

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté de Médecine
Département de Médecine Dentaire



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme de Docteur en Médecine Dentaire

Thème

**Les nouveaux moyens de diagnostic en
Odontologie Conservatrice / Endodontie**

Réalisé par :

M^{me}. BENTALEB Hadjira

M^{elle}. OUAZANI Razika

M^{elle}. BOUDINAR Dyhia

M^{elle}. NAIT OUYAHIA Sabrina

Encadrées par :

Membres de jury :

Dr LAKABI.N	Faculté de Médecine	UMMTO	Présidente du jury
Dr SAHAB.S	Faculté de Médecine	UMMTO	Promotrice
Dr YAHIA CHERIF. N	Faculté de Médecine	UMMTO	Examinatrice

Années : 2017-2018

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier **Dieu** le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail ;

Les membres du jury ; Dr Lakabi, Dr Yahia-Cherif ; Nous sommes honorés que vous ayez accepté de siéger dans ce jury. Nous vous remercions pour l'enseignement que vous nous avez dispensé tout au long de notre cursus, elles nous ont donné le goût de votre discipline. Nous espérons avoir été à la hauteur de vos attentes.

Veillez trouver ici l'assurance de notre profond respect et de notre estime ;

Nos enseignants, le personnel du département de médecine dentaire, de la clinique dentaire et de la faculté de médecine ; Nous vous exprimons notre reconnaissance pour votre disponibilité et votre implication dans le bon déroulement de nos études ainsi que pour votre engagement auprès des étudiants.

Dédicaces

Je dédie ce mémoire

A mes parents

Avec tout l'amour et le respect que porte une fille à ses parents. Merci de m'avoir tant soutenu et encouragé durant toutes ces années, votre confiance et votre soutien m'ont été très précieux. Maman, Papa je vous aime.

A la mémoire de mes grands-parents disparus

Avec qui j'aurais aimé partager ces moments. Je porterai votre souvenir et vos enseignements.

A mes frères et mes sœurs

Pour tous ces moments qui nous lient et notre union. Je vous aime et je vous souhaite tout le bonheur du monde.

A mes neveux et nièces

Je vous aime mes petits princes et princesses.

A toute ma famille

Mes remerciements pour votre générosité.

A tous mes amis d'ici et d'ailleurs

Pour tous les bons moments passés ensemble.

A ceux que j'ai oubliés

Qu'ils m'excusent.

RAZIKA

Je dédie ce travail

A mes chers parents

Si je suis là, c'est grâce à vos sacrifices, à votre soutien et à votre amour, j'espère vous rendre fières chaque jour, que le bon dieu vous accorde santé, bonheur et longue vie.

A mon frère unique

Tes paroles ont toujours su éclairer mon chemin .Merci pour ton soutien infini, tes aides incessantes et tes encouragements, que dieu te protège mon cher frère.

A ma petite sœur

À qui je souhaite un meilleur avenir.

A mes chères sœurs et leurs époux

Pour votre affection, compréhension et patience.

A mes petits neveux

Je vous aime.

A tous mes amis

Avec qui j'ai partagé des moments mémorables, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès.

A mes trinômes

Pour le temps sacrifié et les moments passés ensemble durant la réalisation de ce travail, je vous souhaite la réussite dans votre vie.

Merci à tous ceux qui de près ou de loin ont participé à la réalisation de ce travail.

SABRINA

*A l'homme de ma vie, mon pilier, mon exemple dans la vie. Tu as su m'inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme, de la confiance en soi et de la persévérance face aux difficultés de la vie ; je te dois ce que je suis aujourd'hui et je ferai de mon mieux pour rester ta fierté à jamais, **Papa**, que dieu t'accorde santé quiétude d'esprit et longue vie.*

*A la lumière de mes jours, ma source de tendresse, d'affection et d'amour. Tu n'as cessé de me pousser de l'avant durant ces longues années d'études, tu as toujours été présente à mes côtés, **Maman**, en ce jour mémorable reçois toi aussi ce travail en signe de ma vive reconnaissance ; puisse le tout puissant te procurer santé, bonheur et longue vie.*

A mes frères et ma petite sœur adorés, Massinissa, Youva et Massilva ; en souvenir d'une enfance dont nous avons partagés les meilleurs et les plus agréables moments, pour toute la complicité et l'entente qui nous unissent, ce travail est un témoignage de mon amour et de mon attachement. Que dieu vous prête réussite, bonheur et longue vie.

