

**UNIVERSITE DE LILLE**  
**FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE**

Année de soutenance : 2023

N°:

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

Présentée et soutenue publiquement le [05 JUIN 2023]

Par Thibault ZERROUG

Né le 03 janvier 1998 à Saint-Pol-sur-Mer, France

**GESTION DE LA FRACTURE INSTRUMENTALE ENDODONTIQUE :**

**VIDEO PEDAGOGIQUE**

**JURY**

Président : Monsieur le Professeur Etienne DEVEAUX

Assesseurs : Monsieur le Docteur Alain GAMBIEZ  
Monsieur le Docteur Marc LINEZ  
Madame le Docteur Marine HENAUT

Membre invité : Monsieur le Docteur Alexandre DEMETRIOU

Président de l'Université	:	Pr. R. BORDET
Directrice Générale des Services de l'Université	:	M-D. SAVINA
Doyen UFR3S	:	Pr. D. LACROIX
Directrice des Services d'Appui UFR3S	:	G. PIERSON
Doyen	:	Pr. C. DELFOSSE
Responsable des Services	:	M. DROPSIT
Responsable de la Scolarité	:	G. DUPONT

### **PERSONNEL ENSEIGNANT DE LA FACULTÉ**

#### **PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS :**

K. AGOSSA	Parodontologie
P. BEHIN	Prothèses
T. COLARD	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
C. DELFOSSE	<b>Doyen de la faculté d'Odontologie – UFR3S</b> Odontologie Pédiatrique
E. DEVEAUX	Responsable du <b>Département de Dentisterie Restauratrice Endodontie</b>

**MAÎTRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS :**

T. BECAVIN	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
A. BLAIZOT	Prévention, Épidémiologie, Économie de la Santé, Odontologie Légale
<b>P. BOITELLE</b>	Responsable du Département de <b>Prothèses</b>
<b>F. BOSCHIN</b>	Responsable du Département de <b>Parodontologie</b>
<b>C. CATTEAU</b>	Responsable du Département de <b>Prévention, Épidémiologie, Économie de la Santé, Odontologie Légale</b>
X. COUDEL	Biologie Orale
A. de BROUCKER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
M. DEHURTEVENT	Prothèses
T. DELCAMBRE	Prothèses
F. DESCAMP	Prothèses
M. DUBAR	Parodontologie
A. GAMBIEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
F. GRAUX	Prothèses
M. LINEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
T. MARQUILLIER	Odontologie Pédiatrique
G. MAYER	Prothèses
<b>L. NAWROCKI</b>	Responsable du Département de <b>Chirurgie Orale</b> Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin - CHRU Lille
<b>C. OLEJNIK</b>	Responsable du Département de <b>Biologie Orale</b>
P. ROCHER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
L. ROBBERECHT	Dentisterie Restauratrice Endodontie
<b>M. SAVIGNAT</b>	Responsable du Département des <b>Fonction- Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux</b>
<b>T. TRENTESAUX</b>	Responsable du Département d' <b>Odontologie Pédiatrique</b>
<b>J. VANDOMME</b>	Prothèses

### ***Réglementation de présentation du mémoire de Thèse***

Par délibération en date du 29 octobre 1998, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire de l'Université de Lille a décidé que les opinions émises dans le contenu et les dédicaces des mémoires soutenus devant jury doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'ainsi aucune approbation, ni improbation ne leur est donnée.

# Remerciements

*Aux membres du jury et membre invité,*

**Monsieur le Professeur Etienne DEVEAUX**

**Professeur des universités - praticien hospitalier des CSERD**

Section de réhabilitation orale  
Département de dentisterie restauratrice endodontie

Docteur en chirurgie dentaire  
Docteur en sciences odontologiques  
Docteur en odontologie de l'université de Lille 2  
Habilitation à diriger des recherches

Doyen honoraire de la faculté de chirurgie dentaire de Lille  
Ancien membre associé national de l'Académie nationale de chirurgie dentaire  
Ancien président de la Société française d'endodontie  
Chevalier dans l'Ordre des palmes académiques.

Vous me faites l'honneur d'accepter la présidence de cette thèse et je vous en remercie.

Veillez accepter mes remerciements les plus sincères et l'expression de ma profonde et respectueuse considération.

**Monsieur le Docteur Alain GAMBIEZ**

**Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier des CSERD**

Section Réhabilitation Orale

Département Dentisterie Restauratrice Endodontie

Docteur en Chirurgie Dentaire

Diplôme d'Études Approfondies Sciences de la Vie et de la Santé

Vous avez accepté de siéger au sein de ce jury et je vous en suis reconnaissant.

Ce fut un grand plaisir de découvrir à vos côtés la spécialité de l'endodontie.

Je vous remercie et reste admiratif devant votre passion à transmettre vos connaissances.

**Monsieur le Docteur Marc LINEZ**

**Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier des CSERD**

Section Réhabilitation Orale

Département Dentisterie Restauratrice Endodontie

Docteur en Chirurgie Dentaire

Diplôme d'Études Approfondies Sciences de la Vie et de la Santé

Maîtrise de Sciences de la Vie et de la Santé

Responsable de l'Unité Fonctionnelle de Dentisterie Restauratrice Endodontie

Pour m'avoir fait l'honneur d'intégrer ce jury avec enthousiasme. Merci pour vos précieux conseils, votre savoir et votre gentillesse tout au long de mon cursus universitaire.

**Monsieur le Docteur Marine HENAUT**

**Chef de Clinique des Universités-Assistant Hospitalier des CSERD**

Section Réhabilitation Orale

Département Dentisterie Restauratrice Endodontie

Docteur en Chirurgie Dentaire

Vous avez accepté spontanément et avec enthousiasme de siéger au sein de mon jury.

Pour votre disponibilité, veuillez trouver ici l'expression de mes sincères remerciements et de ma reconnaissance

## **Monsieur le Docteur Alexandre DEMETRIOU**

**Ancien Assistant Hospitalo-Universitaire des CSERD**

Section Réhabilitation Orale

Département Dentisterie Restauratrice Endodontie

Docteur en Chirurgie Dentaire

AEU en micro-chirurgie endodontique

Certificat d'Études Supérieures d'Odontologie Chirurgicale – Université de Lille

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la direction de ce travail avec enthousiasme. Je vous remercie infiniment pour votre investissement, votre gentillesse, votre pédagogie mais également pour votre disponibilité et votre patience sans faille.

Vous m'avez communiqué votre passion pour l'endodontie et je vous en suis infiniment reconnaissant.

Vous resterez mon mentor en dentisterie et j'espère avoir le plaisir de garder contact avec vous.

En espérant que ce travail soit à la hauteur de vos attentes.

Veillez trouver la marque de mon estime la plus sincère.

# Table des matières

<b>Introduction .....</b>	<b>12</b>
<b>1 Moyens et outils actuels face à la fracture instrumentale au cabinet .....</b>	<b>13</b>
1.1 Enjeux de la fracture instrumentale au quotidien.....	13
1.1.1 Prévalence et incidence de la fracture instrumentale en endodontie.....	13
1.1.2 Les facteurs influençant la fracture instrumentale .....	16
1.2 Enseignement à l'Université de Lille .....	22
1.3 Diagnostic et thérapeutiques .....	27
1.3.1 Diagnostic .....	27
1.3.2 Prévention.....	29
1.3.3 Prise en charge.....	30
<b>2 Nouveau support pédagogique.....</b>	<b>34</b>
2.1 Modèles d'apprentissage .....	34
2.2 Les différentes méthodes d'apprentissage .....	36
2.3 Critères de qualité d'une vidéo pédagogique.....	40
2.4 Objectifs d'une vidéo pédagogique .....	41
<b>3 Réalisation de la vidéo pédagogique .....</b>	<b>42</b>
3.1 Rédaction du scénario .....	42
3.2 Cas clinique .....	43
3.3 Matériel utilisé lors de la séquence opératoire.....	43
3.4 Méthode de réalisation de la vidéo pédagogique .....	48
3.5 Tournage et Montage.....	54
<b>4 Discussion .....</b>	<b>57</b>
4.1 Avantages de la vidéo pédagogique en endodontie .....	57
4.2 Limites de la vidéo pédagogique en endodontie.....	58
<b>Conclusion.....</b>	<b>59</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>60</b>
<b>Table des illustrations .....</b>	<b>64</b>

## Introduction

La fracture instrumentale est un risque inhérent à la pratique de l'endodontie et peut mettre en péril le pronostic de guérison de la dent. Elle est susceptible de survenir à chaque étape du traitement endodontique. Grâce à la modernisation des techniques de gestion de la fracture instrumentale et à l'apparition de nouveaux matériaux, le pronostic des dents présentant une fracture instrumentale s'est amélioré.

En dépit de nombreuses années d'apprentissages pratiques et théoriques, il n'est pas rare que les étudiants et les praticiens soient confrontés à cet évènement. La gestion de cet évènement peut nécessiter un apprentissage supplémentaire. La visualisation des protocoles est facilitée par l'utilisation d'un modèle pédagogique reproduisant une situation clinique la plus fidèle possible.

Ainsi, l'objectif principal de cette thèse est de concevoir une vidéo pédagogique pour faciliter l'apprentissage pratique et théorique au sujet de la gestion des fractures instrumentales endodontiques.

Les objectifs secondaires sont de connaître les modèles et méthodes d'apprentissages des étudiants et de confirmer, au travers d'une étude préalable, leur envie d'enrichir leurs connaissances à ce sujet.

Dans un premier temps, il est important de faire le point sur les moyens et outils actuels face à la fracture instrumentale en endodontie.

Ensuite, l'analyse de l'apprentissage des étudiants permettra l'élaboration d'un nouveau support pédagogique synthétique et efficace.

Enfin, l'étude portera sur le matériel et les méthodes nécessaires à la réalisation d'une vidéo pédagogique. Les étudiants y auront accès en permanence grâce à la plateforme universitaire en ligne.

# **1 Moyens et outils actuels face à la fracture instrumentale au cabinet**

## **1.1 Enjeux de la fracture instrumentale au quotidien**

### **1.1.1 Prévalence et incidence de la fracture instrumentale en endodontie.**

La fracture instrumentale en endodontie est une complication thérapeutique qui survient dans le cadre d'un traitement endodontique.

Celui-ci a pour objectif, d'après la Haute Autorité de Santé, « de traiter les maladies de la pulpe et du périapex et ainsi de transformer une dent pathologique en une entité saine, asymptomatique et fonctionnelle sur l'arcade [48] ».

Le risque de fracture instrumentale est présent tout au long du traitement, que celui-ci soit initial ou ré-interventionnel [53].

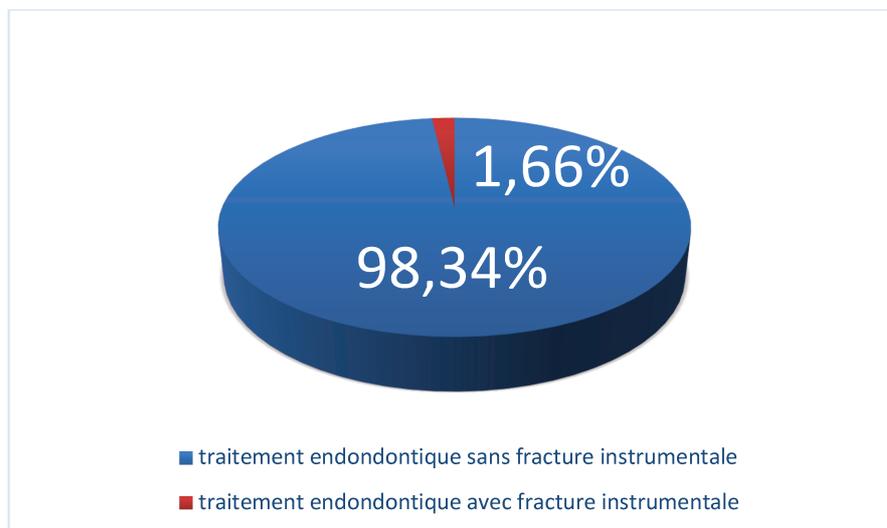
Plusieurs enquêtes rapportent que la fracture instrumentale est un évènement redouté bien qu'il reste peu fréquent [24,39,53]. Dans une étude clinique rétrospective de l'incidence de la fracture des instruments du canal radiculaire dans un programme d'étude supérieure en endodontie, la base de données PennEndo a examiné 4865 traitements endodontiques réalisés sur une période de 2000 à 2004 soit une durée de 4 ans [25].

Le but de cette étude était d'étudier l'incidence de l'instrumentation manuelle et rotative afin de définir des dénominateurs communs. Cette information serait utile pour identifier les variables qui affectent la fracture instrumentale.

D'après *Grossman*, « un dentiste n'ayant pas été confronté à la fracture instrumentale n'a pas réalisé suffisamment de traitement canalaire ».

Les résultats suggèrent qu'il faut s'attendre à une fracture instrumentale sur environ 55 traitements canalaires [39,42].

Un total de 81 instruments fracturés est relevé dans l'étude présente.



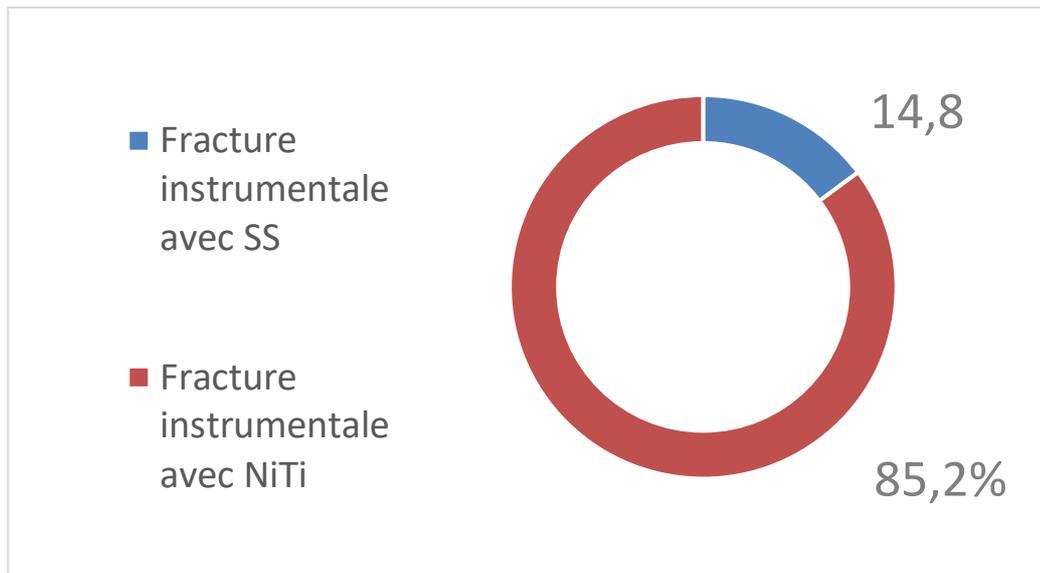
*Figure 1: Taux d'incidence de la fracture instrumentale au cours d'un traitement endodontique (selon les études de Tzanetakis et Coll. menée en 2008 et l'étude de l'université de Pennsylvanie) [28,29].*

Les études épidémiologiques [28,29] (fig.1) montrent que la prévalence des traitements endodontiques concernés par la fracture instrumentale est de 1,6 % pour les instruments manuels (principalement des limes en acier inoxydable) et de 1 % pour les instruments rotatifs en nickel titane (NiTi).

