UNIVERSITE DE LILLE

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

[Année de soutenance : 2021] N°:

THESE POUR LE

DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le 12 Novembre 2021

Par Marine AUGER

Née le 08 AVRIL 1995 à CHARTRES

RÉALISATION D'UNE VIDÉO PÉDAGOGIQUE : LE TRAITEMENT ENDODONTIQUE INITIAL

JURY

Président : Monsieur le Professeur Étienne DEVEAUX

Assesseurs : Monsieur le Docteur Pierre HILDELBERT

Monsieur le Docteur Marc LINEZ

Monsieur le Docteur Alexandre DEMETRIOU

Président de l'Université	:	Pr. J-C. CAMART
Directeur Général des Services de l'Université	:	M-D. SAVINA
Doyen	:	Pr. E. DEVEAUX
Vice-Doyen	:	Dr. A. DE BROUCKER
Responsable des Services	:	M. DROPSIT
Responsable de la Scolarité	:	-

PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'U.F.R.

PROFESSEURS DES UNIVERSITES :

P. BEHIN	Prothèses
T. COLARD	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
C. DELFOSSE	Responsable du Département d'**Odontologie Pédiatrique**
E. DEVEAUX	Dentisterie Restauratrice Endodontie Doyen du Département facultaire d'odontologie de l'UFR3S

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

K. AGOSSA	Parodontologie
T. BECAVIN	Dentisterie Restauratrice Endodontie
A. BLAIZOT	Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.
P. BOITELLE	Prothèses
F. BOSCHIN	Responsable du Département de **Parodontologie**
E. BOCQUET	Responsable du Département d'**Orthopédie Dento-Faciale**
C. CATTEAU	Responsable du Département de **Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.**
X. COUTEL	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
P. HILDELBERT	Responsable du Département de **Dentisterie Restauratrice Endodontie**
C. LEFEVRE	Prothèses
J.L. LEGER	Orthopédie Dento-Faciale
M. LINEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
T. MARQUILLIER	Odontologie Pédiatrique
G. MAYER	Prothèses
L. NAWROCKI	Responsable du Département de **Chirurgie Orale** Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin - CHRU Lille
C. OLEJNIK	Responsable du Département de **Biologie Orale**
W. PACQUET	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
P. ROCHER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
L. ROBBERECHT	Dentisterie Restauratrice Endodontie
M. SAVIGNAT	Responsable du Département des **Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux**
T. TRENTESAUX	Odontologie Pédiatrique
J. VANDOMME	Responsable du Département de **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.

Table des matières

Introduction 6

1. Enseignement de l'endodontie 7

1.1 Enjeux de l'endodontie au quotidien 7
1.2. Enseignement à l'Université de Lille 10
1.3. Difficultés rencontrées lors de l'apprentissage de l'endodontie 11
1.4. Solutions apportées à l'apprentissage en endodontie 15
1.5. Crise sanitaire : transformation du système éducatif 18

2. Création de supports pédagogiques en endodontie 20

2.1 Pyramide d'apprentissage 20
2.2 Analyse des méthodes d'apprentissage des étudiants 22
2.3 Comparaison des différentes méthodes pédagogiques 25
2.4 Critères de qualité d'une vidéo pédagogique 30
2.5 Objectifs de la vidéo pédagogique en endodontie 32

3. Réalisation d'une vidéo pour l'enseignement en endodontie 33

3.1 Rédaction du scénario à visée pédagogique 33
3.2 Tournage et montage de la vidéo 50

4. Discussion 53

4.1 Avantages des vidéos dans l'enseignement en endodontie 53
4.2 Limites des vidéos dans l'enseignement en endodontie 56

Conclusion 57

Références bibliographiques 58

Table des illustrations 63

Introduction

L'endodontie est une des disciplines les plus complexes de l'exercice dentaire. Malgré de nombreuses années de pratique, il n'est pas rare que les praticiens adressent la suite des leurs traitements endodontiques à des spécialistes.

Dans le contexte de crise sanitaire liée à la Covid-19, l'entraînement pratique en endodontie des étudiants s'est retrouvé fortement impacté. Les conditions sanitaires ont amplifié les difficultés reconcentrées lors de la formation pratique.

Il a donc fallu adapter l'enseignement académique standard à cette situation inédite et donner l'accès aux étudiants à d'autres ressources pédagogiques.

La création de vidéos pédagogiques a permis de répondre aux contraintes de l'enseignement à distance tout en facilitant l'assimilation des gestes techniques.

Il est intéressant de comprendre pourquoi la vidéo pédagogique s'est établie comme un des supports préférentiels pour l'enseignement de la pratique en endodontie.

Ainsi, l'objectif de ce travail est d'optimiser la conception et la réalisation du support vidéo pour faciliter l'acquisition des notions théoriques conséquentes de la discipline, tout en maintenant l'attention de l'étudiant.

Dans un premier temps, il est important de déterminer comment l'endodontie est enseignée en France, notamment à la faculté de chirurgie dentaire de l'Université de Lille, quelles sont les difficultés rencontrées par les étudiants et quelles solutions sont déjà appliquées.

Puis, l'analyse des modes d'apprentissage des étudiants permet de mettre en avant les critères essentiels pour constituer un support pédagogique pertinent et efficace.

Enfin, il sera exposé comment a été réalisé la vidéo pédagogique présentant un traitement endodontique initial. Cette vidéo sera ensuite accessible à tous les étudiants grâce à la plateforme universitaire en ligne.

1. Enseignement de l'endodontie

1.1 Enjeux de l'endodontie au quotidien

" Le traitement endodontique a pour objectif 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" [1].

D'après un rapport par la Haute Autorité de Santé, le traitement endodontique est une procédure concernant le réseau canalaire radiculaire qui consiste à éliminer et neutraliser toutes les substances organiques (résidus tissulaires, bactéries, produits de l'inflammation) par une action de nettoyage et mise en forme du canal avant d'en assurer l'obturation [1].

L'endodontie est une pratique complexe et quotidienne au cabinet dentaire. Plusieurs enquêtes sur la qualité des traitements endodontiques en France ont démontré qu'un tiers des traitements présentaient au moins un défaut majeur [1,2].

Cependant, un traitement endodontique ne respectant pas les recommandations, est plus à risque d'entrainer des complications inflammatoires locales [3,4,5].

En 2011, dans un centre hospitalier parisien, une consultation aux urgences dentaires sur 10 concernait une parodontite apicale aiguë suite à un traitement endodontique insuffisant. Plus de la moitié des urgences étaient d'origine endodontique [6].

Un traitement endodontique inadéquat entraîne plus fréquemment l'apparition d'une infection péri-radiculaire qu'un traitement respectant les recommandations. En France, seulement 25% de ces traitements remplissent les critères de qualité conformes aux recommandations de l'*European Society of Endodontology* (ESE) (fig. 1) [7].

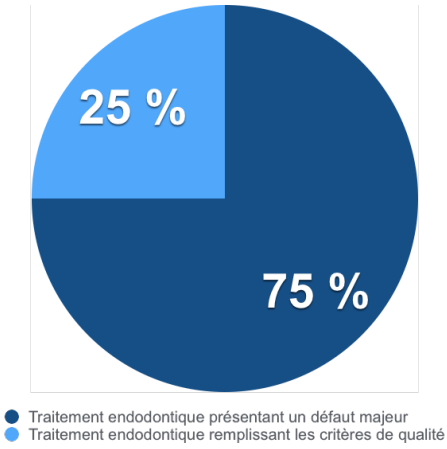

Figure 1 : Taux de traitement endodontique présentant un défaut majeur en comparaison avec le taux de traitement endodontique remplissant les critères de qualité selon recommandations, en France (selon deux études de l'European Society of Endodontology réalisées en 1994) [7].

Néanmoins, un traitement endodontique réalisé suivant les recommandations de l'ESE montre un taux de succès très élevé, de l'ordre de 90%, en cas d'absence de parodontite péri-apicale préexistante (fig. 2) [8].

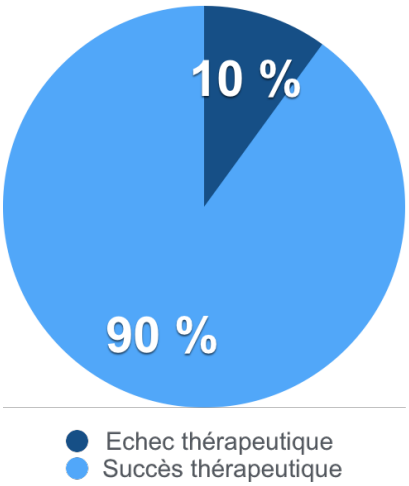

Figure 2 : Taux d'échec et de succès thérapeutique suite à un traitement endodontique réalisé selon les recommandations de l'European Society of Endodontology, en l'absence de parodontite périapicale [8].

Un traitement endodontique inadéquat peut devenir source de complications douloureuses et infectieuses (abcès alvéolaires et cellulites), impactant la qualité de vie des patients. Ces infections peuvent également entraîner de nombreuses autres complications locorégionales, et dans les cas extrêmes, conduire à une septicémie.

Il est important de veiller à éviter ces infections, notamment chez les patients risquant des complications générales graves associées aux pathologies chroniques (diabète, maladies cardio-vasculaires...) [9].

Réaliser un traitement endodontique satisfaisant est difficile. Considérée comme complexe et chronophage pour les omnipraticiens, certains traitements endodontiques sont parfois orientés à des spécialistes [10]. L'apprentissage de l'endodontie nécessite des connaissances théoriques solides, ainsi qu'une préparation à la pratique clinique rigoureuse.

Les actes endodontiques demandent une précision de l'ordre du dixième de millimètre et un respect strict des protocoles. La formation universitaire est complétée par une formation continue au cours de la vie professionnelle pour suivre les innovations matérielles et techniques.

En France, le coût d'un plateau technique suivant les nouvelles recommandations est souvent supérieur au tarif de remboursement fixé par l'Assurance Maladie. Les omnipraticiens sont souvent amenés à compenser ce déficit économique par les honoraires des soins prothétiques [7].

Cependant, il est indispensable d'utiliser un matériel adapté (fig. 3) pour être efficient lors de la réalisation d'actes endodontiques au cabinet. Certains praticiens reconnaissent qu'ils n'accordent pas le temps nécessaire à la réalisation d'un traitement endodontique initial satisfaisant les recommandations établies [7].

Figure 3: Plateau technique nécessaire à la réalisation d'un traitement endodontique initial (Source : Photo personnelle de l'auteur).

Les répercussions économiques d'un échec de traitement endodontique sont également à prendre en compte. Notamment pour la prise en charge en urgence du patient douloureux, les remboursements par l'Assurance Maladie d'une médication antalgique, voir antibiotique, de la reprise du traitement et de la restauration coronaire, ou encore de l'extraction de la dent. Dans certains cas, les frais seront multipliés par cent par rapport au coût d'un traitement initial [7].

De plus, le recours systématique aux antibiotiques lors d'échec de traitements endodontiques, impacte dangereusement la santé publique, notamment par l'émergence de la bactério-résistance [11,12].

Au cabinet dentaire, le traitement endodontique est un acte quotidien qui demande du temps, de la patience et un plateau technique onéreux. Ces critères pourraient expliquer le taux important de traitements endodontiques ne répondant pas aux recommandations des institutions scientifiques.

Il est important de ne pas négliger la qualité des traitements endodontiques au risque de provoquer des complications infectieuses locales, voir générales, pouvant affecter la qualité de vie des patients. L'endodontie est une spécialité qui nécessite un enseignement théorique et pratique rigoureux.

1.2. Enseignement à l'Université de Lille

L'endodontie est une discipline qui demande des connaissances solides ainsi qu'une dextérité pratique minutieuse. Afin de réduire le taux d'échec dans la pratique au cabinet, il est donc nécessaire de comprendre comment est enseignée l'endodontie et de chercher à optimiser les méthodes d'enseignement.
Les données suivantes sont basées sur les cours donnés à la Faculté de Chirurgie-Dentaire de Lille [13].

Le cursus respecte les recommandations éditées en 2013 par la Société Européenne d'Endodontie (ESE) dans la revue *International Endodontic Journal* [14].

L'enseignement de l'endodontie débute dès la deuxième année du Diplôme de Formation Générale en Sciences Odontologiques (DFGSO).

Les cours sont dispensés par différentes méthodes pédagogiques : cours magistraux, enseignements dirigés, travaux pratiques et stages cliniques.

1.2.1 Cours Magistraux

A la Faculté de Chirurgie-Dentaire de Lille, les cours magistraux sont présentés principalement par des professeurs de la discipline endodontique. Ces cours sont dispensés à l'aide de logiciels de présentation assistée par ordinateur (Powerpoint) projetés en amphithéâtre en promotion complète, à heure fixe et sans transmission vidéo à postériori (dits "podcast").

1.2.2 Enseignements Dirigés

Les enseignements dirigés sont des cours théoriques en amphithéâtre, réalisés en petits groupes, souvent en quart de promotion. L'enseignant propose en amont aux étudiants de prendre connaissance de lectures ou de cas cliniques. Ce mode d'enseignement rend le professeur plus disponible pour répondre directement aux questions et sollicite les étudiants, seul ou en groupe, à réfléchir et argumenter sur des cas cliniques.

1.2.3 Travaux Pratiques

Les travaux pratiques dirigés dès la deuxième année du cursus consistent à appliquer les connaissances théoriques en salle de simulation, apprendre à manier les instruments et acquérir les gestes et procédures. L'étudiant doit maîtriser toutes les étapes du traitement avant de l'appliquer sur des patients.

Les connaissances acquises lors des enseignements dirigés et des cours magistraux sont indispensables pour l'intégration et la compréhension du geste technique.

Les travaux pratiques s'effectuent en quart de promotion et permettent de réaliser des traitements endodontiques sur des dents extraites. Les étapes du traitement sont présentées pendant la séance de travaux pratique par l'enseignant à l'aide d'un tableau blanc, d'un Powerpoint ou, parfois, d'une vidéo pré-enregistrée, voir d'une démonstration en direct à l'aide d'un microscope relié à une caméra.

1.2.4 Stage clinique et Stage actif

Dès la quatrième année, les étudiants effectuent des soins sur les patients du Centre Hospitalier Universitaire, supervisés par des enseignants de la discipline. Ils mettent en application les travaux pratiques avec le plateau technique fourni par le Centre Hospitalier Universitaire (digue, localisateur d'apex, limes rotatives, etc..).

En fin de cinquième année, les étudiants débutent les soins en cabinet libéral sous la tutelle d'un chirurgien-dentiste, à condition d'avoir validé le Certificat de Synthèse Clinique et Thérapeutique (CSCT). Le plateau technique à disposition peut différer de ce que les étudiants bénéficient au Centre Hospitalier (moteur de réciprocité, obturation à l'aide d'un ciment à base de silicate de calcium, etc. ...).

Les deux premières années du cursus permettent d'acquérir les connaissances théoriques et de pratiquer les gestes techniques en travaux pratiques sur des simulateurs.
En quatrième et cinquième année, les étudiants complètent les connaissances théoriques et effectuent des actes en stage clinique hospitalier.
En dernière année, les connaissances théoriques sont approfondies et les étudiants pratiquent des actes en cabinet dentaire sous la tutelle d'un chirurgien-dentiste.

Afin d'améliorer l'enseignement en endodontie, il est important d'identifier les difficultés rencontrées par les étudiants au cours de leur formation et de chercher des solutions pour y remédier.

1.3. Difficultés rencontrées lors de l'apprentissage de l'endodontie

1.3.1 Appréhension

Comparés aux autres étudiants de l'enseignement supérieur, les étudiants en odontologie font face à de nombreux facteurs de stress. La formation en dentaire exige des connaissances solides et des entraînements minutieux. Cet enseignement rigoureux peut susciter de l'appréhension chez certains étudiants [15].

En seulement 2 ans, les étudiants doivent être capable de diagnostiquer et réaliser les traitements de qualité sur des patients [16].

Les sources de stress sont diverses. Elles sont principalement liées : aux examens théoriques et pratiques, à la pratique en clinique, à la relation avec les patients, ou encore la capacité à relier la théorie et la pratique [17, 18].

Ce stress est décuplé en endodontie, les étudiants considèrent cette discipline compliquée et anxiogène. Notamment par certains aspects caractéristiques de l'endodontie : la complexité de l'anatomie canalaire, la difficulté à prendre des radiographies avec la digue, le diagnostique en urgence, le traitement des dents pluri-radiculaires ou la détermination de la longueur de travail [19].

La plupart des étudiants manquent de confiance en eux lors de la réalisation d'un traitement endodontique, notamment sur les dents pluri-radiculées qui ont une visibilité réduite et demandent un niveau de dextérité plus élevé [20]. Ce manque de confiance se réduit au cours des années d'études et grâce à l'expérience gagnée lors de traitements réalisés en clinique [21].

Les difficultés relevées diffèrent selon l'étape du traitement et le niveau d'étude. Ainsi, de la réalisation de la cavité d'accès à l'obturation finale, la confiance des étudiants évolue avec l'expérience. A l'Université de Cardiff en 2015, seulement 37% des 3e années se sentaient capable de réaliser un traitement endodontique, contre 85% des 4e années et 95% des 5e années [22].

Une autre étude montre que l'endodontie est la discipline la plus appréhendée par les étudiants. 60% des étudiants en 3e année avouent redouter de réaliser des soins en endodontie, loin devant les soins prothétiques (17%) ou encore la chirurgie (6%) (fig. 4). Cet écart se réduit avec les années, amenant à 40% des étudiants appréhendant les soins endodontiques en 4e année et 17% en 5e année (fig. 4) [23].