*A mon fiancé **Karim**, ce travail a aussi été réalisé grâce à toi, merci de m'avoir soutenu à ranger mon éternel désordre. Je me dois de considérer ma réussite comme une œuvre commune.*

*A mes chers grands-parents maternels **Mohand et Fatma**, que ma réussite soit l'expression des vœux et des prières que vous n'avez cessé de formuler. Que Dieu vous préserve en bonne santé et vous prête longue vie.*

*A mon cher oncle **Idir**, reçois ce travail en signe de ma profonde estime et en considération à ta haute personnalité.*

*A **Dalila**, pour tous les moments partagés.*

*A **Hadjira**, mon éternelle éclairceuse ...*

A tous mes oncles et tantes, et à tous ceux qui m'ont apporté une aide morale aussi minime soit-elle.

A toutes ces personnes que le bon Dieu à mis sur mon chemin et qui ont contribué à ma réussite.

*A la mémoire de mes grands-parents **Amar et Tassadit**, qui ont toujours été dans mon esprit et mon cœur. Je vous dédie aujourd'hui ma réussite. Que dieu le miséricordieux vous accueille dans son éternel paradis.*

Ce travail est dédié à vous tous

Dyhia

A la mémoire de mon oncle Samir ; la séparation fut douloureuse ;

Que dieu t'accueille dans son vaste paradis !

A mes parents, aucune dédicace ne saurait exprimer mon amour éternel, mon respect et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon éducation, mon instruction et mon bien être quel que soit les conditions ; aucun remerciement ne sera à la hauteur de l'amour que vous me portez et du soutien que vous m'avez toujours apporter et de vos prières.

Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, j'espère que votre bénédiction m'accompagnera tout au long de ma vie et que vous soyez fières de moi

Puisse dieu le très haut vous accorder santé, bonheur et longue vie

Mon cher mari Sofiane, tes encouragements constants et ton précieux soutien étaient la bouffée d'oxygène qui me ressourçait dans les moments pénibles et de solitude.

Merci d'avoir été toujours à mes côtés, par ta présence, par ton amour dévoué et ta tendresse, pour donner du goût et du sens à notre vie de famille.

En témoignage de mon amour, de mon admiration et de ma grande affection, je te prie de trouver dans ce travail l'expression de mon estime et de mon sincère attachement.

Je prie dieu le tout puissant de préserver notre union.

Mes chers et adorables frères Mokrane et Mehdi ; pour notre mémorable complicité et les inoubliables moments d'enfance partagés ; pour votre soutien indéfectible et votre patience infinie, mon amour pour vous deux est inconditionnel que ni le temps ni la distance qui nous sépareront n'y changeront point.

Que dieu nous garde aussi unis pour toujours.

Mes grands-parents, que votre bénédiction soit notre alliée pour la vie. Longue vie a vous.

Mes belles sœurs, Soraya et Lydia, mes anges tant aimé Ilyane et Elize et les prochains.

Malika tu es pour moi un exemple de courage dans la vie.

Tonton Omar notre cher Dr Chehrit, votre soutien a été pour moi une force pour avancer.

Mes chers beaux-parents pour votre attention sans faille vos prières et votre soutien constant. Que dieu le tout puissant vous accorde santé, bonheur et longue vie

A Tata Houda, ainsi que ma belle-famille.

A ma meilleur Dyhia nous avons sans aucun doute vécu les meilleures années de notre vie. Je te souhaite plein de succès.