La littérature rapporte un taux d'incidence d'environ 0,7 à 7,4 % des traitements endodontiques pour les instruments en acier inoxydable et aux alentours de 0,4 à 5 % pour les instruments en NiTi [39,42,38].

La fréquence de fracture des instruments rotatifs en NiTi serait alors légèrement plus faible que celle des instruments manuels en acier inoxydable.

D'après l'étude de l'Université de Pennsylvanie [28,29], les chiffres semblent aller à l'encontre de la littérature. En effet, sur les 81 instruments fracturés on dénombre 12 fractures liées à des limes manuelles en acier inoxydable (SS) et 69 étant liées à des limes rotatives en nickel-titane (NiTi).



*Figure 2: Taux d'incidence de la fracture instrumentale en fonction de l'instrumentation utilisée, comparaison ss (acier inoxydable) / NiTi (nickel titane) selon la base de données pennendo [29].*

Cette étude de cohorte rétrospective met en avant le fait que la fracture des deux matériaux est rarement comparée de manière égale dans la même étude, car les instruments manuels sont utilisés initialement pour créer une trajectoire de descente uniquement, le reste de l'instrumentation est complétée par des instruments rotatifs. Le protocole mentionné est susceptible d'influencer le taux de fracture des instruments rotatifs NiTi, car la préparation d'une trajectoire de descente manuelle avant l'instrumentation rotative diminue la probabilité de fracture de l'instrument rotatif NiTi [39].

Il faut se rendre compte qu'aucune conclusion définitive ne peut être tirée concernant l'incidence de la fracture des instruments pour un système rotatif particulier. Il existe un certain nombre de variables qui affectent le taux de fracture instrumentale.

### 1.1.2 Les facteurs influençant la fracture instrumentale

La cause de la fracture instrumentale n'est pas singulière, il s'agit bien souvent d'un cumul de facteurs qu'il est possible de regrouper en trois grands points :

- Facteurs liés à l'anatomie :

- Anomalies morphologies coronaires :

La malposition dentaire, la minéralisation intra-pulpaire, la mauvaise gestion de l'anatomie dentaire et de ses variabilités interindividuelles peuvent entraîner une erreur d'axe, une fausse route ou une perforation qui de surplus peut s'achever par une fracture instrumentale [35].

- Anomalies morphologiques canalaire et radiculaires :

L'architecture du système canalaire de la dent, le nombre de canaux présents, la longueur, la direction et le degré de courbure de chaque canal, les embranchements et les divisions des canaux principaux, les canaux latéraux, la position et la taille de la chambre pulpaire et sa distance par rapport à la surface occlusale, la présence de débris dentinaires. Tous ces points sont autant de facteurs pouvant augmenter le risque de fracture instrumentale [5,52].

- Facteurs liés à l'instrumentation :

- L'alliage mécanique :

La composition de l'instrument influence ses caractéristiques d'un point de vue de sa résistance à la fracture, la déformation, la flexion ou bien même à la corrosion.

Les instruments en acier inoxydable (SS) ont une efficacité de coupe et une résistance considérable mais ils sont rigides et ont ainsi tendance à se redresser [26]. Le pas correspond à la distance qui sépare deux spires consécutives. La longueur du pas influence les propriétés mécaniques, cette longueur est donc différente entre les instruments (fig.3).

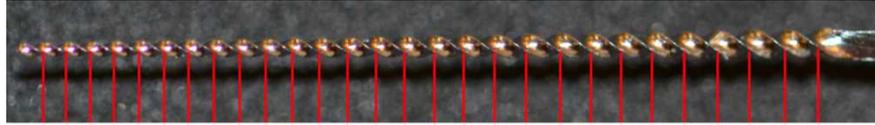


Figure 3: Photographie d'une lime K à pas constant [7].

L'instrumentation en nickel-titane introduite à la fin des années 80 a pour vocation de pallier à la rigidité des instruments en acier inoxydable.

Celle-ci est plus flexible et résiste mieux à la fracture par torsion. Elle se définit par une mémoire de forme, une résistance à la corrosion, une biocompatibilité et une super élasticité permettant l'usage de la rotation continue de manière sécurisée et ceux même pour les canaux courbes [20,26,39].



Figure 4: Photographie de l'instrument mtwo® à pas variable [7].

- La dynamique instrumentale :

Comparer l'effet cinématique des instruments en nickel-titane avec un mouvement de rotation alternatif et continu pour évaluer la résistance à la fatigue cyclique demande d'une part de connaître les principes de fonctionnement de ces derniers [1].

Dans le cadre de la rotation continue, l'instrument tourne à vitesse comprise entre 250 et 350 tours/minute pour la plupart des systèmes instrumentaux.

La réciprocité asymétrique est majoritairement utilisée avec les instruments en NiTi [28,35]. L'instrument effectue plusieurs cycles avant d'effectuer une rotation complète diminuant ainsi les forces exercées et augmentant la résistance à la fatigue.

En rotation continue, la fatigue instrumentale s'effectue en un seul point. A l'inverse, en réciprocité la fatigue survient en de multiples points sur la lime [28].

La réciprocité est revendiquée pour toujours fonctionner sous la limite élastique des instruments, ce qui allonge la résistance à la fatigue cyclique en comparaison à leur usage conventionnel en rotation continue.

D'autre part, émettre une critique sur ces deux systèmes demande un examen systématique des études *in vitro* [1,6,17,18,33].

La recherche électronique dans MEDLINE, la base de données Cochrane et les recherches manuelles ont été entreprises lors de cette étude menée par *Ahn Y et Hyeon-Cheol K* [1].

Ils permettent d'avancer que les instruments à mouvement alternatif auraient une meilleure résistance à la fatigue cyclique avec moins de tendance au transport canalaire que les instruments à mouvement rotatif continu.

- Le nombre d'utilisation :

Ce paramètre de contrôle est important pour se prémunir de la fracture instrumentale. Il est clair que la réutilisation prolongée des instruments rotatifs NiTi affecte fortement la fatigue des instruments [17].

Le nombre d'utilisation est lié à l'apparition de défauts de surface entraînant une possible micro-fêlure et l'agglutinement de débris dentinaires en son sein fragilisant alors l'instrument [17,55].

En 2003 *Arens et coll.* mettent en avant l'instrumentation à usage unique offrant une sécurisation absolue du soin. En revanche ils précisent que des défauts peuvent survenir même sur des limes neuves utilisées par des endodontistes expérimentés [44].

En 2009 *Shen et coll.* préconisent aussi l'usage unique pour réduire la fatigue instrumentale et la contamination croisée [44].

Le nombre d'utilisations des limes en NiTi ne fait l'objet d'aucun consensus, sachant que les défauts ne sont pas décelables à l'œil nu, le nombre d'utilisations d'une lime reste au ressenti de l'opérateur [15,39].

Pour inciter le praticien à respecter les recommandations des fabricants quant à l'usage unique de leurs produits, ces derniers ont mis au point un système limitant la réutilisation des instruments.

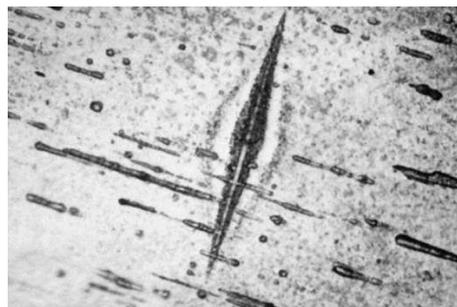
- Le nombre de cycle de stérilisation :

De nombreux praticiens estiment que les contraintes thermiques exercées sur la lime endodontique après chaque cycle de stérilisation peuvent considérablement affaiblir la lime, ce qui rend l'instrument plus susceptible de se fracturer lors d'une utilisation ultérieure [22].

Les résultats de la littérature indiquent que ni le nombre de cycles de stérilisation ni le type d'unité d'autoclave n'affectent le couple, la dureté et la microstructure des limes en acier inoxydable et nickel-titane [21,22,57].



*Figure 5: Microstructure de lime en acier inoxydable après 40 cycles de stérilisation [26].*



*Figure 6: Microstructure de lime nickel-titane après 40 cycles de stérilisation [26].*

- L'irrigation :

D'après la Haute Autorité de Santé (HAS), il est recommandé d'utiliser de l'hypochlorite de sodium (NaOCl) en solution d'irrigation des canaux radiculaires tout au long du traitement endodontique pour son activité de dissolution et de désinfection des tissus [14].

Cependant, la durée de vie en fatigue des instruments NiTi peut être affectée par le milieu environnant et sa concentration (fig.7).

Dans l'étude in vitro d'*Alfawaz H et coll.* publiée en 2018, il a été démontré que la concentration et la température de l'irrigant influencent grandement la fatigue cyclique [2].

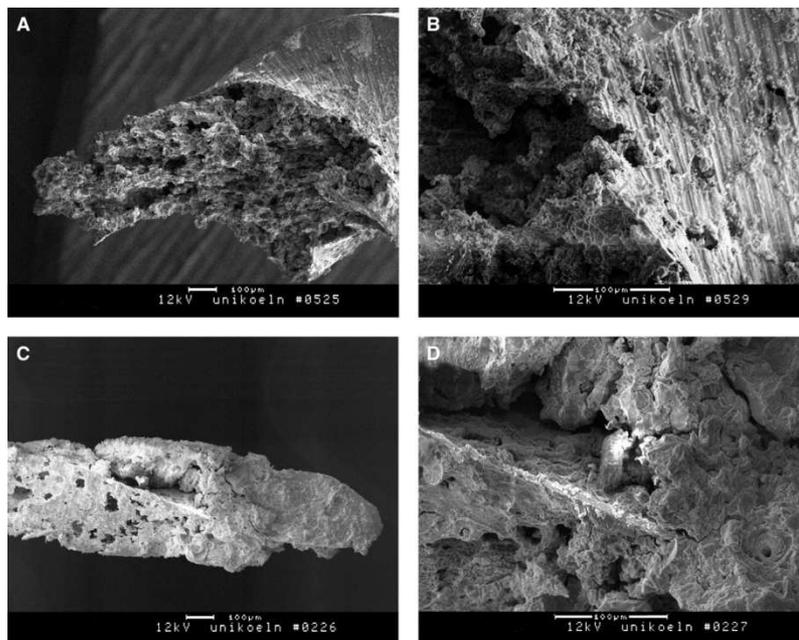


Figure 7: Micrographies électroniques à balayage de limes NiTi corrodées après immersion dans 5,25% NaOCl pendant 2 heures à 60°C. Grossissement x100 (A, B) et x400 (C, D). *profile*® taille 25, 04 conicité. (B, D) *race*® taille 25 cône de 0,04 [49].

- Facteurs liés à l'expérience du praticien :

Des études ont analysé l'influence de l'expérience de l'opérateur sur la défaillance de l'instrument. L'opérateur était le paramètre le plus cohérent et prévisible dans cette défaillance [15]. *Yared et coll.* à travers une étude postérieure confortent cette idée et avancent que la formation préclinique à l'utilisation de la technique est cruciale pour empêcher la fracture des instruments et réduire l'incidence de la déformation des instruments [54].

En outre, la fracture instrumentale est bien dépendante des compétences cliniques du praticien mais aussi du nombre d'utilisations et du contrôle des déformations de l'instrument [32].

## **1.2 Enseignement à l'Université de Lille**

### **Matériel et Méthodes**

En janvier 2022, une enquête préalable à la réalisation de cette thèse pédagogique a été proposée à l'ensemble des étudiants de la Faculté de chirurgie dentaire de Lille ayant une expérience clinique. Cette dernière s'intitule « Fracture instrumentale Université de Lille » créée via le site Survio®. Le questionnaire n'avait pas pour vocation la réalisation d'une analyse statistique.

Le but de cette enquête préalable était de savoir si la réalisation de cette thèse pédagogique présentait un intérêt, un besoin aux yeux des étudiants. Le questionnaire, comportait 19 questions pour la plupart fermées avec une liste de propositions de réponses. Pour certaines questions, une réponse alternative « pas concerné » permettait aux répondants de poursuivre le sondage sans fausser les résultats.

Au sein de la Faculté de chirurgie dentaire de Lille, les étudiants sont initiés à l'endodontie par le biais de cours théoriques et pratiques.

L'application clinique se fait à partir de la 4<sup>e</sup> année lors de l'arrivée des étudiants dans le service hospitalier. La réalisation des soins est encadrée par des enseignants spécialisés en endodontie. L'étudiant est alors guidé tout au long du traitement et doit faire valider des étapes du traitement par le praticien encadrant.

A compter de la 4<sup>e</sup> année, tous les étudiants sont susceptibles d'être confrontés à la fracture instrumentale. En revanche, il est logique que les étudiants de 4<sup>e</sup> ne présentent pas forcément l'expérience clinique nécessaire pour être concernés par toutes les questions de cette étude préalable.

## Résultats

L'étude préalable a été réalisée sur un panel de 85 étudiants. Le taux de réponse se répartit, selon les promotions, de la façon suivante :

*Tableau 1 : Répartition de l'année d'étude des répondants thésés et de ceux de 4<sup>e</sup>, 5<sup>e</sup>, 6<sup>e</sup> année (source personnelle de l'auteur).*

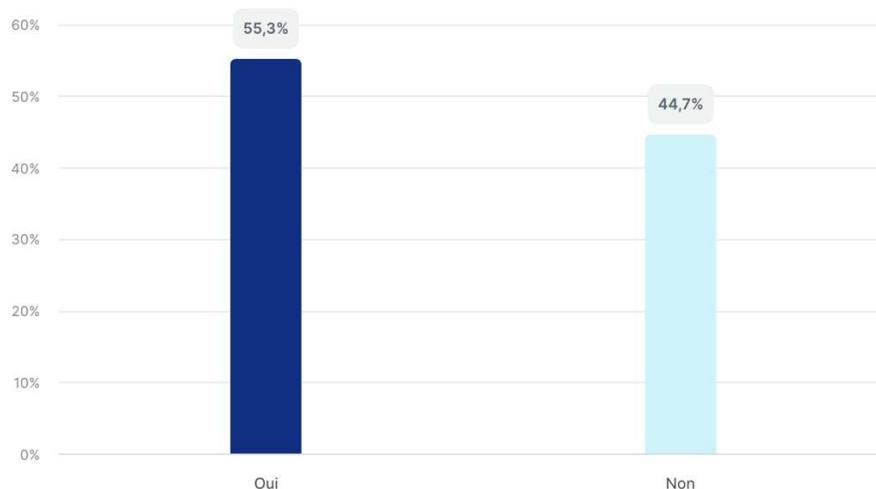
RÉPONSE	RÉPONSES	RATIO
6ème année	38	44.7%
5ème année	24	28.2%
Thésé	13	15.3%
4ème année	10	11.8%

En premier lieu, il convient de connaître le pourcentage d'étudiants ayant déjà réalisé un traitement endodontique. Les répondants présentant une expérience clinique en endodontie représentent alors 82,3 % du panel. En effet :

- 10 répondants n'ont aucune expérience clinique de l'endodontie.
- 6 répondants n'ont réalisé qu'une partie de traitement endodontique.

