires maxillaires, 100 à 106 mois pour les dents avec infection apicale et 157 mois pour les dents dépourvues de pathologie périapicale (22).

Médiane ou moyenne de survie	
5,5 ans	66 mois (Castelot-Enkel <i>et al.</i> 2013) moyenne de survie (dents avec pathologie apicale) 68 mois (Cheung <i>et al.</i> 2002) : moyenne de survie des molaires mandibulaires
9 ans	105 mois (Cheung <i>et al.</i> 2002) : moyenne de survie des incisives maxillaires 106 mois (Castelot-Enkel <i>et al.</i> 2013) : moyenne de survie (dents sans pathologie apicale initiale)
10 ans	106 mois (Cheung <i>et al.</i> 2002) : moyenne de survie (dents avec pathologie apicale initiale) 119 mois (Lee <i>et al.</i> 2011) médiane de survie 157 mois Cheung <i>et al.</i> (2002) : moyenne de survie des dents sans pathologie apicale initiale
21 ans	252 mois (Lee <i>et al.</i> 2011) médiane de présence fonctionnelle de la dent sur l'arcade

Tableau 6 : Médiane ou moyenne de survie en fonction du temps.

2. Courbes de survie obtenues

a) étude de Ng et al. (2011)

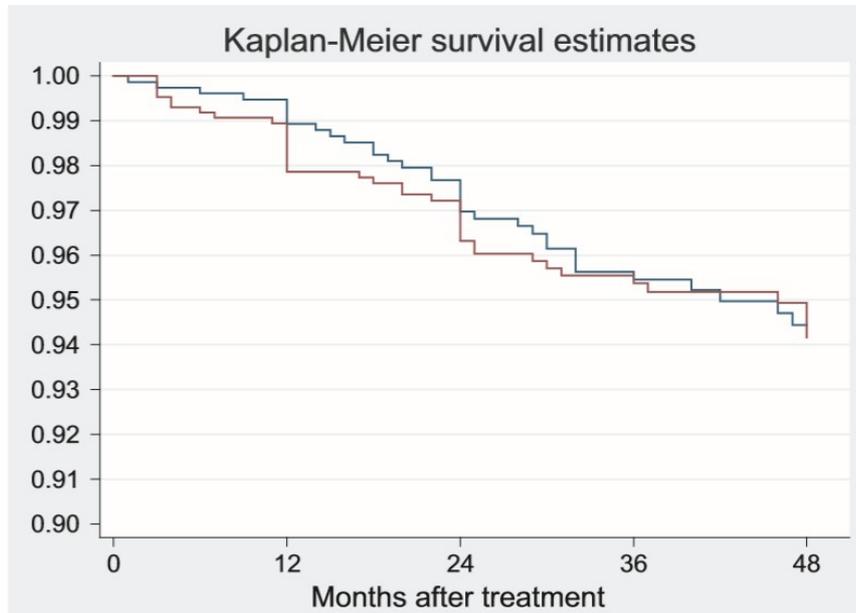


Illustration 5 : Estimations de survie des traitements initiaux (ligne bleue) et retraitements (ligne rouge) (Ng 2011) (17)

On peut lire une probabilité de survie :

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| - à 1 an : | - à 2 ans : |
| 0.99 pour les traitements initiaux | 0.97 pour les traitements initiaux |
| 0.98 pour les retraitements | 0.964 pour les retraitements |
| - à 3 ans : | - à 4 ans : |
| 0.955 pour les traitements initiaux | 0.945 pour les traitements initiaux |
| 0.954 pour les retraitements | 0.942 pour les retraitements. |

Nous avons donc ici des probabilités de survie qui demeurent très élevées jusqu'à l'issue de l'étude (48 mois). On peut expliquer cela par le critère de survie pris en compte : contrairement aux deux études suivantes, l'unique critère d'échec du traitement est l'extraction de la dent.

La première partie de cette étude, utilisant la régression logistique et prenant en compte la cicatrisation apicale évaluée par des critères cliniques et radiographiques, donne par ailleurs des taux de succès de 80 % (retraitements) à 83 % (traitements initiaux) de 2 à 4 ans après le soin.

b) étude de Lee et al. (2011) (18)

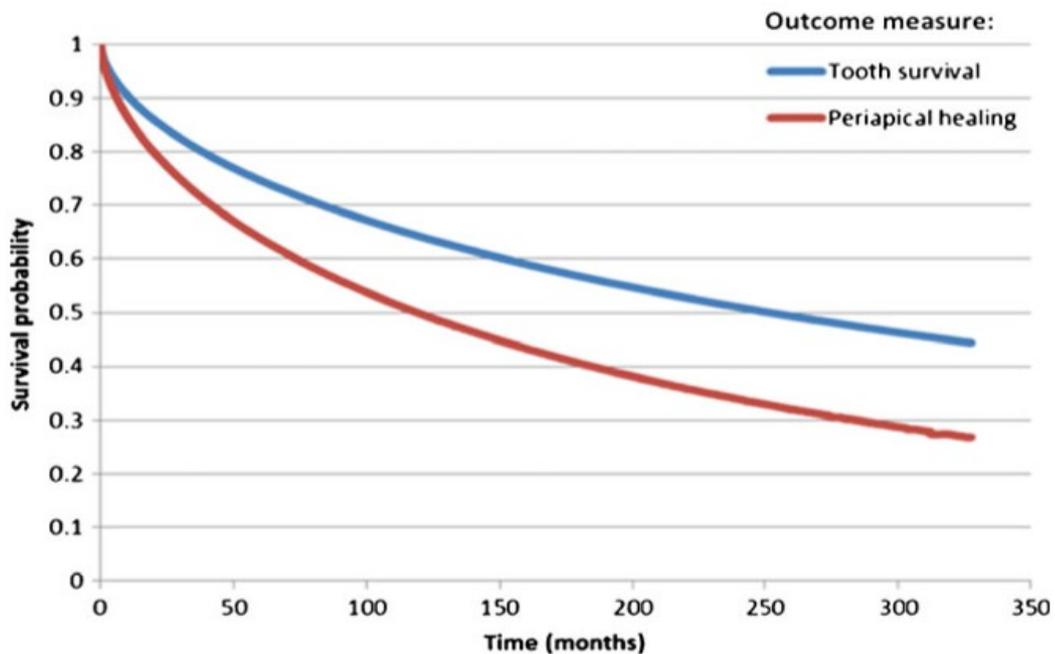


Illustration 6 : Courbes de survie Weibull pour la cicatrisation apicale (ligne rouge) et la présence d'une dent fonctionnelle (ligne bleue) sur l'arcade (temps en mois) (18).

L'étude de Lee *et al.* (2011) a porté sur une trentaine d'années. Par comparaison avec l'étude précédente, à 50 mois (environ 4 ans) Lee observe une probabilité de survie de 0.7 (probabilité de cicatrisation apicale) ou de 0.8 (présence de dent fonctionnelle sur l'arcade).

On remarque que la probabilité de survie décroît rapidement les 40 premiers mois. Au-delà de 25 ans, les probabilités de survie cumulées pour la cicatrisation périapicale et la rétention fonctionnelle de la dent sont respectivement de 0.29 et de 0.46.

La médiane de temps pour l'apparition de l'échec (probabilité de survie de 0.5) était de 119 mois (10 ans) pour la cicatrisation périapicale et de 252 mois (21 ans) pour la rétention fonctionnelle de la dent.

c) étude de Castelot-Enkel et al. (2013) (16)

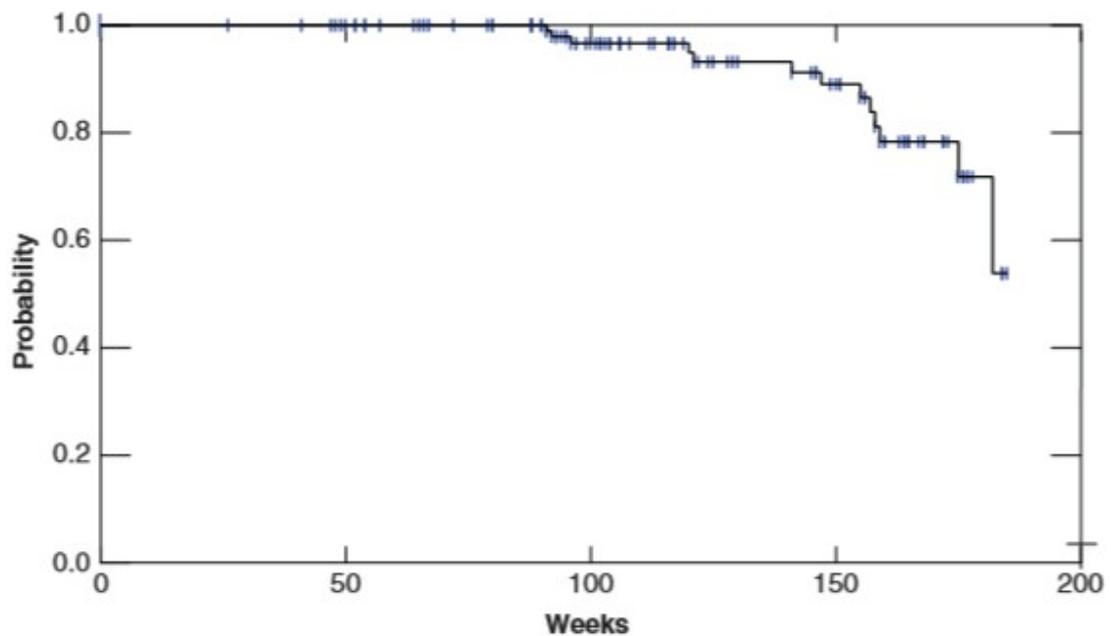


Illustration 7 : Probabilité de succès des traitements radiculaires pour les dents sans parodontite apicale initiale (16).

Ci-dessus, la probabilité de succès diminue de 91 à 182 semaines (de 2 à 3 ans et demi), période durant laquelle tous les échecs (n=13) ont été observés.

La probabilité de succès est de 0,75 à environ 160 semaines (3 ans) et est toujours supérieure à 0,5 à 182 semaines.

