

Détermination des critères radiologiques qualitatifs contribuant significativement au résultat radiologique d'un traitement endodontique

Establishing Qualitative X-ray Criteria to Significantly Contribute to the Radiological Results of an Endodontic Treatment

Matysiak M¹, Tardieu-Fabre F², Galliot M³

Résumé

Objectifs : Établir une liste de critères radiologiques traduisant une qualité insuffisante d'un traitement endodontique, sélectionner les critères les plus discriminants liés à la qualité radiologique du traitement et proposer une aide à la décision.

Méthodes : A partir de la littérature internationale, douze critères radiologiques, traduisant une qualité insuffisante d'un traitement d'endodontie, ont été sélectionnés. Ce référentiel a été testé par cinq examinateurs sur un échantillon de 411 traitements d'endodontie matérialisés sur des clichés radiographiques rétroalvéolaires sélectionnés aléatoirement sur le flux journalier des ententes préalables dans quatre échelons locaux du service médical de l'assurance maladie. Une analyse de régression logistique pas à pas descendante a distingué les critères les plus discriminants pour émettre un avis sur la qualité radiologique d'un traitement d'endodontie.

Résultats : Les cinq examinateurs présentaient une bonne reproductibilité intra-examinateurs ($0,62 < \text{coefficient kappa} < 0,91$) et une reproductibilité inter-examinateurs acceptable ($0,46 < \text{coefficient kappa} < 0,78$) de leurs observations pour la qualité radiologique globale d'un traitement d'endodontie. L'analyse de régression logistique montrait que la qualité radiologique de ces traitements était principalement liée à la présence ou à l'absence d'une sous-obturation, à la présence ou l'absence d'une vacuité dans le scellement, à la présence ou à l'absence d'une extrusion apicale du matériau d'obturation, à la présence ou à l'absence d'une lésion apicale, et à l'opacité du scellement. Ce modèle présentait une sensibilité (94,4 %) et une spécificité (89,2 %) importantes.

Conclusions : Le référentiel proposé dans ce travail doit permettre, dans des études de santé publique, la détection des traitements de qualité radiologique insuffisante avec de très bonnes sensibilité et spécificité.

Rev Med Ass Maladie 2003;34,2:111-120

Mots clés : endodontie, soins dentaires, radiographie dentaire, évaluation, santé publique.

Summary

Aims: Our goals were to elaborate a list of radiological criteria suggesting inadequate endodontic treatment, select the most discriminating criteria for X-ray quality and to offer assistance in decision-making.

Methods: After a review of the international literature, we selected twelve radiological criteria which suggested inadequate endodontic treatment. Five different examiners tested the referential using a sample of 411 endodontic treatments which were visible on retroalveolar X-ray films randomly selected from the daily flow of prior approval requests emanating from four local medical services attached to the national health fund. We used descending step-by-step logistic regression analysis for identifying the most discriminating criteria relative to the radiological quality of a given endodontic treatment.

Results: The five examiners showed good intra-examiner reproducibility ($0.62 < \text{coefficient kappa} < 0.91$) as well as good inter-examiner reproducibility for their ratings concerning the overall X-ray quality of a given endodontic treatment ($0.46 < \text{coefficient kappa} < 0.78$). Logistic regression demonstrated that the radiological quality of treatments was related to the presence or absence of under-filling, of a void in the filling material, of apical extrusion of the filling material, of an apical lesion and also depended on the radiographic density of the filling material. The model's sensitivity (94.4%) and specificity (89.2%) were high.

Conclusions: Thanks to its very good sensitivity and specificity, the referential we developed should be useful in public health studies for detecting treatments presenting inadequate X-ray quality.

Rev Med Ass Maladie 2003;34,2:111-120

Key words: endodontic treatment, dental care, dental X-ray, evaluation, public health.

¹ Chirurgien-dentiste-conseil, Echelon local du service médical de Grenoble (CNAMTS).

² Chirurgien-dentiste-conseil, Echelon local du service médical de Nice (CNAMTS).

³ Chirurgien-dentiste-conseil, Echelon local du service médical de Lyon (CNAMTS).

Adresse pour correspondance : Dr Michel Matysiak, Echelon local du service médical de Grenoble (CNAMTS), 66 avenue Marcellin Berthelot, F-38040 Grenoble cedex 9.

E-mail: michel.matysiak@elsm-grenoble.cnams.fr

INTRODUCTION

L'objectif d'un traitement endodontique est de supprimer l'infection du système canalaire, en éradiquant les bactéries et leurs toxines et les débris organiques [1].

Pour ce faire, le chirurgien-dentiste doit réaliser la mise en forme canalaire, en respectant la morphologie originelle des canaux et des tissus périapicaux, suivie d'une désinfection endodontique et d'une obturation tridimensionnelle étanche et durable du système canalaire [2].

Ces trois étapes du scellement endodontique doivent permettre de prévenir la réinfection par un isolement hermétique du système canalaire, de la cavité buccale et des tissus périapicaux. Elle doit aussi emmurer les irritants qui n'ont pu être totalement éliminés lors de l'étape de désinfection et de mise en forme, et combler les espaces vides susceptibles d'abriter des bactéries et de favoriser leur développement [3, 4].

Or, en 1996, l'Agence nationale pour le développement de l'évaluation médicale (ANDEM) constatait, après une revue de la littérature, que la qualité des traitements canalaires effectués en pratique généraliste était insuffisante. Le pourcentage de traitements endodontiques jugés inadéquats, sur la base d'une évaluation radiographique, variait de 40 % à 70 % des traitements évalués selon les auteurs. Le manque de standardisation des critères d'évaluation amène à considérer ces résultats avec réserve [5].