D'autre part, l'intérêt porte sur le nombre d'étudiants ayant expérimenté la fracture instrumentale. La répartition des étudiants ayant déjà fracturé un instrument endodontique se répartit de la façon suivante (fig.12) :

- Fracture instrumentale 55.3% - Aucune fracture instrumentale 44.7%

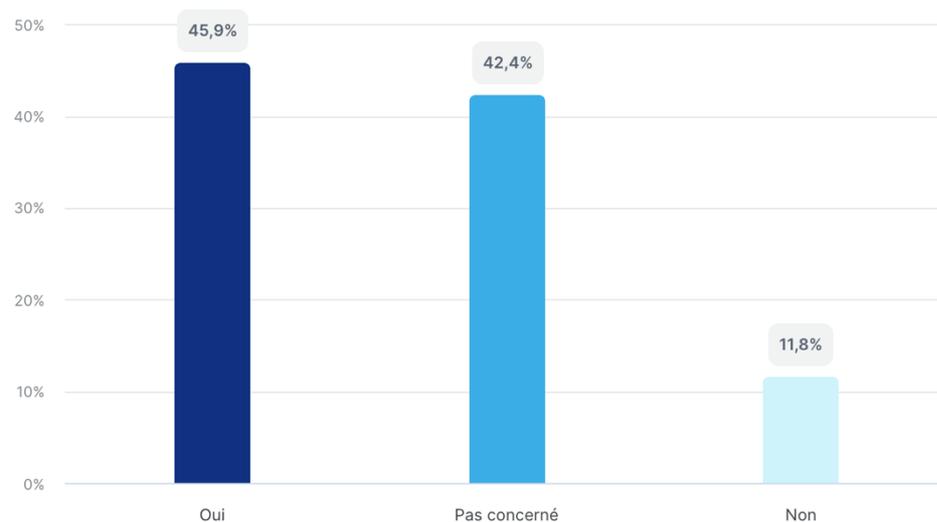


*Figure 8: Répartition des étudiants ayant fracturé un instrument (source personnelle de l'auteur).*

La confrontation à la fracture instrumentale concerne plus de la moitié de notre panel. Il convient alors de s'intéresser aux conséquences de la survenue de cet évènement.

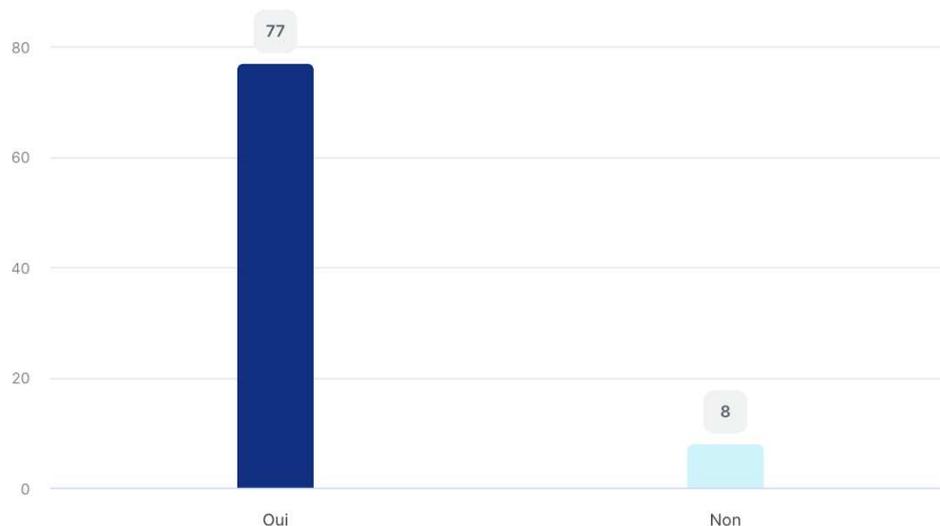
La question suivante est alors de savoir si le fait d'avoir fracturé un instrument endodontique a majoré l'anxiété des étudiants vis-à-vis de la pratique endodontique. Ainsi, en faisant abstraction des étudiants « non concernés », la majorité des étudiants ont majoré leur anxiété à la suite de cet évènement :

- majoration de l'anxiété vis-à-vis de la pratique endodontique : 45,9%
- pas de modification de l'anxiété vis-à-vis de la pratique endodontique : 11,8%
- pas concerné : 42,4%



*Figure 9: Répartition des étudiants ayant majoré ou non leurs anxiétés à la suite de la fracture d'un instrument endodontique (source personnelle de l'auteur).*

Au vu des résultats précédents, sachant que de nombreux étudiants sont confrontés à la fracture instrumentale et que cet évènement a majoré leur anxiété, il convient de savoir s'ils seraient intéressés par des cours/TP supplémentaires au sujet de la fracture instrumentale et de sa gestion.



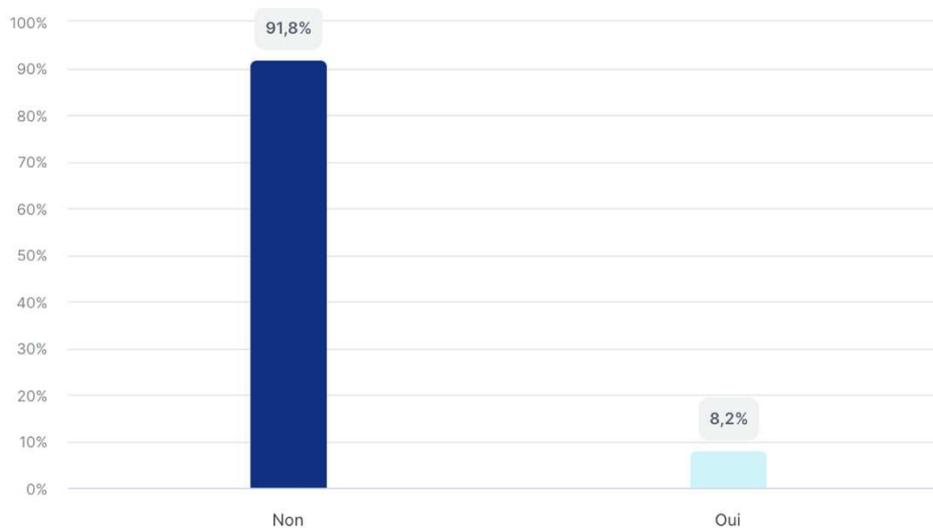
*Figure 10 : Répartition des étudiants intéressés par la création de cours/tp supplémentaires au sujet de la fracture instrumentale et de sa gestion (source personnelle de l'auteur).*

Les résultats se répartissent de la façon suivante :

- 77 étudiants souhaitent un apprentissage supplémentaire,
- 8 étudiants ne souhaitent pas un apprentissage supplémentaire.

Ainsi, 90% des étudiants répondant à cette étude préalable sont favorables à un apprentissage supplémentaire au sujet de la fracture instrumentale et sa gestion. L'étude préalable prend ici tout son sens et informe que l'apport d'une thèse pédagogique à ce sujet semble alors pouvoir apporter une aide aux étudiants.

Afin de confirmer le besoin de formation des étudiants à ce sujet, il convient de savoir s'ils sont capables d'assurer la prise en charge de cette fracture instrumentale.



*Figure 11: Répartition des étudiants sur leur capacité à prendre en charge cette fracture instrumentale endodontique (source personnelle de l'auteur).*

Les résultats se répartissent de la façon suivante :

-91,8% des étudiants ne se sentent pas capables de gérer cet évènement,

-8,2% des étudiants se sentent capables de gérer cet évènement.

Les objectifs de cette étude préalable étaient, d'une part de prendre connaissance de l'expérience des étudiants au sujet de la fracture instrumentale. D'autre part, de connaître leur potentiel besoin de formation supplémentaire à ce sujet.

En conclusion, la réalisation de cette étude préalable confirme une envie des étudiants à se former davantage au sujet de la fracture instrumentale et de sa gestion. L'idée de réaliser une thèse pédagogique est alors confortée, celle-ci présentant un intérêt pour le public ciblé.

## **1.3 Diagnostic et thérapeutiques**

### **1.3.1 Diagnostic**

Toutes les thérapeutiques, chirurgicales ou non, comportent le risque de créer des erreurs supplémentaires pouvant éventuellement compromettre le pronostic de la dent. Ainsi, le praticien doit continuellement réévaluer l'avancement des procédures de gestion de la fracture instrumentale et envisager des alternatives thérapeutiques [40].

Dans un premier temps, quelle que soit la thérapeutique entreprise par la suite, il convient de suivre certaines étapes [31] :

#### **Informer le patient :**

La loi du 4 mars 2002 rappelle les obligations de moyen et d'information à l'égard du patient [9].

Le patient a le droit d'être averti de l'incident, des procédures nécessaires pour y remédier ainsi que des complications potentielles. Il est également important d'informer le patient que le fragment instrumental lui-même n'est pas une cause directe d'échec thérapeutique. Il s'agit plutôt d'un obstacle à une désinfection et une obturation optimale du système canalaire [38,36].

En expliquant et en discutant avec le patient, il peut être possible d'atténuer bon nombre de ses inquiétudes et réduire les conséquences médico-légales.

#### **Localiser le fragment :**

La localisation du fragment fournit des informations fondamentales pour la prise de décision concernant la gestion de celui-ci. Il existe 3 conditions différentes dans lesquelles un dentiste doit détecter, identifier et localiser un fragment [36] :

##### **1. Localisation d'une fracture instrumentale causée par le dentiste traitant :**

L'instrumentation doit être immédiatement arrêtée, il est nécessaire d'effectuer une radiographie rétro-alvéolaire sous différentes angulations de manière à confirmer la

fracture, relever son emplacement et apprécier l'épaisseur des parois dentaires restantes.

L'avantage ici est que plusieurs données sont connues d'emblée. A savoir le type d'instrument, sa taille ainsi que le stade d'instrumentation auquel se trouvait le praticien au moment de l'incident.

## 2. Localisation d'une fracture instrumentale causée par un autre dentiste :

Dans certains cas le patient a connaissance de l'existence du fragment et sera alors potentiellement apte à notifier la nature et la taille de celui-ci. En revanche, dans la majorité des cas, le patient n'en a pas connaissance. Ainsi, il convient d'insister sur l'analyse de la radiographie retro-alvéolaire [46].

## 3. Localisation d'une fracture instrumentale existante préalablement à un retraitement endodontique :

La détection préopératoire du fragment est déterminante pour la prise de décision thérapeutique. La nature du fragment ainsi que les matériaux utilisés pour l'obturation peuvent compliquer le diagnostic radiologique [31,47].

### **Identifier le fragment :**

Le type d'instrument fracturé et sa taille doivent être enregistrés dans le dossier médical du patient. Dans les cas de retraitement endodontique avec des fragments d'instruments existants préalablement sans détails pertinents, leur aspect radiographique aidera dans leur identification.

Ainsi, la familiarité avec l'aspect radiographique des instruments utilisés dans le canal radiculaire et en particulier les instruments NiTi et en acier inoxydable (SS) est essentielle [31,46].

### 1.3.2 Prévention

Plusieurs techniques à la fois non chirurgicales et chirurgicales ont été proposées et cliniquement appliquées à la gestion de la fracture instrumentale. Ces tentatives de gestion peuvent être considérées comme imprévisibles et incluent la possibilité d'autres complications iatrogènes. Ainsi, les praticiens se doivent systématiquement de prendre toutes les précautions nécessaires pendant le traitement des canaux radiculaires. Les procédures de retraitement telles qu'elles sont décrites dans la littérature sont à suivre scrupuleusement pour éviter la fracture des instruments [8]. La prévention est la clé de voûte pour éviter les erreurs iatrogènes [31].

Lignes directrices recommandées pour prévenir la fracture instrumentale :

- Examen clinique et radiographique préopératoire approfondi de l'anatomie de la dent à traiter [35],
- Évaluation du niveau de difficulté pour permettre la sélection et utilisation des instruments les plus appropriés [39],
- Une cavité d'accès adéquate/appropriée doit être réalisée pour garantir un accès en ligne droite des instruments endodontiques à l'apex [35],
- Avoir des points d'appuis sûrs et confortables avant toutes manipulations,
- Inspecter, de préférence sous grossissement, les instruments endodontiques avant, pendant et après utilisation [48],
- L'incorporation de nouveaux types d'instruments / nouvelles techniques nécessite une courbe d'apprentissage par exemple sur des blocs en plastique et/ou des extraits de dents humaines [4,34],
- Utiliser l'instrument uniquement dans le but pour lequel il a été conçu et fabriqué et respecter les instructions du fabricant [34,35],
- Les instruments d'usage canalaire doivent toujours être employés dans un environnement humide [34,35],
- Nettoyer les spires des limes entre chaque utilisation [35],
- Les instruments NiTi doivent être insérés et retirés du canal tout en tournant à vitesse de rotation constante [31].

### 1.3.3 Prise en charge

La gestion d'un instrument fracturé ou de tout objet métallique à l'intérieur d'un canal radiculaire est un processus sophistiqué nécessitant de la connaissance, de la formation et de l'expérience. C'est un travail méticuleux comprenant des procédures complexes souvent associées à de l'anxiété à la fois pour le praticien et le patient [27]. La gestion optimale de la facture instrumentale semble être celle permettant au praticien de réaliser une désinfection optimale du système canalaire ainsi que son obturation de manière étanche. Il n'existe pas de procédure standardisée amenant à un succès thérapeutique [39].

Par conséquent, il faut faire la balance bénéfice-risque des différentes solutions envisagées mais toujours en tenant compte des intérêts et des attentes du patient. Quoi qu'il advienne, la dent en question bénéficiera d'un suivi clinique et radiologique à court, moyen et long terme [40].

Le praticien dispose fondamentalement des options thérapeutiques suivantes :

- Abstention thérapeutique,
- Thérapeutique non chirurgicale,
- Thérapeutique chirurgicale,
- Extraction dentaire.

#### Abstention thérapeutique :

Cette option est envisageable dans deux situations :

D'une part, lorsque le pronostic de conservation de la dent est compromis [31]:

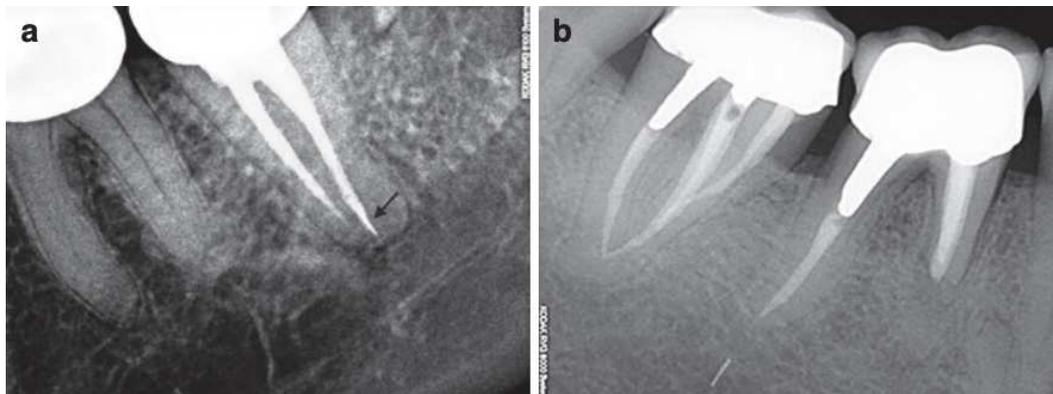
- Soit du fait de son état parodontal,
- Soit car celle-ci serait trop endommagée pour donner suite à une intervention visant à extraire l'instrument cassé (fig.12).