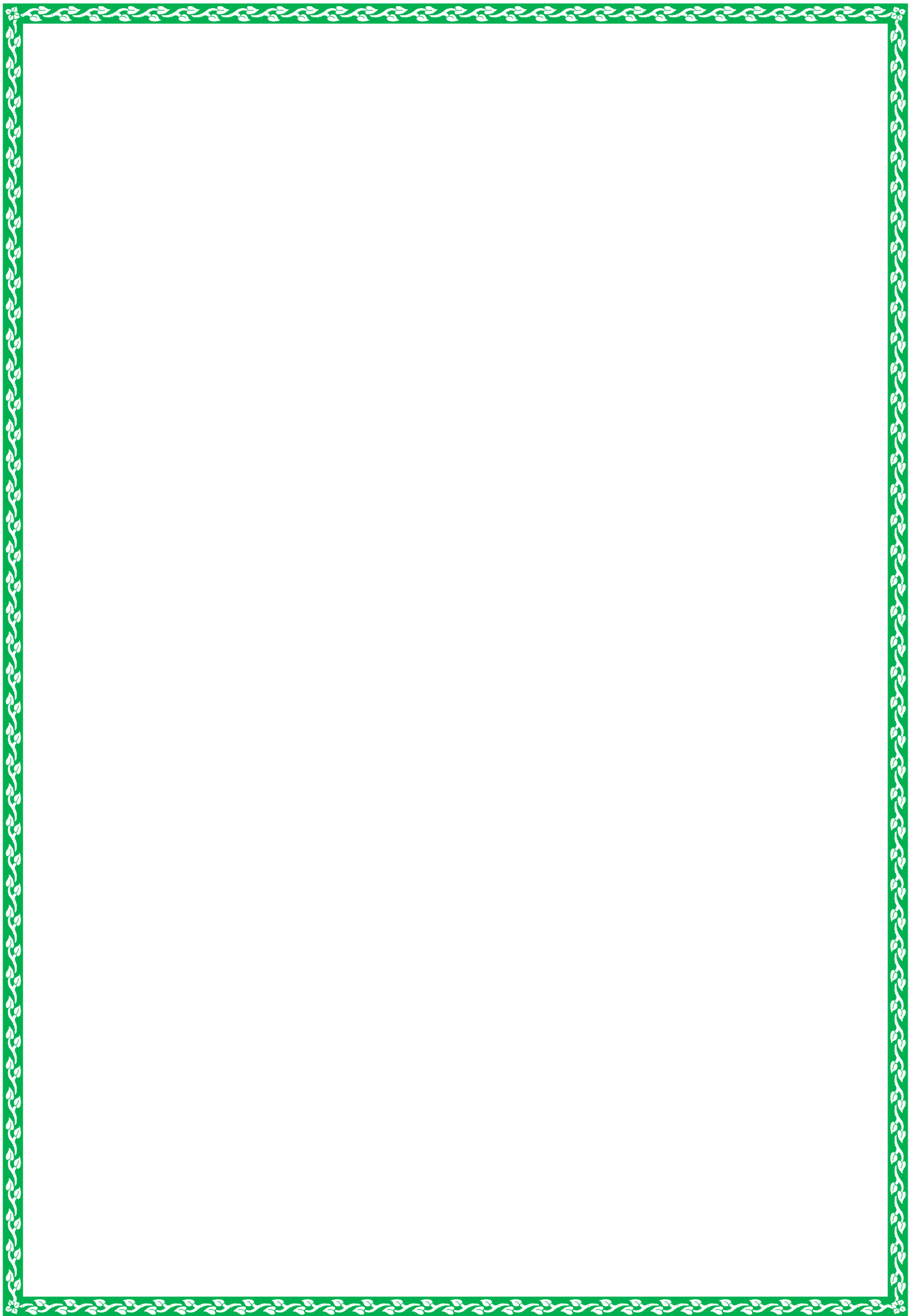
A tous les membres de ma famille qui m'ont soutenu, m'ont accordés une pensée ou une prière.

A mes camarades, Sabrina et Razika

A tous ceux qui sont partis trop tôt mais qui restent à jamais dans nos mémoires mes grands-parents Mohand Amokrane et Yaya Djouher, mon oncle Ouahid et sa fille Celena que dieu puisse vous accorder sa miséricorde.