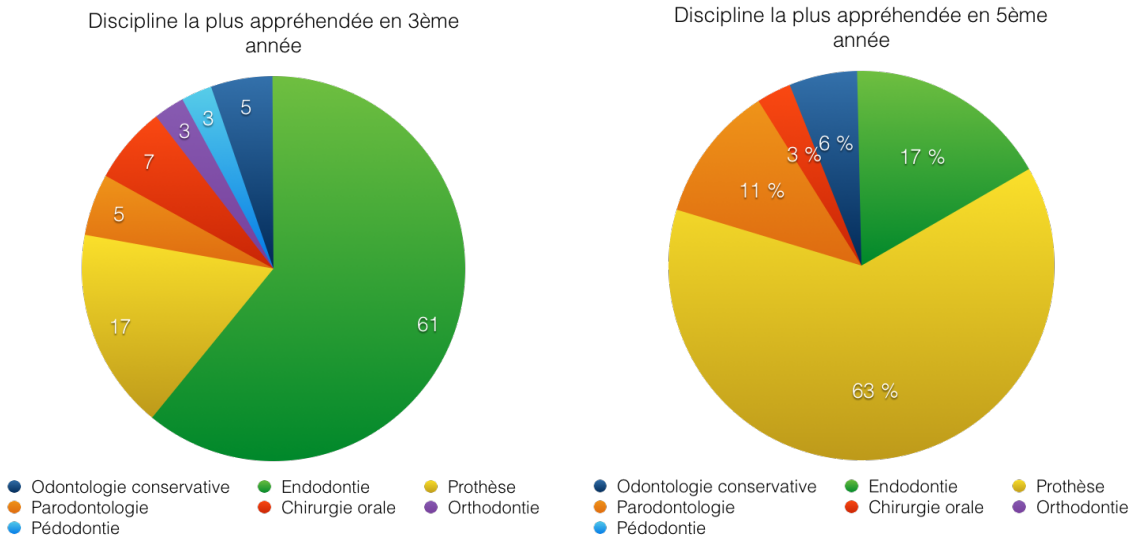

Figure 4 : Graphiques exprimant la discipline la plus appréhendée parmi les étudiants de 3e et 5e année en pourcentages. D'après l'article "Pedagogical Evaluation of Digital Technology to Enhance Dental Student Learning (2019)" [21].

Le passage des travaux pratiques à la clinique est souvent une source de stress pour les étudiants. L'appréhension du contact avec le patient s'ajoute à la crainte d'un échec du traitement [23].

Pour résumer, il est fréquent de rencontrer des étudiants sujets au stress lors de leur formation en odontologie. Ce stress se retrouve notamment en endodontie. Cette discipline exigeante et complexe peut conduire à un manque de confiance lors de la réalisation de traitements endodontiques en clinique. Il est important de chercher à réduire cette source de stress et de trouver les moyens nécessaires pour aider les étudiants à être plus confiant face à un traitement endodontique.

1.3.2 Technicité

Les travaux pratiques, puis l'application du traitement endodontique sur les patients sont indispensables pour l'acquisition du geste technique, de la dextérité et de la précision nécessaires à la réalisation du traitement endodontique.

Ces notions sont subjectives et délicates à transmettre aux étudiants. La maîtrise des actes demande une mémoire kinesthésique. Elle s'acquiert par des entraînements pratiques répétés, et l'observation directe des gestes cliniques réalisés par les enseignants [24].

Avec l'augmentation du Numerus Clausus ces dernières décennies (fig. 5) [25], le nombre important d'étudiant par promotion conditionne l'apprentissage des gestes techniques.

La hausse du Numerus Clausus modifie le ratio encadrant/étudiants en salle de simulation mais également en clinique ; réduit le nombre de fauteuil par étudiants ; ainsi que le nombre de patient par étudiants [26].

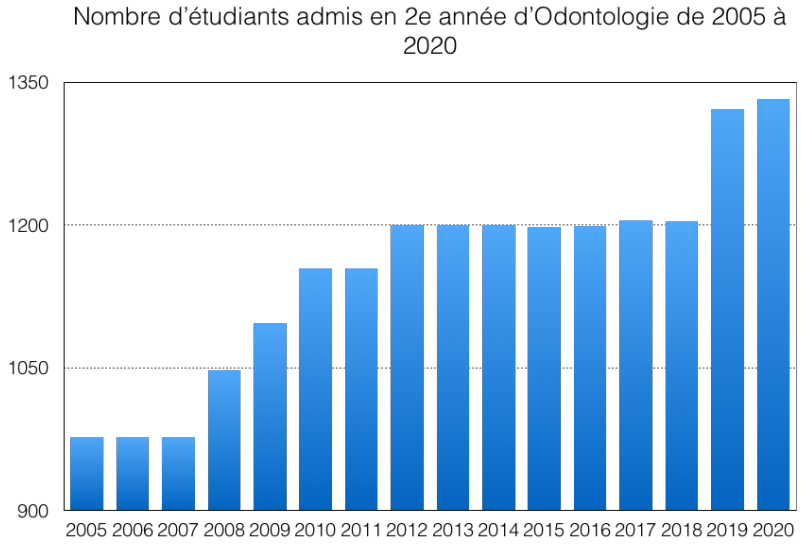

Figure 5: Graphique indiquant le nombre d'étudiants admis en 2e année d'odontologie en France de 2005 à 2020, selon les données recueillies sur le site http://www.legifrance.gouv.fr [27]. (Source : Photo personnelle de l'auteur)

L'apprentissage par observation directe est essentiel, il est cependant limité par le nombre d'étudiant par promotion. Pour répondre au nombre croissant d'étudiant, il est nécessaire de trouver des solutions pour enseigner au mieux les gestes techniques à un grand groupe d'élèves.

Les démonstrations de protocoles cliniques au fauteuil sont difficiles à transmettre à une promotion entière en même temps.

1.3.3 Manque de visibilité

L'observation de gestes techniques précis est limitée par la taille et l'accès de la cavité buccale, notamment lors de démonstration sur les patients. Les étudiants peuvent manquer certaines étapes clés, ou passer à côté de nuances ou de détails lors de la présentation du traitement en direct [28].

L'observation des gestes techniques est facilitée grâce à l'introduction des microscopes opératoires dans les hôpitaux universitaires. Ces aides optiques permettent de filmer au plus près la démonstration clinique, et ainsi la diffuser à toute une promotion d'étudiants.

Néanmoins, l'apprentissage de la dextérité se fait également par l'entraînement à la sensibilité tactile [29]. Les soins endodontiques se font sans visibilité directe des canaux radiculaires. Les étudiants doivent apprendre à faire confiance au ressenti tactile des limes instrumentant le canal.

Cette sensibilité tactile permet notamment de déterminer les courbures, les divisions apicales, ou encore la constriction apicale [29].
Cet apprentissage se fait uniquement par les entraînements pratiques lors des travaux pratiques ou du stage clinique. La sensibilité tactile s'acquiert progressivement avec l'expérience clinique.

La démonstration des étapes du traitement endodontique par des praticiens expérimentés est essentielle pour observer et répéter les gestes techniques. Cependant, l'apprentissage est limité par l'inaccessibilité visuelle de la cavité buccale et le nombre grandissant d'étudiant par promotion. La prise d'images par un microscope permet alors aux étudiants d'assister de façon indirecte aux démonstrations.

Pour conclure, les difficultés rencontrées par les étudiants avant de réaliser les premiers soins se caractérisent par l'appréhension face à la complexité de la discipline, l'acquisition d'une technicité de précision et le manque de visibilité lors des traitements endodontiques.

Afin de réduire l'appréhension des étudiants avant la réalisation des premiers soins endodontiques en clinique, il serait intéressant de développer de nouveaux supports pédagogiques facilitant la maîtrise des soins endodontiques.

Différents supports ont été développés ces dernières années, notamment la création de dents en résine artificielles, ou encore des simulations en réalité virtuelle. Les ressources pédagogiques en ligne se sont diversifiées avec le développement des outils numériques et l'impératif de l'enseignement à distance lors de la crise sanitaire liée à la Covid-19.

1.4. Solutions apportées à l'apprentissage en endodontie

1.4.1 Nouveaux supports pédagogiques

Afin de pallier aux nombreuses complications logistiques liées à l'entraînement en endodontie, l'ESE encourage les industries et universités à développer des systèmes novateurs pour faciliter les travaux pratiques précliniques [30].

Des modèles de dents synthétiques en résine (Dentalike®, DENTSPLY; Truetooth®, DELendo (fig. 6)) ont été conçus pour remplacer les dents naturelles et ainsi limiter les disparités anatomiques des dents naturelles, qui compliquent l'apprentissage pratique des étudiants. Ces modèles permettent également d'uniformiser les supports d'évaluation [25].

Figure 6: Modèle de dent synthétique 3D en résine Truetooth®, DELendo de DELabs. Source : Catalogue commercial en ligne https://online.fliphtml5.com/tfwec/famt/#p=1

Néanmoins, les répliques actuelles ne reproduisent pas encore la précision et la complexité du système canalaire, ni les sensations tactiles de l'instrument en contact avec les structures dentaires [31]. De plus, ces dents en résine représentent encore un coût élevé pour les universités, sans pour autant améliorer significativement la pratique des étudiants [32].

L'entraînement pratique en endodontie connaîtra sans doute l'évolution des dents artificielles, qui deviendront de plus en plus biomimétique grâce à la haute précision des imprimantes 3D [33].

D'autres innovations technologiques se développent depuis l'apparition de la réalité virtuelle, comme par exemple : des mises en situation virtuelles interactives (fig. 7) ou des simulations de dents en 3D générée par ordinateur (fig. 8).

Même si ces systèmes sont onéreux et manquent encore de réalisme, il est certain qu'à l'avenir, la réalité virtuelle apportera des opportunités variées à l'enseignement pratique à distance [34,35].

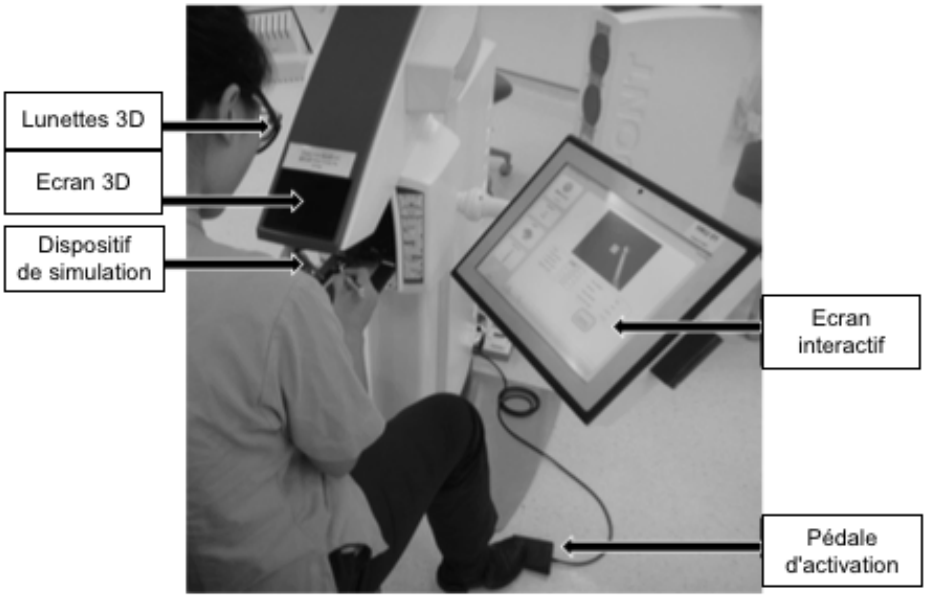

Figure 7: Photo du Simodont VR, simulateur dentaire virtuel utilisé à l'Université de Honk Hong [35].

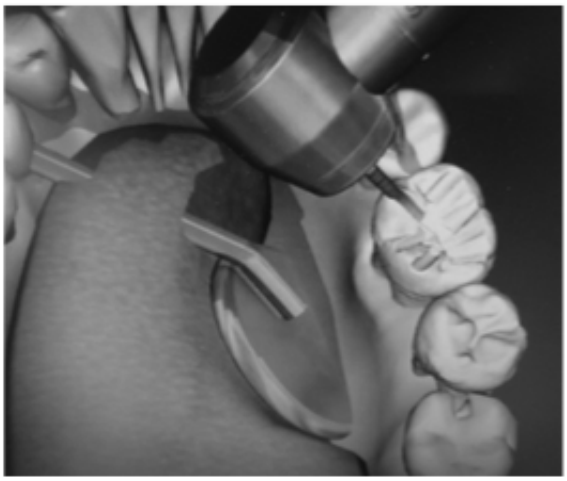

Figure 8 : Aperçu d'une préparation dentaire en réalité virtuelle [35].

Le développement de ces nouveaux supports pédagogiques est long et complexe. Néanmoins, l'éducation en odontologie connaît une révolution ces dernières décennies, grâce à l'intégration des technologies de l'information et de la communication (TIC) [36].

Les technologies de l'information et de la communication concernent toutes les utilisations des technologies et des médias permettant de transmettre et partager des connaissances. Ces outils de télécommunication regroupent : sites internet, environnements numériques de travail, visioconférences, podcasts, ou encore messageries instantanées [37].

L'apport du numérique dans les universités a permis de diversifier les ressources et faciliter l'accès aux informations pour l'acquisition des connaissances théoriques [38]. En effet, la création de contenu éducatif numérique devient de plus en plus accessible et permet aux enseignants de diversifier leurs supports facilement et à faible coût.

Les modèles 3D et dents artificielles sont encore en cours de perfectionnement. L'évolution actuelle de l'enseignement en endodontie est dirigée vers le numérique et le partage des ressources, révolutionné par l'apport des Technologies de l'Information et de la Communication dans les universités.

De plus, l'utilisation des smartphones et de la connexion haut débit facilite les échanges et permet à la nouvelle génération d'étudiants d'accéder sans restrictions aux informations nécessaires pour enrichir leurs connaissances.

1.4.2 Ressources pédagogiques virtuelles

De nos jours, les étudiants ont accès en illimité à toutes les informations nécessaires pour aider à la compréhension des cours, entraînant un recours permanent aux données publiées en ligne [39].

En 2016, une étude a permis d'identifier que 91% des étudiants en odontologie montpelliérains de 3ème à 5ème année avaient recours à Internet pour comprendre leur cours [23]. Les étudiants recherchent en priorité des ressources en ligne sous forme de vidéos, d'animations ou de photos de cas cliniques [40].

La nouvelle génération d'étudiants privilégie Internet pour son gain de temps, l'actualisation des publications et la facilité d'accès [41]. Cependant, il est indispensable de rester critique face à la qualité des publications trouvées en ligne [39].

Une étude réalisée en 2020 souligne qu'une majorité d'étudiants souhaiteraient que leur université s'implique dans la création de tutoriaux consultables en ligne [40]. Une autre étude montre qu'il est important que les universités veillent à l'impact des vidéos disponibles en ligne sur la formation des étudiants, voir qu'elles s'impliquent dans la création de nouvelles sources en ligne validées par les enseignants [42].

Les universités utilisent déjà des plateformes éducatives en ligne, telles que Moodle, permettant aux étudiants d'accéder à des ressources fiables publiées par des professeurs. Les étudiants ont également accès aux revues ou articles scientifiques en ligne, comme Google Scholar ou Pubmed, par le biais de la bibliothèque universitaire.

Il serait intéressant d'intégrer aux Environnement Numériques de Travail (ENT) des nouveaux supports pédagogiques libre d'accès ne compromettant pas la propriété intellectuelle des enseignants.

Le potentiel éducatif de ces plateformes est considérable, il est encore sous exploité mais pourrait devenir une ressource importante pour l'éducation en odontologie.

Les informations disponibles sur Internet ne sont pas toutes vérifiées par des institutions officielles. La qualité des connaissances acquises gratuitement en ligne est donc limitée. Les universités pourraient aider à enrichir les plateformes éducatives en ligne en apportant des supports vérifiés par les enseignants [43].

Il existe une réelle demande des étudiants concernant la diversification des ressources éducatives afin de faciliter le passage des connaissances théoriques à l'application pratique.

1.5. Crise sanitaire : transformation du système éducatif

Suite à la crise sanitaire liée à la Covid-19, les universités ont eu l'obligation de fermer les amphithéâtres et les salles de simulation, et de dispenser les cours à distance. Les enseignants se sont mobilisés pour assurer la continuité de la formation. Ils ont mis en ligne les cours sur les plateformes éducatives et adapté les cours magistraux en visioconférences [44]. Avec la fermeture des facultés, l'enseignement à distance a pris une part importante de la formation en odontologie [45].

Bien que la plupart des universités utilisent déjà le "e-learning", il a été mis en évidence le besoin de diversifier les ressources éducatives sur les plateformes universitaires en ligne.
Les étudiants apprécient les cours en ligne pour leur facilité d'accès, la possibilité de revoir les passages plus complexes du cours et la libre gestion de leur emploi du temps. Cependant, le manque d'entraînement en pratique clinique est un important désavantage du "e-learning" [46].

Une étude néo-zélandaise démontre que la moitié des étudiants considère leur formation clinique altérée par la crise sanitaire. Les étudiants craignent d'être limités pour acquérir les compétences cliniques indispensables à la validation de leur année universitaire [47].

La crise sanitaire liée à la Covid-2019 a servi de tremplin à l'utilisation du "e-learning" dans les universités. Pour pallier au manque d'entraînement en clinique, les enseignants en endodontie ont adapté leurs méthodes pédagogiques, passant des cours magistraux aux diverses ressources en ligne.

La nouvelle génération d'étudiant utilise et maîtrise les technologies de l'information et de la communication au quotidien pour renforcer leurs connaissances et leurs compétences en clinique.
Cependant, il est important que les étudiants apprennent à utiliser ces outils informatiques et développent leur sens critique face aux informations trouvées en ligne.

Pour faciliter l'accès aux ressources pédagogiques et rassurer les étudiants avant la réalisation de soins ; il est nécessaire d'enrichir les plateformes universitaires de contenus pédagogiques fiables.

2. Création de supports pédagogiques en endodontie

La pédagogie en odontologie est révolutionnée par l'apport du numérique et le partage des ressources en ligne.

Ainsi, il est important de chercher à optimiser ces nouvelles technologies pour perfectionner l'enseignement de l'endodontie ; et adapter les supports pédagogiques aux méthodes d'apprentissage des étudiants.

2.1 Pyramide d'apprentissage

La pyramide de l'apprentissage (fig. 9), décrite par Dale en 1946, classe les expériences en fonction de leur degré d'abstraction, des notions abstraites (au sommet) aux notions concrètes (à la base) [48].