*Figure 12: Deuxième molaire mandibulaire droite présentant un instrument fracturé dans le tiers apical de la racine distale, dent non conservable [36].*

D'autre part, lorsque la dent ne nécessite pas de retraitement et remplit les critères suivants [31]:

- Absence de signe pathologique d'un point de vue clinique / radiologique,
- L'étanchéité coronaire et radiculaire est efficace.



*Figure 13: Découverte fortuite de fragments instrumentaux au cours d'un examen radiologique. (a) fragment en place depuis 15ans. (b) fragment en place depuis 16ans [36].*

#### Thérapeutique non chirurgicale :

Cette option peut se diviser en 2 temps :

- Dans un premier temps, les efforts visant à extraire le fragment sont entrepris. Pour cela, l'opérateur peut s'aider de pinces (fig.14) et d'insert ultrasons (fig.15). A défaut il convient d'entreprendre un « by-pass » (fig.16) [38,40].



Figure 14: Pincettes pour le retrait des fragments instrumentaux. De gauche à droite : pince de Stieglitz / pince n°1206 de Martin / pince de Huey [6].

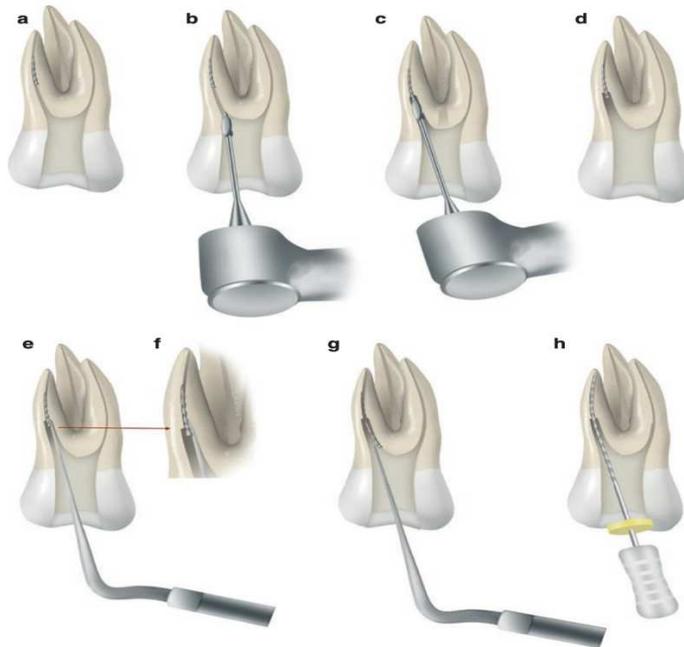


Figure 15: Schéma illustrant le retrait instrumental par l'emploi des ultrasons [36].

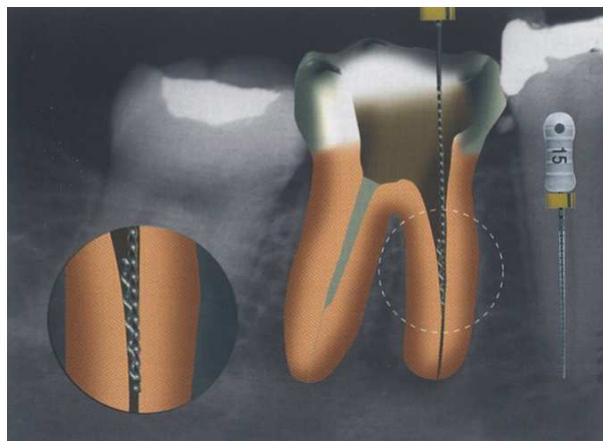


Figure 16: By-pass d'un instrument fracture à l'aide d'une lime pré courbée de petit diamètre (8/100 ou 10/100) [6].

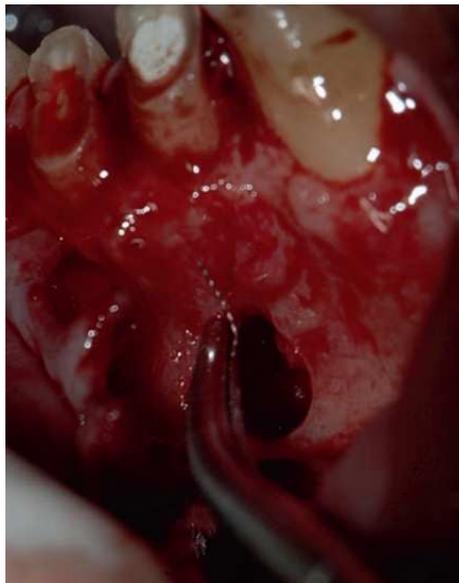
- Dans un second temps, il convient de mettre en forme, désinfecter et d'obturer les canaux.

Si le fragment est retiré ou contourné, cette phase est réalisée à la longueur de travail souhaitée.

Si le fragment n'est pas retiré et que le contournement échoue, cette phase est alors réalisée juste au-dessus du fragment résiduel [38,40].

#### Thérapeutique chirurgicale :

En règle générale, l'approche chirurgicale (apicectomie, amputation radiculaire) est envisagée en seconde intention à la suite de l'échec du traitement non chirurgical (fig.17). Il se peut exceptionnellement qu'elle soit envisagée en première intention si les chances de succès de la voie orthograde sont nulles [12].



*Figure 17: Apicectomie d'une incisive mandibulaire latérale gauche [36].*

#### Extraction dentaire :

La décision d'extraire la dent est prise en cas d'échec des thérapeutiques non chirurgicales et chirurgicales. Elle peut être prise d'emblée lorsque la dent n'est pas conservable. Il conviendra alors de proposer au patient une alternative thérapeutique [7,31].

## 2 Nouveau support pédagogique

Au cours des vingt dernières années, l'enseignement médical est passé d'un format analogique imprimé au transfert de connaissances via des plateformes multimédias et des environnements d'apprentissages virtuels [51].

De ce fait, il est important d'intégrer ces nouvelles technologies à l'enseignement de la dentisterie et plus précisément celui de l'endodontie. Il convient d'adapter les supports pédagogiques aux méthodes d'apprentissage des étudiants.

### 2.1 Modèles d'apprentissage

Citée dans un large éventail de littérature éducative, la théorie de la Pyramide d'Edgar Dale est présente dans de nombreuses publications dédiées aux méthodes d'apprentissage [37,56].

Ce triangle de l'apprentissage a pour vocation de présenter de manière hiérarchique différentes formes d'apprentissage/enseignement.

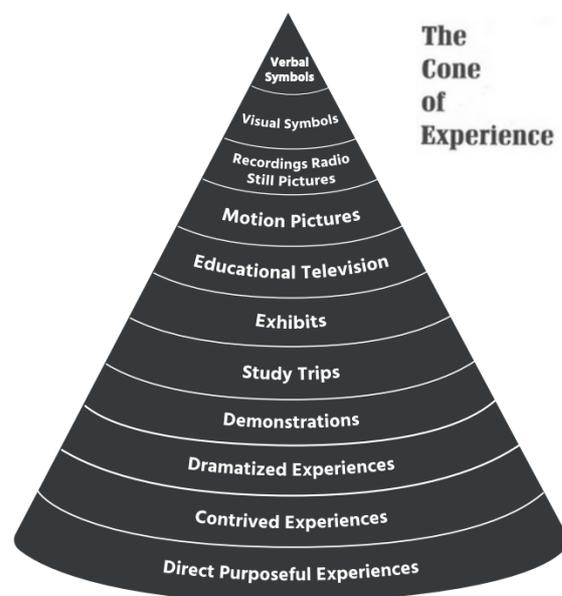
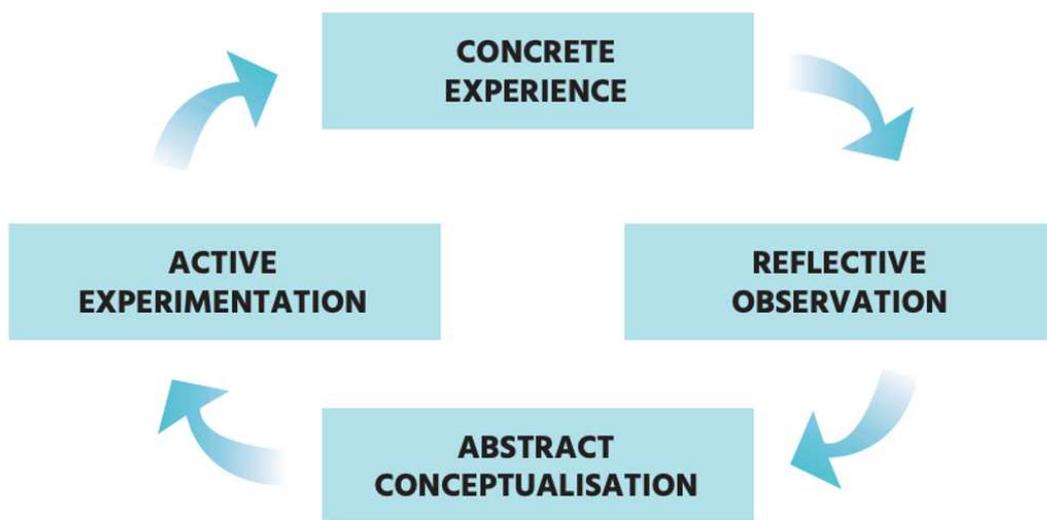


Figure 18: Pyramide d'apprentissage d'Edgar Dale en 1946 [35].

Cette pyramide (fig.18) fut rapidement associée à des pourcentages de rétention de l'apprentissage, pourtant pure invention du NTL (National Training Laboratories) et n'ayant aucun lien avec Dale. Ce modèle est d'origine marketing et ne repose sur aucun fondement scientifique. On parle alors de mythe de la pyramide [56].

Une étude de 2013 a montré que l'éducation médicale n'est pas à l'abri du mythe de la pyramide, car « 43 articles de revues d'éducation médicale et documents de conférence évalués par des pairs ont été trouvés » pour avoir inclus ce mythe dans leur travail [37].

Il convient de se tourner vers d'autres modèles mettant en avant l'importance du faire dans les apprentissages.



*Figure 19: La typologie de David Kolb en 1984 [34].*

Pour l'écrivain et pédagogue *Kolb* dans son ouvrage intitulé « *Experiential Learning* » l'apprentissage serait structuré par un cycle de 4 phases (fig.19) [30]:

- expérience concrète (Concrete experience) : le cycle d'apprentissage démarre par une action concrète à conduire. Le modèle implique qu'on ne peut pas apprendre en se contentant de regarder ou de lire il convient d'être dans le faire,

- observation réflexive (Reflective observation) : réfléchir aux actions à mener en prenant du recul dans l'expérience à mener,
- conceptualisation abstraite (Abstract conceptualisation) : donner du sens aux actions déjà menées et aux résultats obtenus. Associer les savoirs, les théories, les observations et les avis d'autrui,
- expérimentation active (Active experimentation) : planification des actions à mener, contextualisation concrète et pertinente pour donner du sens aux actions à mener.

Ainsi, contrairement à ce qu'avance certaines interprétations de la pyramide d'Edgar Dale, il ne s'agit pas dans le modèle de Kolb de hiérarchiser les modalités pour apprendre, mais plutôt de les combiner habilement durant le cycle d'apprentissage.

La vidéo pédagogique entre dans le cycle avancé par Kolb tout en se plaçant dans la partie la moins abstraite du cône d'apprentissage de Dale (partie « Démonstrations » fig.14).

L'avènement des supports numériques dans l'éducation montre un attrait des étudiants pour les vidéos [43,51]. On cherche maintenant à analyser leurs méthodes d'apprentissage pour créer un support pédagogique le mieux adapté.

## **2.2 Les différentes méthodes d'apprentissage**

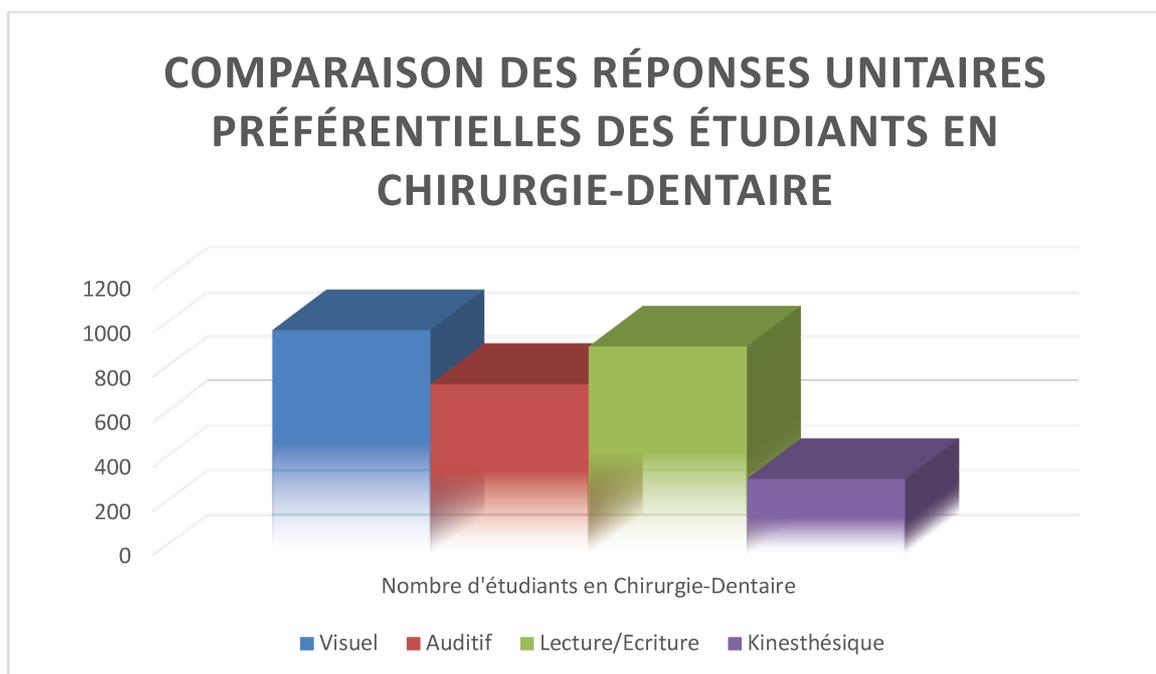
A travers la littérature, il existe de nombreux concepts classant les différentes méthodes d'apprentissage.