Je vous dédie à tous ce travail

Hadjira



LISTE DES FIGURES

Figure 1 : les sondes exploratrices 17-23-06	11
Figure 2: Le fil dentaire	12
Figure 3 : Les élastiques séparateurs	13
Figure 4 (a) : Espace inter-dentaire avec élastique séparateur	14
Figure 4 (b) : Sans élastique séparateur.....	14
Figure 5 : L'application d'un bâtonnet de glace	15
Figure 6: Bâtonnet de glace carbonique monté en seringue	16
Figure 7 : Application de spray réfrigérant	17
Figure 8 : Application de gutta-percha chaude	18
Figure 9 : Technique de l'instrument chauffé	19
Figure 10: Système électrique	19
Figure 11 : Test au chaud par friction	20
Figure 12: Testeur électrique.....	21
Figure 13: Réalisation d'un test électrique.....	21
Figure 14 : Test de percussion horizontale.....	23
Figure 15 : test de percussion verticale	23
Figure 16 : Fraise montée sur contre angle	24
Figure 17 : Test au fraisage	24
Figure 18 : Test de mobilité	25
Figure 19 : Francfinder.....	26
Figure 20 : Le tooth slooth	26
Figure 21: test de morsure avec le francfinder et avec le tooth slooth.....	27
Figure 22 : Sonde graduée.....	29
Figure 23: Sondage parodontale.....	29
Figure 24 : Introduction d'un cône de gutta percha en regard de la 25.....	29
Figure 25 : Cliché retro montre le trajet de la fistule aboutit à l'apex de la racine MV de 26.	29
Figure 26: Rétroalveolaire maxillaire	33
Figure 27 : Rétroalveolaire mandibulaire.....	33
Figure 28 : Bite Wing.....	34

Figure 29 : Radiographie panoramique	35
Figure 30: Loupe classique	38
Figure 31 : Loupe de Galilée.....	39
Figure 32 : Loupe de Kepler.....	39
Figure 33: Origine d'aberration visuelle, Stigmatisme	40
Figure 34 : Aperçu d'aberration en périphérie du champ visuel.....	40
Figure 35: Intérêt d'un diaphragme pour supprimer les aberrations.....	41
Figure 36: Aperçu de l'effet d'un diaphragme. Noter la réduction du champ visuel associé..	41
Figure 37 : Téléloupe à monture type casque	41
Figure 38 : Loupes binoculaires FLIP UP.....	42
Figure 39: Loupes binoculaire TTL	42
Figure 40 : Les composants de système d'éclairage	43
Figure 41 : Loupe avec LED et son générateur.....	44
Figure 42 : Loupe et LED sans fil	44
Figure 43: Microscope opératoire	45
Figure 44 : Microscope opératoire	46
Figure 45 : Dispositif QLF	48
Figure 46 (a) : cavité orale avant.....	49
Figure 46(b) : Analyse de la fluorescence rouge.....	49
Figure 47 : Caméra intra-orale	50
Figure 48 : Le DIAGNOdent	51
Figure 49 : Microlux™ tranilluminator	57
Figure 50 : DIFOTI	58
Figure 51 : Différence des images obtenues entre le DIFOTI et la radiographie	59
Figure 52: Microphotographie de déminéralisation de surface au cours du temps.....	60
Figure 53 : Face vestibulaire de la dent (A) et sa réflectance infrarouge (B)	62
Figure 54: Différence de contraste de la dent en fonction de l'examen	62

Figure 55: Midwest Caries I.D®	63
Figure 56: principe de l'oxymétrie de pouls (a)=lumière rouge ;(b) =photorécepteur ;(d) = moniteur ;(e)=capteur ; (f)=structure de maintien	64
Figure 57: Essayage du capteur fabriqué sur-mesure.la flèche noire représente la diode émettrice et la flèche bleue représente le photorécepteur	65
Figure 58: principe de la fluxmétrie laser Doppler	67
Figure 59: Moniteur doppler et sondes	67
Figure 60 : dispositif de maintien de la sonde réalisé en silicone	68
Figure 61 : Image d'une IRM des parotides.....	72
Figure 62 : Cliché Dentascan	73
Figure 63 : Cliché cone beam.....	75
Figure 64: Coefficient d'atténuation de l'émail (bleu) et de l'eau (rouge), en fonction de la longueur d'onde.....	76
Figure 65: Dispositif de transillumination proche infrarouge	77
Figure 66: Lésion carieuse proximale vue par examen visuel (a), par transillumination en lumière visible (b) et en lumière proche infrarouge (c), et par radiographie bitewing (d) ; [e] = émail, [d] = dentine	78