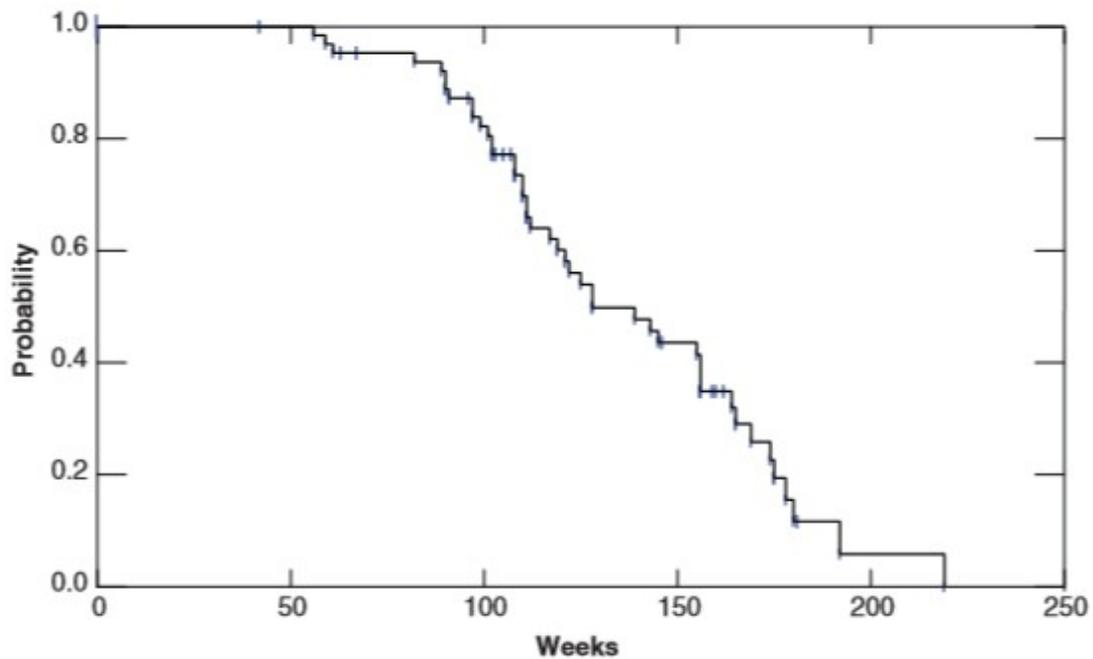


Illustration 8 : Probabilité d'échec ou de cicatrisation incomplète pour les dents présentant une parodontite apicale initiale.(16)

Ici la probabilité d'absence de cicatrisation ou de cicatrisation incomplète diminue de 56 à 219 semaines. C'est bien l'évolution du succès de la thérapeutique que l'on observe sur ce graphe où toutes les réussites de traitement, avec cicatrisation apicale complète, sont relevées.

Cette analyse a mis en évidence une période de cicatrisation variant de 42 semaines (9 mois) à 4 ans révolus, avec une probabilité de cicatrisation avant deux ans de 0,23 seulement (15 dents sur 54).

D. Évaluation des facteurs impliqués dans le résultat du traitement endodontique

1. Facteurs explorés

Les études sélectionnées ont évalué l'influence d'une série de facteurs pronostiques sur la réussite du traitement, mais les combinaisons de ces facteurs varient d'une étude à l'autre. Afin d'établir une association entre les facteurs potentiels et l'évolution du statut apical, les auteurs ont utilisé (Tableau 2) : le modèle de régression de Cox (16,17) et le modèle de WAFT (Weibull accelerated failure time) (18) dans le cas des analyses de survie, ou des modèles de régression logistique multivariée.

Nous avons établi six catégories de facteurs conditionnant la survie de la thérapeutique endodontique : caractéristiques du patient (fumeur, diabétique, ...), de l'opérateur (expérience), de la dent traitée (monoradiculée, symptomatique, infectée, ...), protocole de préparation et d'obturation (nombre de séances, présence de perforation ou de fracture instrumentale, médication d'interséance, type de ciment canalaire, ...), restauration coronaire (présence d'une restauration temporaire, d'un ancrage radiculaire, type de restauration, ...). Au total, les différentes études se sont intéressées à un ensemble de 68 facteurs potentiels.

Certains facteurs ont été explorés par plusieurs études : c'est le cas par exemple de la longueur d'obturation, du diagnostic initial, du type de dent, de l'âge et du sexe du patient.

En revanche, des facteurs comme l'influence des contraintes occlusales, la présence de débris instrumentaux dans l'endodonte, les calcifications canalaires, le traitement suivi par le patient, le nombre de contacts proximaux, l'ancienneté ou la qualité du traitement initial, n'ont été pris en compte que par un seul auteur, ce qui ne nous permettra pas d'établir des comparaisons.

2. Facteurs mis en évidence

a) patient

Les différentes régressions logistiques ne mettent pas en valeur de facteurs pronostiques parmi les caractéristiques des patients, excepté l'étude de Marending *et al.* (2006) (11) qui met en lien la réponse immunitaire non-spécifique de l'hôte (patients atteints de maladies auto-immunes : diabète insulino-dépendant, arthrite rhumatoïde,... ou de désordres induits par le stress : reflux gastro-oesophagien, ulcère...) avec un risque d'échec multiplié par 8 (RR=8,25 avec $p=0,05$) (Tableau 7).

L'analyse de survie de Ng *et al.* (2011) (17) montre des risques relatifs augmentés chez les patients diabétiques (RR 3,2-3,5 $p=0,006-0,01$), sous traitement anti-inflammatoire stéroïdien (RR 3-3,4 $p=0,02-0,03$) (Tableau 8).

b) dent

Pour Ng *et al.*, 2011 (17), la douleur pré-opératoire a un effet important sur la survie dentaire dans les 22 mois suivant le traitement (RR=3,1 ; $p=0,001$) mais un effet moindre au-delà de 22 mois (RR=2,4 ; $p=0,01$).

L'étude de Lee *et al.* (2011) a comparé les taux de survie par groupes d'antagonistes : dent opposée absente / prothèse amovible / prothèse fixée / dent naturelle, et a observé une plus grande longévité sur les dents en occlusion avec une prothèse conjointe. En revanche, la cicatrisation apicale est meilleure en l'absence d'antagoniste (RR=1,30 avec $p=0,028$) (18).

Certains résultats révèlent que les molaires sont associées à un risque d'échec plus important (5,14,16–18) (Tableaux 7 et 8), ce qui peut être attribué à leur anatomie plus complexe, à leur moindre accessibilité et donc à un traitement rendu plus difficile. Il faut cependant noter que l'unité de mesure considérée dans toutes ces études était la dent, et non la racine (la dent étant incluse dans la catégorie échec dans le cas où une

lésion apicale ou une absence de cicatrisation apicale est visible sur une seule des racines).

Les dents présentant une pathologie périapicale ainsi qu'une calcification canalaire ont un risque d'échec de cicatrisation apicale doublé (16) (Tableau 8). La présence d'une butée multiplie le risque d'échec par deux (7). Un risque relatif >1 pour l'existence d'une perforation sur les dents retraitées est démontré par différentes régressions logistiques (4,12) (RR=4,01 ; $p=0,017$ et RR=26,52 ; $p<0,001$) (Tableau 7) ainsi que par une analyse de survie (RR=3,7-3,8 ; $p=0,002$) (17) (Tableau 8).

Le retraitement endodontique n'est pas associé à des taux d'échecs prépondérants, excepté dans l'étude d'Imura *et al.* (2007) où le risque relatif correspondant au retraitement est de 10,786 ($p=0,001$), ce qui indique un risque d'échec dix fois plus important que dans le cas des traitements initiaux (6) (Tableaux 7 et 8). Pour De Chevigny *et al.* (2007) (4) et Farzaneh *et al.* (2004) (13), un traitement initial de mauvaise qualité permet d'effectuer un retraitement avec plus de chances de succès (RR=6,61 et RR=7,68 avec $p<0,001-0,16$ dans les cas où le traitement initial n'est pas satisfaisant radiologiquement) (Tableau 7).

La pathologie apicale est un facteur de risque mis en évidence par dix des douze régressions logistiques, avec un risque d'échec jusqu'à 13 fois augmenté (6) (Tableau 7), ainsi que par les analyses de survie de Lee *et al.* (2011) (18) (RR=1,59-1,67 avec $p<0,003$) et de Castelot-Enkel *et al.* (2013) (16) : le taux de succès est augmenté pour les dents sans pathologie apicale (*apical periodontitis*, notée AP) initiale (89,2 % pour le groupe AP- contre 67,7 % pour le groupe AP+ à 4 ans) (Tableau 8).

Facteurs étudiés	Chugal et al. 2001	Chugal et al. 2003	Farzaneh et al. TE 2004	Farzaneh et al. RTE 2004	Marending et al. 2006	Marquis et al. 2006
Patient						
Sexe						
Âge					NS	
Maladie auto-immune					8,25 p=0,05	
Fumeur					NS	
Dent						
Position sur l'arcade						
Arcade mandibulaire						
Nombre de racines						2,17 p=0,05
Pulpe nécrosée						
Présence/taille LIPOE	4,84 p<0,001	4,8 p=0,0001	3,29 p=0,009		12,45 p=0,04	3,55 p<0,001
Signes et symptômes						
État parodontal						
Complications per-opératoires						2,23 p=0,026
Présence d'une perforation				26,52 p<0,001		
Présence d'une butée						
Retraitement					NS	
Antécédent de chirurgie apicale						
Ancienneté traitement initial						
Qualité du traitement initial				6,61 p=0,016		
Protocole						
Rotation continue					NS	
Condensation latérale			2,29 p=0,04			
Nombre de séances ≥2						
Obturation						
Restauration temporaire				14 p=0,007		
Qualité de l'obturation		2,18 p=0,03			12,77 p=0,01	
Longueur d'obturation 0-2mm						
Sous-obturation						
Dépassement						
Matériau d'obturation						
Temps écoulé depuis traitement (18 à 24 mois/autres périodes)						

Tableau 7 : Facteurs de risque mis en évidence par la régression logistique

NS (*Non significatif*) si pas d'influence du critère étudié ou différence non statistiquement significative