Pour déterminer si une méthode d'enseignement particulière peut améliorer la satisfaction des étudiants vis-à-vis du processus d'apprentissage, l'étude est menée auprès des étudiants des quatre classes de la Temple University School of Dentistry par l'éducateur *Fleming* [41].

Il existe des préférences chez les apprenants concernant leurs manières de recevoir et de traiter l'information en fonction des aspects cognitifs, affectifs et physiologiques de chacun [3,41].

La distinction porte sur 4 méthodes d'apprentissage basées sur la perception sensorielle :

- apprentissage visuel,
- apprentissage auditif,
- apprentissage par la lecture et l'écriture,
- apprentissage kinesthésique ou tactile,
- apprentissage multimodal.



*Figure 20: Distribution des réponses unitaires préférentielles des étudiants en chirurgie dentaire à l'enquête Vark de 2004 [46].*

### 2.2.1 Apprentissage visuel

L'apprenant visuel préfère utiliser des diagrammes et des dispositifs symboliques tels que des graphiques, des organigrammes, des hiérarchies, des modèles et des flèches qui représentent des informations imprimées. Il peut également expliquer un concept à d'autres en dessinant un diagramme ou une image. Celui-ci préfère le texte imprimé comme moyen d'absorption d'informations et se voit rapidement distrait lors d'une présentation traditionnelle sous la forme d'un cours magistral [41].

## **2.2.2 Apprentissage auditif**

L'apprenant intègre les informations en se focalisant sur l'intervention du professeur. Il préfère écouter plutôt que de prendre des notes. À la suite du cours, il aura tendance à débattre avec ses camarades afin de classer les informations.

En revanche, la lecture silencieuse de texte imprimé lui est plus difficile.

Cet apprenant favorise l'enseignement traditionnel comprenant une présentation orale rythmée avec des exemples ou des anecdotes. L'écoute de musique peut lui permettre d'accroître sa concentration [41].

## **2.2.3 Apprentissage visuel/iconique**

Autrement appelé apprentissage par la lecture/écriture, il est une sous-division de l'apprentissage visuel. L'apprenant intègre les informations par le biais de la prise de note et la lecture mentale des textes. L'apprenant organise ses prises de notes, établit des listes d'informations à retenir et transcrit les diagrammes par des textes.

La rétention de l'information est favorisée par l'usage de support visuel type diaporama durant les cours magistraux [41].

## **2.2.4 Apprentissage kinesthésique**

La préférence kinesthésique fait appel à l'apprentissage faisant suite à l'utilisation de l'expérience, de l'exercice et de la pratique. L'apprenant doit être actif, ressentir, revivre l'expérience pour l'apprendre. La réécriture du cours peut également aider à l'apprentissage.

En chirurgie-dentaire à Lille, l'apprentissage kinesthésique peut être effectué lors des TP en salle de simulation pour la prothèse fixée ou en salle polyvalente pour la prothèse amovible [41].

## 2.2.5 Apprentissage multimodal

L'apprenant multimodal utilise une combinaison de méthodes d'apprentissage uni modales vues précédemment. Le processus d'apprentissage est différent pour chaque apprenant, y compris dans le même environnement éducatif. L'apprentissage peut être défini comme des changements permanents de comportement. Il se modifie en fonction de la nature du cours et peut varier avec le temps [23].

Ce fait explique en partie la divergence des résultats obtenus dans les études visant à connaître le style préférentiel d'apprentissage chez les étudiants.

Pour reprendre l'étude de *Neil Fleming* (fig.21), les préférences d'apprentissage des étudiants en médecine dentaire reflétaient des modèles multimodaux typiques des apprenants adultes [41].

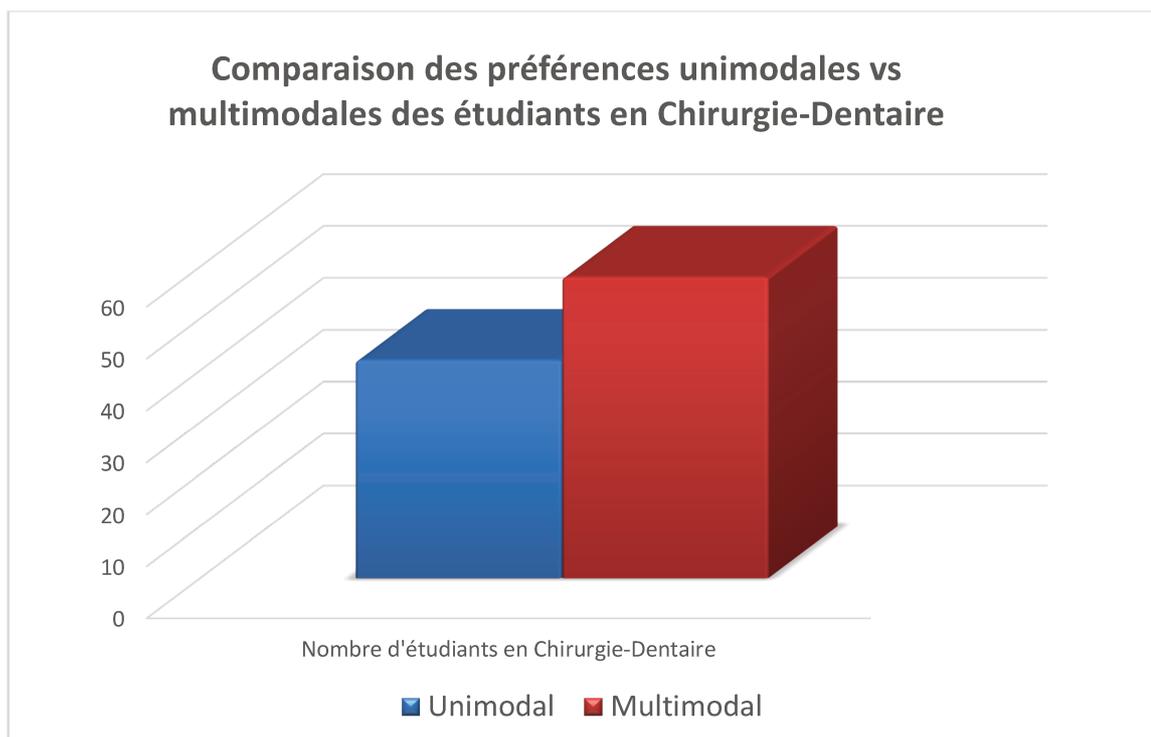


Figure 21: Distribution des préférences uni modales / multimodales des étudiants en chirurgie dentaire à l'enquête Vark de 2004 [46].

### **2.3 Critères de qualité d'une vidéo pédagogique**

Comme un tas de briques ne fait pas une maison, l'accumulation d'informations ne fait pas un savoir. Ainsi, la vidéo pédagogique se doit de faciliter la construction du savoir c'est-à-dire la compréhension et les possibilités d'utilisation [29].

La vidéo pédagogique et de manière plus générale les nouvelles technologies peuvent faciliter cette acquisition sous réserve de répondre à certains critères [29] :

- l'accessibilité : une même information disponible pour des milliers d'individus repartis partout dans le monde grâce à Internet. Dans notre cas cela se traduit par la plateforme Moodle ou bien par YouTube,
- l'interactivité : l'auditeur devient acteur de la formation,
- la possibilité de travailler de manière synchrone et asynchrone,
- le travail collectif : la création de communautés virtuelles, l'échange entre les auditeurs par suite du visionnage de la vidéo permettant l'ancrage des connaissances.

*Staccini et Fieschi* publient en 2002 un article affirmant que l'utilisation d'une vidéo pédagogique doit être réfléchie et correspondre à un projet pédagogique global. La réalisation d'un contenu multimédia répond alors à quatre types de fonctions [16] :

- la fonction d'information : celle-ci fait écho à la notion d'accessibilité citée précédemment,
- la fonction de répétition : elle permet de se remémorer des actions/notions vues ou réalisées,
- la fonction d'explication : signifiant que la vidéo est auto-suffisante, elle contient toutes les informations devant être transmises à l'auditeur,
- la fonction d'illustration : la vidéo vient agrémenter les notions acquises via d'autres canaux de communication.

De manière à maintenir l'attention de l'auditeur, la vidéo sera structurée en plusieurs étapes pensées initialement. Faisant constat de la littérature, la durée de la vidéo devra être raisonnée. En effet, d'après les chercheurs *Kim et Rubin*, la durée idéale ne doit pas excéder les 7 minutes sous peine de perdre la concentration de l'auditeur [19].

Enfin, la vidéo sera accessible sur les smartphones en ligne via une plateforme universitaire sécurisée tel Moodle.

## **2.4 Objectifs d'une vidéo pédagogique**

En s'intéressant aux résultats obtenus lors du sondage auprès des étudiants de la Faculté de chirurgie dentaire de Lille, il en ressort que 90% d'entre eux aimeraient acquérir des notions complémentaires au sujet de la fracture instrumentale et sa gestion. La vidéo pédagogique doit alors prendre soin de rappeler quelques notions théoriques. En parallèle, celle-ci montrera l'une des possibles procédures thérapeutiques s'offrant au praticien quant à sa gestion.

Les objectifs de la vidéo pédagogique sont, par extrapolation, semblables à ceux basés sur les recommandations pour la formation des étudiants en endodontie.

En effet, la fracture instrumentale endodontique est un sujet s'inscrivant dans la discipline de l'endodontie.

Ces objectifs sont fixés par l'ESE (European Society of Endodontology) [11] :

- déceler les points clés de la réussite du traitement,
- juger de la difficulté du traitement en s'appuyant sur l'analyse clinique et radiologique préopératoire,
- connaître le protocole réalisé et les matériaux / instruments employés,
- apprécier les différentes procédures allant de l'anesthésie à l'obturation finale des canaux radiculaires,
- émettre une critique, un jugement quant au traitement effectué.

## **3 Réalisation de la vidéo pédagogique**

### **3.1 Rédaction du scénario**

Au vu du questionnaire médical préétabli, le patient ne présente aucune contre-indication à la réalisation d'un traitement endodontique. La fracture instrumentale est survenue en début de traitement endodontique initial.

Le diagnostic de celle-ci est réalisé par un contrôle visuel direct de l'instrument endodontique. Il est ensuite confirmé à l'aide d'une radiographie rétro-alvéolaire.

Le patient est alors informé de la situation. La conversation porte d'une part sur les faits pouvant expliquer cette fracture et d'autre part sur les différentes issues thérapeutiques s'offrant au patient.

Par accord patient-praticiens, la gestion de ce cas est réalisée par le docteur A. DEMETRIOU dont l'exercice est majoritairement orienté vers l'endodontie.

La vidéo traite d'une seconde prémolaire maxillaire droite, permanente et mature. Cette dent n'est statistiquement pas la plus sujette à la fracture instrumentale. Néanmoins, aucune étude n'a déterminé de manière concluante quand les instruments étaient les plus susceptibles de se fracturer [39].

Le protocole réalisé respecte les recommandations de la Haute Autorité de Santé [45].

### **3.2 Cas clinique**

La radiographie rétro-alvéolaire ci-dessous (fig.22) met en évidence le cas de cette seconde prémolaire supérieure droite. L'analyse de cette radiographie informe de l'anatomie coronaire et radiculaire de cette dent.

De plus, le fragment instrumental peut être objectivé, l'intérêt porte sur sa position, sa longueur et sa nature. Les informations précliniques obtenues permettent de savoir qu'il s'agit d'un instrument Mtwo 15/.05 de chez VDW®. La superposition radiographique 2D semble cacher la présence d'un second canal.

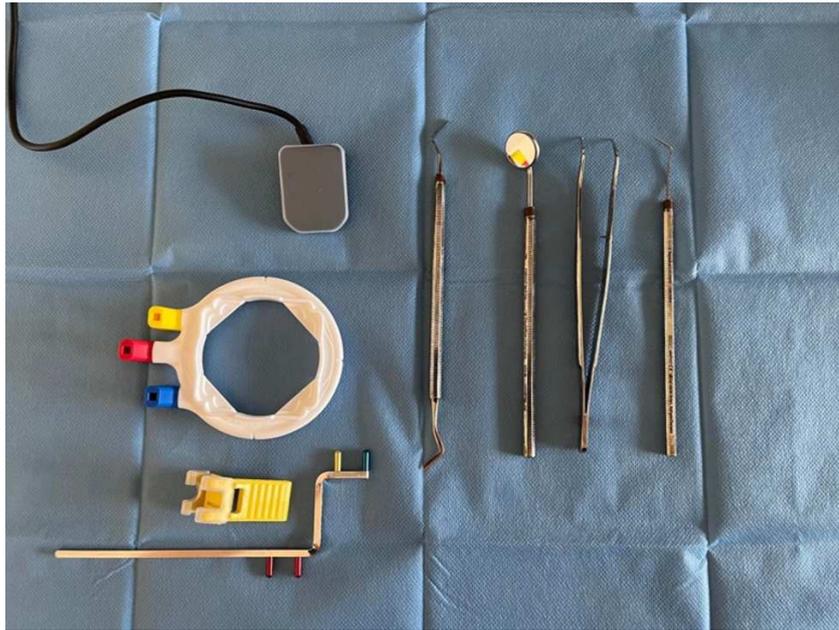


*Figure 22 : Analyse de la radiographie rétro-alvéolaire préopératoire (source personnelle de l'auteur).*

### **3.3 Matériel utilisé lors de la séquence opératoire**

La présentation du matériel suit le cheminement de notre protocole opératoire. Ce dernier se divise en 9 temps :

- **Diagnostic clinique et radiologique** (fig.24) : Kit sonde/miroir/précelles, capteurs radiographiques et angulateurs,



*Figure 23 : Matériel nécessaire à l'examen clinique et radiologique (source personnelle de l'auteur).*

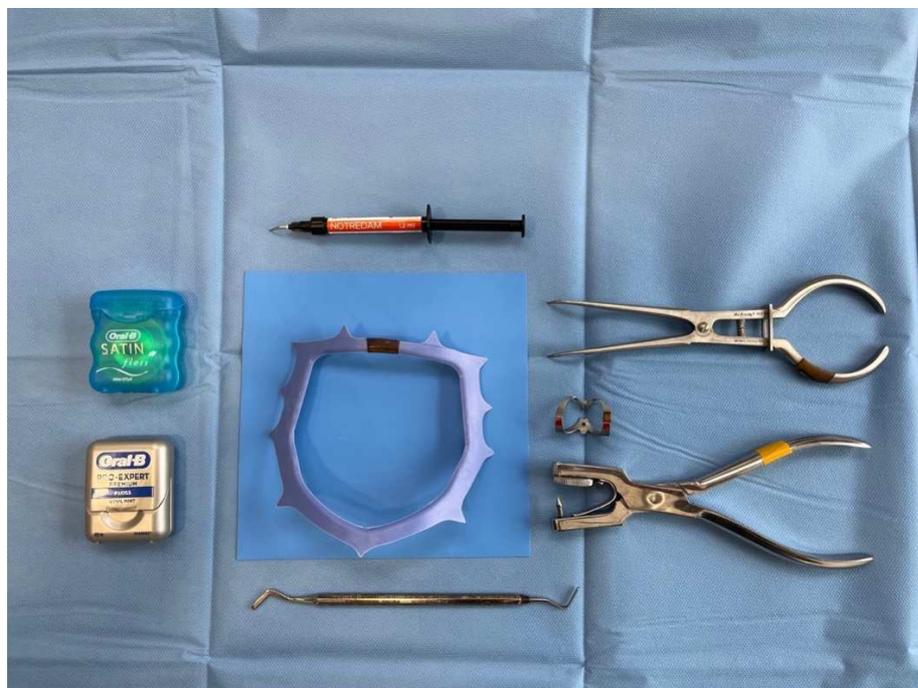
- **Anesthésie locale** (fig.25) : Seringue d'anesthésie, carpules anesthésiantes avec adrénaline à 1/100 000ème, aiguille de 16 mm,



*Figure 24: Matériel nécessaire à l'anesthésie (source personnelle de l'auteur).*

- **Champ opératoire** (fig.26) :

Pince à crampon, crampon opératoire, pince à perforer la digue, feuille de digue en latex, cadre à digue, spatule à bouche, fil dentaire, digue liquide photopolymérisable, fil dentaire,



*Figure 25: Matériel nécessaire à la pose du champ opératoire (source personnelle de l'auteur).*

- **Préparation tissulaire et retrait du fragment instrumental** (fig.27) :

Contre angle bague rouge, sonde n°17, pièce à main pour ultrason et clé dynamo de serrage, séquenceur d'inserts ultrasoniques, fraise zekrya endodontique, fraise boule long col diamanté,



Figure 26 : Matériel nécessaire à la préparation tissulaire et au retrait du fragment instrumental (source personnelle de l'auteur).