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n°1: Avantages et inconvénients des loupes binoculaire.....	44
Tableau n°2 : Avantages et inconvénients de microscopeopérateur.....	46
Tableau n°3 : Valeurs limites fournies par les fabricants du DIAGNOdent.....	52
Tableau n°4 : Valeur diagnostic et thérapeutique du DIAGNOdent.....	53

TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

TABLE DES MATIERES

Introduction	1
CHAPITRE I : l'Odontologie Conservatrice / Endodontie	2
I.1.Définition de l'Odontologie Conservatrice / Endodontie	2
I.2.Objectifs de l'Odontologie Conservatrice / Endodontie	2
CHAPITRE II : Rappel anatomique de l'organe dentaire et les pathologies en Odontologie Conservatrice / Endodontie	3
II.1.Rappel anatomique de l'organe dentaire	3
II.2. Les pathologies en Odontologie Conservatrice / Endodontie.....	4
CHAPITRE III. L'examen clinique en odontologie conservatrice /Endodontie	7
III.1. Examen clinique	7
III.1.1.Interrogatoire	8
III.1.2.Examen exo buccal.....	8
III.1. 3.Examen endo buccal	9
III.2.Les difficultés rencontrées.....	10
CHAPITRE IV: Rappel sur les moyens conventionnels de diagnostic en Odontologie Conservatrice / Endodontie	11
IV.1.Le sondage	11
IV.2. Le fil dentaire	11
IV.3.Les élastiques séparateurs	13
IV.4.Les tests thermiques	14
IV.4.1.Test au froid	15
IV.4.2.Tests au chaud	17
IV.5.Le Test électrique	20
IV.6.Tests de percussion	22
IV.7. Test a la pression	23
IV.8.Test au fraisage	24
IV.9.Test de mobilité	25

IV.10. Test de morsure	26
IV.11. Test d'anesthésie sélective	28
IV.12. Sondage parodontal	28
IV.13. Détermination du trajet fistulaire au cône de gutta	29
IV.14. Colorants révélateurs de caries.....	30
IV.15. Test à l'iode.....	31
IV.16. L'examen complémentaire : La radiographie	32
IV.16. Les types de radiographie dentaire	32
IV.16.1. Les techniques intra orales	33
IV.16.1.1. Rétro-alvéolaire.....	33
IV.16.1.2. Clichés occlusaux ou mordu	34
IV.16.1.3. Cliché retro-coronaire (Bite-Wing).....	34
IV.16.2. Techniques extra orales	35
IV.16.2.1. Radiographie panoramique dentaire	35
IV.16.2.2. Face basse « incidence front-nez-plaque	36
IV.16.2.3. Profil strict.....	37
IV.16.2.4. Maxillaire défilé	37
CHAPITRE V. Les nouveaux moyens de diagnostic	38
V.1. Les aides optiques	38
V.1.1. Les loupes	38
V.1.1.1. Les loupes classiques	38
V.1.1.2. Les loupes binoculaires	39
V.1.2. Le microscope opératoire	45
V.2. Système optique de fluorescence	47
V.2.1. Le QLF (Quantitative Light induced Fluorescence ou fluorescence quantitative photo induite)	47
V.2.2. Caméra LED intra-orale à fluorescence	50
V.3. DIAGNOdent	51
V.4. Système électrique ECM (Electronic Caries Monitor).....	55
V.5. La transillumination	56
V.5.1. Transillumination par fibre optique simple FOTI (Fiber Optical Transillumination)	56
V.5.2. La transillumination par fibre optique avec imagerie numérique ou DIFOTI (Digital Fiber Optic Transillumination)	58
V.6. Diagnostic par réflectance infrarouge	59

V.7.Méthodes expérimentales de diagnostic de la vitalité pulpaire basées sur l'exploration de la vascularisation pulpaire	64
V.7.1.L'oxymétrie de pouls.....	64
V.7.2. Fluxmétrie laser doppler	67
V.7.3.Thermographie	69
V.7.4.Lumière transmise par photoplethysmographie.....	69
V.7.5.Sonde radiation Xénon 133	70
V.7.6. La spectrophotométrie à double longueur d'onde	70
V.8.Nouvelles techniques de radiographie	71
V.8.1. RVG (la radiovisionographie)	71
V.8.2.IRM (imagerie par résonance magnétique)	72
V.8.3. DENTASCAN	73
V.8.4.LE CONE BEAME	75
V.9. Technique en cours d'expérimentation : Transillumination avec la lumière proche infrarouge..	76
CONCLUSION	80
Résumé.....	81
Summary	81
BIBLIOGRAPHIE	82

Introduction

Les pathologies bucco dentaires posent des problèmes majeurs de santé publique en raison de leur incidence et de leur prévalence.