Il n'en demeure pas moins que ces proportions d'échec ne sont pas sans conséquence sur la santé publique du fait des risques de complications locales [6-8] ou générales [9] générés par une insuffisance de traitement endodontique.

Dans la pratique odonto-stomatologique quotidienne, le chirurgien-dentiste évalue le résultat qualitatif de son traitement endodontique sur un cliché radiographique post-opératoire rétroalvéolaire argentique ou à image numérisée [10]. Le chirurgien-dentiste-conseil ne dispose aussi que de ce seul moyen, imparfait [11, 12] car l'image radiographique finale ne reflète pas la qualité réelle du traitement réalisé [1], notamment parce que le cliché ne permet pas d'apprécier si les différentes phases cliniques ont été respectées.

Par contre, un cliché radiographique post-opératoire visualise plus facilement les résultats de traitements inadéquats, tel qu'un manque de condensation, une faiblesse d'opacité du scellement canalaire ou un scellement infra- ou extra-apical.

Les objectifs de cette étude étaient d'élaborer, à partir des données bibliographiques sélectionnées, une liste de critères radiologiques traduisant une qualité insuffisante d'un traitement endodontique, de sélectionner les critères les plus discriminants

liés à la qualité radiologique du traitement et de proposer une équation d'estimation de cette qualité, comme aide à la décision.

MÉTHODES

1. Elaboration du référentiel

Le référentiel d'évaluation de la qualité radiologique incorrecte des traitements endodontiques a été élaboré à partir des recommandations de l'ANDEM [5], du rapport de consensus de l'*European Society of Endodontology* [13], d'articles de synthèse de l'Encyclopédie médico-chirurgicale [6, 14-16], et d'articles internationaux reconnus en la matière [10, 17-20].

Il comprenait douze variables qualitatives dichotomiques dont les codes étaient : présence = 1, absence = 0 (Figure 1). La variable « qualité globale du traitement » était codée par : qualité correcte = 0, qualité incorrecte = 1.

Pour les dents multiradiculées, les critères d'évaluation s'appliquaient à chaque canal dentaire. Le traitement endodontique global de la dent était ensuite classé comme radiologiquement incorrect si au moins un des canaux présentait un traitement endodontique de qualité incorrecte.

Les douze variables radiologiques sélectionnées étaient :

Présence d'une obturation de faible opacité radiologique (OPA) :

Ce critère radiologique est un des signes de défaut d'étanchéité de l'obturation d'un canal dentaire [5]. Son évaluation est très importante, mais elle est influencée par le degré de radio-opacité du matériau de scellement. Il doit être interprété concomitamment avec la présence ou l'absence de vacuités au sein du scellement ou le long des parois canalaires.

Présence d'une ou plusieurs vacuités (radioclarités) dans le traitement endodontique et/ou le long des parois canalaires (VAC) :

Selon l'ANDEM « le canal doit apparaître totalement obturé, le profil de l'obturation doit reproduire le profil initial du canal, aucun vide ne doit être observé entre l'obturation et les parois du canal... » [5, 20].

Ce critère englobe la présence d'un contour périphérique irrégulier ou flou du scellement jusqu'à la présence d'une radioclarité en bordure ou au sein même du scellement. Il signe une insuffisance de contact pariétal du scellement.

		Code	Identifiants du cliché
Numéro de dossier _ _ _			
Date de l'observation _ _ _ _ _ _ _			
			E.L.S.M. _ _ _ _ U.F. _ _
<input type="checkbox"/> Présence d'une obturation de faible opacité radiologique (OPA)	Oui = 1 Non = 0	<input type="checkbox"/>	Date du cliché : _ _ _ _ _ _ _
<input type="checkbox"/> Présence d'une ou plusieurs vacuités dans le traitement endodontique (VAC) <small>Le long des parois canalaires et/ou dans la lumière canalair.</small>	Oui = 1 Non = 0	<input type="checkbox"/>	N° de la dent _ _
<input type="checkbox"/> Absence du matériau d'obturation sur une hauteur >2mm de l'apex radiographique (sous-obturation) (SOB)	Oui = 1 Non = 0	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Présence d'une extrusion excessive de matériau d'obturation dans le périapex (EOB)	Oui = 1 Non = 0	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Présence d'une lésion périapicale chronique (LAP)	Oui = 1 Non = 0	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/> Présence d'une vacuité >2mm entre l'extrémité radiculaire d'un inlay-core et le traitement endodontique sous-jacent (VIC)	Oui = 1 Non = 0	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/> Présence d'un bris instrumental ne permettant pas l'obturation complète et hermétique du canal dentaire (FRI)	Oui = 1 Non = 0	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/> Présence d'une perforation iatrogène radiculaire ou du plancher pulpaire au niveau de la furcation des racines (PER)	Oui = 1 Non = 0	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/> Présence d'un espace desmodontal >2mm (DES)	Oui = 1 Non = 0	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/> Présence d'une condensation osseuse périradiculaire (COR)	Oui = 1 Non = 0	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/> Présence d'une résorption apicale (RES)	Oui = 1 Non = 0	<input type="checkbox"/>	
<input checked="" type="checkbox"/> Augmentation de la radioclarité à l'apex de la racine dentaire (RAP) <small>*la dent présentait initialement une atteinte pulpaire chronique *la dent présentait initialement un traitement endodontique</small>	Oui = 1 Non = 0	<input type="checkbox"/>	
Avis de chirurgien-dentiste conseil		Qualité incorrecte = 1 Qualité correcte = 0	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Signes radiologiques principaux		<input checked="" type="checkbox"/> Signes radiologiques secondaires	

Figure 1. Grille d'évaluation de la qualité radiologique d'un traitement endodontique. Chaque signe radiologique a deux modalités de réponse : présent (oui = 1), absent (non = 0). La valeur attribuée à chaque signe est reportée dans l'équation de régression pour calculer la probabilité de classement du traitement endodontique comme radiologiquement incorrect ou correct.