Facteurs étudiés	De Cheigny 2007 TE	De Cheigny 2007 RTE	Imura et al. 2007	Cheung et al. 2009	Gilbert et al. 2010	Ng et al. 2011
Patient						
Sexe	NS	NS				
Âge	NS	NS				
Maladie auto-immune						
Fumeur						
Dent						
Position sur l'arcade	NS	NS				
Arcade mandibulaire				3,27 p=0,007		
Nombre de racines	2,53 p=0,01	NS				
Pulpe nécrosée						
Présence/taille LIPOE	2,86 p<0,001	3,33 p=0,022	13, 769 p<0,001	5, 148 p=0,002		1,96 p=0,003
Signes et symptômes	NS	NS				
État parodontal	NS	NS				
Complications per-opératoires	2,27 p=0,037		20,310 p<0,001			1,89 p=0,002
Présence d'une perforation	NS	4,01 p=0,017				
Présence d'une butée				1,968 p=0,011		
Retraitement			10,786 p=0,001			
Antécédent de chirurgie apicale	NS	NS				
Ancienneté traitement initial		NS				
Qualité du traitement initial		7,68 p<0,001				
Protocole						
Rotation continue				0,255 p=0,002		
Condensation latérale	1,88 p=0,049					
Nombre de séances ≥2	NS	12,08 p=0,005				
Obturation						
Restauration temporaire						
Qualité de l'obturation	NS	4,18 p=0,002				
Longueur d'obturation 0-2mm						0,45 p=0,001
Sous-obturation	NS	NS				
Dépassement	NS	NS				2,63 p<0,001
Matériau d'obturation	NS	NS				
Temps écoulé depuis traitement (18 à 24 mois/autres périodes)			0,17 p=0,014	0,969 p=0,001		
Restauration coronaire						
Absence			11, 225 p=0,001		6,1 p=0,03	
Restauration avec couronne	NS	NS				
Restauration avec ancrage	NS	NS				
Qualité de la restauration					10,73 p=0,001	
Support de prothèse						
2 contacts proximaux						
Opérateur						
- étudiant non diplômé				4,75 p=0,002		

Tableau 7 (suite) : Facteurs de risque mis en évidence par la régression logistique

RR (risque relatif) noté :

+ si risque augmenté d'échec thérapeutique statistiquement significatif (* RR non renseigné)

– si probabilité de succès/cicatrisation apicale augmentée et statistiquement significative

NS (Non significatif) si pas d'influence du critère étudié ou différence non statistiquement significative

Facteurs étudiés	Lee et al. 2011		Ng et al. 2011	Castelot-Enkel et al. 2013	
	cicatrisation	dent fonctionnelle	dent fonctionnelle (2 modèles de Cox)	AP-	AP+ cicatrisation
Patient					
- âge					
<25 ans	0,48 p<0,001	0,39 p<0,001 0,60 p<0,001	3,2-3,5 p=0,01-0,006 3-3,4 p=0,03-0,02		
25-50 ans					
- diabétique					
- AIS					
Dent					
Position sur l'arcade		(1)	(2) 2,07 p=0,007 (3)	(4)	(4)
Dent antagoniste naturelle	1,61 p=0,028	2,45 p=0,004			
Prothèse fixée antagoniste	1,30 p=0,028				
Lésion périapicale	1,67 p<0,001	1,59 p=0,003			
Douleur pré-opératoire			2,4-3,1 p=0,001-0,2		
Calcification canalaire				NS	2,097 p=0,028
Présence d'une perforation			3,7-3,8 p=0,002		
Poche parodontale >5mm			2-2,4 p=0,04-0,1		
2 contacts proximaux			0,47 p=0,002		
Retraitement endodontique			NS	NS	NS
Protocole					
Technique de préparation				NS	NS
Nombre de séances ≥2	NS	1,59 p=0,036		NS	NS
Obturation					
Obturation à 0-2mm	0,68 p=0,041	NS	0,3 p=0,002-0,005	NS	0,37 p=0,02
Sous-obturation	NS	NS		NS	NS
Dépassement	NS	NS	2,8-3 p=0,003-0,004	NS	0,45 p=0,09
Homogénéité de l'obturation	1,32 p=0,008	NS			
Différence entre LO et LT				8,45 p=0,026	16,7 p=0,17
Restauration coronaire					
Couronne	0,51 p<0,001	0,41 p<0,001	0,4 p=0,001		
Ancrage radiculaire			2,6 p=0,02		
Étanchéité	0,63 p<0,001	0,47 p<0,001		0,05 p=0,002	0,47 p=0,003
Opérateur					
- expérience		NS		NS	NS

Tableau 8 : Facteurs de risque mis en évidence par l'analyse de survie

Un RR<1 indique que le facteur étudié est favorable à la survie du traitement.

NS (*Non significatif*) si pas d'influence du critère étudié ou différence non statistiquement significative

(1) meilleurs taux de succès pour dents antérieures et prémolaires

(2) échec thérapeutique augmenté pour prémolaires maxillaires (RR=2,02) et molaires mandibulaires (RR=1,64) mais p non significatif (0,1)

(3) dent terminale 1,93 p=0,02

(4) risque d'échec augmenté pour dents postérieures (groupe AP- 7,27 p=0,041) et pluriradiculées (groupe AP+ RR 4,35 p<0,001) mais rapport situation maxillaire/mandibulaire non significatif

c) protocole

L'influence du nombre de séances de traitement a été explorée par 4 études (4,5,16,18). L'étude sur le pronostic des retraitements endodontiques de De Chevigny *et al.* (2007) (4), par régression logistique, annonce un risque relatif très augmenté pour les dents traitées sur deux séances ou plus (RR=12,08 avec $p=0,005$) (4), celle de Lee *et al.* (2011) (18) par analyse de survie un risque relatif de 1,59 ($p=0,036$) (Tableaux 7 et 8).

L'étude de De Chevigny *et al.* (2007) sur le pronostic du traitement initial montre que la technique de condensation latérale aurait un risque d'échec presque doublé en comparaison avec la technique de condensation verticale (5) (Tableau 7).

d) niveau et densité d'obturation

Le dépassement de l'obturation est donné comme non significatif dans quatre études : deux analyses de survie et deux régressions logistiques (4,5,16,18). En revanche, chez les patients du groupe présentant une lésion apicale initiale dans l'étude de Castelot-Enkel *et al.* (2013), le dépassement de l'obturation est au contraire un facteur positif (RR=1,603 avec $p=0,02$, Tableau 8) (16). Pour de nombreux auteurs, la sur-obturation est responsable d'un délai de cicatrisation plus important mais pas nécessairement d'un facteur d'échec du traitement (23–25). Bien que les matériaux utilisés de nos jours se comportent comme un corps étranger peu résorbable, relativement toxique vis-à-vis des tissus périapicaux et entraînent localement une inflammation chronique (26–28), la sur-obturation serait le garant d'une désinfection et d'un scellement complets de l'endodonte (16).

Cependant, pour Ng *et al.* (2011), si le dépassement de gutta-percha n'a pas d'effet sur la survie (RR=1,1; $p=0,2$) dans les 22 premiers mois (le critère de succès choisi étant la présence de la dent sur l'arcade) il diminue significativement la survie après 22 mois (RR=3 ; $p=0,003$). L'adéquation de la limite de l'obturation avec le foramen apical favorise la survie de la dent (RR=0,3 ; $p<0,01$) dans les 22 mois suivant le traitement mais n'aurait pas d'effet significatif au-delà (17).

De même, Chugal *et al.* (2003) montrent que la longueur d'obturation idéale varie selon le diagnostic initial. Dans le cas de dents nécrosées, le taux de succès est supérieur quand le canal radiculaire est instrumenté et obturé au plus près de l'apex radiographique, ce qui est cohérent avec le risque relatif de 0,37 ($p=0,032$) associé à une longueur d'obturation à 2mm maximum de l'apex dans le groupe AP+ de l'étude de Castelot-Enkel *et al.* (2013) (16) (Tableau 8). Par contre, dans le cas de dents vitales avant traitement, le résultat est plus favorable quand la distance à l'apex est d'environ deux millimètres. Au-delà, le taux d'échec est augmenté de 14 % pour chaque millimètre d'obturation en moins, et ce quel que soit l'état pulpaire (9).

Toujours selon l'analyse de Chugal *et al.* en 2003, à même diagnostic périapical et longueur de travail, les racines présentant une faible densité d'obturation ont un risque d'échec plus que doublé ($RR=2,18$ avec $p=0,03$), ce qui s'accorde avec les résultats de De Chevigny *et al.* (2007) (4) ($RR=4,18$ avec $p=0,002$) et de Marending *et al.* (2006) (11) ($RR=12,77$ avec $p=0,001$) (Tableau 7). Lee *et al.* (2011) (18) par analyse de survie trouvent aussi une chance de succès augmentée par l'homogénéité de l'obturation ($RR=0,76$; $p=0,008$) (Tableau 8).

Chugal *et al.* (2003) ont démontré en particulier l'effet simultané du diagnostic pulpaire, de la longueur de travail et de la densité d'obturation : un périapex infecté, une sous-obturation et une faible densité d'obturation augmentent conjointement le risque d'échec (9).

e) restauration coronaire

Si la présence d'une restauration coronaire est un élément-clé de la réussite du traitement endodontique selon deux régressions logistiques (en absence de restauration le risque relatif est de $RR=6,1$ $p=0,03$ et $RR=11,225$ avec $p=0,001$) (6,8), la pose d'une couronne serait plus favorable que les autres types de restauration selon deux analyses de survie ($RR=0,4$ à $0,5$ avec $p=0,001$) (17,18). Un ancrage radiculaire entraîne par contre selon Ng *et al.* (2011) (17) un risque d'échec 2,6 fois plus élevé ($p=0,02$) (Tableaux 7 et 8).

D'après l'étude de Castelot-Enkel *et al.* (2013) (16), c'est la qualité de la restauration mise en place qui est déterminante, cela pour tous les groupes de dents traitées (RR=3,27 avec $p=0,005$ pour le groupe AP- et RR=2,126 avec $p=0,003$ pour le groupe AP+), alors que Lee *et al.* (2011) (18) ne trouvent pas de différence significative pour ce facteur (Tableau 8).

f) opérateur

Les trois analyses de survie montrent que l'expérience de l'opérateur (dans leur cas un étudiant ou un dentiste diplômé) n'est pas un facteur pronostique de la réussite du traitement (Tableau 8). Pourtant Lee *et al.* (2011) (18) ont mis en évidence une association entre un nombre de séances élevé (quatre ou plus) et une probabilité de survie (présence d'une dent fonctionnelle sur l'arcade) plus faible. Cependant, un nombre plus élevé de séances nécessaires pour réaliser le soin pourrait être lié au manque d'expérience des étudiants.