Afin de remédier à ces pathologies, l'établissement d'un diagnostic rigoureux s'impose en vue de l'élaboration d'un plan de traitement adéquat et le plus conservateur possible.

La difficulté d'élaborer un diagnostic pointu et précis a conduit certains auteurs à plutôt parler « d'approche diagnostique ». Cette terminologie qui peut paraître prudente au lecteur, révèle en réalité la complexité du choix et de la décision finale du diagnostic.

L'élaboration de diagnostic passe tout d'abord par une bonne connaissance de l'histophysiologie et de la physiopathologie de l'organe pulpo-dentinaire que nous définissons brièvement dans le chapitre II de ce travail.

Une fois ses connaissances acquises et maîtrisées, une analyse minutieuse des divers éléments diagnostiques s'avère nécessaire en plus de l'étude de la symptomatologie basée essentiellement sur la douleur rapportée par le patient, conduiront à établir un constat ; une somme de données qui servira à établir le diagnostic positif de la pathologie.

Dans les chapitres III et IV de ce travail nous étalerons la démarche diagnostique et les moyens conventionnels de diagnostic en odontologie conservatrice et endodontie qui jusqu'à un passé récent, étaient basiques et se réduisaient à l'examen visuel, le sondage, les tests thermiques associés ou non à la radiographie, et ne sont pas toujours suffisants pour la réalisation d'un diagnostic précis aux stades initiaux des lésions.

Les limites des moyens conventionnels et le souci de l'économie tissulaire de l'organe dentaire ont poussé les chercheurs dans le domaine à améliorer et perfectionner les moyens conventionnels et à mettre en œuvre de nouvelles techniques et approches plus poussées qui permettront d'intervenir aux stades initiaux des lésions, en vue de minimiser la pratique du modèle chirurgicale d'intervention et se pencher plutôt vers une dentisterie qui se veut, aujourd'hui, moins invasive que par le passé, voire dans certains cas, strictement non interventionniste et purement médical prophylactique pour conserver au mieux l'intégrité de l'organe dentaire ; C'est ce qui fera l'objet du dernier chapitre de notre travail.

Chapitre I : l'Odontologie Conservatrice / Endodontie**I.1.Définition de l'Odontologie Conservatrice / Endodontie**

L'odontologie conservatrice et l'endodontie sont les spécialités de la stomatologie qui s'occupent principalement de la prévention, du diagnostic et du traitement de la carie dentaire ainsi que ses conséquences à savoir les infections et les inflammations de la pulpe et de la racine mais aussi des lésions d'usure du tissu dentaire dues à des causes mécaniques et à des érosions chimiques.

Lorsque la lésion concerne uniquement les tissus durs de la dent, les thérapeutiques sont dites conservatrices ou restauratrices. L'email et la dentine sont préparés au moyen d'instruments rotatifs pour que viennent ensuite s'adhérer à l'aide de colles biologiques les matériaux d'obturation avec lesquels on reconstitue harmonieusement l'anatomie naturelle de la dent en respectant les principes physiologiques et mécaniques de la cavité buccale. Si la destruction est trop importante, des techniques plus sophistiquées sont mises en œuvre, qui impliquent des prises d'empreintes et des étapes laboratoires.

Lorsque la lésion implique la pulpe (communément appelée le nerf), c'est le domaine de l'endodontie qui rentre en jeu. Les atteintes pulpaires sont généralement accompagnées de symptômes douloureux variés auxquels on parvient à bout avec un traitement endodontique (dévitalisation) qui consiste à éliminer la pulpe enflammée ou infectée de la dent malade, préparer et désinfecter les canaux radiculaires et les obturer hermétiquement. [1-26]

A ces deux grands volets s'ajoutent les soins esthétiques : restauration de fracture, blanchiment ou éclaircissement dentaire.