En 1969, Dale segmente sa pyramide d'apprentissage en 3 modes d'apprentissage : l'apprentissage actif (par l'expérimentation), l'apprentissage iconique (par l'observation) et l'apprentissage symbolique (au travers de notions abstraites) [48].

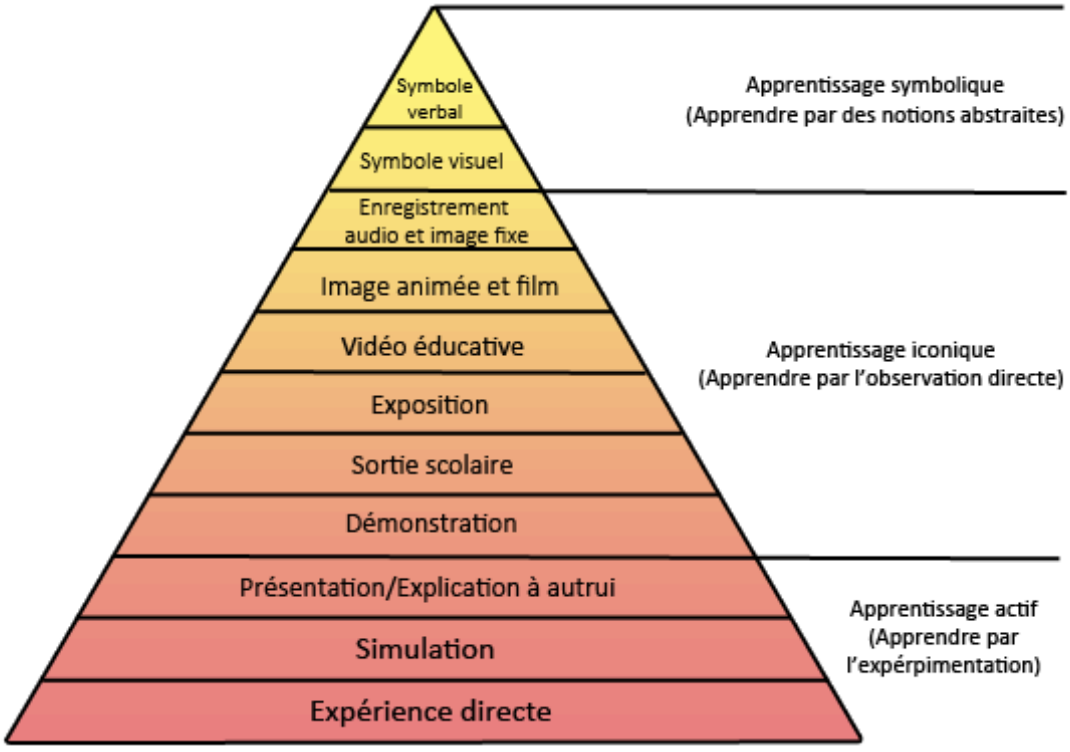

Figure 9 : "Cone of Experience" d'après Edgar Dale en 1969, traduit en français [48]
(Source : Photo personnelle de l'auteur)

D'après cette pyramide (fig. 9), les démonstrations permettent d'optimiser au mieux l'apprentissage par observation. Elle démontre également l'importance de l'expérience pratique dans l'apprentissage.

Dès 1969, Dale notait le potentiel des supports audiovisuels, notamment pour l'expérience dynamique qu'ils apportent à l'apprentissage et leur utilisation illimitée. Les supports audiovisuels peuvent donc servir de base concrète pour l'apprentissage, et renforcer la motivation et la participation des étudiants [48].

En 2013, une équipe de scientifiques américains actualise le cône d'apprentissage de Dale en incluant les multimédias (fig. 10) [49].

Comme le schéma précédent, la base du cône se rapproche des méthodes concrètes, tandis que le sommet représente les notions plus abstraites.

Sur ce continuum, la vidéo est un des supports les moins abstraits après la réalité virtuelle.

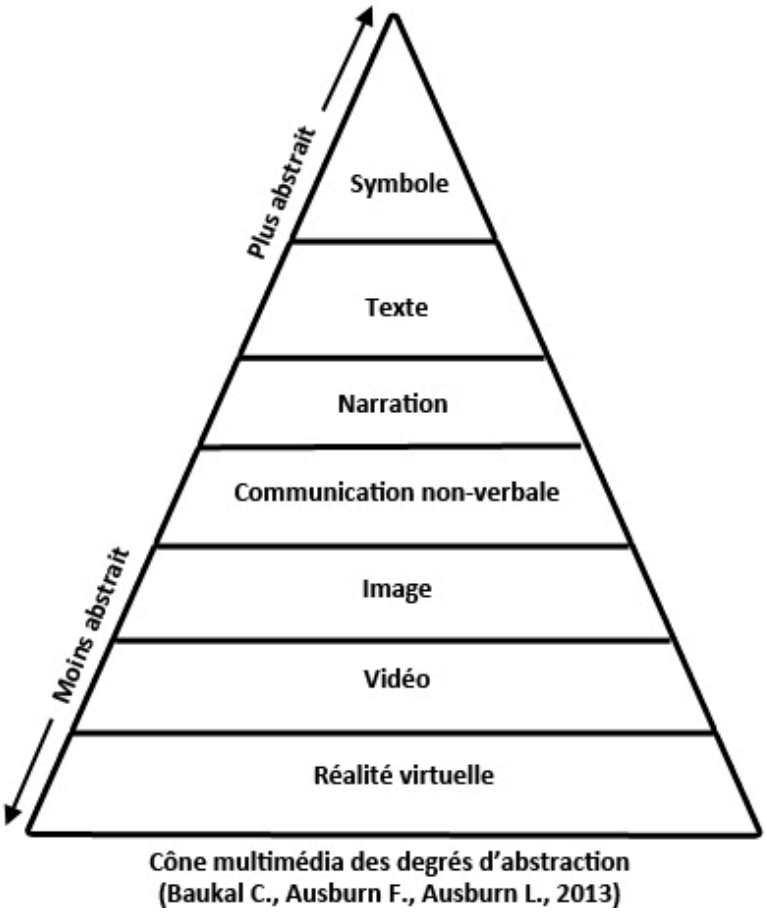

Figure 10 : Pyramide d'apprentissage des multimédias [49].
(Source : Photo personnelle de l'auteur)

L'avènement des supports numériques dans l'éducation montre un attrait des étudiants pour les vidéos. Il est intéressant d'analyser leurs méthodes d'apprentissage pour créer un support pédagogique le mieux adapté.

2.2 Analyse des méthodes d'apprentissage des étudiants

L'analyse des différents styles d'apprentissage permet de comprendre comment les étudiants assimilent leurs cours.

Il existe de nombreux concepts classant les méthodes d'apprentissage. Ici, l'analyse de Fleming (1992) est utilisée afin de préciser quel support pédagogique utiliser en endodontie.

Le style d'apprentissage dépend des aspects cognitifs, affectifs et physiologiques d'un individu [51]. Chaque étudiant dispose d'une préférence naturelle de la façon de recevoir et de traiter l'information.

Fleming distingue 4 méthodes d'apprentissage en se basant sur la perception sensorielle [50] :

2.2.1 Apprentissage visuel

Le sujet intègre et restitue mieux les informations en les visualisant. Il favorise la vision globale d'un concept plutôt que la fragmentation en petites parties. A contrario, il oublie plus facilement les informations verbales [50].

L'apprentissage visuel privilégie l'intégration de données sous forme d'images, vidéos, graphiques, diagrammes ou fiches récapitulatives avec des mots clés.

Ces étudiants sont facilement distraits lors de la présentation traditionnelle sous forme de cours magistraux, et préfèrent une présentation plus imagée pour intégrer les informations [50].

2.2.2 Apprentissage auditif ou verbal

Le sujet intègre mieux les informations en écoutant un cours dicté par un professeur ou en lisant un texte à voix haute. L'échange à l'oral avec les professeurs ou les autres étudiants facilite également l'acquisition des connaissances.

A contrario, il a plus de difficultés à mémoriser des informations lues en silence sous forme de texte écrit [50].

La concentration de ces étudiants serait améliorée par l'intégration d'un fond sonore lors de leur apprentissage, comme de la musique. Ils mémoriseraient mieux en associant un rythme musical ou une mélodie à la lecture du cours.

Ces étudiants favorisent le mode d'enseignement traditionnel incluant une présentation orale rythmée et ponctuée d'exemples ou d'anecdotes [50].

2.2.3 Apprentissage par la lecture et l'écriture

Le sujet intègre les informations par le biais de la prise de note et la lecture mentale des textes [50].

Ces étudiants organisent leurs prises de notes, établissent des listes des informations à retenir et transcrivent les diagrammes par des textes.

L'apprentissage des cours magistraux est facilité par les présentations PowerPoint. Cette méthode privilégie également l'enseignement traditionnel [50].

2.2.4 Apprentissage kinesthésique ou tactile

Le sujet intègre mieux les informations en appliquant, expérimentant ou s'exerçant. Ces étudiants ont besoin d'être actif dans leur apprentissage, la lecture ou l'écoute ne suffisent pas pour intégrer les informations [50].

Cette méthode implique une acquisition des connaissances aidée par des gestes ou des mouvements corporels. La réécriture du cours peut également aider l'apprentissage.

Ces étudiants assimilent plus facilement les connaissances grâce aux travaux pratiques plutôt qu'avec les cours magistraux. L'apprentissage d'une notion est facilitée par des images, des photographies ou des démonstrations [50].

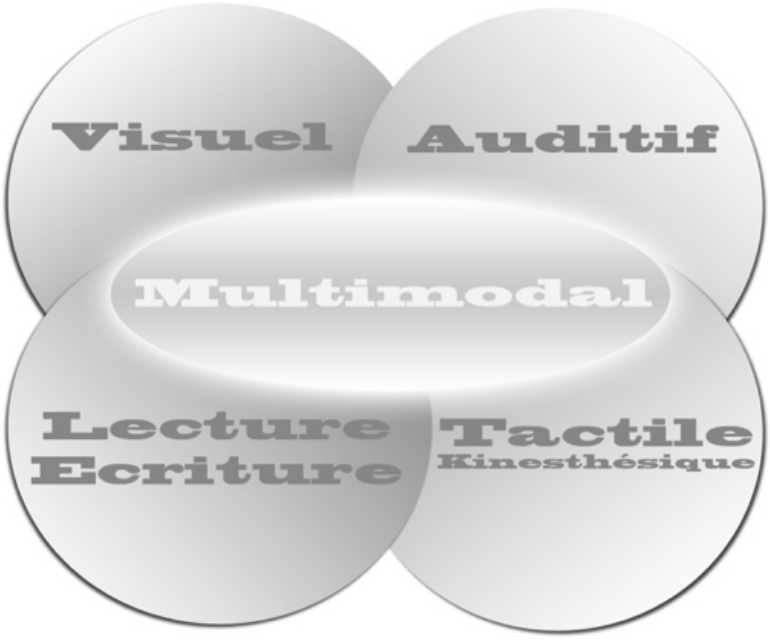

Figure 11 : Schéma représentant les interactions des différents modes d'apprentissage selon Fleming (1992) (Source : Photo personnelle de l'auteur)

2.2.5 Apprentissage multimodal

Le style d'apprentissage est propre à chaque étudiant, il est influencé par l'expérience personnelle, le type d'intelligence et la personnalité intrinsèque [52]. L'apprentissage peut associer plusieurs méthodes, c'est l'apprentissage **multimodal** (fig. 11). Il se réajuste en fonction de la nature du cours et peut varier avec le temps [53]. Bien souvent, les étudiants adaptent d'eux-mêmes le cours à leur méthode d'apprentissage.

Une étude universitaire dans le secteur de chirurgie orale montre que 94% des participants préfèrent les démonstrations cliniques aux cours magistraux, quelque soit leur mode d'apprentissage. Une majorité d'étudiants apprennent plus efficacement lorsque les professeurs incluent plusieurs modes d'enseignement dans leurs cours [54].

Les études divergent concernant le style d'apprentissage principalement utilisé chez les étudiants en chirurgie-dentaire. Une étude américaine montre une prépondérance de l'apprentissage visuel et par la "lecture/écriture" chez les étudiants en chirurgie-dentaire. Selon cette étude, 55% des interrogés utilisent un apprentissage multimodal (fig. 12) [51].

Cependant, parmi les étudiants en odontologie favorisant un seul mode d'apprentissage, la "lecture/écriture" prédomine chez 1 étudiant sur 2, 1 étudiant sur 3 serait apprenant visuel, alors que l'apprentissage auditif serait majoritaire pour 1 étudiant sur 5, et enfin l'apprentissage kinesthésique conviendrait à un étudiant sur 100 (fig. 12) [51].

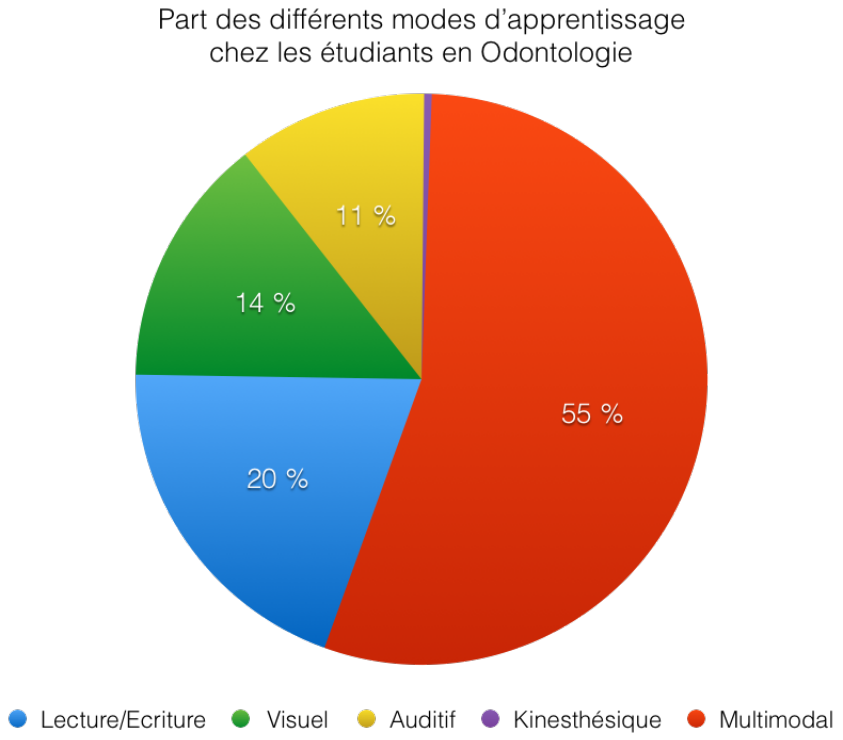

Figure 12 : Part des différents modes d'apprentissage chez les étudiants en Odontologie selon l'article "Student learning preferences and teaching implications" [51].

Une autre étude met en avant l'utilisation majoritaire de la méthode d'apprentissage auditive et kinesthésique chez les étudiants en chirurgie-dentaire, avec une grande préférence pour le mélange des 4 styles d'apprentissage [55].

L'acquisition des connaissances serait donc optimisée par une bonne connaissance de son mode d'apprentissage et la diversification de l'enseignement en corrélation avec les différents profils des étudiants [56].

Ainsi, il est intéressant d'intégrer plusieurs méthodes d'apprentissage dans les cours afin de maximiser le potentiel d'apprentissage d'une grande diversité d'étudiants [51].

Le choix d'un support pédagogique approprié sera alors orienté par les préférences d'apprentissage des étudiants.

2.3 Comparaison des différentes méthodes pédagogiques

Ce travail à pour but de réaliser un support pédagogique qui permettrait de faciliter l'apprentissage des gestes techniques, la compréhension du protocole et la mémorisation à long terme des étapes du traitement endodontique ; à toute une promotion d'étudiants différents, sans limites de temps, ni de lieu.

C'est pourquoi le support pédagogique devra répondre à plusieurs critères.

D'abord, il devra être facilement diffusable à un grand nombre d'étudiants, sans compromettre la propriété intellectuelle, ni le droit d'image de son auteur.

Afin de faciliter l'accès aux informations, le support pourra être consultable à tout moment, à l'aide d'un ordinateur ou d'un smartphone. Si possible, il devra être adapté à un maximum de profil d'apprentissage.

Ainsi, les supports proposés dans la formation en endodontie sont comparés, pour ensuite mettre en avant le support qui réunirait le plus de critères. L'enseignement de l'endodontie se fait de façon active par les Enseignements Dirigés et les Travaux Pratiques ; et de façon passive par la lecture de documents et l'écoute des cours présentés par des professeurs.

2.3.1 Les Enseignements Dirigés

En groupe restreint, ils autorisent les étudiants à échanger sur des cas cliniques, voir d'exposer ces cas aux autres étudiants. L'échange entre étudiants sur un sujet est bien adapté aux étudiants du profil "auditif" pour faciliter l'assimilation des connaissances.

Bien que les enseignements dirigés soient adaptables en e-learning, les problèmes de connexions informatiques d'une quarantaine d'étudiants en simultané compliquent les échanges en direct.

2.3.2 Les Travaux Pratiques

Ils sont indispensables pour travailler la mémoire kinesthésique. Cependant, ils nécessitent du matériel spécifique disponible uniquement à la faculté.

Aujourd'hui, les simulations en réalité virtuelle ne sont pas encore assez développées pour appliquer les entraînements pratiques sous forme de supports pédagogiques à distance.

Actuellement, il est difficile de traduire les méthodes d'apprentissage actives en un support pédagogique virtuel. Ainsi, les méthodes passives, facilement diffusables sur les plateformes en ligne, sont privilégiées.

2.3.3 Les Cours Magistraux

Les cours magistraux sont généralement transcrits sous forme de texte en format PDF ou en version papier. La lecture des textes écrits est utilisée par les étudiants préférant l'apprentissage sous forme de "lecture et écriture".

C'est actuellement la méthode la plus utilisée par les étudiants. Ceci souligne l'importance de diversifier les supports pédagogiques pour permettre à tous les étudiants d'optimiser la rétention des informations du cours.

Depuis peu, ces cours magistraux sont remplacés par des enseignements dirigés obligatoires. Les étudiants ont accès à des documents en ligne à lire, avant d'être expliqués et complétés par des professeurs lors de séances en présentiel en petit groupe.