Selon Cheung *et al.* (2009), le traitement a quatre fois plus de chances de réussir si l'intervenant est diplômé, en comparaison à un traitement réalisé par un étudiant en formation (7) (Tableau 7).

3. Similitudes de résultats dans les deux types d'analyses :

Si les différentes analyses de survie ou régressions logistiques n'explorent pas exactement les mêmes facteurs pronostiques, elles s'accordent d'une manière globale dans leurs résultats. Un seul résultat contradictoire a été trouvé (un facteur identifié comme facteur de succès dans une étude et facteur d'échec dans une autre) : le dépassement de l'obturation est un facteur de risque pour Ng *et al.* (2011) à partir de 22 mois après le traitement (RR=2,63 ; $p<0,001$), alors qu'il est au contraire un facteur de succès du traitement pour Castelot-Enkel *et al.* (2013) pour le groupe AP+ (0,45 ; $p=0,09$), mais ces deux études n'ont pas utilisé la même méthode (effet des facteurs

étudiés selon la période écoulée depuis le traitement pour Ng *et al.* (2011) (17), et effet des facteurs étudiés sur deux sous-groupes de dents distinctes par leur diagnostic initial pour Castelot-Enkel *et al.* (2013) (16).

De même, pour Cheung *et al.* (2009) (7), le niveau de compétence de l'intervenant a une grande influence sur le pronostic du traitement, alors que pour les trois analyses de survie la différence des probabilités de survie sont non significatives.

Les résultats de quatre études s'accordent sur le fait que l'âge et le sexe du patient ne sont pas des facteurs pronostiques (4,5,17,18). Curieusement, l'influence de la longueur (9,16) et de la qualité d'obturation (4,9) n'a été révélée que dans deux études (voir aussi Tableaux 7 et 8) : deux régressions logistiques et deux analyses de survie ne décèlent pas de différence significative pour ces paramètres. Enfin, le traitement sur deux séances ou plus d'une dent infectée (avec médication canalaire à l'hydroxyde de calcium en interséance) ne conditionnerait pas sa survie (5,16,18) mais au contraire pourrait augmenter le risque d'échec dans le cas d'un retraitement (4).

Facteurs	Régressions logistiques		Analyses de survie	
	RR	P	RR	P
Patient				
Sexe	NS (2 études)		NS (2 études)	
Âge	NS (2 études)		NS (2 études)	
Dent				
Présence/taille LIPOE	2,86 -13,769 (5 études)	0,0001-0,022	1,59-1,67 (1 étude)	<0,001-0,003
Nombre de racines	2,17-2,53 (2 études)	0,01-0,05	2,501-7,37 (2 études)	0,038
Complication per-opératoires	1,89-26,52 (8 études)	<0,001-0,002	2,097-3,8 (2 études)	0,002-0,028
Protocole				
Nombre de séances ≥2	12,08 (1 étude)	0,005	1,59 (1 étude)	0,036
Obturation canalaire				
Obturation à 0-2mm	0,45	0,001	0,3-0,68 (3 études)	0,002-0,041
Obturation non homogène	2,18-12,77 (4 études)	0,03 -0,002	1,32 (1 étude)	0,008
Sous-obturation	NS (2 études)		NS (2 études)	
Restauration coronaire				
Absente	6,1-11,225 (2 études)	0,001 -0,03		
Non étanche	10,73	p=0,001	1,59-2,12 (2 études)	0,001-0,003
Couronne			0,4-0,51 (2 études)	0,001

Tableau 9 : Similitudes de résultats dans les deux types d'analyse

NS : non statistiquement significatif

a) Pathologie périapicale pré-opératoire

Dix analyses par régression logistique ont retrouvé des risques relatifs significatifs pour la présence d'une lésion apicale avec des risques relatifs variables, allant de 1,96 (p=0,003) (15), 2,86 (p<0,001) (5), 3,29 (p=0,009) (13), 3,55 (p<0,001) (14), 3,33 (p=0,022) (4), 4,8 (pp=0,0001) (9), 4,84 (p<0,001) (10), 5,148 (p=0,002) (7), 12,45 (p=0,04) (11) à 13,769 (p=0,022) (6).

L'analyse de survie de Lee *et al.* (2011) indique un risque relatif de 1,67 (p<0,001) pour la cicatrisation apicale et de 1,59 (p=0,003) pour la présence fonctionnelle de la dent sur l'arcade (18).

b) Complications per-opératoires

Les complications per-opératoires (fracture instrumentale, présence d'une perforation ou d'une butée, inflammation entre deux séances) sont prises en compte d'une manière globale ou individuellement selon les études. Huit régressions logistiques mettent en valeur l'importance de ces facteurs avec des risques relatifs de 1,89 (p=0,002) (15) à 26,52 (p<0,001) (12). Les analyses de survie nous donnent des risques augmentés pour les cas de calcification canalaire RR=2,097 (p=0,028) (groupe AP+ de l'étude de Castelot-Enkel en 2013) (16) et pour la présence d'une perforation RR=3,7-3,8 (p=0,002) (17).

c) Nombre de séances

De Chevigny *et al.* (2007), par régression logistique trouvent un risque relatif très augmenté pour les dents traitées sur deux séances ou plus (RR=12,08 avec p=0,005) (4), ce qui est cohérent avec l'étude de Lee *et al.* (2011) par analyse de survie (RR=1,59, p=0,036) (18) (Tableaux 7 et 8).

d) Longueur d'obturation

Une obturation à 0-2mm de l'apex radiographique favorise le succès du traitement endodontique pour Ng *et al.* (2011) par régression logistique (RR=0,45 ; p=0,001) (17) et par analyse de survie (RR=0,3 ; p=0,002-0,005), ainsi que pour Lee *et al.* (18) (RR=0,68 avec p=0,41 pour les cas de cicatrisation apicale) et Castelot-Enkel *et al.* (16) (RR=0,37 ; p=0,32 pour le groupe AP+). Ce résultat (non publié) a aussi été obtenu par Chugal *et al.* en 2003.

e) Qualité d'obturation radiculaire

La qualité de l'obturation canalaire est un facteur pronostique de la survie du traitement endodontique selon une analyse de survie avec un risque relatif de 0,76 (p=0,008) (18) et trois régressions logistiques, avec des risques relatifs variant de 2,18 à 12,77 (p=0,002-0,3) (4,9,11).

f) Nombre de racines

Les dents pluriradiculées auraient une survie moindre que les monoradiculées, le risque relatif calculé étant approximativement 2,5 dans deux études : par régression logistique (RR=2,53 avec p=0,01) (4) et par analyse de survie (RR=2,501 avec p=0,038) (16).

g) Présence d'une restauration coronaire étanche

La présence d'une restauration coronaire contribue au succès de la thérapeutique endodontique selon deux régressions logistiques (en absence de restauration le risque relatif est de RR=6,1 p=0,03 et RR=11,225 avec p=0,001) (6,8). La pose d'une couronne

est plus favorable que les autres types de restauration selon deux analyses de survie (RR=0,4 à 0,5 avec $p=0,001$) (17,18).

Les résultats de trois études, par régression logistique (RR=10,73 avec $p=0,001$) (8) et par analyse de survie (RR=0,47-0,63 avec $p<0,001$ (18) et RR=0,05-0,47 avec $p=0,002-0,003$ (16)) montrent l'importance de l'étanchéité de la restauration en question, un défaut d'herméticité entraînant un risque d'échec jusqu'à 20 fois multiplié.

4. Discussion

Les publications manquent parfois de transparence : les hypothèses initiales des auteurs ne sont pas énoncées, on ne trouve pas non plus de référence à une méthodologie précise. Il n'est, par exemple, pas possible de vérifier les résultats publiés. Il y a parfois une ambiguïté ou un manque de clarté dans la présentation des résultats, ce qui entraîne une certaine difficulté de lecture.

A. Risques de biais

Le biais dans les études de cohortes provient d'une erreur systématique dans l'estimation de l'effet :

- par la manière dont les sujets ont été sélectionnés : il y a *biais de sélection* quand l'échantillon étudié n'est pas représentatif de la population générale ;
- avec l'introduction d'une différence systématique dans les soins et le suivi : les procédures doivent être les mêmes dans tous les groupes étudiés, au risque de créer un *biais d'exécution* ;
- par l'importance du nombre de sujets perdus de vue pendant l'analyse, et éventuellement par leur exclusion de l'analyse des résultats (*biais d'exclusion*) ;
- dans la détermination du résultat : le *biais de détection*, qu'on appelle aussi *biais d'information* peut être dû à l'observation incorrecte du phénomène étudié, comme au renseignement erroné des données (question non comprise par le patient, facteur non connu de l'observateur...). L'observation en double aveugle permet d'éviter, par exemple, une différence entre les groupes comparés dans la façon de mesurer le résultat ;
- dans la prise en compte de variables ayant un lien avec les facteurs d'exposition et avec la maladie observée, sans pour autant faire partie de la chaîne causale liant ces deux éléments (*biais de confusion*).

Le nombre d'hypothèses testées dans un article mérite également attention. En effet, si l'on travaille au seuil de signification de 5%, en moyenne une comparaison sur vingt sera statistiquement significative par le seul fait du hasard. Il faut donc se méfier

des études qui présentent des résultats de dizaines de comparaisons, car ces comparaisons multiples sont susceptibles d'induire des résultats faussement significatifs.

1. Biais de sélection :

Comme nous l'avons déjà mentionné, les populations incluses dans les différentes études sont non comparables : la patientèle étudiée était privée pour deux études (6,8) et hospitalière dans les autres études. On peut supposer qu'une différence socio-économiques entre ces deux types de patientèle ait pu induire un biais, aucun des échantillons étudiés n'étant tout à fait représentatif de la population générale. Une patientèle privée est probablement plus sensibilisée à l'importance de la santé bucco-dentaire. Dans l'étude de Gilbert *et al.* (2010) aux États-Unis (8), les critères de sélection des patients ne sont pas définis. L'échantillon présente un mélange de patients pourvus ou non d'une assurance médicale.