I.2.Objectifs de l'Odontologie Conservatrice / Endodontie

- La prévention de toute infection en préservant l'intégrité tissulaire de la dent, sa vitalité et sa fonction dans la cavité buccale, et cela en gardant une harmonie constante entre l'obturation et l'ensemble du système bucco-dentaire.
- Restaurer et préserver les dents qui étaient autrefois sacrifiées vue l'ampleur du délabrement et assurer leur pérennité sur l'arcade le plus longtemps possible.
- Eviter les complications parodontales par l'apex et traiter les lésions endon-parodontales.
- Maintenir un aspect harmonieux et esthétique du sourire et les fonctions physiologiques de la cavité buccale à savoir la mastication, la déglutition, la phonation, la respiration et le sourire qui est considéré comme une fonction sociale. [1]

Chapitre II : Rappel anatomique de l'organe dentaire et les pathologies en Odontologie Conservatrice / Endodontie

II.1. Rappel anatomique de l'organe dentaire [1]

La dent est un organe épithéliomésenchymateux assurant, par son aspect morphofonctionnel, la fonction masticatrice. Elle joue aussi un rôle social avec des fonctions telles que l'élocution et le sourire. Ces fonctions sont primordiales à la vie relationnelle.

Les composants majeurs de la dent sont le ciment, l'émail, la dentine et la pulpe :

➤ **L'émail** est une structure minéralisée d'origine épithéliale qui forme un recouvrement protecteur au niveau de la couronne des dents. La formation de l'émail (amélogénèse) résulte d'une séquence complexe d'événements cellulaires et extracellulaires. Elle se produit en deux étapes intimement reliées : la production d'une matrice organique qui se minéralise immédiatement et le retrait de cette même matrice suivi d'une déposition minérale accrue.

La cellule responsable de la formation de l'émail « l'ameloblaste » étant détruite lors de l'éruption de la dent dans la cavité buccale, l'émail ne peut pas se régénérer en cas d'altération. Tout au plus peut-il bénéficier de précipitation de phosphate et de calcium d'origine salivaire ou exogène.

Afin de compenser cette limitation inhérente, l'émail est doté d'une organisation complexe et d'un taux de minéralisation très élevé qui en fait la structure la plus dure du corps. En effet, dans sa forme mature, il contient plus de 95% de minéral et, à la différence des autres calcifiés, peu d'eau et seulement des traces de matrice organique (Piette, 2001).

➤ **La dentine** fait suite à l'émail, sa formation porte le nom de dentinogénèse.

La dentinogénèse résulte essentiellement de la synthèse et de la sécrétion par les odontoblastes de protéines dont une bonne partie est phosphorylée. Un petit nombre de molécules sont d'origine sérique et passe la barrière de perméabilité des jonctions intercellulaires. La compartimentalisation rend parfaitement lisible les étapes de ces processus conduisant à la formation d'une matrice extracellulaire et à sa minéralisation. Il s'agit là d'un modèle d'interactions épithéliomésenchymateuses entre composants matriciels et éléments minéraux (Piette, 2001).

➤ **La pulpe**, qui est un tissu conjonctif lâche possédant une composition et une structure semblables à celles des autres tissus conjonctifs de l'organisme. Les connaissances obtenues sur la régulation de la formation de la dentine cicatricielle sont un élément-clé pour l'utilisation future de molécules biologiques dans les thérapeutiques favorisant le maintien de l'intégrité pulpaire (Piette, 2001).

II.2. Les pathologies en OC/E [1]

➤ **Les lésions carieuses**

La carie est une maladie infectieuse caractérisée par des périodes de déminéralisation/ reminéralisations dont l'étiologie est multifactorielle.

Les lésions carieuses sont les conséquences d'un déséquilibre infectieux de l'écosystème buccal. Le processus carieux est généralement réversible aux stades initiaux et dans des conditions favorables (bonne hygiène bucco-dentaire et habitudes alimentaires saines) tandis qu'il est irréversible aux stades avancés.

La carie se produit sous l'action simultanée de plusieurs facteurs : l'hôte, la flore bactérienne, les habitudes alimentaires et le temps ; Elle peut aussi être impactée par des facteurs socio-économiques et psychologiques.