Cette méthode facilite l'apprentissage des étudiants favorisant la "lecture" des documents avant la présentation, mais également les apprenants "auditifs" préférant les interactions directes.

La présentation des enseignements dirigés peut être soutenue à l'aide d'une présentation assistée par ordinateur (Powerpoint™). Si le professeur l'accepte, ces supports de diapositives sont mis à disposition sur les plateformes universitaires en ligne après la présentation en amphithéâtre.

Ce support reste la propriété intellectuelle de leur auteur. L'enseignant peut refuser sa diffusion par souci de confidentialité des cas cliniques présentés ou par crainte que son cours soit employé en dehors de l'université sans son accord.

2.3.4 Les visioconférences

Avec la crise sanitaire, de plus en plus de cours magistraux sont diffusés, avec l'autorisation de leur auteur, sous forme de podcast ou de visioconférence. Ces cours peuvent être accompagnés d'une présentation Powerpoint. Cette méthode tend à favoriser les étudiants utilisant l'apprentissage "auditif" et/ou "visuel" en présence d'un support Powerpoint.

2.3.5 Les fiches pédagogiques

Afin de faciliter le passage de la théorie à la pratique, certains étudiants ont créé des fiches pédagogiques en libres d'accès pour les rappels de protocole clinique. Ces fiches sont mises en ligne sur les plateformes universitaires et permettent de visualiser les étapes d'un soin avant sa réalisation en clinique.

La lecture associée aux schémas synthétiques est préférée par les étudiants favorisant l'apprentissage "visuel".

2.3.6 Les vidéos pédagogiques

Depuis quelques temps, la plateforme universitaire Moodle s'enrichit de contenus sous forme de vidéos pédagogiques. Comme les fiches pédagogiques, ces vidéos sont libres d'accès sans contrainte de propriété intellectuelle.

Le visionnage des gestes techniques permet aux étudiants d'intégrer mentalement les facultés psychomotrices nécessaires au traitement, ainsi les vidéos peuvent être associées à un apprentissage "actif".

Les vidéos pédagogiques touchent tous les styles d'apprentissage. Les apprenants "visuels" peuvent assimiler le concept en visualisant les étapes du protocole, les "auditifs" écoutent les instructions données au cours de la lecture de la vidéo, les apprenants "kinesthésiques" intègrent les gestes exécutés en démonstration.

Le tableau ci-contre (tableau 1) permet résumer les avantages et les inconvénients des différents supports utilisés pour enseigner l'endodontie :

Tableau 1 : Tableau de comparaison entre les différents supports pédagogiques proposés en endodontie corrélé au mode d'apprentissage selon Fleming (1992).

Support pédagogique	Avantages	Inconvénients	Mode D' apprentissage
Texte sous forme de polycopié du cours	Facilement **diffusable** à un grand nombre d'étudiants **Consultable** à volonté	Apprentissage **passif** **Sans interaction** avec les étudiants ou les professeurs	Lecture
Powerpoint seul	Facilement **diffusable** à un grand nombre d'étudiants **Consultable** à volonté	Apprentissage **passif** **Sans interaction** avec les étudiants ou les professeurs **Texte peu approfondi** Problème de **propriété intellectuelle**	Visuel
Fiches pédagogiques	Facilement **diffusable** à un grand nombre d'étudiants **Consultable** à volonté **Sans contrainte** de propriété intellectuelle	Apprentissage **passif** **Sans interaction** avec les étudiants ou les professeurs	Lecture/ Visuel
CM ou Visioconférence seule	Facilement **diffusable** à un grand nombre d'étudiants Possibilité d'**interaction** avec le professeur	Apprentissage **passif** Cours **non illustré** Contrainte d'**horaire** (sauf si retransmis à postériori) **Présence** à la faculté obligatoire (sauf si retransmis à postériori) Problème de **droit d'image**	Auditif
CM ou Visioconférence associé à un Powerpoint	Facilement **diffusable** à un grand nombre d'étudiants Possibilité d'**interaction** avec le professeur Cours oral **illustré**	Apprentissage **passif** Contrainte d'**horaire** (sauf si retransmis à postériori) **Présence** à la faculté obligatoire (sauf si retransmis à postériori) Problème de **propriété intellectuelle** et de **droit d'image**	Auditif/ Visuel

Vidéos pédagogiques	**Apprentissage actif** **Facilement diffusable à un grand nombre d'étudiants** **Consultable à volonté** **Démonstration des gestes cliniques** **Sans contrainte de propriété intellectuelle**	**Sans interaction avec les étudiants ou les professeurs**	**Auditif/ Visuel/ Kinesthésique**
Enseignements dirigés	Apprentissage **actif** **Echange** avec les étudiants et les professeurs Etude de **cas cliniques** **Exposés oraux** possible	**Présence** à la faculté obligatoire Contrainte d'**horaire** Possibilité de **diffusion** en ligne mais compliqué par les problèmes informatiques (nombre de connexion) **Nombre limité** d'étudiants	Lecture/ Auditif
Travaux pratiques	Apprentissage **actif** Travail de la **dextérité** **Démonstrations** des gestes cliniques **Echange** avec les étudiants et les professeurs	**Présence** à la faculté obligatoire Contrainte d'**horaire** **Nombre limité** d'étudiants	Kinesthésique/ Auditif

Les vidéos pédagogiques ont l'avantage d'être facile d'accès pour les étudiants qui souhaitent visualiser les gestes cliniques avant d'effectuer un soin.

Bien que ce soit un apprentissage sans interaction directe avec les enseignants, c'est un support alliant la démonstration des gestes cliniques et la simplicité de diffusion.

Cette méthode permet de transmettre des informations visuelles et verbales identiques à un grand nombre d'étudiant en même temps, sans contrainte de temps ni de lieu

2.4 Critères de qualité d'une vidéo pédagogique

Selon sa théorie cognitive, le psychologue Richard E. Mayer expose les différents objectifs des contenus multimédias.

Dans un premier temps, le support audiovisuel a pour but d'optimiser la rétention d'information, puis secondairement de structurer les informations essentielles, et enfin de donner du sens aux informations apportées [57].

2.4.1 Optimiser la rétention d'informations

- Le **principe de cohérence** consiste à aller à l'essentiel sur un sujet avec des objectifs bien définis. Il est nécessaire d'éliminer les informations superflues ou trop complexes à intégrer pour le public ciblé par la vidéo.

- Le **principe de signalisation** permet de mettre en valeur les points à retenir. La vidéo peut contenir des mots clés pour souligner une information importante.
L'utilisation de symboles, de couleurs, ou de contraste attire l'attention sur une partie de l'écran [58]. Les caractères des textes doivent être facilement lisible et de taille importante.

- Le **principe de redondance** impose de limiter le texte lorsqu'il est répété verbalement.
Ainsi, il est nécessaire d'inclure uniquement les idées principales sur la vidéo. La surcharge d'informations visuelles et textuelles empêche les étudiants de rester concentré sur l'essentiel [59].

- Le **principe de contiguïté spatiale** correspond au placement du texte proche des images ou graphiques qu'il décrit.

- Le **principe de contiguïté temporelle**, comme pour la continuité spatiale, le texte audio doit se dérouler en simultané avec les images correspondantes [59].

2.4.2 Structurer les informations essentielles

- Le **principe de segmentation** propose de segmenter la vidéo en différentes parties distinctes.
L'agencement et le rythme des vidéos est un critère essentiel pour faciliter la lecture et la compréhension des notions abordées.

Présenter un plan explicite permet de structurer la vidéo, de créer des repères pour suivre l'évolution du traitement.

Des études ont montré que des vidéos de 90 et 30 minutes étaient jugées trop longues par les étudiants. L'étude préconise de fragmenter, agencer la vidéo et d'éliminer les gestes répétitifs pour une meilleure adhésion des étudiants [60].

Ainsi, il a été estimé qu'une vidéo entre 6 et 12 minutes permet d'aborder un maximum d'informations, tout en soutenant la concentration de l'étudiant [28].

- Le **principe de préexposition** sous-entend qu'il est nécessaire de présenter les notions théoriques en amont afin de faciliter la compréhension de la vidéo.

- Le **principe de modalité** montre qu'il est intéressant de mélanger différents modes de présentation d'une information plutôt qu'un seul.
Ainsi, il est préférable d'insérer des explications verbales plutôt que sous forme de texte, tout en évitant les redondances et la surcharge de l'écran.

- Le **principe du multimédia** se distingue du contenu des présentations traditionnelles textuelles, par l'association des textes avec des images en mouvement.
L'utilisation de schémas de bonne qualité permet de faciliter la compréhension de certains concepts. Les images doivent rester simples pour éviter la surinformation.

2.4.3 Donner du sens aux informations

- Le **principe de personnalisation** consiste à adopter un ton plus décontracté pour l'audio de la vidéo.
L'utilisation d'exemples permet de recentrer l'intérêt de l'étudiant sur la vidéo. La difficulté consiste à employer un ton plus léger sans pour autant impacter le caractère éducatif du support.

- Le **principe vocal** suppose que la voix apposée à la vidéo doit être claire, enthousiaste et rythmée. Elle ne doit pas être trop rapide (environ 185 à 250 mots par minute), et doit être ponctuées de pauses entre chaque étape du traitement.

Une musique de fond permettrait d'améliorer les fonctions cognitives, comme l'attention, l'apprentissage ou la mémoire. Comparé à un fond silencieux, l'attention apporté à la vidéo serait optimisée par l'ajout d'une musique instrumentale douce en fond sonore [61,62].

- Le **principe d'image et de personnification** correspond à l'ajout de la présence du narrateur sur la vidéo, avec une gestuelle, des mouvements, un regard et des expressions faciales.
Néanmoins, dans le cadre d'une démonstration clinique d'un traitement endodontique, la présence du narrateur surchargerait la vidéo.

Le format vidéo profite à une majorité de styles d'apprentissages (visuel, auditif, kinesthésique). La démonstration du protocole montée en vidéo facilite l'acquisition de la dextérité nécessaire pour réaliser un traitement endodontique sur un patient en clinique.

Afin d'être efficace, la vidéo sera structurée en plusieurs étapes définies. Elle doit être accompagnée de commentaires audio sur un ton rythmé, ainsi que de schémas clairs. Pour garder la concentration de l'étudiant, elle durera environ 15 minutes.

Et enfin, elle sera accessible en ligne sur une plateforme universitaire sécurisée et sera compatible au format vidéo des smartphones.

2.5 Objectifs de la vidéo pédagogique en endodontie

Comme vu précédemment, les étudiants en troisième et quatrième année sont les plus préoccupés par l'acquisition des notions théoriques, ainsi que des gestes techniques en endodontie [21-23].

La vidéo pédagogique doit donc allier les rappels théoriques du protocole et la démonstration de la procédure du traitement endodontique.

Les objectifs de la vidéo pédagogique sont basés sur les recommandations pour la formation et l'évaluation des étudiants en endodontie.
Ces objectifs sont établis par la Société Européenne d'Endodontie ou *European Society of Endodontology* (ESE), en collaboration avec l'Association pour la Formation en Odontologie en Europe ou *Association for Dental Education in Europe* (ADEE) [30].

Les **objectifs** de la vidéo pédagogique d'un traitement endodontique initial sont :

- comprendre les points clés de la réussite du traitement endodontique.

- évaluer la complexité du traitement à l'aide de l'anatomie dentaire et de la radiographie préopératoire.

- connaître les instruments et matériaux utilisés et le protocole du traitement endodontique.

- observer les gestes de l'anesthésie, la pose du champ opératoire, la préparation de la cavité d'accès, la localisation des entrées canalaires, le cathétérisme, la détermination de la longueur de travail, la mise en forme, l'irrigation et l'obturation des canaux radiculaires.

- savoir critiquer le traitement endodontique réalisé.

3. Réalisation d'une vidéo pour l'enseignement en endodontie

3.1 Rédaction du scénario à visée pédagogique

Afin de centrer la vidéo sur le protocole clinique, il est supposé que le diagnostic préconise la réalisation d'un traitement endodontique initial, et que le patient ne présente aucune contre-indication.

Le traitement est réalisé par le Dr. P-A Guy dont l'exercice est limité à l'endodontie.

Les vidéos traitent du cas d'une première molaire maxillaire gauche, permanente et mature; celle-ci représentant la majorité des traitements endodontiques réalisés dans les cabinets dentaires [1], mais également celles qui posent le plus problème aux étudiants [21]. Le protocole réalisé doit respecter les recommandations de la Haute Autorité de Santé [1].

3.1.1 Présentation du cas

Le cas de la première molaire maxillaire gauche est présenté par la radiographie préopératoire. L'analyse de la radiographie est réalisée. La dent présente une lésion carieuse sous-gingivale étendue en regard de la face distale. Les racines disto-vestibulaire et mésio-vestibulaires sont distinguées sur la radio (fig. 13).

La racine mésio-vestibulaire étant bifide, il faudra chercher deux canaux mésio-vestibulaires. Due à la superposition radiographique, la racine palatine est confondue derrière la racine disto-vestibulaire. La modification du contraste grâce au logiciel permet de discerner la racine palatine.

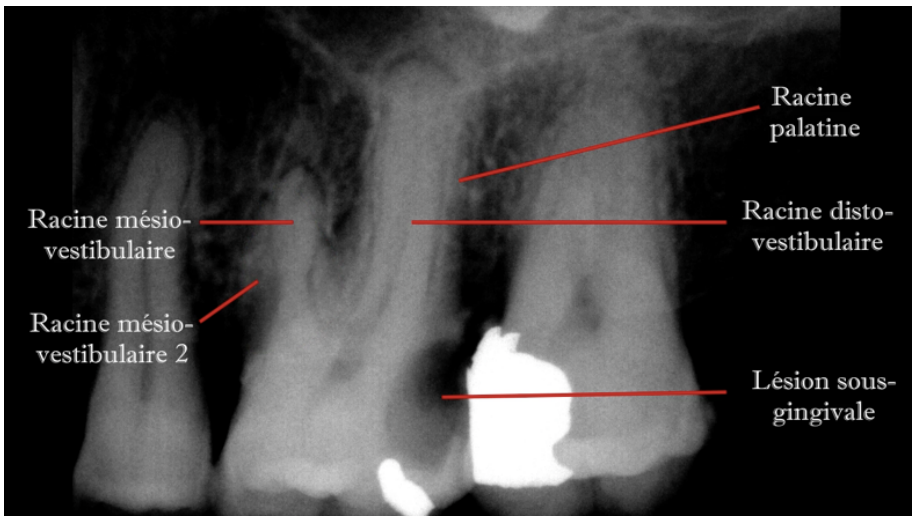

Figure 13 : Capture d'écran issue de la vidéo - Lecture de la radiographie pré-opératoire (Source : Dr. P-A Guy)

Grâce au logiciel, la longueur des racines est estimée par rapport à la cuspide palatine. La racine mésio-vestibulaire mesure environ 17 millimètres, la racine disto-vestibulaire est estimée à 17 millimètres, et la racine palatine 19 millimètres (fig. 14). Cette dernière longueur sera à confirmer avec le localisateur d'apex.

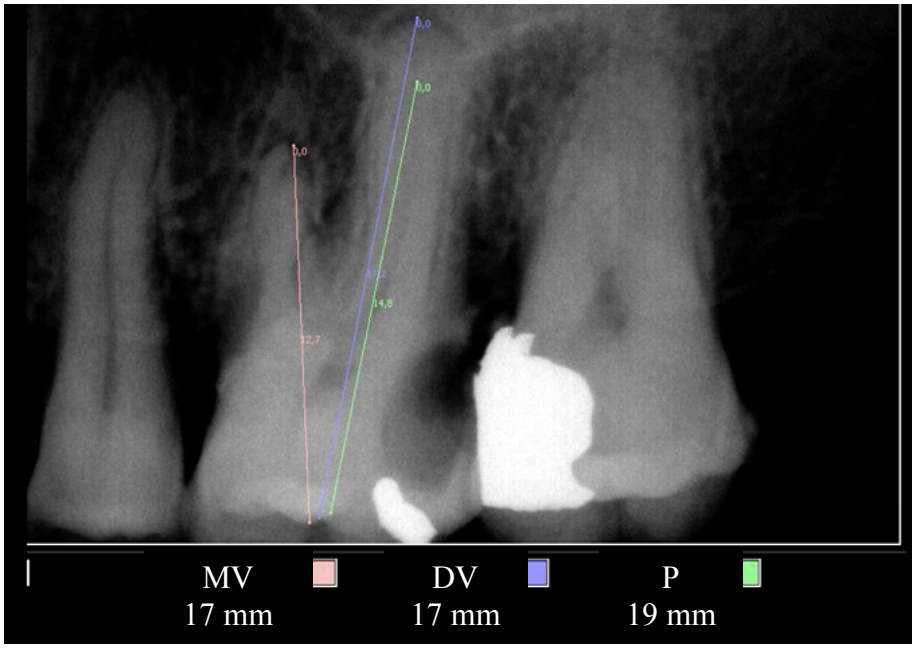

Figure 14 : Capture d'écran de la vidéo pédagogique - Estimation des longueurs de travail (Source : Dr. P-A Guy)

3.1.2 Présentation du matériel

La présentation du matériel est divisée en 9 temps opératoires.

- Le **diagnostique clinique et radiographique** (fig. 15) nécessite : un kit sonde/miroir/précelles, une sonde parodontale, des capteurs radiographiques et des angulateurs, un rouleau de coton ainsi qu'une bouteille de cryospray.

Figure 15 : Capture d'écran de la vidéo pédagogique, présentation du matériel - Examen clinique et radiographique (Source : Photo personnelle de l'auteur)

- L'**anesthésie locale** nécessite : une seringue d'anesthésie avec ses carpules d'anesthésie dosées à 1/200 000ème en adrénaline, ainsi que des aiguilles de 16mm ou de 35mm.

- La pose du **champ opératoire** nécessite : une pince à crampon, un crampon, une pince à perforer la digue, une feuille de digue latex ou vinyle, un cadre à digue, une spatule à bouche ainsi qu'un fil dentaire.