Absence du matériau d'obturation sur une hauteur > 2 mm de l'apex radiographique (sous-obturation) (SOB) [5, 20, 15] :

Une sous-obturation endodontique supérieure à 2 mm est significativement corrélée à la présence de lésions apicales [10, 21-24].

Présence d'une extrusion excessive de matériau d'obturation dans le périapex (EOB) [5, 14, 15, 20] :

Cet accident est le résultat d'une compression axiale trop importante du matériau de scellement [6]. Le débordement dans le périapex est un corps étranger irritant le desmodonte. Il retarde ou em-

pêche la cicatrisation par cémentogenèse [19]. L'inflammation persistante prend l'aspect d'un granulome apical [14, 25].

Présence d'une lésion périapicale chronique (LAP) [5, 13, 20] :

Selon certains auteurs, la présence d'une lésion péri-apicale préopératoire augmente le taux d'échec du traitement endodontique [26-28]. Ce critère est dépendant du facteur temps. La vitesse et le schéma de guérison d'une lésion péri-apicale dépendent de son volume initial et du délai d'évaluation [26, 29]. L'image d'une cicatrisation de la lésion périapicale peut ne pas être objectivée si

l'évaluation radiographique du traitement endodontique est réalisée à court terme dans un délai inférieur à une année [19].

Présence d'une vacuité > 2 mm entre l'extrémité radiculaire d'un inlay-core et le traitement endodontique sous-jacent (VIC) :

Cette vacuité peut représenter un foyer septique en cas de mauvaise stérilisation canalaire au moment de la préparation.

Présence d'un bris instrumental ne permettant pas l'obturation complète et hermétique du canal dentaire (FRI) [6, 14, 20] :

Sont retenus dans ce critère, les bris instrumentaux laissant en aval plus de 2mm de lumière canalaire sans scellement. Un bris instrumental peut compromettre le pronostic du traitement, lorsqu'il siège à distance de l'apex en empêchant une stérilisation et un scellement canalaire complets [30]. Cet accident peut être dû à une fatigue excessive des instruments endodontiques ou à une faute technique de l'opérateur (absence de contrôle de l'instrumentation, non-respect des règles de manipulation, insistance face à une difficulté de préparation endodontique) [6].

Présence d'une perforation iatrogène radiculaire ou du plancher pulpaire au niveau de la furcation des racines (PER) [6, 14, 15, 20] :

Les perforations d'origine iatrogène, au cours d'un traitement endodontique, intéressent principalement le plancher caméral ou la paroi canalaire. Leur pronostic est réservé, car elles sont fréquemment à l'origine d'atteintes parodontales ou péri-radiculaires. Les perforations radiculaires sont responsables de 9,6 % des échecs de traitement endodontique [31].

Présence d'un espace desmodontal > 2 mm (DES) [5, 13] :

Après une pulpectomie, le ciment dentaire et les fibres desmodontales deviennent le seul lien vital de la dent à l'organisme. Un élargissement radiologique de cette zone traduit la persistance d'une inflammation et signe à court terme l'échec du traitement endodontique.

Présence d'une condensation osseuse péri-radiculaire (COR) [5, 13] :

Une augmentation de la densité osseuse alvéolaire, après un traitement endodontique, marque l'engagement anormal du remodelage osseux vers l'hypersécrétion à cause de la persistance d'irritants péri-apicaux.

Présence d'une résorption apicale (RES) [5, 13] :

Un débridement et une stérilisation incomplets de l'endodonte va laisser persister des irritants dans la zone péri-apicale qui seront responsables du déclenchement d'une activité ostéoclasique contre l'apex dentaire ou la zone péri-apicale, ou les deux.

Augmentation de la radioclarité à l'apex de la racine dentaire (RAP) [5, 13, 20] :

Ce critère traduit la poursuite avec le temps du processus d'ostéolyse alvéolaire.

Ces quatre derniers critères sont retenus par l'ANDEM et l'European Society of Endodontology comme des signes radiologiques d'échec de traitement endodontique [5,13].

2. L'échantillonnage

La population cible était représentée par tous les traitements endodontiques réalisés par les chirurgiens-dentistes conventionnés et remboursés par les caisses primaires d'assurance maladie de Grenoble, Haute-Savoie, Lyon et Savoie.

La population source, d'où était tiré l'échantillon, était constituée par tous les traitements endodontiques réalisés par des chirurgiens-dentistes conventionnés et objectifs par des radiographies argentiques ou à images numérisées présents sur les demandes d'entente préalable de prothèses conjointes adressées à quatre échelons locaux du service médical de l'Assurance maladie de la région Rhône-Alpes.

L'individu statistique était le traitement endodontique. Les traitements d'endodontie sur dents immatures étaient exclus de l'étude, ainsi que ceux dont l'image radiologique était inexploitable.

En 1996, l'ANDEM répertoriait dans la littérature internationale, 40 % à 70 % de traitements d'endodontie jugés inadéquats sur la base de l'évaluation radiographique [5]. A partir de la fréquence minimale de 40 %, pour un risque de première espèce de 5 % et une précision de 5 %, la taille minimale de l'échantillon était de 369 traitements endodontiques à évaluer.

3. Recueil des données

Les radiographies objectivant un traitement endodontique ont été prélevées aléatoirement sur le flux d'une journée d'entente préalable de prothèse arrivant dans quatre échelons locaux du Service médical.