Certaines études incluait de manière systématique tous les patients soignés durant une période donnée (4,5,12–17). Dans d'autres études, une sélection stratifiée randomisée était effectuée (6,7,18). L'étude de Mareending *et al.* (2006) comprenait tous les patients traités par le même opérateur. Les études de Chugal *et al.* en 2001 et 2003 comprenaient tous les patients ayant bénéficié d'une mise en culture bactérienne pratiquée avant l'obturation.

2. Biais d'exécution :

Il y a biais d'exécution quand tous les soins ne sont pas effectués de la même manière. Excepté dans les études de Mareending *et al.* (2006) (11) et Imura *et al.* (2007) (6), tous les échantillons de patients ont été soignés par différents opérateurs, plus ou moins expérimentés. Si les procédures étaient semblables entre toutes les études, on peut suggérer que même à qualification égale (deux étudiants de cinquième année par

exemple), un traitement endodontique peut être mené d'une manière plus ou moins favorable à sa réussite : durée du soin, rigueur dans le respect de l'asepsie, iatrogénie ou non, qualité de la restauration coronaire...

L'étude de Gilbert *et al.* (2010) (8) a inclus plusieurs cabinets d'omnipraticien et d'endodontie. La proportion de soins réalisés par des endodontistes n'est pas mentionnée, et la compétence de l'intervenant n'est pas une variable prise en compte dans cette étude. Imura *et al.* (2007) (6) ont quant à eux exclusivement utilisé les données de la patientèle d'un endodontiste. Or, on peut supposer de la part d'un spécialiste une compétence accrue et donc des résultats meilleurs. Ceci serait confirmé par une étude rétrospective (régression logistique univariée) spécifiquement conçue pour explorer l'impact de l'expérience du chirurgien-dentiste : les résultats montrent que les dents dont le traitement avait été réalisé par des endodontistes exclusifs avaient un meilleur taux de succès à 5 ans que celles traitées par des omnipraticiens (respectivement 98,1% contre 89,7%) (29). D'un autre côté, exception faite des États-Unis, les patients sont habituellement adressés à un endodontiste lorsque la dent à traiter présente une difficulté technique accrue ou un pronostic défavorable, ceci constituant un biais d'indication.

D'autre part, les patients pris en compte dans les études de Lee *et al.* (2011) (18) et d'Imura *et al.* (2007) (6) ont été respectivement soignés entre 1981 et 1994 et entre 1971 et 2000. Les patients traités par techniques manuelles dans l'étude de Cheung *et al.* (2009) (7) ont été soignés entre 1993 et 1999. Certains soins dans l'étude de Gilbert *et al.* (2010) (8) datent de presque 29 ans. Les autres études portaient sur des durées d'observation plus courtes, avec des périodes de traitement plus récentes (de 1998 à 2006). Une évolution technologique notable des deux dernières décennies avec l'apparition d'instruments en alliage de nickel-titane en rotation continue pourrait améliorer le pronostic des thérapeutiques endocanalaire (12).

Cependant, la méta-analyse de Ng *et al.* (2007) sur l'influence des caractéristiques des études (menées de 1922 à 2002) dans les résultats des traitements mentionne que malgré l'évolution des techniques et des matériaux endodontiques au

cours du 20^{ème} siècle, on ne constate pas d'augmentation significative des taux de succès au fil des années (2).

Les autres paramètres (détermination de la longueur de travail, type d'irrigant, de ciment de scellement, de pâte d'obturation, obturation à 0-2 mm de l'apex radiographique, technique d'obturation canalaire, ...) sont restés relativement constants d'une étude à l'autre.

3. Biais d'exclusion : le nombre de perdus de vue

L'analyse du temps de cicatrisation reste la méthode statistique de choix, mais nécessite des rendez-vous de contrôle réguliers pour tous les patients. Bien entendu, plus la durée d'étude est longue, plus le nombre de perdus de vue augmente, comme le montre clairement le graphique de recensement des patients en fonction de la durée écoulée depuis la date du soin, tiré de l'étude sur 10 ans de Stoll et al. (2005) (20). Le nombre de patients revus décroît au fil du temps de manière exponentielle (Illustration 9).

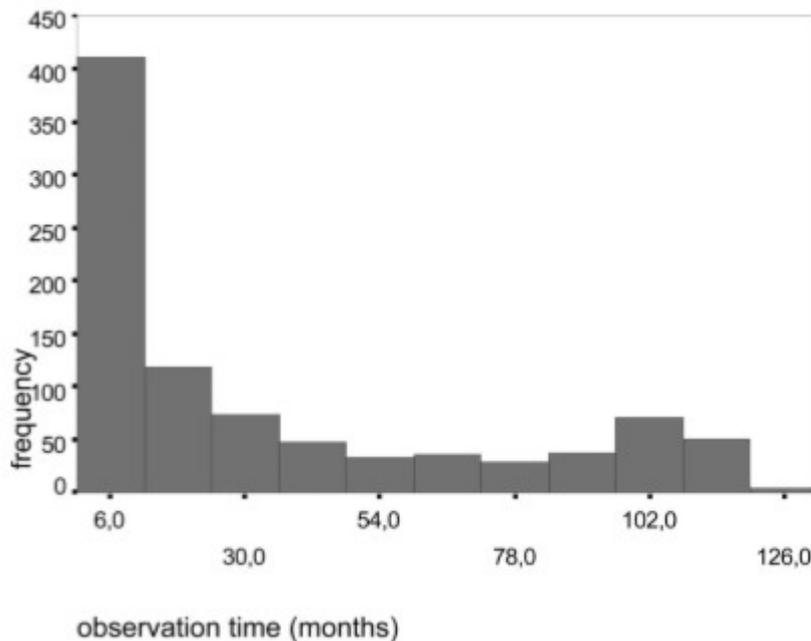


Illustration 9 : Distribution des temps d'observation (en mois) de l'obturation radiculaire jusqu'au dernier recensement. (Stoll 2005)

Selon Wu et al. (2009), si les taux de succès rapportés vont en augmentant dans certaines études, c'est que le taux de retour des patients diminue aussi drastiquement (jusqu'à 75%), avec des perdus de vue souvent symptomatiques (30). Dans notre cas, la majorité des études de suivi relevaient un pourcentage de perdus de vue supérieur ou égal à 50% (Tableau 3)... quand ces taux étaient annoncés, et correctement calculés. Nous pouvons nous poser la question de la validité des tests statistiques réalisés à partir des données concernant moins de 20 % des patients de l'échantillon initial (plus de 80 % perdus de vue).

Dans les études de Toronto en 2007, une comparaison est effectuée pour comparer l'échantillon de patients suivis et celui de patients perdus de vue. Le résultat de l'analyse (non publié) montrerait une moyenne d'âge plus élevée et une technique d'obturation par condensation verticale plus souvent employée dans l'échantillon étudié de la phase 4 (traitement initial), et une moyenne d'âge plus élevée et une plus grande proportion de femmes dans celui de la phase 3 (4,5).

De même, Castelot-Enkel *et al.* (2013) (16) précisent que l'échantillon de patients revus en contrôle était majoritairement féminin. Il est possible que les femmes soient d'une manière générale plus soucieuses de leur santé-bucco-dentaire que les hommes. Les classes d'âge et les catégories professionnelles sont par contre restées représentatives de la population fréquentant le centre hospitalo-universitaire.

En plus du taux de succès global qui peut être faussé, la diminution de la taille de l'échantillon peut faire perdre à l'étude sa puissance statistique. Dans le cas d'études multivariées, la taille des sous-groupes exposés à chaque facteur ne doit pas être trop réduite pour permettre la validité des tests. Par exemple, si l'on veut explorer l'influence du tabagisme sur le résultat du traitement endodontique, mais que la proportion de patients fumeurs parmi les patients revus en contrôle est très faible, le test pourra se révéler non significatif même si le tabagisme est un facteur pronostique du traitement. On trouve des cas de sous-groupes très réduits dans plusieurs études : par exemple un trouble de la réponse immunitaire non spécifique dans l'étude de Marending *et al.*

(2006) était retrouvé chez 12 patients seulement (11) ; dans l'étude de Chugal *et al.* (2003), seules 18 dents sur 408 avaient un périapex normal (9). Leurs observations peuvent donc être nuancées. Des intervalles de confiance des risques relatifs très larges prouvent que le phénomène observé manque de précision (CI 95 % [1,8–93,1] dans le cas de l'expression immunitaire dans l'étude de Marening *et al.* : le risque relatif recherché a 95 % de chances de se situer entre ces deux bornes).

4. *Biais de détection :*

a) analyse radiographique

L'interprétation des clichés radiologiques est tributaire de la subjectivité de l'observateur et il a été admis de longue date qu'une grande variabilité des résultats pouvait en découler, à moins que plusieurs observateurs (au moins deux observateurs aveugles), pré-calibrés, avec des tests de concordance intra et inter-observateurs, ne soient employés (31). Nous avons vu que sur les 8 études évaluant le succès sur des critères radiographiques, 2 seulement respectaient tous ces procédés (Tableau 3). Dans leur étude basée sur un réseau de cabinets dentaires, Gilbert *et al.* (2010) (8) ont eu recours dans 78 % des cas à des clichés panoramiques pour l'évaluation post-opératoire, ce qui a pu leur faire perdre en précision d'analyse.

Il est important de préciser que l'évaluation même d'un traitement par le biais d'une image radiologique bidimensionnelle en limite, voire biaise, les résultats. En effet, les clichés rétro-alvéolaires sont d'une précision diagnostique moindre que le CBCT (cone beam computed tomography). Une lésion confinée à l'os spongieux peut ne pas être détectée à la radiographie ; et des lésions de même taille peuvent être ou non décelées en fonction de l'épaisseur de la corticale, et donc en fonction du patient (32–35). Un pourcentage élevé de cas décrétés « sains » sur la radiographie a finalement révélé une pathologie apicale après CBCT ou analyse histologique (30,36).

La diminution de la taille de la lésion périapicale est pour beaucoup d'auteurs le signe d'une cicatrisation en cours et fait partie des critères de succès du traitement (2).