- La **préparation tissulaire** nécessite : une turbine, un contre-angle bague bleue, un excavateur, une sonde n°17 (double courbure), une pièce à main à ultrason avec son insert et sa clé d'insertion ainsi qu'un séquenceur de fraises diamantées, tungstènes et Zékrya endo®.

- La **restauration pré-endodontique** nécessite : une matrice métallique avec son porte matrice, des coins de bois, du Ciment Verre Ionomère (CVI) avec la pince applicatrice, et une lampe à photopolymériser.

- Le **cathétérisme**, **la détermination des longueurs de travail** et la **mise en forme canalaire** nécessite : un clean grip avec des compresses, des forets de Gates®, un moteur endo ou un contre-angle réducteur, un localisateur d'apex avec son crochet labial, une réglette, ainsi que les limes de cathétérismes et rotatives.

- L'**irrigation** nécessite : une seringue d'hypochlorite de sodium concentré à 3%, ainsi qu'une seringue d'EDTA liquide à 17%.

- L'**obturation canalaire** (fig. 16) nécessite du ciment à base de Zinc et d'Eugénol en format poudre et liquide avec la cuillère à doser, un bloc à spatuler en verre ou en plastique, une spatule à ciment, des cônes de gutta percha, un bistouri, des blisters de pointes papiers stériles, un thermocompacteur Gutta Condensor® de chez DENTSPLY, une source de chaleur et un fouloir de Machtou® de gros diamètre.
Ici, le spécialiste utilise un fouloir autochauffant.

Figure 16 : Capture d'écran de la vidéo pédagogique, présentation du matériel : obturation canalaire. (Source : Photo personnelle de l'auteur)

- L**'obturation coronaire provisoire** nécessite un oxyde de calcium (ciment d'obturation coronaire provisoire) recouvert d'un Ciment Verre Ionomère Equia® qui permet une étanchéité plus durable, en attendant la réalisation de la restauration définitive ; et le **contrôle de l'occlusion** se fait avec du papier d'occlusion.

3.1.3 Etapes du protocole

3.1.3.1 Présentation générale

Le protocole du cas clinique est présenté, la lésion sous gingivale complique le curetage sous digue. Le champ opératoire sera posé après le curetage et la mise en place de la reconstitution pré-endodontique.

Les étapes du traitement endodontique initial sont rappelées à l'aide d'une frise chronologique (fig. 17).

Dans un premier temps, l'anesthésie locale est réalisée, puis le curetage et la cavité d'accès, la reconstitution pré-endodontique en Ciment Verre Ionomère, la pose du champ opératoire, le cathétérisme avec les limes manuelles, la détermination des longueurs de travail avec le localisateur d'apex, la mise en forme canalaire avec les limes rotatives, le calibrage des cônes de gutta percha, l'irrigation finale à l'EDTA puis rinçage final à l'hypochlorite, l'assèchement canalaire avec les pointes de papier stérile, l'obturation canalaire thermomécanique, la radiographie post-opératoire, et enfin l'obturation coronaire provisoire.

Figure 17 : Capture d'écran de la frise chronologique issue de la vidéo pédagogique. (Source : Photo personnelle de l'auteur)

3.1.3.2 Anesthésie

L'anesthésie parapicale est réalisée en vestibulaire de la 26.

3.1.3.3 Préparation des tissus dentaires

Ensuite, la préparation des tissus dentaires est réalisée par l'élimination de la lésion carieuse.

Une fois le silence opératoire obtenu, la restauration occlusale existante est déposée de préférence sous digue. La profondeur de la lésion est analysée une fois la restauration déposée, la lésion carieuse est étendue apicalement sous la limite émail/cément.

Le curetage de la lésion carieuse est réalisé à l'aide d'une fraise boule céramique ou d'une fraise carbure de tungstène, montée sur contre-angle bague bleue. Le curetage sans irrigation laisse apparaître des copeaux dentinaires.

L'élimination de toute la dentine infectée est essentielle pour éviter de contaminer le système canalaire et permettre une bonne rétention de la reconstitution pré-endodontique (fig. 18).

Figure 18 : Capture d'écran de la vidéo pédagogique, préparation tissulaire en cours. (Source : Dr. P-A Guy)

Lors du curetage, la perforation de la chambre pulpaire est signalé par la présence d'un saignement en regard de la pulpe. Ici, il est décidé d'ouvrir la chambre pulpaire à cette étape pour éliminer tout le tissu infecté.

Puis, le plafond pulpaire est éliminé à l'aide d'une fraise Zékrya® à pointe mousse montée sur turbine.

3.1.3.4 Reconstitution pré-endodontique

Ensuite, la reconstitution pré-endodontique est réalisée avec un ciment verre ionomère Equia® de chez GC (fig. 19). Le CVI est utilisé car l'assèchement en sous gingival n'est pas contrôlé.

La reconstitution pré-endodontique permet de recréer un réservoir afin que que les solutions d'irrigation soient maintenues en contact un maximum de temps avec les débris organiques.

Elle permet également de poser le champ opératoire, de rétablir des repères reproductibles pour le traitement endodontique et de restaurer une bonne assise pour le pansement temporaire.

Figure 19 : Capture d'écran de la vidéo pédagogique, mise en place de la reconstitution pré-endodontique. (Source : Dr. P-A Guy)

3.1.3.4 Champ opératoire

Afin d'obtenir l'isolation nécessaire à la réalisation du traitement endodontique, une digue en latex en unitaire est posée sur la dent traitée.

La pose est réalisée en parachute, c'est-à-dire en aveugle avec la digue posée sur l'anneau du crampon.

Ici, un crampon 12A est utilisé, avec le mors le plus large en vestibulaire et le mors le plus étroit en palatin. Les mors sont posés en supra-gingival et la stabilité du crampon est vérifiée.

Puis, le champ opératoire est posé à l'aide du cadre à digue. Et enfin, la digue est passée sous les ailettes du crampon à l'aide de la spatule à bouche, et sous les points de contact à l'aide d'un fil dentaire.

La cavité d'accès sert de réservoir pour l'hypochlorite qui a une action désinfectante et solvante sur la matière organique.

La cavité doit respecter le principe d'économie tissulaire, de sécurité mécanique et créer des repères fiables et reproductibles.

La forme de la cavité d'accès doit permettre de visualiser toutes les entrées canalaires et doit faciliter l'accès au 1/3 apical ou à la première courbure sans interférence avec les parois coronaires. Les orifices canalaires se situent au niveau des angles de la jonction mur/plancher au terminus des lignes de fusion.

La ligne de fusion est plus sombre au niveau du plancher pulpaire. Elle est centrée au milieu de la dent et relie l'entrée du canal mésio-vestibulaire à l'entrée du canal palatin.

Cette molaire présente une particularité anatomique avec un canal disto-vestibulaire accolé au canal palatin (fig. 20).

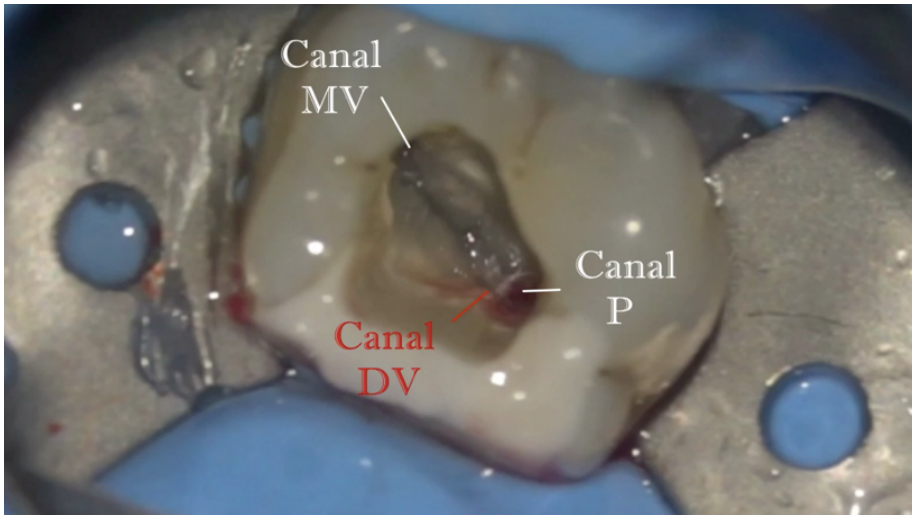

Figure 20 : Capture d'écran de la vidéo pédagogique - Lecture de la cartographie pulpaire. (Source : Dr. P-A Guy)

Au vu de la bifidie de la racine mésio-vestibulaire, un second canal mésio-vestibulaire est recherché, en mésial de la ligne de fusion et à équidistance entre le premier canal mésio-vestibulaire et le canal palatin.

3.1.3.5 Cathétérisme

C'est ensuite l'étape du **cathétérisme**. Cette phase d'exploration à l'aide de limes manuelles permet d'analyser l'anatomie canalaire, et notamment de la zone apicale. Elle a pour objectif d'obtenir un passage sur et reproductible de l'entrée du canal jusqu'à l'apex, pour passer les limes rotatives.

Afin de relocaliser les entrées canalaires, le 1/3 coronaire est agrandi à l'aide de forets de Gates® ou du Protaper SX®, du OneFlare® ou encore de l'EndoFlare® (fig. 21).

Ces instruments rotatifs de forte conicité (9 à 19%) pénètrent dans le canal sans pression avec un mouvement de brossage en retrait pariétal sur la paroi de sécurité, et permettent d'éliminer triangles dentinaires et interférences coronaires.

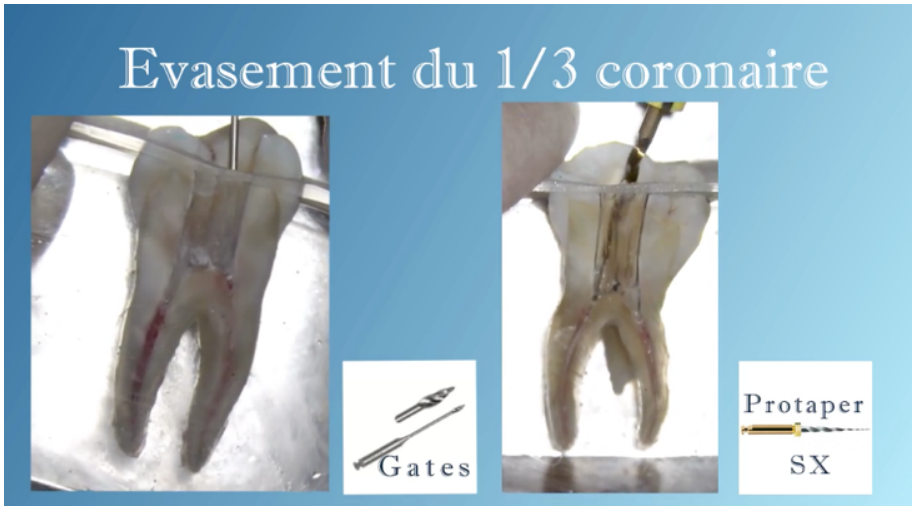

Figure 21 : Capture d'écran de la vidéo, évasement du 1/3 coronaire.
(Source : Photo personnelle de l'auteur)

La relocalisation des canaux permet d'ouvrir la voie aux limes de cathétérisme jusqu'au 1/3 apical. Il faut faire attention à ne pas instrumenter mécaniquement ce qui n'a pas été préalablement sécurisé à la lime manuelle, au risque de fracturer l'instrument rotatif dans le canal.

Une fois le 1/3 coronaire évasé, les limes manuelles permettent la progression dans le canal, par une légère pression apicale associée à un quart de tour horaire, puis un retrait de faible amplitude, en alternant les diamètres des limes.

C’est un mouvement clé à répéter autant que nécessaire jusqu'à ce que la lime atteigne librement l’apex.

Il faut veiller à ce que la pointe soit guidée dans le canal sans se bloquer. L'utilisation d'un gel chélatant (Glyde File®) permet d'aider la progression.

L'intégrité des spires des limes est vérifiée à chaque passage, et le canal est irrigué abondamment avant de passer à l'instrument suivant.

Afin d'accéder au 1/3 apical en cas de progression difficile, la mise en forme des 2/3 coronaires est réalisée à l'aide des limes rotatives (fig. 22).

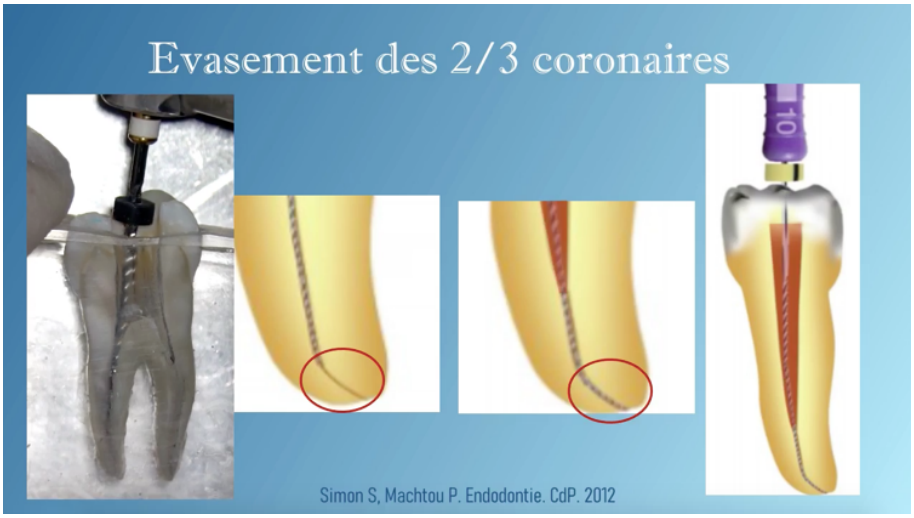

Figure 22 : Capture d'écran de la vidéo pédagogique, évasement des 2/3 coronaires. (Source : Photo personnelle de l'auteur)

Cet évasement des 2/3 coronaires est important pour créer un réservoir pour les solutions d'irrigation et un espace de remontée des débris, ceci permet d'éliminer la majeure partie des tissus infectés ou nécrosés avant de progresser apicalement.

Les 2/3 coronaires sont instrumentés avec la lime SC1 de RevoS® ou S1 de Protaper®, ou encore le OneCurve®. Les limes de réciprocité sont également utlisées sans forcer dans le canal (comme les systèmes WaveOne® ou Reciproc®).

3.1.3.6 Détermination de la longueur de travail

Une fois la lime 10 ou 15/100ème de millimètre arrivée à la longueur estimée par la radiographie pré-opératoire, ou lorsque la sensation tactile du passage de la lime à la constriction apicale est ressentie, le localisateur d'apex est utilisé pour déterminer la longueur apicale de préparation.

Le zéro électronique (fig. 23) indique la position de la constriction apicale et non de l'apex radiographique.

La constriction apicale est la séparation histologique entre la dentine et le cément. En général, elle se situe à 0,5mm du foramen apical.

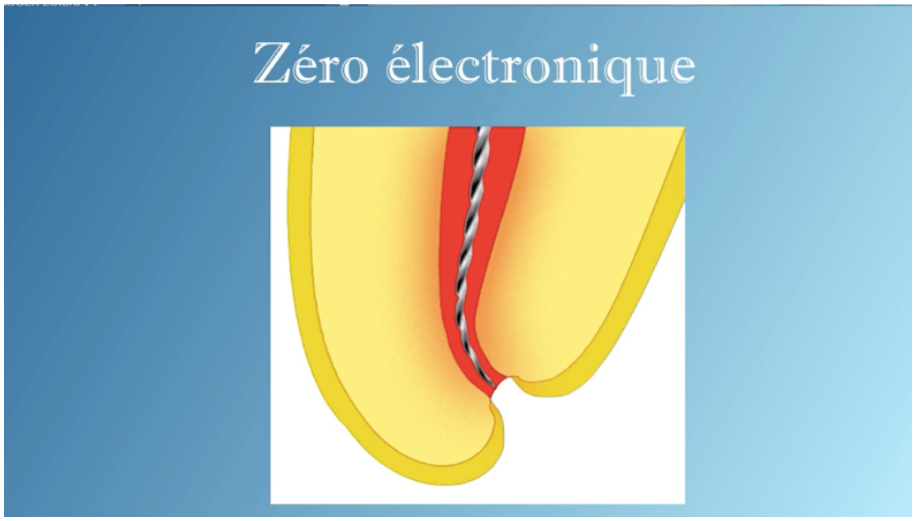

Figure 23 : Capture d'écran de la vidéo pédagogique, zéro électronique. (Source : Photo personnelle de l'auteur)

L'utilisation du localisateur d'apex doit se faire sous digue, sans liquide dans le canal, sans contact avec du métal et avec une lime adaptée au diamètre du canal.

Le bip continu et l'image "0" ou "APEX" sur le localisateur d'apex caractérise l'apex électronique, et donc la position de la constriction apicale (fig. 24). Afin de préserver la constriction apicale, cette longueur électronique à laquelle on retire 0,5mm, est utilisée pour déterminer la longueur de travail.

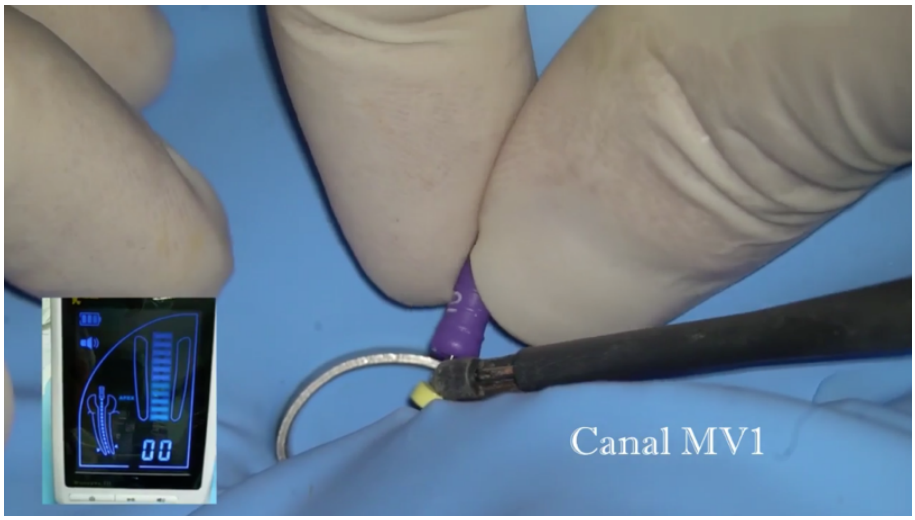

Figure 24 : Capture d'écran de la vidéo pédagogique, détermination des longueurs de travail à l'aide d'un localisateur d'apex. (Source : Dr. P-A Guy)

A cette étape, une radiographie intermédiaire avec les limes manuelles de 15/100^{e} de millimètre peut être réalisée pour valider les longueurs de travail.