- **Cathétérisme, détermination des longueurs de travail, mise en forme canalaire (fig.28) :**

Clean grip avec compresses, moteur endodontique, localisateur d'apex et son crochet, lime de cathétérisme de diamètre 10 centièmes et 15 centièmes, lime d'évasement coronaire, lime de mise en forme en réciprocity, lime de pré-élargissement mécanisée,

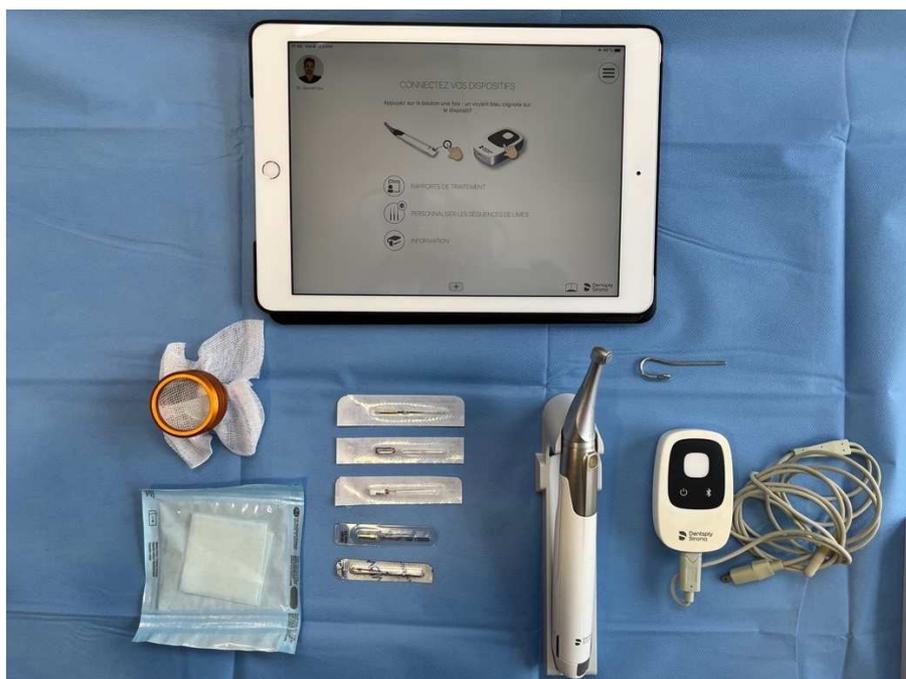


Figure 27: Matériel nécessaire au cathétérisme, détermination des LT, mise en forme canalaire (source personnelle de l'auteur).

- **Irrigation** (fig.29) :

Seringue d'Hypochlorite à 3%, seringue d'EDTA concentrée à 17%, cupule remplie d'hypochlorite, pièce à main pour ultrason et clé dynamo de serrage, insert d'activation ultrasonore,



Figure 28 : Matériel nécessaire à l'irrigation et l'élimination de la smear layer (source personnelle de l'auteur).

- **Obturation du système canalaire** (fig.30) : Cône de gutta, Ciment d'obturation à base de silicate de calcium, pointe de papier stériles, compresses, bistouri, fouloir de Machtou n°2/4, cutter a gutta,

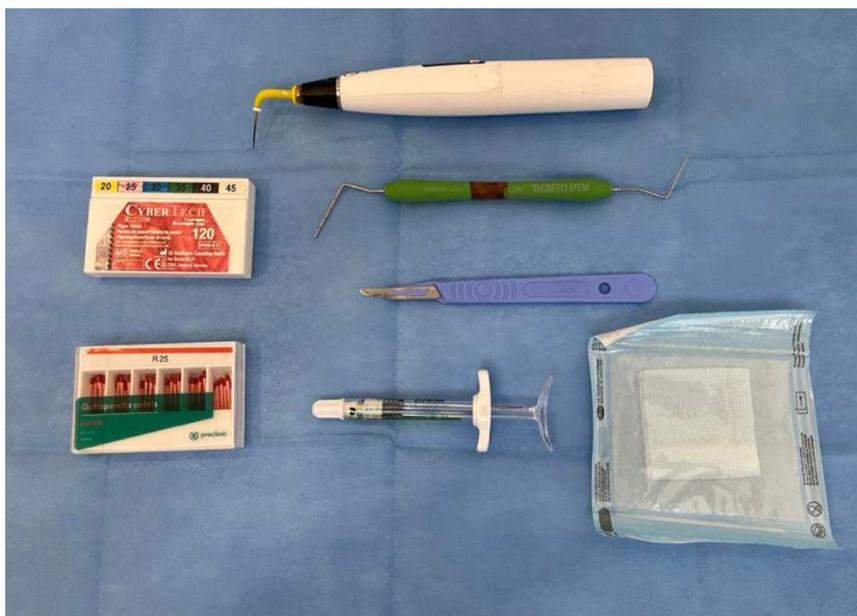


Figure 29: Matériel nécessaire à l'obturation du système canalaire (source personnelle de l'auteur).

- **Obturation coronaire provisoire** (fig.31) : Cavit, CVI, pistolet à CVI, lampe à photopolymériser, séquenceur fraises de finitions, papier d'occlusion, spatule de bouche, contre angle bague rouge.



*Figure 30 : Matériel nécessaire à l'obturation coronaire provisoire (source personnelle de l'auteur).*

### **3.4 Méthode de réalisation de la vidéo pédagogique**

#### **Présentation générale**

La réflexion porte ici sur le protocole opératoire en lien avec notre cas clinique.

Les parois dentaires résiduelles permettent la mise en place de la digue sans passer par l'étape de reconstitution pré-endodontique. Il convient de rappeler brièvement les étapes du protocole choisi pour la gestion de ce cas clinique.

En premier lieu il s'agit de réaliser l'anesthésie locale péri-apicale suivie de la mise en place du champ opératoire. S'ensuit la mise en forme de la cavité d'accès puis la mise en évidence du fragment instrumental. L'objectif est ici de le visualiser en vue de trouver une voie d'accès pour le retirer. Celui-ci se fait par la paroi de sécurité, c'est-à-dire un accès vestibulaire.

Dans un second temps, une fois le fragment retiré, il convient de poursuivre les étapes du traitement endodontique initial :

- cathétérisme à l'aide de limes manuelles,
- détermination des longueurs de travail à l'aide du localisateur d'apex,
- mise en forme canalaire à l'aide de limes en réciprocité,
- calibrage des cônes de gutta percha,
- irrigation finale à l'EDTA suivie d'un rinçage à l'hypochlorite de sodium,
- assèchement canalaire avec les pointes de papier stérile,
- obturation canalaire thermomécanique,
- radiographie post-opératoire,
- obturation coronaire provisoire à l'aide de cavit et de CVI.

### **Anesthésie**

Une anesthésie locale, dite péri-apicale, est réalisée en distal de la seconde prémolaire supérieure droite (fig.31). Elle est faite à l'aide d'une aiguille de 16 mm, les  $\frac{3}{4}$  de la carpule sont injectés. Quant au  $\frac{1}{4}$  restant, celui-ci est injecté en palatin afin de compléter notre anesthésie et de soulager le patient face à la pression exercée par le crampon.



*Figure 31: Photographie de la réalisation de l'anesthésie (source personnelle de l'auteur).*

## Champ opératoire

La pose de digue est réalisée en unitaire, c'est-à-dire uniquement sur la prémolaire. Cet acte est réalisé par la technique dite du parachute. Cela signifie que la mise en place du crampon et de la feuille de digue est faite en un seul temps.

Quant au crampon, il faut placer le mord le plus large en vestibulaire. Les mords sont placés en supra-gingivale afin d'éviter une lésion du parodonte. Le positionnement du crampon est vérifié de façon directe au doigté en exerçant une légère pression sur celui-ci. Il faut rechercher sa stabilité en évitant toute bascule. Enfin, la feuille de digue est tendue sur son cadre. On passe la digue sous les points de contact avec du fil dentaire et sous les ailettes du crampon à l'aide d'une spatule à bouche.

## Préparation tissulaire

Dès l'obtention du silence opératoire, l'obturation occlusale temporaire (CVI) est déposée à l'aide d'une fraise boule.

La cavité d'accès est révisée afin d'identifier et d'accéder directement à tous les orifices canaux sans interférences. L'entièreté du plafond pulpaire est éliminée. Tout canal supplémentaire est recherché (fig.32).

La cavité d'accès doit permettre d'assurer un réservoir pour la solution d'irrigation et assurer une rétention suffisante pour la restauration temporaire sans pour autant être trop délabrante [45].

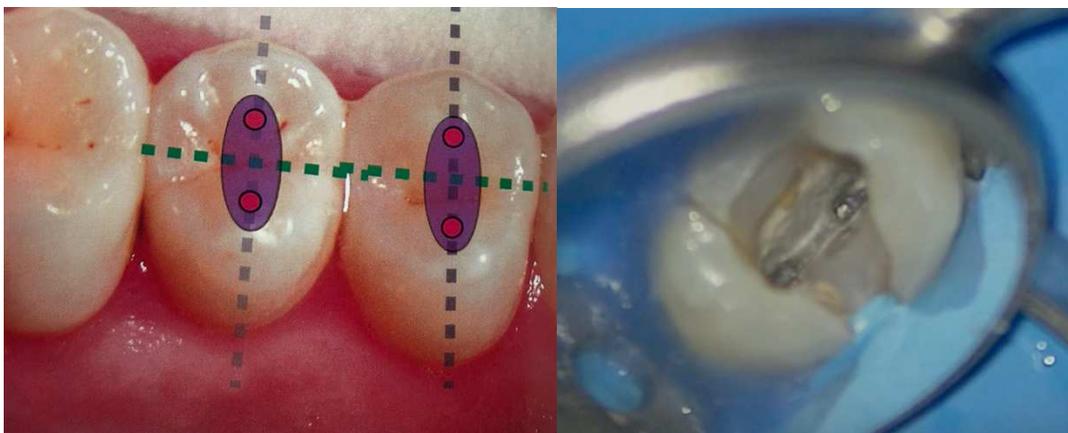


Figure 32: Photographies de la cavité d'accès théorique et de celle réalisée pour le cas clinique (source : [50] et photo personnelle de l'auteur).

## **Retrait du fragment instrumental**

L'accès à l'instrument est réalisé par la paroi de sécurité, c'est-à-dire un abord vestibulaire. Les inserts ultrasoniques permettent d'établir cet accès et de dégager la tête de l'instrument sur 1/3 de sa longueur totale. Ensuite, il convient de tourner autour de l'instrument à l'aide des inserts ultrasoniques. L'objectif est de dévisser l'instrument et permettre son retrait. Connaître la nature de l'instrument fracturé est ici primordial. En effet, en fonction du pas de celui-ci, le sens de rotation n'est pas le même.

## **Cathétérisme**

De son nom anglo-saxon « glide path », l'objectif principal est de créer une trajectoire canalaire sécurisée jusqu'à la jonction cémento-dentinaire en respectant l'anatomie canalaire naturelle. Le second objectif, à travers le cathétérisme, est de renseigner par le sens tactile sur l'anatomie canalaire. Tous les systèmes ne peuvent être utilisés que lorsque la trajectoire canalaire a été préalablement négociée afin que le canal accepte le placement libre de la première lime mécanisée [13].

Il convient de toujours pré courber sa lime, de ne jamais forcer l'instrument car le risque de fracture existe aussi bien dans les systèmes manuels que dans les systèmes mécanisés.

Les limes utilisées pour réaliser le cathétérisme peuvent être des limes H ou K suivant l'anatomie canalaire [49]. La séquence opératoire utilisée au cours de notre cas clinique est composée d'une lime d'évasement coronaire et d'une lime de cathétérisme mécanisée.

## **Détermination des longueurs de travail**

Afin de déterminer la longueur apicale de préparation, plusieurs méthodes s'offrent à l'opérateur. Soit la méthode radiographique ou bien la méthode électronique par localisateur d'apex. Cette dernière émet un son continu lorsque la constriction apicale est atteinte. La longueur de travail correspond à celle du son continu auquel on retire 0,5mm. La perméabilité apicale est contrôlée à l'aide d'une lime manuelle 10/100<sup>ème</sup> de mm insérée au-delà de la séparation dentine/cément [13].

## **Mise en forme canalaire**

La mise en forme canalaire est la pierre angulaire de la réussite du traitement endodontique puisqu'elle conditionne la qualité du nettoyage et de l'obturation du système canalaire.

Les techniques de mise en forme varient selon les auteurs et les praticiens. Cependant, il convient de respecter des principes fondamentaux. D'une part, le respect de l'anatomie canalaire et de la position du foramen apical. D'autre part, la conservation de la longueur de travail tout au long du traitement [13].

La séquence instrumentale utilisée au cours de notre cas clinique est composée d'une lime en réciprocité de conicité 6% et de diamètre 25.

S'ensuit le calibrage des cônes de gutta percha, la pointe du cône correspond au diamètre du dernier instrument utilisé pour la mise en forme canalaire.

L'ajustage du maître cône de gutta est contrôlé tactilement avec cette légère résistance au retrait mettant en évidence l'adaptation apicale du cône.

### **Radiographie cône en place**

Les objectifs de cette radiographie sont multiples, d'une part assurer le contrôle des différentes étapes du traitement, de confirmer l'ajustage des cônes et c'est aussi une obligation légale.