Ainsi, Orstavik en 1996 (37) avait conclu à 88% de cicatrisation apicale après un an sur la diminution du volume de l'image radiographique. Cependant Paula-Silva a montré en 2009 que sur 30 cas où une diminution en taille de la radioclarité apicale était diagnostiquée sur radiographie, 24 (80%) se sont avérés être en augmentation sur le CBCT (38). Il a été trouvé que lorsque les lésions s'étendaient dans l'os spongieux, le plus souvent en direction linguale, l'élargissement de la lésion ne pouvait être révélé que par une image en trois-dimensions. Une diminution de la lésion observée sur rétro-alvéolaire ne garantit donc pas que le processus de cicatrisation a effectivement commencé ou est en train de se poursuivre. Les résultats de Paula-Silva et al. suggèrent même que la complète résorption d'une lésion sur le cliché rétro-alvéolaire ne certifie aucunement que le périapex soit sain.

De plus, aux différents points de contrôle l'angulation du faisceau ainsi que le temps d'exposition varient probablement, ce qui peut encore altérer l'exactitude de l'interprétation (39). C'est pourquoi certains essais cliniques randomisés prévoient une clé d'enregistrement au polyvinylsiloxane, réalisée pour chaque dent avant la radiographie post-opératoire immédiate et utilisée à chaque réévaluation avec un angulateur de tube applicateur de faisceau (40,41).

D'une manière générale, les taux de succès de la thérapeutique endodontique, évaluée par le moyen de la radiographie, pourraient être surestimés de 30% (30).

b) collection des données

Certaines données cliniques étaient sujettes à la subjectivité du patient (douleur post-opératoire immédiate ou retardée).

Dans l'étude de Lee *et al.* (2011) (18), les informations étaient obtenues du patient par téléphone s'il ne se représentait pas à l'hôpital : l'exactitude des renseignements comme la date d'une avulsion, d'un retraitement ou d'un épisode douloureux, a pu s'en trouver compromise.

5. *Biais de confusion*

Un cas particulier du biais de confusion est le biais d'indication : le fait que l'intervention ait été prescrite plus souvent chez les sujets à risque plus élevé de complications. Les résultats d'Imura *et al.* (2007) (6), qui présentent des risques relatifs globalement plus élevés que les autres études, pourraient s'expliquer par le fait que la population adressée à son cabinet d'endodontie ait été exposée à une fréquence plus importante de facteurs pronostiques défavorables (lésion apicale initiale, retraitement endodontique, perforation, butée, calcification canalaire, etc.) et que la complexité du traitement soit majorée.

B. Différents critères de succès

Nous avons vu que les critères de jugement (succès/échec) employés dans notre sélection d'études étaient assez hétérogènes. Nous avons décrit plusieurs degrés de précision en fonction de la définition du succès employée : de la plus tolérante (présence de la dent sur l'arcade) à la plus stricte (pas d'apparition d'une radioclarité apicale ni d'épaississement ligamentaire, sans aucune symptomatologie).

Le seul critère de présence sur l'arcade peut sembler insuffisant. Il est vrai que d'un côté, dans l'évaluation d'un traitement, le clinicien sera sensible à l'apparition ou à la résorption d'une pathologie apicale, puisque c'est le statut apical qui lui permet de déterminer si le but de sa thérapeutique a été atteint. Cependant, comme l'ont montré les images Cone Beam, les signes radiographiques doivent être corroborés à des signes cliniques et ne peuvent à eux seuls être utilisés dans l'évaluation de la thérapeutique endodontique. L'utilisation du PAI comme critère de jugement principal peut donc surestimer le taux de succès des thérapeutiques endodontiques.

D'un autre côté, la mesure de la fonctionnalité de la dent est mieux centrée sur le patient : une dent présente sur l'arcade et remplissant son rôle normalement, c'est-à-dire asymptomatique, sera incluse dans la catégorie « en survie », indépendamment des

possibles signes radiologiques. La « survie fonctionnelle » de la dent a commencé d'attirer l'attention des endodontistes quand la question de la prédictibilité du traitement endodontique en comparaison avec la survie de la restauration alternative par couronne unitaire sur implant s'est posée, à partir des années 2000. Au-delà de la conservation de l'organe dentaire, on prend donc de plus en plus en compte le rapport bénéfice/risque ou bénéfice/coût pour le patient. L'évaluation du succès endodontique comme la présence de la dent sur l'arcade a donc été employée dans un certain nombre d'études récentes (17,18,21,42,43).

Certaines études, dans le souci de donner le meilleur aperçu possible de la réalité clinique, ont utilisé plusieurs critères de succès : présence de la dent fonctionnelle, absence d'extraction ou de retraitement, ou encore cicatrisation apicale (8,15–18). D'une manière intéressante, Ng *et al.* (2011) ont eu la démarche d'utiliser une méthode de régression logistique pour analyser la cicatrisation apicale après le traitement (15), et une analyse de survie pour la survie dentaire (absence d'extraction) (17). Les auteurs soulignent cependant que le faible nombre de dents extraites au terme de son étude (76 sur un échantillon initial de 1617 dents) a pu compromettre la puissance statistique de l'analyse, et en particulier l'exploration des facteurs pronostiques (17).

Les études de Marending *et al.* (2006) (11) et de Gilbert *et al.* (2010) (8) évaluaient le succès de leurs traitements sur des critères uniquement radiographiques (sans prise en compte de la symptomatologie) et en fonction de l'indice périapical. Dans les deux cas le score 2 du PAI, comprenant une inflammation modérée du ligament parodontal, a été inclus dans la catégorie « succès ». Suggéré par Østarvik en 1986, l'indice périapical a été utilisé dans 58 études entre 1987 et 2008 sans que sa validité ne soit discutée (30).

Selon la méta-analyse de Lewsey *et al.* (2001), la différence de probabilité de succès est peu significative entre un critère strict (cicatrisation complète du périapex) et un critère plus tolérant (une cicatrisation incomplète étant aussi considérée comme un succès) (44).

On notera cependant que dans l'étude de Gilbert *et al.* (2011), le risque relatif pour la présence de restauration permanente sur la dent varie du simple au double selon le critère d'échec pris en compte :

- 1) dent extraite ou non : RR=3.7 ;
- 2) dent extraite ou retraitée : RR=4.1 ;
- 3) preuve radiographique de l'échec RR=6.1 (8).

Les différents auteurs évaluent différemment les facteurs étudiés. Par exemple, pour vérifier l'association entre la restauration coronaire et la pérennité du traitement endodontique, Gilbert *et al.* (2010) (8) et Imura *et al.* (2007) (6) ont relevé la présence ou l'absence de restauration sur la dent traitée au rendez-vous de contrôle. La plupart des autres auteurs ont préféré un critère plus précis : le type de la restauration (couronne, présence d'un ancrage,...) et/ou son étanchéité. En effet, la présence d'une obturation coronaire ne certifie en rien sa qualité. Une restauration temporaire réalisée avec un matériau provisoire, ou présentant un hiatus marginal, sera liée à un taux d'échec majoré puisque le succès du traitement repose sur l'absence de réinfiltration bactérienne. Nous soulignons d'ailleurs que les risques relatifs associés à un défaut d'étanchéité : RR=1,59 (16) et RR=2,12 (18) sont inférieurs à ceux associés à une absence totale de restauration : RR=6,1 (8) et RR=11,23 (6).

Nous avons parfois des valeurs de risques relatifs qui sont, jusqu'à vingt-cinq fois supérieures pour un même facteur étudié selon différentes études : nous reprenons ici l'exemple, pour la présence de complications per-opératoires, de RR=1,89 selon Ng *et al.* (2011) (15) et RR=26,52 selon Farzaneh *et al.* (2004) (13) (Tableau 9). Ces deux études emploient pourtant des critères cliniques et radiographiques stricts, des périodes de suivi semblables, avec une patientèle et des intervenants similaires. L'étude de Ng *et al.* (2011) comprenant environ 3 fois plus de dents que celle de Farzaneh *et al.* (2004), ce que nous observons est peut-être simplement une plus grande précision de l'effet étudié par Ng *et al.* (2011).

C. Suivi du traitement endodontique

La Société Européenne d'Endodontie (2006) préconise de réaliser des contrôles annuels jusqu'à 4 ans après un traitement endodontique afin de déterminer si le cas est en échec ou non (45). En effet, différents chercheurs ont observé des cicatrisations apicales jusqu'à 4 ans et plus après l'obturation (16,46).

Cependant, même si notre revue incluait un grand nombre d'études de longue durée, la période de suivi dans la littérature ne dépasse pas deux ans dans la majorité des cas. Bien que les données de cohortes de patients très importantes puissent être recrutées à partir des fichiers d'assurance maladie privées ou nationales, la précision des détails enregistrés utiles à la recherche des facteurs pronostiques est souvent compromise. L'étude de Lumley *et al.* (2008) en Angleterre et en Écosse s'intéressait par exemple à la survie des traitements endodontiques effectués par des omnipraticiens travaillant sous contrat avec le NHS (National Health Service) britannique. La taille de l'échantillon (30843 dents) était grande mais les données de survie aussi bien que les éventuels facteurs pronostiques étaient obtenus seulement à partir de la base de données regroupant les patients ayant réglé leurs soins (47).

Il est étonnant de constater des probabilités de survie et des taux d'échec de l'ordre de $p=0,7$ et 60 % seulement 4 ans après des traitements réalisés dans des conditions respectant toutes les recommandations actuelles (utilisation de la digue, irrigation abondante, vérification radiographique de la longueur de travail, etc.) et ce malgré le développement de l'instrumentation en Nickel-Titane et l'augmentation de la conicité de préparation des canaux pour faciliter l'irrigation de leur portion apicale.

La mauvaise réponse au traitement endodontique pourrait s'expliquer par la présence d'un canal oublié dans presque 50 % des cas (48). De plus, il a été démontré dans un essai clinique comparant 57 traitements fait sur canaux perméables à 57 traitements réalisés sur canaux en partie non perméables (par calcification et à l'exclusion de manœuvres iatrogènes) qu'une zone apicale inaccessible multipliait le risque d'échec du traitement par 5 (RR=5,301 avec $p=0,01$) (49).

Les résultats de plusieurs études montrent un taux d'échec supérieur sur les dents pluriradiculées : par régression logistique (RR=2,53 avec $p=0,01$) (4) et par analyse de survie (RR=2,501 avec $p=0,038$) (16)

Pour Cheung *et al.* (2002) par exemple, la moyenne de survie des molaires mandibulaires est inférieure de près de trois ans à celle des incisives maxillaires (68 mois contre 105 mois respectivement) (22).