Cinq examinateurs ont participé à cette étude indépendamment les uns des autres. Trois d'entre eux ont examiné 150 traitements endodontiques (50 traitements par observateur) dans trois échelons locaux et les deux autres, du même échelon local, ont évalué 261 traitements d'endodontie. Au

total, 411 résultats radiologiques de traitement d'endodontie, respectant les critères d'inclusion, ont été utilisés pour tester les variables retenues de qualité insuffisante.

4. Traitement et analyse des données

Avant l'étude, des tests de concordance intra et inter-examineurs ont été réalisés. Dans son échelon local, chaque examinateur a sélectionné une série de 30 traitements endodontiques (valeur minimale de validité statistique) matérialisés sur des radiogrammes dentaires et les a évalués deux fois à quinze jours d'intervalle (reproductibilité intra-examineur). Les cinq examinateurs ont ensuite évalué à tour de rôle une même série de 30 traitements d'endodontie (reproductibilité inter-examineurs). L'intensité de la concordance entre les observateurs a été calculée par le coefficient kappa (κ) [32]. La signification statistique des divergences entre observations appariées a été obtenue par le Chi-2 de MacNemar. La concordance globale des observations entre les examinateurs a été appréciée par le test Q de Cochran.

Une analyse de régression logistique appliquée à des variables dichotomiques a été utilisée pour exprimer la relation entre la qualité radiologique du traitement endodontique (variable dépendante) et les douze variables qualitatives explicatives. Une procédure pas à pas descendante a été employée pour déterminer les variables les plus discriminantes du modèle [33].

L'indépendance des variables des tableaux de contingence a été testée par le Chi-2 de Pearson et les intervalles de confiance des pourcentages ont été calculés avec un risque de 5 %. Les données ont été traitées avec les logiciels SPSS® version 9.0 pour Windows® et Microsoft® Excel 97.

RÉSULTATS

1. Tests de reproductibilité intra- et inter-examineurs

A quinze jours d'intervalle, les examinateurs présentaient une bonne reproductibilité intra-examineur ($0,62 \leq \kappa \leq 0,91$), à l'exception de l'examineur n° 2 pour la variable SOB ($\kappa = 0,32$) et l'examineur n° 3 pour les variables VAC ($\kappa = 0,29$) et LAP ($\kappa = 0,04$). Le Chi-2 de MacNemar variait de 0,00 à 3,13, indiquant que les divergences d'observation pour un même examinateur n'étaient pas significatives.

Les cinq examinateurs présentaient aussi une reproductibilité acceptable de leurs observations pour la qualité radiologique globale d'un traitement endodontique (QUA) ($0,46 < \kappa < 0,78$) (Q de Cochran = 7,75 ; $p = 0,10$).

Il en était de même pour les variables SOB (Q de Cochran = 8,00 ; $p = 0,09$) et LAP (Q de Cochran = 8,83 ; $p = 0,07$).

Par contre, la reproductibilité inter-examineurs n'était pas homogène entre les cinq examinateurs pour les variables OPA (Q de Cochran = 19,11 ; $p = 0,001$), VAC (Q de Cochran = 14,67 ; $p = 0,005$) et EOB (Q de Cochran = 18,25 ; $p = 0,001$).

2. La régression logistique

L'application d'une analyse de régression logistique descendante pas à pas indiquait que cinq variables explicatives influençaient fortement le résultat qualitatif radiographique d'un traitement endodontique. Ces variables expliquaient 76,3 % du modèle (tableau I).

En fonction du gain apporté au modèle, les variables retenues étaient : présence ou absence d'une sous-obturation (SOB 42,7 %), présence ou absence d'une extrusion apicale du matériau d'obturation (EOB 14,4 %), présence ou absence de vautés dans le scellement (VAC 13,6 %), présence ou absence d'une lésion apicale (LAP 3,7 %) et opacité du scellement (OPA 2,0 %). Les autres variables avaient une contribution inférieure à 2 % et n'ont pas été retenues dans le modèle.

L'ajustement du modèle à cinq variables aux données observées était de très bonne qualité (test de Hosmer et Lemeshow : $\chi^2 = 1,49$; ddl = 5 ; $p = 0,914$).

Le modèle présentait une sensibilité (94,4 %) et une spécificité (89,2 %) importantes. Le pourcentage d'erreur de classement d'un traitement endodontique dans la catégorie « radiologiquement correct » était de 5,6 %. Le pourcentage d'erreur de classement d'un traitement endodontique dans la catégorie « radiologiquement incorrect » était de 10,8 % (tableau II).

L'équation de régression de ce modèle permettait de connaître la probabilité que la qualité radiologique globale d'un traitement d'endodontie soit incorrecte ou correcte, connaissant les valeurs (0 = correcte ou 1 = incorrecte) attribuées aux cinq variables explicatives (tableau I) :

$$P(\text{Qualité/SOB, VAC, EOB, LAP, OPA}) = \frac{1}{1 + e^{-(-5,98 \text{ SOB} - 5,26 \text{ VAC} - 5,70 \text{ EOB} - 2,49 \text{ LAP} - 1,74 \text{ OPA} + 15,20)}}$$

Tableau I
 Résultats de l'analyse de régression logistique. La variable dépendante est la qualité (QUA) et les cinq variables prédictives ou régresseurs retenues sont l'opacité de l'obturation (OPA), la vacuité (VAC), la sous-obturation (SOB), extrusion de l'obturation (EOB) et une lésion apicale (LAP).