Une fois la longueur identifiée, la perméabilité apicale est vérifiée à la lime manuelle afin de s'assurer de l'absence de bouchon apical. La lime de 10/100^{e} de millimètre doit dépasser d'environ 1mm la constriction apicale.

3.1.3.7 Mise en forme canalaire

C'est ensuite l'étape de la mise en forme canalaire, réalisée selon les principes de Schilder (fig. 25).

Cela consiste à créer une mise en forme avec une conicité régulière, homothétique à l'anatomie canalaire, et permettant le meilleur accès aux solutions d'irrigation, tout en facilitant une obturation tridimensionnelle étanche.

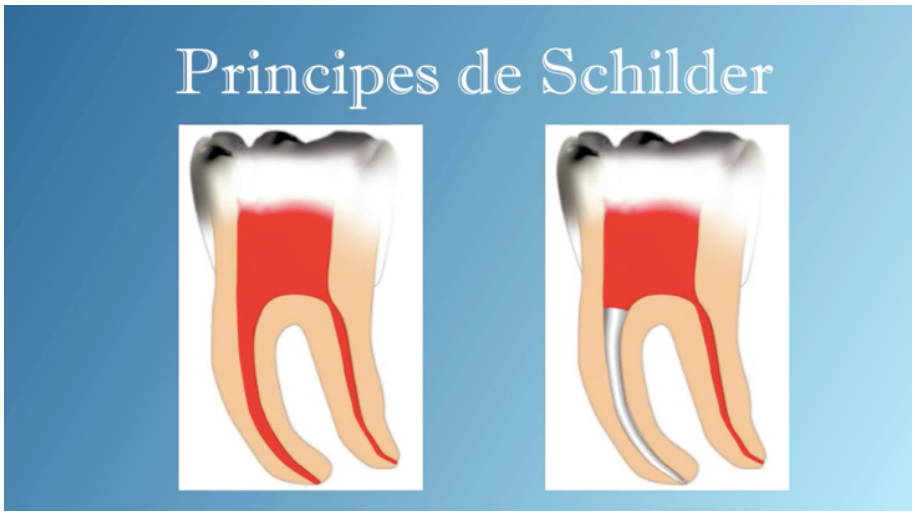

Figure 25 : Capture d'écran de la vidéo - Mise en forme selon les principes de Schilder. (Source : Photo personnelle de l'auteur)

Dans un premier temps, le canal est instrumenté avec une lime de 4% de conicité, comme le SC2 de RevoS® ou le S2 de Protaper®, ou encore les instruments de réciprocité, sans forcer dans le canal.

Puis, les instruments de plus forte conicité instrumentent dans le canal, comme le SU de RevoS®, ou, F1 ou F2 de Protaper®.

En général, la mise en forme est terminée avec une conicité de 6% et un diamètre de 25/100^{e}. Elle peut également se terminer avec une conicité de 4% et un diamètre de 30/100^{e} de millimètre. Cette dernière mise en forme est importante pour faciliter l'accès de l'aiguille d'irrigation jusqu'au 1/3 apical.

La mise en forme adéquate du 1/3 apical peut être vérifiée à l'aide d'une lime manuelle de même diamètre que le dernier instrument utilisé, dite "lime apicale maîtresse" (fig. 26). La lime est insérée à la longueur de travail. Elle doit rester bloquée lorsque l'opérateur tapote sur le manche.

Si la lime progresse au-delà de la longueur de préparation, le diamètre naturel du canal est plus large que la lime, un instrument de plus gros diamètre est utilisé pour la finition apicale (par exemple le F3 de ProTaper® ou les AS1 de RevoS® de diamètre 30/100ème) et ainsi de suite.

A chaque nouvel instrument rotatif, la lime manuelle correspondante doit rester bloquée à la longueur de travail.

Figure 26 : Capture d'écran de la vidéo - Schéma de la lime apicale maîtresse. (Source : Photo personnelle de l'auteur)

Ensuite, les canaux sont irrigués jusqu'au tiers apical, avec environ 1mL par canal d'hypochlorite pour remonter tous les débris dentinaires.

3.1.3.8 Calibrage des cônes de gutta percha

Ensuite, les cônes de gutta percha sont calibrés. La pointe du cône doit correspondre au diamètre du dernier instrument. La réglette de Maillefer® est utilisée pour marquer le cône à la longueur de préparation.

Le diamètre du cône est en adéquation avec celui de la lime apicale maîtresse. Le cône est inséré dans le canal rempli d'hypochlorite, il doit glisser sans friction jusqu'à la zone apicale et être ajusté sur les 2 derniers millimètres apicaux.

Si le cône est bien adapté apicalement (fig. 27), il présente une légère résistance au retrait, appelée "tug back".

Au contraire, s'il flotte dans le canal alors il est sous dimensionné par rapport à la mise en forme apicale, il faudra le recalibrer au diamètre supérieur, et il sera réessayé.

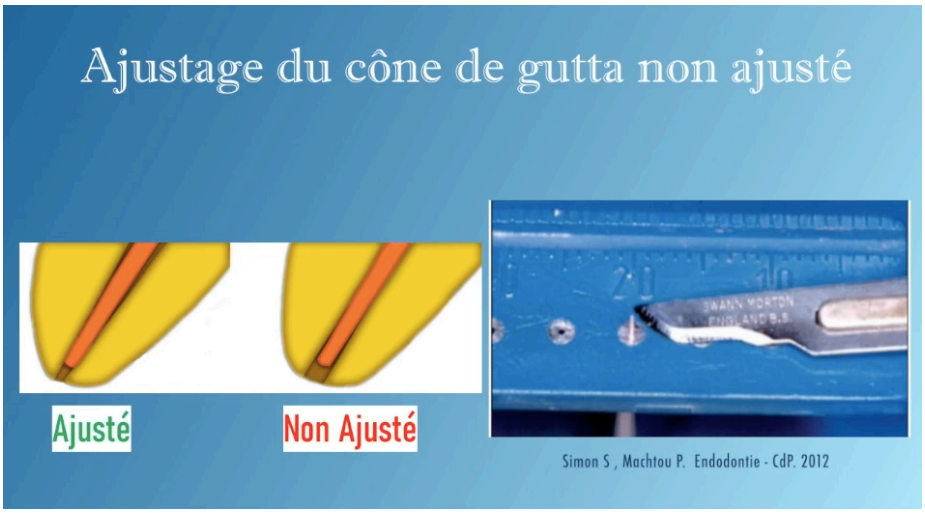

Figure 27: Capture d'écran de la vidéo pédagogique - Ajustage du cône de gutta non ajusté. (Source : Photo personnelle de l'auteur)

Une fois les cônes ajustés, il faut prendre une radiographie cône en place (fig. 28) avant de procéder à l'obturation définitive.

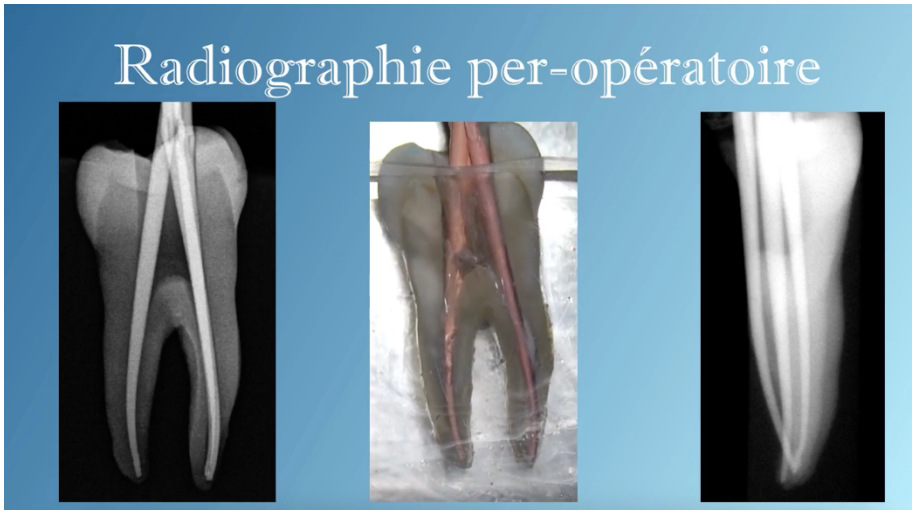

Figure 28 : Capture d'écran de la vidéo pédagogique - Radiographie cônes en place. (Source : Photo personnelle de l'auteur)

Si les cônes dépassent lors de la radiographie, le cône est recalibré au diamètre supérieur à l'aide de la réglette de Maillefer®, la pointe est sectionnée au bistouri et le cône est réessayé dans le canal

3.1.3.9 Irrigation finale

C'est ensuite l'étape de l'irrigation finale (fig. 29). L'hypochlorite est aspirée, puis remplacée par de l'EDTA liquide laissé dans le canal pendant 2 minutes. Ensuite, l'EDTA est aspiré et le canal est à nouveau rincé à l'hypochlorite afin de dissoudre la phase organique libérée par l'action chélatante de l'EDTA.

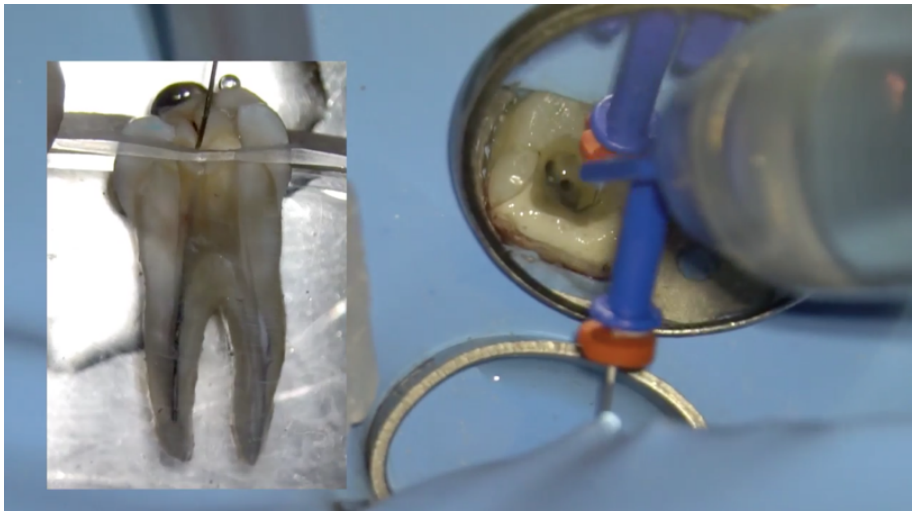

Figure 29 : Capture d'écran de la vidéo pédagogique - Iirrigation finale.
(Source : Dr. P-A Guy)

L'hypochlorite sera activée manuellement avec le cône du gutta pendant 2 minutes.

3.1.3.10 Assèchement canalaire

Pour l'assèchement canalaire, l'hypochlorite est aspirée à l'aide de la seringue, puis des pointes de papier stériles sont insérées à la longueur de travail. Elles doivent ressortir totalement sèches du canal. Petite astuce : La pointe papier se tord en glissant sur la digue lorsqu'elle est mouillée, alors qu'elle ne se tord pas lorsqu'elle est sèche.

Si le canal présente un suintement apical, l'obturation définitive sera remise à une séance ultérieure et un hydroxyde de calcium est placé dans le canal en inter-séance.

3.1.3.11 Obturation canalaire définitive

C'est ensuite l'étape de l'obturation canalaire. Pour l'obturation par condensation thermomécanique, le ciment à base de Zinc et Eugénol est préparé en avance, en respectant les proportions indiquées par le fabriquant.

Sa consistance doit être celle d'une pâte dentifrice et répond au test d'étirement sur 1cm (fig. 30). La plaque de verre doit pouvoir être soulevée par la spatule adhérant au ciment.

Figure 30: Capture d'écran de la vidéo - Préparation du ciment de scellement canalaire. (Source : Photo personnelle de l'auteur)

La pointe du cône, préalablement désinfecté à l'hypochlorite et séché avec une compresse stérile, est enduite de ciment. Le cône est inséré en une fois dans le canal jusqu'à la longueur de travail.

L'absence d'eau sortant du contre-angle bague bleue est contrôlée. Le contre-angle est programmé autour de 20 000 tours/min, en sens horaire. Un Gutta Condensor® adapté au diamètre de préparation du canal est inséré entre le cône et la paroi jusqu'au blocage. Puis, le thermocompacteur est activé en le maintenant 2 secondes en place (fig. 31).

Le diamètre du Gutta Condensor® est choisi de façon à ce qu'il s'arrête au moins 2 millimètres avant la limite de préparation.

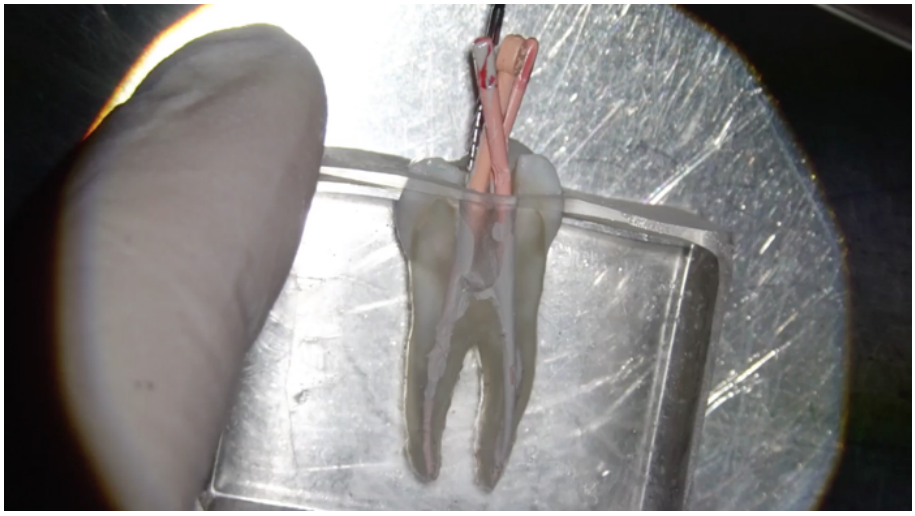

Figure 31 : Capture d'écran de la vidéo - Obturation par thermocompaction mécanique avec un Gutta Condensor®. (Source : Photo personnelle de l'auteur)

Le compacteur est ensuite retiré lentement en le maintenant en contact avec une paroi canalaire.

La gutta est compactée verticalement avec un fouloir de Machtou® de gros diamètre, pour orienter apicalement la contraction de la gutta lors du refroidissement.

Ici, le praticien utilise la technique d'obturation en monocône associée à un ciment à base de silicate de calcium.

3.1.3.12 Radiographie post-opératoire

Ensuite, la radiographie post-opératoire est réalisée (fig. 32). Elle est légalement obligatoire, tout comme la radiographie pré-opératoire.

Figure 32 : Capture d'écran de la vidéo pédagogique - Radiographie post-opératoire. (Source : Dr. P-A Guy)

3.1.3.13 Obturation coronaire provisoire

Enfin, l'obturation coronaire provisoire est réalisée avec une pâte d'obturation comme le Cavit® ou préférentiellement avec un ciment verre ionomère.

Idéalement, la restauration coronaire définitive doit être immédiatement réalisée après le traitement endodontique, sinon elle sera réalisée le plus tôt possible après l'obturation radiculaire afin d’assurer la pérennité du traitement.

3.2 Tournage et montage de la vidéo

3.3.1 Matériel de captage

Les vidéos ont été tournées dans le cabinet du Dr. P-A. Guy, dont l'exercice est limité à l'endodontie.

Le microscope opératoire utilisé pour filmer les prises de vue est un Flexion Advanced de la marque allemande CJ Optik® (fig. 33). Le système de lentilles est apochromatique avec un VarioFocus est situé entre 200 et 350 millimètres et un grossissement variable sur 5 positions. L'éclairage LED intégré de 140 000 Lux avec iris. Il possède des adaptateurs 4K ou HD pour caméra numérique.

Figure 33 : Photo du microscope CJ Optik® - Source : https://www.synca.com/francais/cj_optik.php

L'appareil photo relié au microscope est un SONY Alpha 6300 (fig. 34). Il permet l'enregistrement vidéo en 4K optimisé.

Figure 34 : Photo de l'appareil photo Sony Alpha6300
(Source : https://www.sony.fr/electronics/appareils-photo-a-objectifs-interchangeables/ilce-6300-body-kit#features_benefits_356074965959306913710798 43)

Les vidéos du localisateur d'apex ont été filmé à l'aide d'une caméra GoPro® Hero8 (fig. 35).

Figure 35 : Photo de la GoPro® Hero 8.
Source : https://gopro.com/fr/fr/shop/cameras/hero8-black/CHDHX-801-master.html

L'enregistrement audio du scripte a été réalisé à l'aide de l'application Dictaphone de l'IPhone 12® (fig. 36).

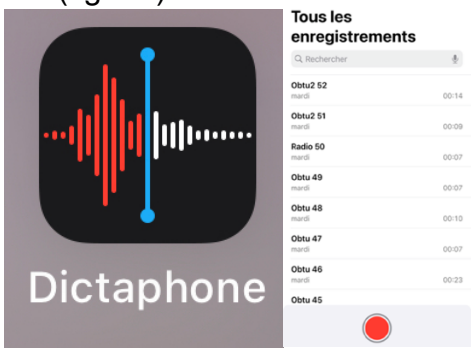

Figure 36 : Capture d'écran de l'application Dictaphone de l'IPhone 12®.