### **Irrigation finale**

Le passage des instruments entraîne une accumulation de boue dentinaire « smear layer » qui adhère aux parois et atténue l'étanchéité de l'obturation. L'EDTA permet d'y remédier, il convient de le laisser agir durant 2 minutes puis de procéder à un nettoyage final à l'hypochlorite [13].

### **Obturation canalaire**

De manière générale, l'obturation canalaire peut être réalisée chaque fois que [57] :

- le canal a été correctement mis en forme,

- le canal peut être asséché. Si l'assèchement à la longueur de travail ne peut pas être obtenu, l'obturation devra être remise à une séance ultérieure en plaçant un hydroxyde de calcium en inter séance ;
- la dent est asymptotique sur le plan desmodontal.

La condensation par la technique monocône calibrée est celle favorisée pour ce cas clinique. Le principe est la mise en place du ciment à base de silicate de calcium dans le canal avec un embout canalaire puis une action de pompage pour propulser le ciment dans les lacunes laissées par le cône de gutta. Le cône est ensuite sectionné à l'entrée canalaire à l'aide d'un cutter à gutta. S'ensuit une compaction en direction verticale à l'aide d'un fouloir de Machtou.

### **Radiographie post-opératoire**

Cette radiographie permet de contrôler la qualité de l'obturation (fig.33).



*Figure 33 : Radiographie post-opératoire du cas clinique (source personnelle de l'auteur).*

### **Obturation coronaire provisoire**

La restauration coronaire provisoire de notre cas clinique est réalisée à l'aide de Cavit® et de ciment verre ionomère. La restauration coronaire définitive doit être réalisée le plus tôt possible après l'obturation radiculaire afin d'optimiser l'étanchéité et la pérennité du traitement sous-jacent. [45]

### **3.5 Tournage et montage**

Le tournage a été réalisé dans le cabinet du Docteur A. DEMETRIOU dont l'exercice est majoritairement orienté vers l'endodontie.

Le microscope opératoire utilisé pour enregistrer l'intervention est un OMS3200 de chez Zamax® (fig.33).

Le système de lentilles est nommé Variodist® et peut être ajusté de 200mm à 400mm offrant une mise au point facile durant l'opération. L'éclairage LED est supérieur à 200 000 Lux. Il dispose d'une caméra full HD avec disque dur externe permettant l'enregistrement pour la vidéo pédagogique.

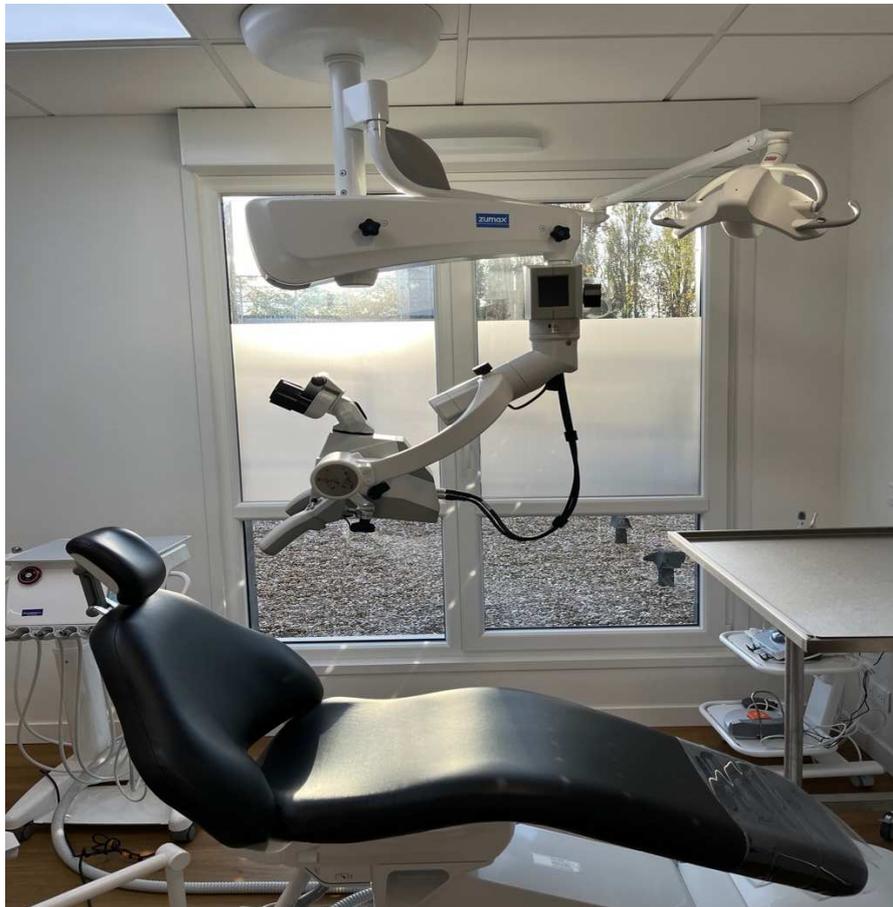


Figure 33: Photo du microscope opératoire OMS3200 Zumax® (source personnelle de l'auteur).

L'appareil photo utilisé pour réaliser les clichés du matériel nécessaire à la séquence opératoire est un Nikon® D5200. L'enregistrement audio de la voix off a été réalisé à l'aide d'un micro-cravate Røde® (fig.34).



Figure 34: Appareil photo Sony A7iii et micro-cravate Rode (source : <https://www.sony.fr>).

Le montage a été réalisé sur ordinateur Apple MacBook Pro M1 max 64go RAM. Le montage de la vidéo a été réalisé avec le logiciel Adobe Première Pro (fig.35).

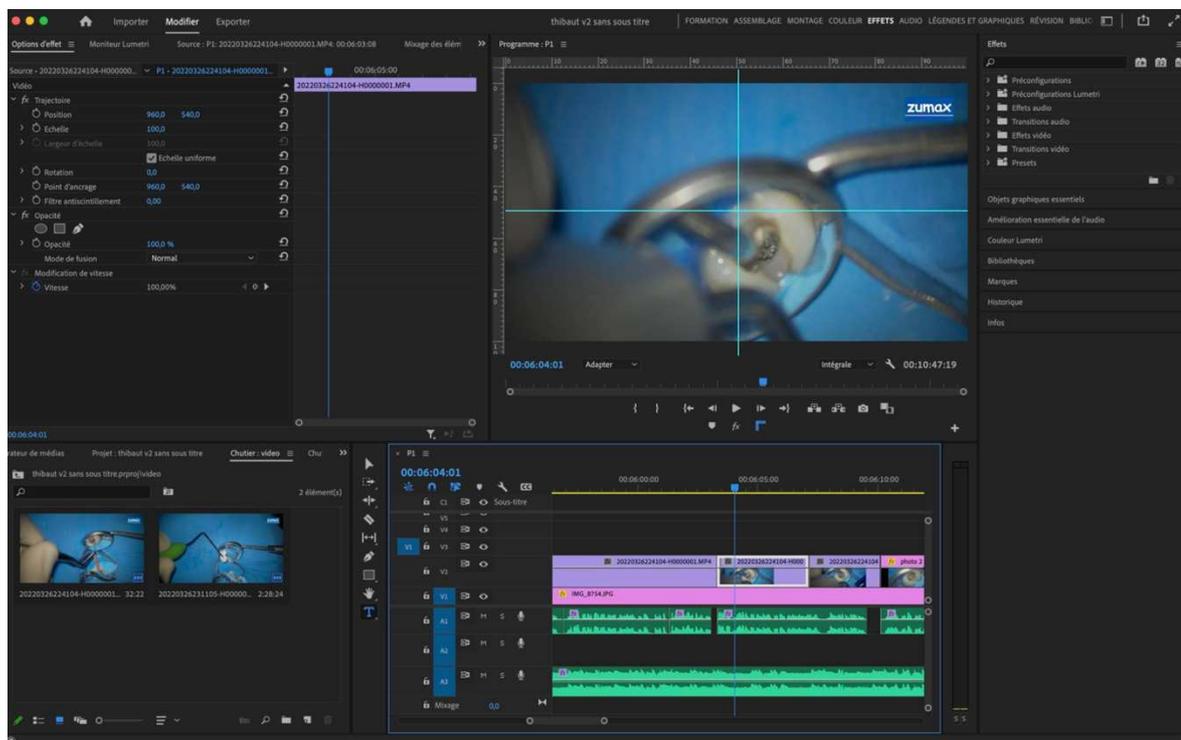


Figure 35: Capture d'écran du logiciel Adobe première pro (source : photo personnelle de l'auteur).

## 4 Discussion

L'introduction de l'apprentissage par vidéo pédagogique a permis de surmonter de nombreuses limitations dans l'enseignement dentaire. En effet, face à la crise COVID il a fallu trouver d'autres supports d'enseignements pour les étudiants. Cependant cet apprentissage moderne ne répond pas à toutes les problématiques de l'enseignement.

### ***4.1 Avantages de la vidéo pédagogique en endodontie***

Les étudiants ont souvent du mal à avoir une vue claire du champ opératoire lors d'une démonstration clinique en direct du fait de l'espace opératoire limité, de la petite taille de la cavité buccale et la nature détaillée de la plupart des procédures dentaires. La vidéo pédagogique offre une vision nette de l'acte thérapeutique [19].

D'autre part, ce format d'apprentissage peut aider l'instructeur à enseigner face à un large public. La vidéo peut servir de support lors d'un cours magistral ou lors d'un enseignement dirigé. Elle permet également une interaction entre l'instructeur et l'élève.

Pour les étudiants, ce contenu disponible en continu présente une facilité d'accès via internet et les smartphones. Ainsi il leur permet un visionnage avant les procédures cliniques sur des patients. La vidéo pédagogique réduit donc leur anxiété avant un acte clinique. Elle permet de se remémorer le matériel nécessaire et les différents temps opératoires. Ainsi, les étudiants peuvent se focaliser sur la complexité de l'acte thérapeutique.

La vidéo permet de retenir et structurer les informations reçues lors des cours magistraux, elle permet également de mettre des images sur les mots. Le montage vidéo permet de condenser les séquences longues et peu attractives de l'acte opératoire. Ainsi, la concentration des étudiants est conservée tout au long de la vidéo [10].

## **4.2 Limites de la vidéo pédagogique en endodontie**

Le diagnostic et le raisonnement clinique sont des compétences complexes et ne peuvent être couvertes par une seule vidéo ou un seul scénario [10]. Cet apprentissage est relatif à l'expérience et à l'entraînement du praticien face à divers cas cliniques.

La connaissance préalable des sujets abordés lors des vidéos pédagogiques à son importance. Les vidéos permettent de structurer les propos, en revanche elles imposent au lecteur d'avoir des acquis sur les sujets abordés. Ainsi, la théorie enseignée lors des cours magistraux reste indispensable. Le visionnage isolé des vidéos pédagogiques ne permet pas au lecteur de discuter, de débattre, de poser des questions à l'enseignant.

Concernant la confection d'une vidéo pédagogique, elle demande du temps, une maîtrise des méthodes de montage vidéo et des outils numériques. L'équipement nécessaire pour réaliser ces vidéos est onéreux. Le réalisateur doit également avoir connaissance des critères de qualité d'une vidéo pédagogique afin que celle-ci présente un intérêt dans l'apprentissage du lecteur.

## Conclusion

L'enquête préalable réalisée au sein de la Faculté de chirurgie dentaire de Lille informe sur l'anxiété des étudiants face à la pratique de l'endodontie et son évènement indésirable que représente la fracture instrumentale.

Il en ressort une volonté d'apprentissage supplémentaire invitant à réaliser cette thèse pédagogique.

Le croisement entre les différents supports pédagogiques disponibles et les méthodes d'apprentissage favorisées par les étudiants conforte dans l'idée que la vidéo pédagogique trouve sa place au sein de cet enseignement.

Ainsi, cette thèse pédagogique tend à donner les ressources nécessaires aux étudiants pour gérer ces fractures instrumentales endodontiques. Dans un premier temps avec une partie manuscrite et dans un second temps avec l'apport d'une vidéo pédagogique offrant la possibilité de compléter et synthétiser leurs connaissances.

Par la suite, il serait intéressant de créer d'autres contenus pédagogiques au sujet de la pratique endodontique, en complément de ceux existant déjà. En effet, c'est une discipline complexe qui ne peut se résumer à travers une seule vidéo pédagogique. Ainsi, cela permettrait d'enrichir les plateformes universitaires numériques.

## Références bibliographiques

- [1] AHN Y, HYEON-CHEOL K, EUISEONG K. Kinematic effects of nickel-titanium instruments with reciprocating or continuous rotation motion: a systematic review of in vitro studies. *Journal of endodontics*. 2016;7:1009–1017.
- [2] ALFAWAZ H, ALQEDAIRI A, ALSHAREKH H, ALMUZAINI E, ALZHRANI S, JAMLEH A. Effects of sodium hypochlorite concentration and temperature on the cyclic fatigue resistance of heat-treated nickel-titanium rotary instruments. *Journal of endodontics*. 2018;10:1563–1566.
- [3] ALVAREZ J. Immersive factory. *Université Polytechnique HdF*. 2021;19:225–230.
- [4] BARBAKOW F, LUTZ, F. The lightspeed preparation technique evaluated by swiss clinicians after attending continuing education courses. *International endodontic journal*. 1997;1:46–50.
- [5] CARROTTE P. Endodontics: part 6 rubber dam and access cavities. *British dental journal*. 2004;9:527–534.
- [6] CASTELLÓ-ESCRIVÁ R, ALEGRE-DOMINGO T, FAUS-MATOSSES V, ROMÁN-RICHON S, FAUS-LLÁCER V. In vitro comparison of cyclic fatigue resistance of protaper, waveone, and twisted files. *Journal of endodontics*. 2012;11:1521–1524.
- [7] CHÉRCOLES-RUIZ A, SÁNCHEZ-TORRES A, GAY-ESCODA C. Endodontics, endodontic retreatment, and apical surgery versus tooth extraction and implant placement: a systematic review. *Journal of endodontics*. 2017;5:679–686.
- [8] DEL FABBRO M, CORBELLA S, SEQUEIRA-BYRON P, TESIS I, ROSEN E, LOLATO A, TASCHIERI S. Endodontic procedures for retreatment of periapical lesions. *The cochrane database of systematic reviews*. 2016;10:1–82.
- [9] FANELLI G, MOKHBI J. Droits des usagers : information et orientation. *Haute autorité de santé*. 2020;1:1–2.
- [10] EDREES, HADEEL Y, OHLIN J, AHLQUIST M, TESSMA M, ZARY N. Patient demonstration videos in predoctoral endodontic education: aspects perceived as beneficial by students. *Journal of dental education*. 2015;8:928–933.
- [11] Association for dental education in Europe, position statement in the assessment of undergraduate dental school. *European society of endodontology*. 2018:1–4.
- [12] FABBRO M, TASCHIERI S, TESTORI T, FRANCIETTI L, WEINSTEIN R. Surgical versus non-surgical endodontic re-treatment for periradicular lesions. *Cochrane database of systematic reviews*. 2007;3:3–9.
- [13] FERRERI, THIBAUT SERGENT. Evaluation du respect des trajectoires canalaires lors du cathétérisme: comparaison entre instrumentation manuelle et instrumentation mécanisée. *Hal open science*. 2013;1:7–9.