Caractéristiques du modèle de régression								
Chi-2 du modèle sans régresseurs 550,34			Chi-2 du modèle avec 5 régresseurs 130,61			Gain dû aux 5 régresseurs 419,73		
Nagelkerke - R ²		0,867	Test de Hosmer et Lemeshow		1,49	5 ddl		p = 0,914
Les variables dans l'équation du modèle								
Variables	Paramètre (B)	Ecart-type (B)	Critère de Wald	ddl ^a	p ^b	R ^c	Exp (B) ^d	IC ^e de Exp(B)
OPA	- 1,74	0,57	9,17	1	0,003	- 0,114	0,1758	0,0571-0,5415
VAC	- 5,26	1,17	20,22	1	0,000	- 0,182	0,0052	0,0005-0,0515
SOB	- 5,98	1,04	32,83	1	0,000	- 0,237	0,0025	0,0003-0,0196
EOB	- 5,70	1,13	25,65	1	0,000	- 0,207	0,0033	0,0004-0,0304
LAP	- 2,49	0,73	11,45	1	0,001	- 0,131	0,0833	0,0198-0,3515
Constante	15,20	2,30	44,07	1	0,000			

^a ddl : degré de liberté ^b p : seuil de signification ^c R : coefficient partiel de corrélation
^d Exp(B) : exponentielle de B ^e IC : intervalle de confiance de Exp(B) à 95 %

Tableau II
 Qualité radiologique du traitement endodontique observée en fonction de la qualité prévue par le modèle à cinq régresseurs.

Qualité prédite par le modèle	Qualité observée		
	Incorrecte	Correcte	Total
Incorrecte	152	27	179
Correcte	9	223	232
Total	161	250	411

Sensibilité = 94,4 % Spécificité = 89,2 %

Les variables qualitatives retenues étant dichotomiques, un traitement endodontique sera classé comme radiologiquement correct si la valeur de la probabilité calculée à partir de l'équation de régression est supérieure ou égale à 0,9999. En dessous de cette valeur, le traitement sera classé comme radiologiquement incorrect (ce qui permet de rejeter tous les traitements endodontiques présentant plus d'un critère radiologique incorrect).

A titre d'exemple, avec SOB = 1, VAC = 0, EOB = 0, LAP = 1 et OPA = 0, le dénominateur de l'équation serait égal à $1 + e^{-6,73} = 1,0011945$ et la probabilité de la qualité du traitement serait dans ce cas égale à $P(\text{Qualité}/1,0,0,1,0) = 0,9988$. Ce traitement d'endodontie serait classé comme radiologiquement incorrect.

La courbe sigmoïde des probabilités du niveau de qualité radiologique en fonction des 32 combinaisons (2^5) des cinq variables explicatives est présentée dans la figure 2.

DISCUSSION

1. Sur le choix des critères radiologiques de qualité insuffisante

La radiographie rétroalvéolaire argentique ou à image numérisée est la seule méthode quotidiennement employée en chirurgie-dentaire omnipratique pour évaluer le résultat technique d'une procédure endodontique [10]. La qualité du scellement canalaire est déterminée par son apparence radiologique dans le sens vestibulo-palatin ou lingual. Or cette projection n'est pas entièrement satisfaisante pour objectiver la qualité intrinsèque d'un traitement endodontique.

Plusieurs facteurs sont des sources d'erreur d'interprétation de la qualité du scellement endodontique. La forme du canal peut faire apparaître le scellement comme adéquat dans le sens vestibulo-palatin alors qu'il est incorrect dans le sens mésio-distal [10]. Les molaires et les prémolaires maxil-

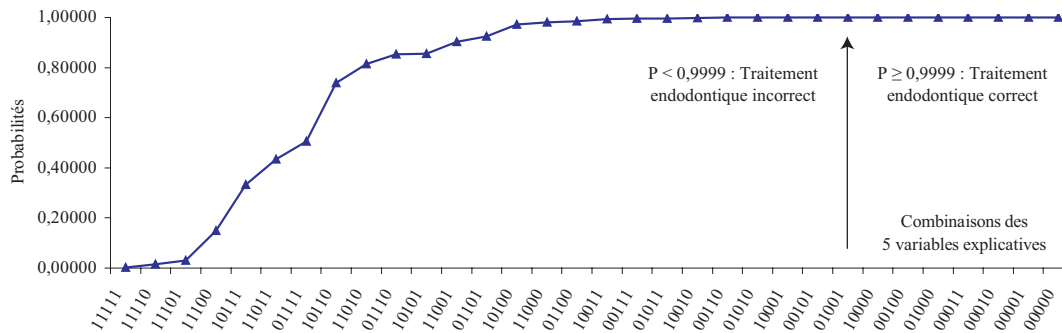


Figure 2. Courbe des probabilités de la qualité radiologique d'un traitement endodontique en fonction des 32 combinaisons possibles des cinq variables explicatives.

Chaque combinaison est ordonnée. Le premier chiffre représente la valeur de la variable SOB, le deuxième celle de VAC, la troisième celle de EOB, la quatrième celle de LAP et la cinquième celle de OPA. La valeur 1 est attribuée à une variable incorrecte et 0 dans le cas contraire. Exemple, la combinaison 11011 représente SOB = 1, VAC = 1, EOB = 0, LAP = 1, OPA = 1 et a pour probabilité $p(Q) = 0,4329$. Ce traitement endodontique est classé comme radiologique incorrect.

laire peuvent aussi présenter des images de superposition radiologiques de leurs racines du fait de leurs courbures anatomiques très variées. La situation verticale du foramen apical se situe fréquemment entre 1 à 3 millimètres en deçà de l'extrémité radulaire [34-36]. Le trajet canalaire, dans le tiers apical, présente aussi des variations brusques et indépendantes du contour externe de la racine. Les contours orientés du côté vestibulaire, lingual ou palatin ne sont pas visibles à la radiographie [37]. Toutes ces difficultés augmentent l'incertitude sur le résultat radiologique et le risque de faux positif vis-à-vis de la qualité du traitement.