On peut émettre l'hypothèse que ces différentes observations sont liées. Les molaires peuvent en effet présenter des courbures radiculaires plus importantes que les autres dents (c'est le cas en particulier des racines mésiales des premières molaires mandibulaires) et une plus grande fréquence de canaux supplémentaires (canal MV2 des molaires maxillaires par exemple) qui sont souvent plus fins et difficiles à instrumenter. Par ailleurs, le statut de la dent étant celui de la racine en moins bon état, une dent pluriradiculée présente logiquement un risque plus grand de complications qu'une monoradiculée.

Enfin, Ng *et al.* (2011) montrent que les dents terminales, peut-être du fait de la présence d'un seul point de contact, sont caractérisées par une plus grande fragilité et sont plus exposées aux fractures (RR=1,93 avec $p=0,02$) (15).

D. Intérêts des études étiologiques avec analyse multivariée

Notre but était d'explorer les données disponibles concernant les facteurs pronostiques du traitement endodontique afin faire ressortir les critères pré, per et post-opératoires les plus décisifs. Dans la littérature scientifique, une majorité d'études sont des essais cliniques comparatifs s'intéressant à un facteur unique ou encore des méta-analyses. Cependant, pour l'étude des facteurs pronostiques, ce sont les cohortes ou études étiologiques qui sont préconisées. L'utilisation d'une analyse multivariée dans ces études pronostiques ou étiologiques permet d'explorer conjointement l'impact des différents facteurs étudiés.

Depuis des dizaines d'années, diverses méta-analyses ont exploré des facteurs potentiels variés pouvant jouer sur le devenir des dents traitées. Les facteurs liés au protocole du traitement (niveau et qualité de l'obturation canalaire, nombre de séances de traitement, qualité de la restauration coronaire), ainsi que le diagnostic initial, ont été particulièrement passés en revue, mais le plus souvent de manière indépendante.

Certaines de ces méta-analyses s'intéressant à l'efficacité thérapeutique de traitements conduits avec des aides visuelles (50), avec l'instrumentation ultrasonique (51), ou à l'impact de la restauration coronaire sur la réussite des traitements endodontiques (52), ne peuvent conclure, faute de nombre suffisant de RCT et de niveau de preuve suffisant dans la littérature.

Nous avons pu constater que les conclusions des deux types d'analyses multivariées utilisés dans diverses études pronostiques s'accordaient non seulement sur la détection des facteurs pronostiques du traitement, mais permettaient de retrouver des risques relatifs de même ordre de grandeur (Tableau 9).

C'est le statut apical, ainsi que la présence d'une restauration coronaire étanche, qui semblent être les facteurs les plus déterminants dans la réussite du traitement endodontique. La grande majorité des auteurs observent un taux d'échec plus important sur les dents initialement infectées (1). Le taux de succès serait de 10 % à 20 % moindre pour les dents infectées (10). L'importance de la qualité de l'obturation coronaire a d'autre part été largement mise en évidence, les taux d'échec étant jusqu'à 20 fois multipliés en présence d'un défaut d'herméticité de la restauration (6,8,16,17,18).

E. Intérêts de l'analyse de survie

L'intérêt principal des analyses de survie est de permettre un calcul des probabilités de survie en fonction du temps. Le pronostic du traitement endodontique évolue au fil du temps. L'analyse de survie a la particularité de pouvoir calculer la probabilité d'échec ou de cicatrisation apicale à un instant t de la thérapeutique alors que tous les sujets ne sont pas encore guéris ou que tous les échecs ne se sont pas encore produits pour la totalité des patients : elle donne la possibilité d'analyser les résultats

alors que les informations sont partielles et que le temps d'observation ou de suivi varient d'un patient à l'autre. La méthode de régression logistique multivariée donne quant à elle un taux de succès global pour des périodes de suivi qui peuvent varier de plusieurs mois à plusieurs dizaines d'années dans certaines études pronostiques.

Une donnée intéressante que nous apporte l'analyse de survie est la médiane de survie ($p=0,5$) correspondant au moment où la moitié des échecs, ou la moitié des succès selon le critère étudié, a été observé. On peut aussi calculer la moyenne de survie des dents traitées. Certains auteurs ont ainsi étudié les différences dans ces moyennes et médianes, en fonction des caractéristiques de la dent : position sur l'arcade, diagnostic initial, etc. (16,20,22).

Ainsi, pour Ng *et al.* (2011), il est évident que certains facteurs ont des effets différents en fonction de la période étudiée : la présence d'une douleur pré-opératoire a un effet important les 22 premiers mois ; le dépassement de gutta-percha augmente le risque d'échec du traitement à partir de 22 mois. Il peut ainsi exister des facteurs liés à des échecs précoces et d'autres à des échecs tardifs. Ce type de conclusions n'aurait pas pu émerger d'une étude utilisant une régression logistique.

5. Conclusion

Les taux de succès de la thérapeutique endodontique mesurés par la méthode de régression logistique s'échelonnent de 60% à 94 % en fonction des caractéristiques de l'étude ou de l'échantillon étudié. Ainsi, les taux de succès rapportés vont de 60 % (7) à 91,45% (6) quand ils sont mesurés sur des critères « stricts ». Pour des critères « tolérants » on trouve un taux de succès de 73 % sur une période de 28 ans (8) et des probabilités de survie cumulée de $p=0,953$ à 4 ans (17) et de $p=0,45$ à 28 ans (18). À court terme nous relevons un taux de succès de 91 % sur une période de 1 à 5 ans (6). Ce taux diminue à 73 % sur une période de 1 à 28 ans (8). Les taux de succès des traitements initiaux varient de 74,7 % (9) à 94 % (6). Les taux de succès des retraitements endodontiques vont de 82 % (4) à 92 % (12).

Quatre ans après le traitement, la probabilité de survie varie de $p=0,7$ (cicatrisation apicale) (18) à $p=0,95$ (dent présente sur l'arcade) (17) selon les auteurs et le critère pris en compte. La probabilité de survie tombe à $p=0,27$ à 28 ans (périapex sain) ou $p=0,45$ (présence d'une dent fonctionnelle) (18).

Malgré le fait que les cohortes pronostiques incluses dans notre revue présentent des caractéristiques différentes, nous observons que les résultats des études pronostiques avec régression logistique ou analyse de survie sont superposables. Ces différentes analyses multivariées mettent en effet en valeur certains facteurs prédictifs prépondérants auxquels le calcul des risques relatifs permet d'attribuer un coefficient simple d'interprétation. Leur intérêt est aussi de prendre en compte l'intrication et les effets conjugués de ces facteurs de risque dans le pronostic du traitement endodontique.

La présence d'une pathologie apicale initiale, le nombre de racines, la présence d'une complication per-opératoire, le nombre de séances, l'obturation à 0-2mm de l'apex radiographique, l'homogénéité de l'obturation, la présence et qualité d'une restauration coronaire sont des facteurs prédictifs majeurs en endodontie. Ceci nous montre bien que chaque étape du traitement complexe qu'est l'endodontie doit être menée avec un maximum de rigueur si l'on veut atteindre l'objectif fixé : réaliser l'éviction complète du

tissu pulpaire enflammé ou infecté, rendre la cavité canalaire aseptique, sceller l'endodonte et assurer l'étanchéité de l'obturation canalaire comme de l'obturation coronaire afin de prévenir tout risque de nouvelle contamination.

L'analyse de survie, qui présente l'avantage de suivre l'apparition d'événements au cours du temps, nous renseigne en plus sur la médiane et le temps moyen de survie. Ces informations nous permettent d'établir un pronostic en fonction du temps écoulé depuis le traitement. L'analyse de survie nous semble être la méthode de choix pour suivre le phénomène évolutif qu'est le succès de la thérapeutique endodontique, que ce soit en termes de cicatrisation apicale ou de présence fonctionnelle sur l'arcade de la dent traitée.

Bibliographie

1. Haute Autorité de Santé. Service d'évaluation des actes professionnels. Traitement endodontique. Rapport d'évaluation technologique, septembre 2008.
<http://www.has-sante.fr>
2. Ng Y-L, Mann V, Rahbaran S, Lewsey J, Gulabivala K. Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature - part 1. Effects of study characteristics on probability of success. *Int Endod J.* 2007;40(12):921-39.
3. Suebnukarn S, Rungcharoenporn N, Sangsuratham S. A Bayesian decision support model for assessment of endodontic treatment outcome. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;106(3):e48-58.
4. De Chevigny C, Dao TT, Basrani BR, Marquis V, Farzaneh M, Abitbol S, et al. Treatment Outcome in Endodontics: The Toronto Study—Phases 3 and 4: Orthograde Retreatment. *J Endod.* 2008;34(2):131-7.
5. De Chevigny C, Dao TT, Basrani BR, Marquis V, Farzaneh M, Abitbol S, et al. Treatment Outcome in Endodontics: The Toronto Study—Phase 4: Initial Treatment. *J Endod.* 2008;34(3):258-63.
6. Imura N, Pinheiro ET, Gomes BPPA, Zaia AA, Ferraz CCR, Souza-Filho FJ. The Outcome of Endodontic Treatment: A Retrospective Study of 2000 Cases Performed by a Specialist. *J Endod.* 2007;33(11):1278-82.
7. Cheung GSP, Liu CSY. A Retrospective Study of Endodontic Treatment Outcome between Nickel-Titanium Rotary and Stainless Steel Hand Filing Techniques. *J Endod.* 2009;35(7):938-43.
8. Gilbert GH, Tilashalski KR, Litaker MS, McNeal SF, Boykin MJ, Kessler AW, et al. Outcomes of root canal treatment in Dental PBRN practices. *Gen Dent.* 2010;58(1):28.
9. Chugal NM, Clive JM, Spångberg LSW. Endodontic infection: some biologic and treatment factors associated with outcome. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003;96(1):81-90.
10. Chugal NM, Clive JM, Spångberg LS. A prognostic model for assessment of the outcome of endodontic treatment: Effect of biologic and diagnostic variables. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001;91(3):342-52.
11. Marending M, Peters OA, Zehnder M. Factors affecting the outcome of orthograde root canal therapy in a general dentistry hospital practice. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005;99(1):119-24.
12. Farzaneh M, Abitbol S, Friedman S. Treatment outcome in endodontics: the Toronto study. Phases I and II: Orthograde retreatment. *J Endod.* 2004;30(9):627-33.