3.3.2 Modèles de coupes dentaires inclues dans la résine

Des modèles de coupes de dents naturelles incluses dans de la résine transparente époxy (fig. 37) permettent de visualiser l'action des instruments dans l'endodonte. Afin de reproduire le système canalaire, la chambre camérale et les canaux radiculaires sont comblés avec de la gélatine colorée.

Conserver une partie de la dent naturelle permet de pallier à la faible radio-opacité de la résine pour radiographier les différentes étapes, et permet de visualiser l'anatomie pulpaire au sein des structures dentaires naturelles.

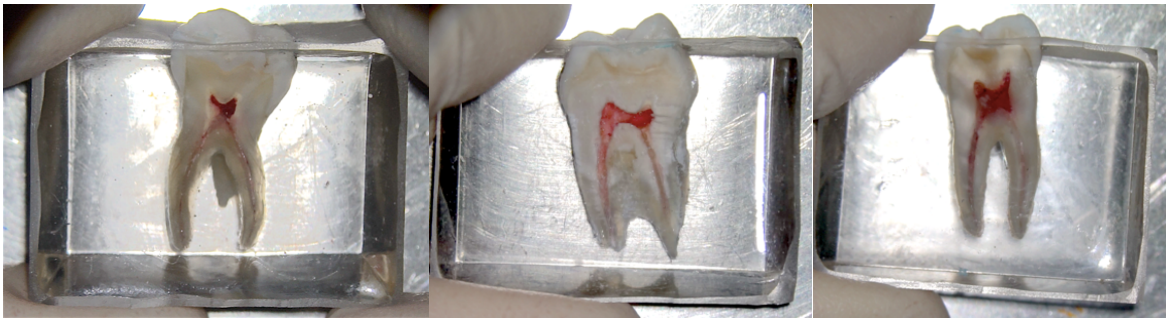

Figure 37 : Photographies des modèles de coupes de dents inclues dans la résine époxy transparente. (Source : Photos personnelles de l'auteur)

3.3.3 Matériel de montage

Le montage a été réalisé sur ordinateur LENOVO IdeaPad® L340-17IRH Gaming avec un processeur Intel Core™ i5-9300H (fig. 38), associé à une tablette graphique Bamboo CTL-460® de WACOM (fig. 38).

Figure 38 : Ordinateur et tablette graphique utilisé pour le montage.
(Source : Photo personnelle de l'auteur)

Le montage de la vidéo a été réalisé grâce au logiciel VSDC Video Editor® (fig. 39). Certains schémas et illustrations ont été adaptés pour la vidéo grâce au logiciel Photoshop.

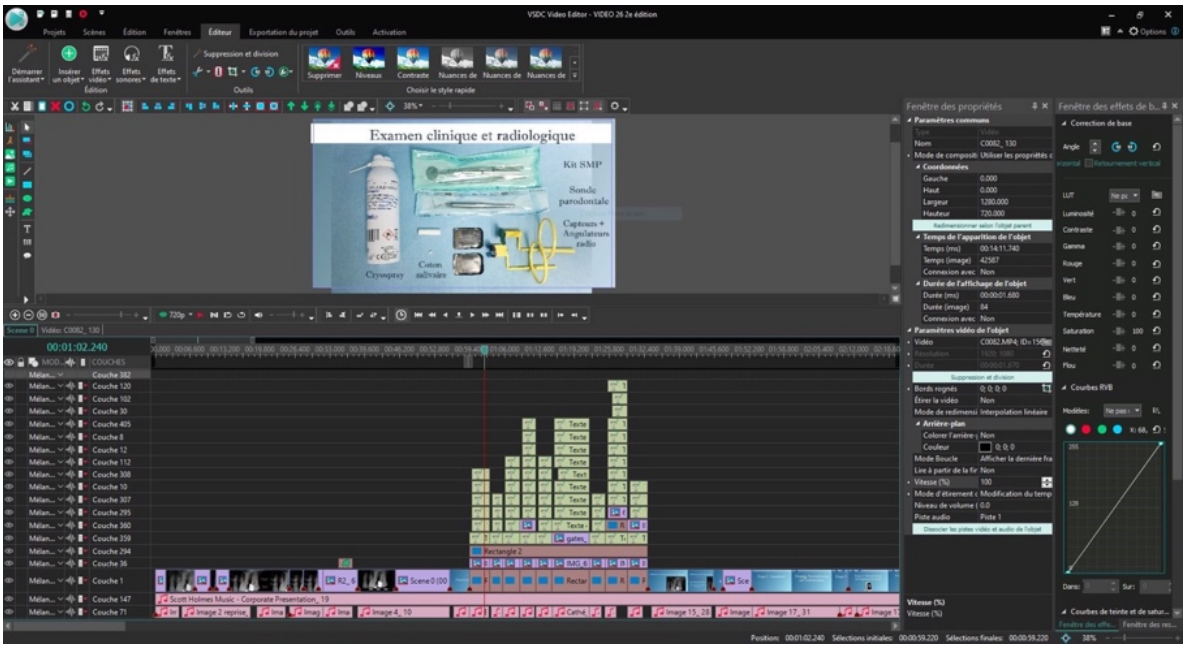

Figure 39 : Capture d'écran du logiciel VSDC Video Editor®.
(Source : Photo personnelle de l'auteur)

4. Discussion

4.1 Avantages des vidéos dans l'enseignement en endodontie

L'explication des gestes techniques à l'oral ou à l'écrit peut se résumer en une image qui marque l'esprit et facilite la mémorisation d'un concept.

Malgré de nombreux avantages, les vidéos pédagogiques présentent certaines limites pour l'apprentissage des gestes techniques en endodontie.

4.1.1 Stimulation cognitive

Plusieurs théories convergentes estiment que l'apprentissage par vidéo permettrait un taux de rétention des informations plus élevé sur le long terme. Le cerveau organiserait les éléments verbaux et visuels de manière dynamique pour produire des constructions mentales logiques.

Les vidéos engendrent un apprentissage actif en permettant l'assimilation mentale des éléments visuels et verbaux, ainsi que les facultés psychomotrices [28].

Afin d'être utile à tous les types d'apprenants, le visionnage seul de la vidéo n'est pas suffisant. Les images nécessitent le complément d'explications en parallèle. Les vidéos pédagogiques complétées par des commentaires audios en endodontie apporteraient une meilleure compréhension des étapes techniques comparées aux démonstrations en directe sur les patients [63].

4.1.2 Complément des cours théoriques et pratiques

Les vidéos de démonstrations cliniques sont conçues pour compléter et synthétiser les informations données dans les cours magistraux ou les enseignements dirigés. Elles permettent notamment de renforcer les connaissances apprises en amont et de donner du sens aux notions théoriques [28].

Les démonstrations préenregistrées peuvent servir de support au cours magistraux pour illustrer le protocole, ou en travaux pratiques pour donner des précisions sur une étape particulière du traitement. La présence de l'enseignant lors de la lecture de la vidéo permet aux étudiants de poser les questions nécessaires à leur compréhension.

4.1.3 Accessibilité numérique des démonstrations cliniques

En endodontie, les démonstrations des gestes techniques sur un patient sont souvent difficiles à montrer en direct à un grand groupe d'étudiants.

La diffusion des vidéos sur les plateformes en ligne permet de pallier au manque de patient en clinique, à la réduction du nombre d'enseignants et à l'augmentation du nombre d'étudiants par promotion.

Contrairement aux démonstrations en direct, les vidéos pédagogiques filmées avec un microscope permettent de mieux visualiser le détail de la séquence instrumentale et donne accès en illimité à des informations identiques à un grand nombre d'étudiant.

La retransmission en vidéo est notamment utile pour les traitements endodontiques impliquant des molaires, qui sont réalisés l'espace limité de la cavité buccale et qui nécessitent un protocole rigoureux et précis [64].

Dans le cadre de l'enseignement spécifique à l'endodontie, la création de vidéos pédagogiques permet aux étudiants de suivre les enseignements à distance, voir même assurer la continuité de la formation lors de la fermeture des universités, comme dans le cas de la crise sanitaire [65].

4.1.4 Adapté aux besoins de la nouvelle génération d'étudiant

L'apprentissage des gestes techniques endodontiques sous forme de vidéos pédagogiques est déjà entièrement adopté par les étudiants [60, 66]. Les supports audiovisuels facilitent la compréhension et l'assimilation des cours, ainsi que le passage de la théorie à la pratique [28, 43, 61].

Les vidéos pédagogiques captent plus facilement l'attention et l'intérêt des étudiants. Dans un premier temps, parce que les étudiants sont familiers avec les formats vidéo, notamment dans leurs loisirs quotidiens.
Deuxièmement, car le montage vidéo d'une démonstration coupe ou accélère les étapes longues et répétitives. Ceci permet aux étudiants de rester concentrés tout au long de la vidéo.
Et troisièmement, parce que la vidéo permet de se focaliser sur les étapes plus délicates à assimiler.

Les vidéos postées en ligne permettent également aux étudiants de travailler en autonomie.

Les vidéos visionnées en amont des travaux pratiques montrent un taux de satisfaction des étudiants plus élevé que pour les présentations traditionnelles en direct [66].

Contrairement aux démonstrations cliniques en direct, les vidéos pédagogiques permettent aux étudiants de répéter un passage, arrêter la lecture pour prendre des notes, choisir une étape du traitement à revoir, accélérer d'autres étapes déjà assimilées. Ce support permet une certaine souplesse dans l'apprentissage de l'endodontie [43].

Les élèves peuvent se servir des vidéos comme rappel avant les travaux pratiques, ou avant d'effectuer un traitement endodontique initial en clinique [28]. Plutôt que de relire tous les cours, l'étudiant peut se remémorer le matériel nécessaire et les étapes du traitement en quelques minutes à partir de son smartphone [61].

4.1.5 Améliore les facultés psychomotrices

Chez l'Homme, l'acquisition des gestes techniques par l'observation et le mimétisme est reconnu depuis longtemps. Ainsi, l'apprentissage de la dextérité en endodontie est facilité par la démonstration du traitement par un spécialiste. L'étudiant acquière les capacités psychomotrices en imitant les gestes observés en vidéo [28, 67].

Après le visionnage de la vidéo, les étudiants peuvent imaginer mentalement les étapes cliniques pour ensuite les répéter en travaux pratiques ou sur un patient.

Ces supports amélioreraient les résultats dans la réalisation pratique du traitement endodontique [66]. De plus, il existe une corrélation entre le nombre de lecture de la vidéo pédagogique et l'amélioration des capacités psychomotrices. Plus un étudiant consulte une vidéo, mieux il assimile la procédure du traitement [61].

4.1.6 Réduction de l'anxiété en clinique

Regarder les étapes du soin avant de le réaliser sur un patient permet aux étudiants de se sentir plus confiant en clinique. Grâce au rappel du matériel et du protocole avant la réalisation du soin en clinique, les étudiants n'ont plus à réfléchir au matériel et pourront se concentrer sur les étapes les plus complexes du traitement. De plus, la consultation de vidéo du protocole en amont, réduirait le taux d'échec de traitement sur les patients [39].

Pour résumer, la vidéo permet de faciliter l'assimilation des notions théoriques et l'apprentissage des gestes cliniques ; lors d'un cours avec un professeur ou seul en dehors de l'université.

4.2 Limites des vidéos dans l'enseignement en endodontie

Bien qu'utile à la compréhension des cours en endodontie, le format court des supports audiovisuels limite l'approfondissement des notions théoriques. Par conséquent, la théorie doit être acquise et assimilée en amont du visionnage des vidéos.

Le visionnage de vidéos à distance ne permet pas de bénéficier de la présence des professeurs pour répondre directement aux questions des étudiants.

D'autre part, la réalisation des vidéos nécessite un matériel informatique onéreux et une maîtrise des outils numériques. De nombreux professeurs utilisent déjà ces outils informatiques dans leurs cours, cependant, ils ne sont pas tous formés pour réaliser des vidéos.

Le montage des vidéos est chronophage et peut prendre du temps sur les heures de travail des enseignants. De plus, les universités ne disposent pas toutes d'outils informatiques en libre accès (caméra reliée au microscope, ordinateur performant, espace de stockage suffisant).

Les avantages et les limites des vidéos pédagogiques en endodontie sont résumés à l'aide d'un tableau (tableau 2).

Tableau 2 : Tableau résumant les avantages et les limites des vidéos pédagogiques en endodontie.

Avantages	Limites
- Apprentissage actif **- Complète les cours théorique et pratique** **- Meilleure visibilité des démonstrations cliniques** **- Facilité d'accès (Internet, smartphone)** **- Apprentissage rythmé par l'étudiant** **- Améliore les facultés psychomotrices** **- Réduit l'anxiété avant un acte clinique, améliore la confiance en soi**	- Format court restreint le nombre de notions théoriques abordées - Pas d'interaction directe avec un professeur, si visionnage seul - Compétences nécessaires en informatique - Coût du matériel - Temps de réalisation (tournage, montage)

Conclusion

L'enseignement en endodontie fait face à de nombreux enjeux.

D'abord, la discipline doit répondre aux difficultés rencontrées par les étudiants : l'appréhension liée à la complexité de l'endodontie, la technicité rigoureuse à acquérir ou encore le manque de visibilité lors des soins endodontiques.

Aujourd'hui, l'enseignement de l'endodontie fait face à de nouvelles contraintes liées à la crise sanitaire de la Covid-19. En 2020, le développement des technologies de l'information et de la communication a permis de pallier en partie à la fermeture des universités.

L'analyse des styles d'apprentissage des étudiants et la comparaison des supports pédagogiques utilisés dans la formation mettent en avant le support vidéo pour l'enseignement de l'endodontie à distance.

Les vidéos pédagogiques peuvent répondre aux difficultés rencontrées par les étudiants, notamment grâce à la diffusion des démonstrations de soins endodontiques, qui sont consultables à volonté par un grand nombre d'étudiants. Elles amélioreraient les facultés psychomotrices tout en réduisant l'anxiété des étudiants avant un acte clinique.

Cependant, ce support est limité par le coût du matériel utilisé pour sa réalisation, le temps nécessaire au tournage puis au montage, ou encore les compétences en informatiques requises.

A l'avenir, l'évolution des technologies pourrait favoriser les simulations pratiques en réalité virtuelle pour la formation en endodontie.

D'autre part, il serait intéressant d'analyser les besoins des étudiants en contenus pédagogiques numériques. Avec la nécessité de donner certains cours à distance, ces études permettraient d'élargir l'utilisation des vidéos pédagogiques à d'autres spécialités odontologiques, et ainsi, enrichir les plateformes universitaires numériques avec des nouvelles ressources pédagogiques.

Références bibliographiques

1. HAS - Service évaluation des actes professionnels. Traitement endodontique - Rapport d'évaluation technologique.pdf [Internet]. 2008. Disponible sur: https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2009-01/rapport_traitement_endodontique.pdf

2. Masson E., Henry JL, Dumais T, Busson O, Gérard P. Evaluation des thérapeutiques endodontiques: enquête de pratique à partir des radiogrammes. Rev Med Mal. 2002;33(3):215‑24.

3. Lupi-Pegurier L. Periapical status, prevalence and quality of endodontic treatment in an adult French population. Int Endod J. 2002;8.

4. Boucher Y, Matossian L, Rilliard F, Machtou P. Radiographic evaluation of the prevalence and technical quality of root canal treatment in a french subpopulation. Int Endod J. 2002;35(3):229‑38.

5. Tavares P, Bonte E, Boukpessi T, Siqueira JF, Lasfargues JJ. Prevalence of apical periodontitis in root canal-treated teeth from an urban french population: influence of the quality of root canal fillings and coronal restorations. J Endod. 2009;35(6).

6. Touré B, Azogui-Lévy S, Dzara I, Azérad J, Boucher Y. Qualité des traitements endodontiques dans un échantillon de patients consultant en urgence dans le service d'odontologie du GHPS. Rev Odont Stomat. 2011;40:280‑92.

7. Boucher Y. Parodontites apicales et mauvais traitements endodontiques: état d'urgence. Rev Odont Stomat. 2005;34:205‑17.

8. Gesi A, Bergenholtz G. Pulpectomy – studies on outcome. Endod Top. 2003;5:57‑70.

9. Murray CA, Saunders WP. Root canal treatment and general health: a review of the literature. Int Endod J. 2000;18.

10. Peciuliene V, Maneliene R, Drukteinis S, Rimkuviene J. Attitudes of general dental practitioners towards endodontic standarts and adoption of new technology: Literature review. 2009;11(1):4.

11. Buonavoglia A, Leone P, Solimando AG, Fasano R, Malerba E, Prete M, et al. Antibiotics or no Antibiotics, that is the question: an update on efficient and effective use of antibiotics in dental practice. Antibiotics. 2021;10(5):550.

12. Segura-Egea JJ, Martín-González J, Jiménez-Sánchez M del C, Crespo-Gallardo I, Saúco-Márquez JJ, Velasco-Ortega E. Worldwide pattern of antibiotic prescription in endodontic infections. Int Dent J. 2017;67(4):197‑205.

13. Université de Lille. Faculté de Chirurgie dentaire de Lille. Règlement des études et modalités de contrôle des connaissances relatives au diplôme d'Etat de docteur en chirurgie dentaire. Année universitaire 2020-2021 [Internet]. Disponible sur: http://chirdent.univ-lille.fr/fileadmin/user_upload/Scolarite/Docteur_Chir_Dent/2020-2021/RE_2020-2021_valide_CA.pdf

14. De Moor R, Hülsmann M, Kirkevang L-L, Tanalp J, Whitworth J. Undergraduate curriculum guidelines for endodontology. Int Endod J. 2013;46(12):1105‑14.

15. Alzahem AM, van der Molen HT, Alaujan AH, Schmidt HG, Zamakhshary MH. Stress amongst dental students: a systematic review: Stress amongst dental students. Eur J Dent Educ. 2011;15(1):8‑18.

16. Elani HW, Allison PJ, Kumar RA, Mancini L, Lambrou A, Bedos C. A systematic review of stress in dental students. J Dent Educ. 2014;78(2):226‑42.

17. Alhajj MN, Khader Y, Murad AH, Celebic A, Halboub E, Márquez JR, et al. Perceived sources of stress amongst dental students: A multicountry study. Eur J Dent Educ. 2018;22(4):258‑71.