L'évaluation radiologique de la qualité d'un scellement endodontique et de sa limite apicale est donc un acte difficile. C'est pourquoi le référentiel présenté dans cette étude a été élaboré non sur des critères de qualité qui se heurteraient aux difficultés d'interprétation précédentes avec un risque de surestimation de la qualité, mais à partir des critères radiologiques de qualité insuffisante plus faciles et plus fiables à détecter sur un cliché radiographique. Rappelons que, malgré un aspect radiologiquement idéal, 13 % [21] à 14 % [12] des traitements endodontiques peuvent présenter, avec le temps, une lésion apicale.

2. La reproductibilité intra- et inter-examineurs

Les observations réalisées par les examineurs, au cours du test de reproductibilité inter-examineurs, sont habituellement suivies d'une concertation de ces derniers pour évaluer en commun les observations divergentes et tenter d'aboutir à une appréciation commune. Cette procédure tend à accroître artificiellement le taux de concordance des observations, comme le montre l'étude de Goldman en 1974 [38]. Six examineurs évaluaient les mêmes radiographies de canaux dentaires et arri-

vaient à 50 % d'accords sans concertation, pour aboutir à 75 % d'accords après concertation.

C'est pourquoi, afin de se placer dans la même situation qu'un chirurgien-dentiste exerçant au quotidien, le test de reproductibilité, réalisé dans cette étude, n'a pas été suivi d'une concertation après examen. Ceci explique les quelques divergences d'observations survenues entre trois examinateurs pour les variables d'opacité du scellement, de présence d'une vacuité et de présence d'une extrusion du matériau de scellement dans le péri-apex.

L'appréciation du niveau d'opacité et de la présence d'une vacuité dans un scellement endodontique semble être plus difficile à appréhender par les examinateurs que celle des autres variables. Des seuils de densité du scellement seraient nécessaires pour faciliter l'estimation de l'opacité, ainsi que la définition du nombre et de l'étendue critiques des vacuités.

Nonobstant cette remarque, la reproductibilité inter-examineurs est acceptable, quant à la qualité globale du résultat radiologique des traitements endodontiques ($0,46 < \kappa < 0,78$).

L'utilisation de ce référentiel montre aussi une très bonne reproductibilité des observations pour chaque examinateur ($0,62 < \kappa < 0,91$).

3. Critères qualitatifs influençant la qualité radiologique d'un traitement endodontique

En 1990, partant de l'hypothèse que les bactéries étaient la cause primaire de l'échec thérapeutique endodontique, Sjögren *et al.* ont évalué les résultats de traitements endodontiques de 635 dents, traitées 8 à 10 ans auparavant par des étudiants en odontologie. Pour 204 dents initialement traitées pour nécrose pulpaire, ils tentèrent de caractériser, par une analyse de régression logistique pas à pas, l'existence d'un possible lien entre le résultat radio-

logique du traitement d'endodontie et quatre variables indépendantes : l'obturation canalair, la résorption apicale, la présence d'une butée et une perforation radiculaire [19]. Avec ce modèle, seulement 11 % des échecs de traitement observés étaient correctement classés. Ce résultat aboutissait à la conclusion que d'autres variables devaient certainement intervenir.

La présente étude montre qu'effectivement un plus grand nombre ainsi que d'autres facteurs qualitatifs doivent être pris en compte dans l'évaluation radiologique du résultat d'un traitement endodontique. Parmi les douze facteurs qualitatifs sélectionnés initialement dans ce référentiel, cinq variables influenceraient fortement le résultat qualitatif radiologique d'un traitement endodontique, tout en ne perdant qu'une faible part de l'information : la présence ou l'absence d'un scellement en deçà de 2 mm de l'apex radiographique, la présence ou l'absence d'une vacuité dans le scellement ou le long des parois canalaires, la présence ou l'absence d'une extrusion du matériau de scellement dans le péri-apex, la présence ou l'absence d'une lésion périapicale et la faiblesse de l'opacité du scellement.

Les sept autres facteurs non retenus dans le modèle ont une certaine valeur clinique intrinsèque mais qui n'apportent qu'une information complémentaire de faible amplitude sur la qualité du résultat radiologique global d'un traitement d'endodontie, lorsqu'ils sont combinés aux cinq facteurs précédents.

Ce modèle à cinq variables présente une sensibilité importante à reconnaître un traitement de qualité incorrecte (94,4 %). Le risque de faux positif est de 5,6 % (6 traitements endodontiques sur 100 peuvent être classés à tort comme corrects, alors qu'ils sont incorrects). Il montre aussi une très bonne spécificité (89,2 %) avec un risque de faux négatif de 10,8 % (11 traitements endodontiques sur 100 peuvent être classés à tort comme incorrects, alors qu'ils sont corrects).

Là encore, la conservation de deux facteurs supplémentaires, dans un modèle à sept variables, tels que « présence ou absence d'une perforation iatrogène » et « présence ou absence d'un élargissement desmodontal » n'aurait ajouté que 4 % d'information supplémentaire sur la qualité. Cet apport très modéré aurait accru la spécificité du modèle à classer un traitement comme correct de 6,8 %, mais aurait diminué sa sensibilité à classer un traitement comme incorrect de 5,6 %.

Au regard des objectifs de ce référentiel, le modèle à cinq variables est plus intéressant, car il permet de reconnaître les traitements incorrects avec une plus grande sensibilité.