13. Farzaneh M, Abitbol S, Lawrence HP, Friedman S, Toronto Study. Treatment outcome in endodontics-the Toronto Study. Phase II: initial treatment. *J Endod.* 2004;30(5):302-9.
14. Marquis VL, Dao T, Farzaneh M, Abitbol S, Friedman S. Treatment outcome in endodontics: the Toronto Study. Phase III: initial treatment. *J Endod.* 2006;32(4):299-306.
15. Ng Y-L, Mann V, Gulabivala K. A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment: part 1: periapical health. *Int Endod J.* 2011;44(7):583-609.
16. Castelot-Enkel B, Nguyen J-M, Armengol V, Volteau C, Laboux O, Lombrail P, et al. A recall program for the outcome of conventional root canal treatment performed in a teaching hospital. *Acta Odontol Scand.* 2013;71(6):1399-409.
17. Ng Y-L, Mann V, Gulabivala K. A prospective study of the factors affecting outcomes of non-surgical root canal treatment. Part 2: tooth survival: Outcome of non-surgical root canal treatment. *Int Endod J.* 2011;44(7):610-25.
18. Lee AHC, Cheung GSP, Wong MCM. Long-term outcome of primary non-surgical root canal treatment. *Clin Oral Investig.* 2012;16(6):1607-17.
19. Oxford Centre for Evidence-based Medicine - Levels of Evidence. March 2009. CEBM. <http://www.cebm.net/oxford-centre-evidence-based-medicine-levels-evidence-march-2009/>
20. Stoll R, Betke K, Stachniss V. The influence of different factors on the survival of root canal fillings: a 10-year retrospective study. *J Endod.* 2005;31(11):783-90.
21. Dammaschke T, Steven D, Kaup M, Ott KHR. Long-term survival of root-canal-treated teeth: a retrospective study over 10 years. *J Endod.* 2003;29(10):638-43.
22. Cheung GSP. Survival of first-time nonsurgical root canal treatment performed in a dental teaching hospital. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 2002;93(5):596-604.
23. Lin LM, Skribner JE, Gaengler P. Factors associated with endodontic treatment failures. *J Endod.* 1992;18(12):625-7.
24. Marques MD, Moreira B, Eriksen HM. Prevalence of apical periodontitis and results of endodontic treatment in an adult, Portuguese population. *Int Endod J.* 1998;31(3):161-5.
25. Halse A, Molven O. Overextended gutta-percha and Kloroperka N-O root canal fillings. Radiographic findings after 10-17 years. *Acta Odontol Scand.* 1987;45(3):171-7.
26. Pascon EA, Spångberg LS. In vitro cytotoxicity of root canal filling materials: 1. Gutta-percha. *J Endod.* 1990;16(9):429-33.

27. Erausquin J, Muruzábal M, Devoto FC, Rikles A. Necrosis of the periodontal ligament in root canal overfillings. *J Dent Res.* 1966;45(4):1084-92.
28. Markowitz K, Moynihan M, Liu M, Kim S. Biologic properties of eugenol and zinc oxide-eugenol. A clinically oriented review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1992;73(6):729-37.
29. Alley BS, Gray Kitchens G, Alley LW, Eleazer PD. A comparison of survival of teeth following endodontic treatment performed by general dentists or by specialists. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004;98(1):115-8.
30. Wu M-K, Shemesh H, Wesselink PR. Limitations of previously published systematic reviews evaluating the outcome of endodontic treatment. *Int Endod J.* 2009;42(8):656-66.
31. Goldman M, Pearson AH, Darzenta N. Endodontic success--who's reading the radiograph? *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1972;33(3):432-7.
32. Bender IB, Seltzer S. Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone: I. 1961. *J Endod.* 2003;29(11):702-6; discussion 701.
33. Van der Stelt PF. Experimentally produced bone lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1985;59(3):306-12.
34. Friedman S, Stabholz A, Tamse A. Endodontic retreatment--case selection and technique. 3. Retreatment techniques. *J Endod.* 1990;16(11):543-9.
35. Ricucci D, Bergenholtz G. Bacterial status in root-filled teeth exposed to the oral environment by loss of restoration and fracture or caries--a histobacteriological study of treated cases. *Int Endod J.* 2003;36(11):787-802.
36. Liang Y-H, Li G, Wesselink PR, Wu M-K. Endodontic outcome predictors identified with periapical radiographs and cone-beam computed tomography scans. *J Endod.* 2011;37(3):326-31.
37. Orstavik D. Time-course and risk analyses of the development and healing of chronic apical periodontitis in man. *Int Endod J.* 1996;29(3):150-5.
38. Garcia de Paula-Silva FW, Hassan B, Bezerra da Silva LA, Leonardo MR, Wu M-K. Outcome of root canal treatment in dogs determined by periapical radiography and cone-beam computed tomography scans. *J Endod.* 2009;35(5):723-6.
39. Quesnell BT, Alves M, Hawkinson RW, Johnson BR, Wenckus CS, BeGole EA. The effect of human immunodeficiency virus on endodontic treatment outcome. *J Endod.* 2005;31(9):633-6.
40. Penesis VA, Fitzgerald PI, Fayad MI, Wenckus CS, BeGole EA, Johnson BR. Outcome of One-visit and Two-visit Endodontic Treatment of Necrotic Teeth with Apical Periodontitis: A Randomized Controlled Trial with One-year Evaluation. *J Endod.* 2008;34(3):251-7.

41. Pettiette MT, Delano EO, Trope M. Evaluation of success rate of endodontic treatment performed by students with stainless-steel K-files and Nickel-titanium hand files. *J Endod.* 2001;27(2):124-7.
42. Aquilino SA, Caplan DJ. Relationship between crown placement and the survival of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent.* 2002;87(3):256-63.
43. Tickle M, Milsom K, Qualtrough A, Blinkhorn F, Aggarwal VR. The failure rate of NHS funded molar endodontic treatment delivered in general dental practice. *Br Dent J.* 2008;204(5):E8; discussion 254-5.
44. Lewsey JD, Gilthorpe MS, Gulabivala K. An introduction to meta-analysis within the framework of multilevel modelling using the probability of success of root canal treatment as an illustration. *Community Dent Health.* 2001;18(3):131-7.
45. European Society of Endodontology. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J.* 2006;39(12):921-30.
46. Kvist T, Reit C. Results of endodontic retreatment: a randomized clinical study comparing surgical and nonsurgical procedures. *J Endod.* 1999;25(12):814-7.
47. Lumley PJ, Lucarotti PSK, Burke FJT. Ten-year outcome of root fillings in the General Dental Services in England and Wales. *Int Endod J.* 2008;41(7):577-85.
48. Negishi J, Kawanami M, Ogami E. Risk analysis of failure of root canal treatment for teeth with inaccessible apical constriction. *J Dent.* 2005;33(5):399-404.
49. Del Fabbro M, Taschieri S, Lodi G, Banfi G, Weinstein RL. Magnification devices for endodontic therapy. In: *The Cochrane Collaboration, éd. Cochrane Database of Systematic Reviews.* Chichester : UK: John Wiley & Sons,Ltd,2009.<http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD005969.pub2>
50. Pedrazzi V, Oliveira-Neto JM, Sequeira P, Fedorowicz Z, Nasser M. Hand and ultrasonic instrumentation for orthograde root canal treatment of permanent teeth. In: *The Cochrane Collaboration, éd. Cochrane Database of Systematic Reviews.* Chichester : John Wiley & Sons, Ltd, 2008. <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD006384.pub3>
51. Fedorowicz Z, Carter B, de Souza RF, Chaves C de AL, Nasser M, Sequeira-Byron P. Single crowns versus conventional fillings for the restoration of root filled teeth. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;5:CD009109.
52. Gesi A, Hakeberg M, Warfvinge J, Bergenholtz G. Incidence of periapical lesions and clinical symptoms after pulpectomy—A clinical and radiographic evaluation of 1- versus 2-session treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology.* 2006;101(3):379-88.

DUCHESNE (Rozenn) Pronostic des traitements endodontiques : analyse de la littérature 56f. ; ill. ; 52 ref. ; 30 cm (Thèse Chir. Dent. ; Nantes ; 2015)

RÉSUMÉ

La thérapeutique endodontique est un acte difficile dont le succès dépend de nombreux aléas. La réussite du traitement, à court, moyen et long terme, a été largement étudiée depuis des dizaines d'années. La littérature scientifique est riche d'études explorant les facteurs qui entrent en jeu dans son résultat. Les méthodes d'analyse multivariée sur des études de cohortes permettent d'estimer l'impact simultané de ces facteurs de risque.

Notre travail a consisté, à l'aide d'études pronostiques multivariées, à faire le point sur les taux ou probabilité de succès annoncés dans la littérature, et à comparer les résultats trouvés au moyen de 2 analyses différentes : la régression logistique et l'analyse de survie.

Leur résultats sont superposables et mettent en exergue l'importance du statut apical et de la qualité de la restauration coronaire, mais également du nombre de séances de traitement, du respect du protocole opératoire incluant la qualité de l'obturation radiculaire.

L'analyse de survie présente toutefois l'avantage de suivre l'évolution du traitement au cours du temps, ce qui est particulièrement intéressant en endodontie avec les délais de cicatrisation apicale variables, et l'apparition de succès ou d'échec jusqu'à plusieurs années après le traitement. L'analyse de survie permet ainsi de calculer des temps moyens et des médianes de survie, ainsi qu'une probabilité de succès en fonction du temps. Cette méthode d'analyse ne devrait-elle pas être appliquée à toutes les études pronostiques ?

RUBRIQUE DE CLASSEMENT ODONTOLOGIE-ENDODONTIE

MOTS CLES MESH

Endodontie – Endodontics

Résultat thérapeutique – Treatment outcome

Risque - Risk

Analyse multivariée – Multivariate analysis

Taux de survie – Survival rate

MEMBRES DU JURY

Présidente Mme le Professeur Fabienne Pérez

Assesseur Mme le Docteur Véronique Armengol

Assesseur Mme le Docteur Cécile Dupas

Directeur de Thèse Mme le Docteur Bénédicte Castelot-Enkel

ADRESSE DE L'AUTEUR 38 rue de l'Angevinière 49120 La Jumellière
rozenn.duchesne@gmail.com