- [14] FANELLI G, MOKHBI J. Traitement endodontique. Haute autorité de santé. 2008.
- [15] FIFE D, GAMBARINI G, BRITTO L. Cyclic fatigue testing of protaper niti rotary instruments after clinical use. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontology*. 2004;2:251–256.
- [16] STACCINI P, FIESCHI M. Formation médicale et technologies de l'information et de la communication. Springer paris. 2002;14:127–132.
- [17] GAMBARINI G, GERGI R, NAAMAN A, OSTA N, AL SUDANI D. Cyclic fatigue analysis of twisted file rotary niti instruments used in reciprocating motion. *International endodontic journal*. 2012;9:802–806.
- [18] GAMBARINI G, RUBINI AG, AL SUDANI D, GERGI R, CULLA A, DE ANGELIS F, et al. Influence of different angles of reciprocation on the cyclic fatigue of nickel-titanium endodontic instruments. *Journal of endodontics*. 2012;10:1408–1411.
- [19] GUO P, KIM J, JUHO R. How video production affects student engagement: an empirical study of mooc videos. *Proceedings of the first acm conference on learning*. 2014;1:41–50.
- [20] HA, JUNG-HONG, KIM, SUNG KYO, KWAK, SANG WON, EL ABED, et al. Debris extrusion by glide-path establishing endodontic instruments with different geometries. *Journal of dental sciences*. 2016;2:136–140.
- [21] HAÏKEL Y, SERFATY R, BLEICHER P, LWIN T, ALLEMANN C. Effects of cleaning, disinfection, and sterilization procedures on the cutting efficiency of endodontic files. *Journal of endodontics*. 1996;12:657–661.
- [22] HILT B, CUNNINGHAM C, SHEN C, RICHARDS N. Torsional properties of stainless-steel and nickel-titanium files after multiple autoclave sterilizations. *Journal of endodontics*. 2000;2:76–80.
- [23] ILÇIN N, TOMRUK M, YEŞILYAPRAK S, KARADIBAK D, SAVCI S. The relationship between learning styles and academic performance in turkish physiotherapy students. *Bmc medical education*. 2018;18:291.
- [24] Instruments de canal radiculaire séparés - un aperçu de l'incidence, de la localisation, des stratégies de traitement et des résultats. *Dental swiss journal*. 2017;127:233–237.
- [25] IQBAL, MIAN K, KOHLI M, KIM, JESSICA S. A retrospective clinical study of incidence of root canal instrument separation in an endodontics graduate program: a penn endo database study. *Journal of endodontics*. 2006;11:1048–1052.
- [26] KAZEMI R, STENMAN E, SPÅNGBERG L. A comparison of stainless steel and nickel-titanium h-type instruments of identical design: torsional and bending tests. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontology*. 2000;4:500–506.
- [27] KHAN S, HAMEDY R, LEI Y, OGAWA R, WHITE S. Anxiety related to nonsurgical root canal treatment: a systematic review. *Journal of endodontics*. 2016;12:1726–1736.

- [28] KHASNIS, SANDHYA ANAND, KAR, PREM PRAKASH, KAMAL, APOORVA, PATIL, JAYAPRAKASH D. Rotary science and its impact on instrument separation: a focused review. *Journal of conservative dentistry*. 2018;2:116–124.
- [29] KOHLER F, KOHLER C. Les nouvelles technologies de l'information et de la communication au service de la formation médicale continue à distance dans les collaborations nord-sud. *Journal africain d'hépatogastroentérologie*. 2008;3:133–135.
- [30] KOLB D. *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. Ft press. 2014;2:260–275.
- [31] LAMBRIANIDIS T. *Management of fractured endodontic instruments*. Springer international publishing. 2018;4:75–195.
- [32] WOOCHEOL L, SONG M, EUISEONG K, HYOJIN L, HYEON-CHEOL K. A survey of experience-based preference of nickel-titanium rotary files and incidence of fracture among general dentists. *Restorative dentistry and endodontics*. 2012;4:201–206.
- [33] LOPES H, ELIAS C, VIEIRA M, SIQUEIRA J, MANGELLI M, LOPES W, et al. Fatigue life of reciproc and mtwo instruments subjected to static and dynamic tests. *Journal of endodontics*. 2013;5:693–696.
- [34] MADARATI A, WATTS D, QUALTROUGH A. Factors contributing to the separation of endodontic files. *British dental journal*. 2008;5:241–245.
- [35] MADARATI A. Factors influencing incidents of complications while using nickel-titanium rotary instruments for root canal treatment. *Bmc oral health*. 2019;19:241.
- [36] MADARATI A, HUNTER M, DUMMER P. Management of intracanal separated instruments. *Journal of endodontics*. 2013;5:569–581.
- [37] MASTERS K. Edgar dale's pyramid of learning in medical education: further expansion of the myth. *Medical education*. 2020;1:22–32.
- [38] MCGUIGAN MB, LOUCA C, DUNCAN HF. The impact of fractured endodontic instruments on treatment outcome. *British dental journal*. 2013;6:285–289.
- [39] MCGUIGAN MB, LOUCA C, DUNCAN HF. Endodontic instrument fracture : causes and prevention. *British dental journal*. 2013;7:341–348.
- [40] MCGUIGAN MB, LOUCA C, DUNCAN HF. Clinical decision-making after endodontic instrument fracture. *British dental journal*. 2013;8:395–400.
- [41] MURPHY R, GRAY J, SARAH A, STRAJA, SORIN R, BOGERT M. Student learning preferences and teaching implications. *Journal of dental education*. 2004;8:859–866.
- [42] PAVIA C. Expérience de la fracture instrumentale en endodontie : enquête auprès d'étudiants en odontologie. Hal open source. 1992;1–62.
- [43] PELTIER C. Usage des podcasts en milieu universitaire : une revue de la littérature. *International journal of technologies in higher education*. 2016;1:1–20.
- [44] PLOTINO G, GRANDE N, PORCIANI P. Deformation and fracture incidence of reciproc instruments: a clinical evaluation. *International endodontic journal*. 2015;2:199–205.
- [45] FANELLI G, MOKHBI J. Rapport traitement endodontique. Haute autorité santé.

2008.

- [46] ROSEN E, AZIZI H, FRIEDLANDER C, TASCHIERI S, TSEH I. Radiographic identification of separated instruments retained in the apical third of root canal-filled teeth. *Journal of endodontics*. 2014;10:1549–1552.
- [47] ROSEN E, VENEZIA N, AZIZI H, KAMBUROGLU K, MEIROWITZ A, ZIV-BARAN T, TSEH I. A comparison of cone-beam computed tomography with periapical radiography in the detection of separated instruments retained in the apical third of root canal-filled teeth. *Journal of endodontics*. 2016;7:1035–1039.
- [48] SATTAPAN B, NERVO G, PALAMARA J, MESSER H. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use. *Journal of endodontics*. 2000;3:161–165.
- [49] SIMON S, MACHTOU M, ADAMS N, TOMSON P, LUMLEY P. Apical limit and working length in endodontics. *Dental update*. 2009;3:146–153.
- [50] SIMON S, MACHTOU P, PERTOT WJ. *Endodontie*. 2<sup>nd</sup> ed Jpio. 2022;14:275–281.
- [51] STADLINGER B, JEPSEN S, CHAPPLE I, SANZ M, TERHEYDEN H. Technology-enhanced learning: a role for video animation. *British dental journal*. 2021;2:93–96.
- [52] SUTER B, LUSSI A, SEQUEIRA P. Probability of removing fractured instruments from root canals. *International endodontic journal*. 2005;2:112–123.
- [53] UNGERECHTS C, BÅRDSSEN A, FRISTAD I. Instrument fracture in root canals - where, why, when and what? a study from a student clinic. *International endodontic journal*. 2014;2:183–190.
- [54] YARED G, BOUDAGHER F, KULKARNI K. Influence of torque control motors and the operator's proficiency on protaper failures. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology, and endodontology*. 2003;2:229–233.
- [55] YOU S, BAE K, BAEK S, KEE-YEON K, WON-JUN S, WOOCHEOL L. Lifespan of one nickel-titanium rotary file with reciprocating motion in curved root canals. *Journal of endodontics*. 2010;12:1991–1994.
- [56] ZHANG, QING, MINGYU L, XUQING W, OFORI E. Dr. edgar dale. *Techtrends*. 2019;3:240–242.
- [57] ZHAO D, SHEN Y, PENG B, HAAPASALO M. Effect of autoclave sterilization on the cyclic fatigue resistance of thermally treated nickel-titanium instruments. *International endodontic journal*. 2016;10:990–995.

## Table des figures

Figure 1: Taux d'incidence de la fracture instrumentale au cours d'un traitement endodontique (selon les études de Tzanetakis et Coll. menée en 2008 et l'étude de l'université de Pennsylvanie) [28,29].	14
Figure 2: Taux d'incidence de la fracture instrumentale en fonction de l'instrumentation utilisée, comparaison ss (acier inoxydable) / NiTi (nickel titane) selon la base de données pennendo [29].	15
Figure 3: Photographie d'une lime K à pas constant [7].	17
Figure 4: Photographie de l'instrument mtwo® à pas variable [7].	17
Figure 5: Microstructure de lime en acier inoxydable après 40 cycles de stérilisation [26].	19
Figure 6: Microstructure de lime nickel-titane après 40 cycles de stérilisation [26].	19
Figure 7: Micrographies électroniques à balayage de limes NiTi corrodées après immersion dans 5,25% NaOCl pendant 2 heures à 60°C. Grossissement x100 (A, B) et x400 (C, D). profile® taille 25, 04 conicité. (B, D) race® taille 25 cône de 0,04 [49].	20
Figure 8: Graphique de la répartition des étudiants ayant fracturé un instrument (source personnelle de l'auteur).	23
Figure 9: Graphique de la répartition des étudiants ayant majoré ou non leurs anxiétés à la suite de la fracture d'un instrument endodontique (source personnelle de l'auteur).	24
Figure 10 : Graphique de la répartition des étudiants intéressés par la création de cours/tp supplémentaires au sujet de la fracture instrumentale et de sa gestion (source personnelle de l'auteur).	25
Figure 11: Graphique de la répartition des étudiants sur leur capacité à prendre en charge cette fracture instrumentale endodontique (source personnelle de l'auteur).	26
Figure 12: Deuxième molaire mandibulaire droite présentant un instrument fracturé dans le tiers apical de la racine distale, dent non conservable [36].	31
Figure 13: Découverte fortuite de fragments instrumentaux au cours d'un examen radiologique. (a) fragment en place depuis 15ans. (b) fragment en place depuis 16ans [36].	31
Figure 14: Pinces pour le retrait des fragments instrumentaux. De gauche à droite : pince de Stieglitz / pince n°1206 de Martin / pince de Huey [6].	32
Figure 15: Schéma illustrant le retrait instrumental par l'emploi des ultrasons [36].	32
Figure 16: By-pass d'un instrument fracture à l'aide d'une lime pré courbée de petit diamètre (8/100 ou 10/100) [6].	32
Figure 17: Apicectomie d'une incisive mandibulaire latérale gauche [36].	33
Figure 18: Pyramide d'apprentissage d'Edgar Dale en 1946 [35].	34
Figure 19: La typologie de David Kolb en 1984 [34].	35

Figure 20: Comparaison de la distribution des réponses unitaires préférentielles des étudiants en chirurgie-dentaire à l'enquête vark de 2004 [46].	37
Figure 21: Comparaison de la distribution des préférences uni modales / multimodales des étudiants en chirurgie-dentaire à l'enquête vark de 2004 [46].	39
Figure 22 : Analyse de la radiographie rétro-alvéolaire préopératoire (source personnelle de l'auteur).	43
Figure 23 : Matériel nécessaire à l'examen clinique et radiologique (source personnelle de l'auteur).	44
Figure 24: Matériel nécessaire à l'anesthésie (source personnelle de l'auteur).	44
Figure 25: Matériel nécessaire à la pose du champ opératoire (source personnelle de l'auteur).	45
Figure 26 : Matériel nécessaire à la préparation tissulaire et au retrait du fragment instrumental (source personnelle de l'auteur).	46
Figure 27: Matériel nécessaire au cathétérisme, détermination des LT, mise en forme canalaire (source personnelle de l'auteur).	46
Figure 28 : Matériel nécessaire à l'irrigation et l'élimination de la smear layer (source personnelle de l'auteur).	47
Figure 29: Matériel nécessaire à l'obturation du système canalaire (source personnelle de l'auteur).	47
Figure 30 : Matériel nécessaire à l'obturation coronaire provisoire (source personnelle de l'auteur).	48
Figure 31: Photographie de la réalisation de l'anesthésie (source personnelle de l'auteur).	49
Figure 32: Photographies de la cavité d'accès théorique et de celle réalisée pour le cas clinique (source : [50] et photo personnelle de l'auteur).	50
Figure 33: Photo du microscope opératoire OMS3200 Zumax® (source personnelle de l'auteur).	55
Figure 34: Appareil photo Sony A7iii et micro-cravate Rode (source : <a href="https://www.sony.fr">https://www.sony.fr</a> ).	55
Figure 35: Capture d'écran du logiciel Adobe première pro (source : photo personnelle de l'auteur).	56



**Thèse d'exercice : Chir. Dent. : Lille : Année 2022 – N°:**

Gestion de la fracture instrumentale endodontique : approche au format vidéo pédagogique. / **ZERROUG Thibault**. - p. (67) : ill. (37) ; réf. (59)

**Domaines** : Odontologie conservative -Endodontie - Enseignement

**Mots clés Rameau** : Endodontie - Etude et enseignement - Vidéo en éducation - Moodle

**Mots clés FMeSH** : Endodontie-méthodes - Fracture instrumentale - Film et vidéos pédagogiques

**Résumé de la thèse :**

La fracture endodontique est un risque inhérent à la pratique endodontique. Une enquête réalisée auprès des étudiants de la Faculté de chirurgie dentaire de Lille informe sur leur anxiété ainsi que leur envie d'apprentissage au sujet de la gestion de ces fractures.

Ce travail porte sur la conception d'une vidéo pédagogique détaillant une technique de retrait de débris instrumental. Afin d'optimiser son contenu, il a fallu définir les modes d'apprentissages favorisés par les étudiants, les critères de qualités et les objectifs d'une vidéo pédagogique en endodontie.

S'ensuit une discussion aboutissant aux avantages et limites de ce support pédagogique en endodontie. Ce dernier sera accessible en continu sur les plateformes universitaires.

**JURY :**

**Président :** Monsieur le Professeur **DEVEAUX Etienne**

**Assesseurs :** Monsieur le Docteur **GAMBIEZ Alain**

Monsieur le Docteur **LINEZ Marc**

Monsieur le **Docteur HENAUT Marine**

**Membre invité :** Monsieur le Docteur **DEMETRIOU Alexandre**