De ce fait, l'équation de régression, fournie par l'analyse, peut être utilisée avec un bon niveau de confiance dans des études d'évaluation de la quali-

té du résultat radiologique des traitements endodontiques.

Les variables concernant la limite radiologique apicale du scellement endodontique (infra ou supra-apicale) et la présence ou l'absence d'une lésion périapicale contribuent fortement à l'appréciation du niveau de qualité d'un traitement endodontique. Ceci est en accord avec les résultats d'une étude de méta-analyse menée par Basradjian-Charles *et al.* en 2002 [39], à partir de 80 articles internationaux répertoriés sur *Medline* entre janvier 1982 et janvier 2001 traitant de l'évaluation des résultats des traitements endodontiques à long terme. Les résultats montrent que deux facteurs principaux influencent très significativement le résultat d'un traitement d'endodontie : l'état préopératoire du périapex et la limite apicale de l'obturation endodontique.

Cette méta-analyse indique aussi que le niveau d'échec des traitements endodontiques est plus important quand le scellement endodontique dépasse le foramen apical, provoquant une irritation et un retard de la cicatrisation des tissus périapicaux. Elle relève également que l'homogénéité et l'absence de vide dans le scellement ou le long des parois canalaires ont un rôle vraisemblablement très important dans la réussite du traitement.

Ces deux derniers facteurs ont été pris en compte dans le présent référentiel et sont effectivement très contributifs à la qualité radiologique du traitement.

4. Les recommandations

Pour Ödesjö *et al* [23], le traitement endodontique d'une dent serait soit un acte techniquement très difficile, soit un acte pour lequel chaque étape de la procédure de traitement ne serait pas scrupuleusement respectée par les praticiens traitants.

Or, les échecs des traitements endodontiques représentent un problème important en santé publique par leur fréquence et leurs coûts et plus encore par les complications infectieuses souvent locales et parfois focales qu'elles peuvent induire (endocardite bactérienne, abcès de cerveau). Il est donc impératif, pour la santé des patients que les chirurgiens-dentistes préviennent la contamination bactérienne de l'espace endodontique aussi bien au cours d'un traitement initial que lors d'une reprise de traitement endodontique.

Ce besoin d'assurer une qualité de service rendu aux patients en matière d'endodontie a amené l'*European Society of Endodontology* et la *British Endodontic Society* à émettre des recommandations de bonnes pratiques des traitements d'endodontie [13]. Ces instances demandaient de respecter les points suivants :

- prise d'une radiographie préopératoire et pose d'une digue,

- préparation de la cavité d'accès assurant une bonne visibilité avec respect des tissus dentaire,
- détermination de la longueur de travail qui doit se situer entre 0,5 mm et 2 mm de l'apex radiographique,
- préparation du système canalaire avec éviction du tissu pulpaire et des débris dentinaires,
- irrigation abondante par des solvants désinfectants associés à des lubrifiants,
- scellement en totalité du système canalaire sans espace visible à l'intérieur et le long des parois,
- aucun espace ne doit être visible entre l'extrémité apicale du scellement et celle de l'apex dentaire,
- prise d'une radiographie de contrôle.

En France, en 1996, de semblables recommandations ont été établies par l'ANDEM.

Du point de vue économique, il est aussi indispensable que l'Assurance maladie puisse apprécier avec efficacité si les actes d'endodontie qu'elle rembourse sont réalisés conformément aux critères de qualité reconnus et publiés par la communauté scientifique.

Le référentiel proposé dans ce travail, basé sur des critères issus de la littérature internationale, doit permettre, lors d'études de santé publique, la détection des traitements de qualité radiologique insuffisante ou incorrecte avec une très bonne sensibilité et spécificité. Il représente pour le chirurgien-dentiste conseil, un outil rationnel d'objectivation de ses observations radiologiques, d'information et d'accompagnement des chirurgiens-dentistes et des médecins stomatologistes. La connaissance et la prise de conscience des variables impliquées dans la qualité des traitements endodontiques contribueront, avec le temps, à l'amélioration de la qualité de ces traitements et à la pérennité des prothèses conjointes scellées sur ces dents traitées.

Remerciements

Les auteurs remercient M. le Dr Roland Chabert, chirurgien-dentiste-conseil chef de service à la direction régionale du service médical de Rhône-Alpes (CNAMTS) et M^{mes} les Dr Marie Massemmin et Marie-Christine Cochard, chirurgiens-dentistes-conseils des échelons locaux de Savoie et de Haute-Savoie, pour leur aide au bon déroulement de ce travail au sein du Groupe de réflexion et d'évaluation dentaire Rhône-Alpes.

RÉFÉRENCES

1. Pertot WJ, Machtou P. L'étanchéité coronaire : facteur de réussite du traitement endodontique. *Les Cahiers de prothèse* 2001;116:21-9.
2. Schilder H. *Cleaning and shaping the root canal*. *Dent Clin North Am* 1974;18:269-96.