18. Manolova MS, Stefanova VP, Panayotov IV, Romieu G, Belcheva AB, Markova KB, et al. Perceived sources of stress in fifth year dental students - a comparative study. Folia Med (Plovdiv). 2012;54(2):52‑9.

19. Luz LB, Grock CH, Oliveira VF, Bizarro L, Ardenghi TM, Ferreira MBC, et al. Self-reported confidence and anxiety over endodontic procedures in undergraduate students - Quantitative and qualitative study. Eur J Dent Educ. 2019;23(4):482‑90.

20. Tanalp J, Güven EP, Oktay I. Evaluation of dental students′ perception and self-confidence levels regarding endodontic treatment. Eur J Dent. 2013;07(02):218‑24.

21. Davey J, Bryant ST, Dummer PMH. The confidence of undergraduate dental students when performing root canal treatment and their perception of the quality of endodontic education. Eur J Dent Educ. 2015;19(4):229‑34.

22. Puryer J, Amin S, Turner M. Undergraduate confidence when undertaking root canal treatment and their perception of the quality of their endodontic education. Dent J. 2016;5(1):1.

23. Inquimbert C, Tramini P, Romieu O, Giraudeau N. Pedagogical evaluation of digital technology to enhance dental student learning. Eur J Dent. 2019;13(01):053‑7.

24. Fromme HB, Karani R, Downing SM. Direct observation in medical education: A review of the literature and evidence for validity. Mt Sinai J Med J Transl Pers Med. 2009;76(4):365‑71.

25. Christelle Millien. 8000 chirurgien(ne)s-dentistes supplémentaires d'ici à 2040. Direction de la Recherche, des Etudes, de l'Evaluation et des Statistiques; 2017 p. 6. Report No.: 1027.

26. Delahaye-Guillocheau V., Dizambourg B., Bonaccorsi F. Audit de l'appareil de formation odontologique. Inspection générale de l'Administration de l'éducation nationale et de la recherche/Inspection générale des affaires sociales; 2006.

27. Ministère des Solidarités et de la Santé. Arrêté du 13 mai 2020 fixant le nombre d'étudiants autorisés selon les différentes modalités d'admission à poursuivre en deuxième ou troisième année leurs études en médecine, odontologie, pharmacie et maïeutique à la rentrée universitaire 2020-2021 [Internet]. SSAH2011524A Journal Officiel de la République

Française p. 6. Disponible sur :
https://www.legifrance.gouv.fr/download/file/Tj64qws_MYWEC-6xcUokYYPCIFRafx3LLgujSD-i24w=/JOE_TEXTE

28. Botelho MG, Gao X, Jagannathan N. A qualitative analysis of students' perceptions of videos to support learning in a psychomotor skills course. Eur J Dent Educ. 2019;23(1):20‑7.

29. Simon S, Machtou P, Pertot W-J. Endodontie. Rueil-Malmaison: CdP; 2012.

30. European Society of Endodontology. ESE/ADEE Position statement - Assessment of undergraduate dental student [Internet]. 2018. Disponible sur: https://www.e-s-e.eu/education/ESE_ADEE_Education_Position_statement_2018.pdf

31. Decurcio DA, Lim E, Chaves GS, Nagendrababu V, Estrela C, Rossi-Fedele G. Pre-clinical endodontic education outcomes between artificial versus extracted natural teeth: a systematic review. Int Endod J. 2019;9.

32. Tchorz JP, Brandl M, Ganter PA, Karygianni L, Polydorou O, Vach K, et al. Pre-clinical endodontic training with artificial instead of extracted human teeth: does the type of exercise have an influence on clinical endodontic outcomes? Int Endod J. 2015;48(9):888‑93.

33. Hanafi A, Donnermeyer D, Schäfer E, Bürklein S. Perception of a modular 3D print model in undergraduate endodontic education. Int Endod J. 2020;53(7):1007‑16.

34. Zitzmann NU, Matthisson L, Ohla H, Joda T. Digital undergraduate education in dentistry: A systematic review. Int J Environ Res Public Health. 2020;17(9):3269.

35. Perry S, Bridges SM, Burrow MF. A review of the use of simulation in dental education: Simul Healthc J Soc Simul Healthc. 2015;10(1):31‑7.

36. Eaton KA, Reynolds PA, Grayden SK, Wilson NHF. A vision of dental education in the third millennium. Br Dent J. 2008;205(5):261‑71.

37. Feeney L, Reynolds PA, Eaton KA, Harper J. A description of the new technologies used in transforming dental education. Br Dent J. 2008;204(1):19‑28.

38. Qualtrough AJE. Undergraduate endodontic education: what are the challenges? Br Dent J. 2014;216(6):361‑4.

39. Li TY, Gao X, Wong K, Tse CSK, Chan YY. Learning clinical procedures through internet digital objects: Experience of undergraduate students across clinical faculties. JMIR Med Educ. 2015;1.

40. Burns LE, Abbassi E, Qian X, Mecham A, Simeteys P, Mays KA. YouTube use among dental students for learning clinical procedures: A multi-institutional study. J Dent Educ. 2020;84(10):1151‑8.

41. Priya S, Padminee K, Deboral R, Sujatha G, Ramasamy M, Kumar P. Knowledge and attitude toward use of internet in smartphones for dental education. Indian J Dent Res. 2019;30(5):798.

42. Dias da Silva MA, Pereira AC, Walmsley AD. Who is providing dental education content via YouTube? Br Dent J. 2019;226(6):437‑40.

43. Gao X, Wong LM, Chow DYS, Law XJ, Ching LYL. Learning clinical procedures through Internet visual resources: A qualitative study amongst undergraduate students. Eur J Dent Educ. 2015;19(1):38‑43.

44. Gaudin A, Arbab-Chirani R, Pérez F. Effect of COVID-19 on dental education and practice in France. Front Dent Med. août 2020;1:5.

45. Galibourg A, Peters OA, Diemer F, Nasr K, Maret D. Continuing endodontic education and COVID-19: before, during and after? Int Endod J. nov 2020;53(11):1598‑9.

46. Varvara G, Bernardi S, Bianchi S, Sinjari B, Piattelli M. Dental education challenges during the COVID-19 pandemic period in Italy: Undergraduate student feedback, future perspectives, and the needs of teaching strategies for professional development. Healthcare. avr 2021;9(4):454.

47. Loch C, Kuan IBJ, Elsalem L, Schwass D, Brunton PA, Jum'ah A. COVID-19 and dental clinical practice: Students and clinical staff perceptions of health risks and educational impact. J Dent Educ. sept 2020;jdd.12402.

48. Lee, S. J., Reeves, T. C. Edgar Dale: A significant contributor to the field educational technology. Educ Technol. 2007;47(6):56.

49. Occupational Education, Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma, E. Baukal C, B. Ausburn F, J. Ausburn L. A proposed multimedia cone of abstraction: Updating a classic instructional design theory. - Manag J Educ Technol. 2013;9(4):15‑24.

50. Hussain I. Pedagogical implications of VARK model of learning. J Lit Lang Linguist. 2017;38:6.

51. Murphy RJ, Gray SA, Straja SR, Bogert MC. Student learning preferences and teaching implications. J Dent Educ. 2004;68(8):859‑66.

52. Srennidhi S K, Tay Chinyi H. Styles of learning based on the research of Fernald, Keller, Orton, Gillingham, Stillman, Montessori and Neil D Fleming. Int J Innov Res Multidiscip Field. 2017;3(4):17‑25.

53. Koohestani H, Baghcheghi N. A comparison of learning styles of undergraduate health-care professional students at the beginning, middle, and end of the educational course over a 4-year study period (2015–2018). J Educ Health Promot. 2020;9(1):208.

54. Esam Omar. Perceptions of teaching methods for preclinical oral surgery : A comparison with learning styles. Open Dent J. 2017;11:109‑19.

55. Asiry MA. Learning styles of dental students. Saudi J Dent Res. 2016;7(1):13‑7.

56. Ojeh Nkemcho, Sobers-Grannum Natasha, Gaur Uma, Udupa Alaya, Majumder M Anwarul Azim. Learning style preferences : A study of pre-clinical medical students in Barbados. J Adv Med Educ Prof. 2017;5(4):185‑94.

57. Mayer RE. The Cambridge handbook of multimedia learning. 2nd éd. Cambridge: Cambridge University Press; 2014. (Cambridge Handsbook in Psychology).

58. Brame CJ. Effective educational videos: Principles and guidelines for maximizing student learning from video content. Perez KE, éditeur. CBE - Life Sci Educ. 2016;15(4):es6.

59. Mayer RE, Moreno R. Aids to computer-based multimedia learning. Learn Instr. 2002;12(1):107‑19.

60. Edrees HY, Ohlin J, Ahlquist M, Tessma MK, Zary N. Patient demonstration videos in predoctoral endodontic education: Aspects perceived as beneficial by students. J Dent Educ. 2015;79(8):928‑33.

61. Wong G, Apthorpe HC, Ruiz K, Nanayakkara S. An innovative educational approach in using instructional videos to teach dental local anaesthetic skills. Eur J Dent Educ. 2019;23(1):28‑34.

62. Schellenberg EG, W. Weiss M. Music and cognitive abilities. In: The Psychology of Music [Internet]. Elsevier; 2013 [cité 15 juin 2021]. p. 499‑550. Disponible sur: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123814609000122

63. Akhlaghi NM, Khalilak Z, Vatanpour M, Moshari A, Ghaffari S, Namazikhah MS. Students' knowledge comprehension after implementation of live conventional demonstration, video teaching and video-assisted instruction methods in endodontic practice. Iran Endod J. 2017;12(2):201‑4.

64. Fakhry A, Dehkordi-Vakil FH. Video-assisted clinical instruction in dentistry (VACID) enhances real-time visualisation of clinical procedures. Eur J Dent Educ. 2007;11(4):238‑44.

65. Nijakowski K, Lehmann A, Zdrojewski J, Nowak M, Surdacka A. The effectiveness of the blended learning in conservative dentistry with endodontics on the basis of the survey among 4th-Year students during the COVID-19 pandemic. Int J Environ Res Public Health. avr 2021;18(9):4555.

66. Maresca C, Barrero C, Duggan D, Platin E, Rivera E, Hannum W, et al. Utilization of blended learning to teach preclinical endodontics. J Dent Educ. 2014;78(8):1194‑204.

67. Nicholls D, Sweet L, Muller A, Hyett J. Teaching psychomotor skills in the twenty-first century: Revisiting and reviewing instructional approaches through the lens of contemporary literature. Med Teach. 2016;38(10):1056‑63.

Table des illustrations

Figure 1 : Taux de traitement endodontique présentant un défaut majeur en comparaison avec le taux de traitement endodontique remplissant les critères de qualité selon recommandations, en France (selon deux études de l'European Society of Endodontology réalisées en 1994) [7]. 7

Figure 2 : Taux d'échec et de succès thérapeutique suite à un traitement endodontique réalisé selon les recommandations de l'European Society of Endodontology, en l'absence de parodontite périapicale [8]. 8

Figure 3: Plateau technique nécessaire à la réalisation d'un traitement endodontique initial (Source : Photo personnelle de l'auteur). 9

Figure 4 : Graphiques exprimant la discipline la plus appréhendée parmi les étudiants de 3e et 5e année en pourcentages. D'après l'article "Pedagogical Evaluation of Digital Technology to Enhance Dental Student Learning (2019)" [21]. 12

Figure 5: Graphique indiquant le nombre d'étudiants admis en 2e année d'odontologie en France de 2005 à 2020, selon les données recueillies sur le site http://www.legifrance.gouv.fr [27]. (Source : Photo personnelle de l'auteur) 13

Figure 6: Modèle de dent synthétique 3D en résine Truetooth®, DELendo de DELabs. Source : Catalogue commercial en ligne https://online.fliphtml5.com/tfwec/famt/#p=1 15

Figure 7: Photo du Simodont VR, simulateur dentaire virtuel utilisé à l'Université de Honk Hong [35]..... 16

Figure 8 : Aperçu d'une préparation dentaire en réalité virtuelle [35]. 16

Figure 9 : "Cone of Experience" d'après Edgar Dale en 1969, traduit en français [48] (Source : Photo personnelle de l'auteur) 20

Figure 10 : Pyramide d'apprentissage des multimédias [49]. (Source : Photo personnelle de l'auteur) 21

Figure 11 : Schéma représentant les interactions des différents modes d'apprentissage selon Fleming (1992) (Source : Photo personnelle de l'auteur) 23

Figure 12 : Part des différents modes d'apprentissage chez les étudiants en Odontologie selon l'article "Student learning preferences and teaching implications" [51]. 24

Figure 13 : Capture d'écran issue de la vidéo - Lecture de la radiographie pré-opératoire (Source : Dr. P-A Guy) 33

Figure 14 : Capture d'écran de la vidéo pédagogique - Estimation des longueurs de travail (Source : Dr. P-A Guy)..... 34

Figure 15 : Capture d'écran de la vidéo pédagogique, présentation du matériel - Examen clinique et radiographique (Source : Photo personnelle de l'auteur) 34

Figure 16 : Capture d'écran de la vidéo pédagogique, présentation du matériel : obturation canalaire. (Source : Photo personnelle de l'auteur)..... 35

Figure 17 : Capture d'écran de la frise chronologique issue de la vidéo pédagogique. (Source : Photo personnelle de l'auteur) 37

Figure 18 : Capture d'écran de la vidéo pédagogique, préparation tissulaire en cours. (Source : Dr. P-A Guy) 38

Figure 19 : Capture d'écran de la vidéo pédagogique, mise en place de la reconstitution pré-endodontique. (Source : Dr. P-A Guy) 39

Figure 20 : Capture d'écran de la vidéo pédagogique - Lecture de la cartographie pulpaire. (Source : Dr. P-A Guy) 40

Figure 21 : Capture d'écran de la vidéo, évasement du 1/3 coronaire. (Source : Photo personnelle de l'auteur) 41

Figure 22 : Capture d'écran de la vidéo pédagogique, évasement des 2/3 coronaires. (Source : Photo personnelle de l'auteur) 42

Figure 23 : Capture d'écran de la vidéo pédagogique, zéro électronique. (Source : Photo personnelle de l'auteur) 43

Figure 24 : Capture d'écran de la vidéo pédagogique, détermination des longueurs de travail à l'aide d'un localisateur d'apex. (Source : Dr. P-A Guy) 43

Figure 25 : Capture d'écran de la vidéo - Mise en forme selon les principes de Schilder. (Source : Photo personnelle de l'auteur) 44

Figure 26 : Capture d'écran de la vidéo - Schéma de la lime apicale maîtresse. (Source : Photo personnelle de l'auteur) 45

Figure 27: Capture d'écran de la vidéo pédagogique - Ajustage du cône de gutta non ajusté. (Source : Photo personnelle de l'auteur) 46

Figure 28 : Capture d'écran de la vidéo pédagogique - Radiographie cônes en place. (Source : Photo personnelle de l'auteur) 46

Figure 29 : Capture d'écran de la vidéo pédagogique - Iirrigation finale. (Source : Dr. P-A Guy) 47

Figure 30: Capture d'écran de la vidéo - Préparation du ciment de scellement canalaire. (Source : Photo personnelle de l'auteur) 48

Figure 31 : Capture d'écran de la vidéo - Obturation par thermocompaction mécanique avec un Gutta Condensor®. (Source : Photo personnelle de l'auteur) 48

Figure 32 : Capture d'écran de la vidéo pédagogique - Radiographie post-opératoire. (Source : Dr. P-A Guy) 49

Figure 33 : Photo du microscope CJ Optik® - Source : https://www.synca.com/francais/cj_optik.php 50

Figure 34 : Photo de l'appareil photo Sony Alpha6300 (Source : https://www.sony.fr/electronics/appareils-photo-a-objectifs-interchangeables/ilce-6300-body-kit#features_benefits_356074965959306913710798 43) 50

Figure 35 : Photo de la GoPro® Hero 8. Source : https://gopro.com/fr/fr/shop/cameras/hero8-black/CHDHX-801-master.html 51

Figure 36 : Capture d'écran de l'application Dictaphone de l'IPhone 12®. 51

Figure 37 : Photographies des modèles de coupes de dents inclues dans la résine époxy transparente. (Source : Photos personnelles de l'auteur) 51

Figure 38 : Ordinateur et tablette graphique utilisé pour le montage. (Source : Photo personnelle de l'auteur).....52

Figure 39 : Capture d'écran du logiciel VSDC Video Editor®. (Source : Photo personnelle de l'auteur) 52

Tableau 1 : Tableau de comparaison entre les différents supports pédagogiques proposés en endodontie corrélé au mode d'apprentissage selon Fleming (1992). 28

Tableau 2 : Tableau résumant les avantages et les limites des vidéos pédagogiques en endodontie. 56

Thèse d'exercice : Chir. Dent. : Lille : Année 2021 – N°

Réalisation d'une vidéo pédagogique : le traitement endodontique initial / **Marine AUGER**. - 72 p. : 41 ill. ; 67 réf.

Domaines : ODONTOLOGIE CONSERVATIVE - ENDODONTIE
ENSEIGNEMENT

Mots clés Libres : Vidéo pédagogique ; Traitement endodontique initial ; Covid-19

Résumé de la thèse :

L'endodontie est une des disciplines les plus complexes de l'exercice dentaire. Dans le contexte de crise sanitaire liée à la Covid-19, l'entraînement pratique en endodontie des étudiants s'est retrouvé fortement impacté.

La vidéo pédagogique se distingue des supports pédagogiques actuels, en répondant aux contraintes de l'enseignement à distance tout en facilitant l'assimilation des gestes techniques.

Ce travail propose une réflexion autour de l'enseignement en endodontie, des modes d'apprentissage aux difficultés rencontrées par les étudiants et permet d'établir les critères de réalisation et les objectifs d'une vidéo pédagogique en endodontie.

Il est également exposé le scénario d'une vidéo présentant un traitement endodontique initial, et la discussion aboutissant aux avantages et limites de ce support pédagogique en endodontie.

JURY :

Président : Monsieur le Professeur DEVEAUX Etienne

Assesseurs : Monsieur le Docteur HIDELBERT Pierre
Monsieur le Docteur LINEZ Marc
Monsieur le Docteur DEMETRIOU Alexandre