3. Möller AJR, Fabricius L, Dahlen G, Ohman AE, Heyden G. Influence on periapical tissues of indigenous oral bacteria and necrotic pulp tissues in monkeys. *Scand J Dent Rest* 1981;89:475-84.
4. Molven O, Olsen I, Kerekes K. Scanning electron microscopy of bacteria in the apical part of root canals in permanent teeth with periapical lesions. *Endod Dent Traumatol* 1991;7:226-9.
5. Agence nationale pour le développement de l'évaluation médicale. *Recommandations et références dentaires : retraitement endodontique des dents permanentes matures*. Paris : ANDEM ; 1996. p 59-103.
6. Vené G, Médioni E. *Complications des traitements radicaux*. Editions Techniques - Encycl. Méd. Chir. Paris, Stomatologie-Odontologie II, 23-060 A¹⁰, 1994, 4 p.
7. Orstavik D. Time-course and risk analyses of the development and healing of chronic apical periodontitis in man. *Int Endod J* 1996;29:150-5.
8. Chikhani L, Dichamp J, Bertrand JC, Guilbert F. Dépassement de pâte canalaire dans le sinus maxillaire : vers une nouvelle responsabilité professionnelle. *Act Odont-Stom* 1995;192:563-71.
9. Société de pathologie infectieuse de langue française. *Conférence de consensus : Prophylaxie de l'endocardite infectieuse*. Paris : SPILF, 1992.
10. Eckerbom M, Magnusson T. Evaluation of technical quality of endodontic treatment-reliability of intraoral radiographs. *Endod Dent Traumatol* 1997;13:259-64.
11. Kersten WH, Wesselink PR, Thoden Van Velzen SK. The diagnostic reliability of the buccal radiograph after root canal filling. *Int Endod J* 1987;20:20-4.
12. Buckley M., Spangberg LSW. The prevalence and technical quality of endodontic treatment in an American subpopulation. *Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;79:92-100.
13. European Society of Endodontology. *Consensus report of the European Society of Endodontology on quality guidelines for endodontic treatment*. *Int Endod J* 1994;27:115-24.
14. Hess JC, Médioni E, Vené G. *Thérapeutique endodontique. Ensemble pulpo-dentinaire*. Editions Techniques - Encycl. Méd. Chir. Paris, Stomatologie-Odontologie II, 23-035 C¹⁰, 1990, 9 p.
15. Laboux O, Armengol V, Hamel H. *Herméticité des obturations radicales*. *Encycl. Méd. Chir. (Elsevier, Paris), Stomatologie-Odontologie II, 23-063 F²⁰*, 1998, 6 p.
16. Médioni E, Vené G. *Obturation canalaire*. Editions Techniques - Encycl. Méd. Chir. Paris, Stomatologie-Odontologie II, 23-050 C¹⁰, 1995, 7 p.
17. Orstavik D, Kerekes K, Eriksen HM. The periapical index : A scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis. *Endod Dent Traumatol* 1986;2:20-34.
18. Eriksen HM. *Endodontology-epidemiologic considerations*. *Endod Dent Traumatol* 1991;7:189-95.
19. Sjögren U, Häggglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod* 1990;16:498-504.
20. Advisory Board in General Dental Practice. *Restorative dentistry*. In : Faculty of Dental Surgery, Royal College of Surgeons of England. *Self assessment manual and standards. Clinical standards in general dental practice*. London FDS ; 1991. 14p.
21. Eriksen HM, Bjertness E, Orstavik D. Prevalence and quality of endodontic treatment in an urban population in Norway. *Endod Dent Traumatol* 1988;4:122-26.
22. Petersson K, Hakansson R, Hakansson J, Olsson B, Wennberg A. Follow-up study of endodontics status in an adult Swedish population. *Endod Dent Traumatol* 1991;7:221-25.
23. Ödejo B, Hellden L, Salonen L, Langeland K. Prevalence of previous endodontic treatment, technical standard and occurrence of periapical lesions in a randomly selected adult, general population. *Endod Dent Traumatol* 1990;6:265-72.
24. Freidman S, Lost C, Zarrabian M, Trope M. Evaluation of success and failure after endodontic therapy using a glass ionomer cement sealer. *J Endod* 1995;21:384-90.
25. Nütlich J, Zeilig G. *Abrégé de dentisterie conservatrice. Tome 2 : L'endodontie*. Paris : Masson ; 1982.

26. Smith CS, Setchell DJ, Harty FJ. Factors influencing the success of conventional root canal therapy - a five-years retrospective study. *Int Endod J* 1993;26:321-33.
27. Kerekes K, Tronstad L. Long-term results of endodontic treatment performed with a standardized technique. *J Endod* 1979;5:83-90.
28. Lin LM, Skribner JE, Gaengler P. Factors associated with endodontic treatment failures. *J Endod* 1992;18:625-27.
29. Byström A, Håppönen RP, Sjögren U, Sundqvist G. Healing of periapical lesions of pulpless teeth after endodontic treatment with controlled asepsis. *Endod Dent Traumatol* 1987;3:58-63.
30. Tronstad L. *Endodontie clinique*. Paris : Médecine Sciences Flammarion ; 1993.
31. Ingle JJ, Taintor JF. *Endodontics*. Philadelphie : Lea et Febiger ; 1985.
32. Grenier B. *Evaluation de la décision médicale. Introduction à l'analyse médico-économique*. 2^e ed. Paris : Masson ; 1996.
33. Bouyer J, Hémon D, Cordier S et al. *Epidémiologie. Principes et méthodes quantitatives*. Paris : INSERM ; 1995.
34. Kuttler Y. Microscopic investigation of root apices. *J Am Dent Ass* 1955 ;50 : 544.
35. Green D. A stereomicroscopic study of 700 apices of maxillary and mandibular posterior teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1960;13: 728-33.
36. Laurichesse JM, Maestroni F, Breillat J. *Endodontie clinique*. Paris : Ed CdP ; 1986.
37. Machtou P. *Endodontie. Collection guide clinique*. Paris : Ed CdP ; 1993.
38. Goldman M, Pearson AH, Darzenta N. Reliability of radiographic interpretations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1974;38:287-93.
39. Basmadjian-Charles CL, Farge P, Bourgeois DM, Lebrun T. Factors influencing the long-term results of endodontic treatment: a review of literature. *Int Dent J* 2002;52:81-6.