➤ **Les lésions pulpaires**

La caractéristique anatomique de la pulpe dentaire est qu'elle est contenue dans une cavité close et inextensible et dotée d'une vascularisation de type terminale, ces particularités lui confèrent une fragilité accrue.

La pulpe réagit vis-à-vis des atteintes par des phénomènes de type inflammatoire, mais aussi par des processus dégénératifs.

Les inflammations peuvent être de caractère aigu ou chronique alors que les dégénérescences prennent essentiellement des formes atrophiques, calciques ou fibreuses. Les étiologies sont principalement microbiennes (carie), mais peuvent être aussi mécaniques, thermiques, ou barotraumatiques.

➤ **Les résorptions dentaires**

Une résorption est une disparition progressive, partielle ou totale d'un tissu, d'un corps étranger ou d'un produit pathologique, assimilé par les tissus environnants.

Chez l'homme, durant son enfance on constate une perte des dents lactéales dont les racines se résorbent pour laisser place aux dents définitives : ce **mécanisme physiologique** fait intervenir des cellules clastiques capables de résorber les tissus durs de la dent telle que la dentine et le cément.

Ces mêmes cellules peuvent être responsables de la résorption radiculaire chez l'adulte qui est le plus souvent **pathologiques**. Cette perte de substance radiculaire peut être externe ou interne selon son point de départ ; transitoire ou progressive, et peut concerner tous les tissus de la dent, dentine, cément et même l'email.

C'est là tout l'enjeu du diagnostic qui doit être le plus précoce et le plus précis possible pour pouvoir traiter la dent de manière optimal.

➤ **Les traumatismes dentaires**

Un traumatisme est l'ensemble des lésions d'un tissu ou d'un groupe d'organe, provoqué accidentellement par un agent extérieur. Les traumatismes dentaires se traduisent souvent par la perte partielle ou totale d'un tissu dentaire entraînant pour leurs victimes de sérieux préjudices esthétiques et fonctionnels.

Selon la Société Odontologique de Paris (Octobre 2008), les fêlures et les fractures ne sont pas des pathologies anecdotiques, et peuvent être à l'origine de symptômes très variés allant de la simple douleur à la mastication jusqu'à des douleurs orofaciales.

Leur prévalence est en constante augmentation car de nos jours les gens conservent leurs dents naturelles plus longtemps en raison du progrès des technologies dentaires.

➤ **Les dyschromies**

Selon MUGNIER, "Toute couronne dentaire dont la teinte s'écarte de sa blancheur habituelle présente une dyschromie".

La dyschromie se caractérise avant tout par le contraste lumineux ou la diversité des tons qui s'établissent entre une dent ou un groupe de dents et celles qui les entourent ; c'est une coloration particulière et inaccoutumée qu'on rencontre par rapport à d'autres dents.

➤ **Autres anomalies**

En plus des anomalies citées précédemment on retrouve les anomalies de nombre, de structure, de volume et d'évolution

Chapitre III : L'examen clinique en odontologie conservatrice / endodontie

III.1. Examen clinique [2]

Trois processus distinguent le professionnel du non professionnel :

- le diagnostic,
- le plan de traitement,
- la résolution du problème.

Pour ce, les informations obtenues et les résultats des tests effectués sont interprétés par le dentiste, afin de concevoir un plan de traitement adéquat.

Il est essentiel d'établir un diagnostic fondé sur les données issues de l'histoire de la maladie et un examen clinique minutieux pour prodiguer des soins appropriés et efficaces.

III.1.1. Interrogatoire

Il permet de recueillir des informations sur le patient : son identité, son statut social, son état de santé général, antécédents médicaux personnels et familiaux, antécédents dentaires, motif de la consultation :

➤ La première plainte

Première information transmise par le patient à son praticien (ou les parents des jeunes patients), les patients expriment leurs plaintes avec leurs propres mots qui doivent être transcrits tels quels dans le dossier médical, le clinicien doit être attentif au patient pour gagner sa confiance et résoudre son problème.

➤ Histoire de la santé du patient

- Histoire de la santé et médicale

L'histoire médicale du patient doit être enregistrée dans son dossier médical, certains tableaux cliniques posent des problèmes pour diagnostiquer les pathologies endodontiques. Par exemple, les infections respiratoires aiguës, notamment les infections sinusiennes, ont la particularité de produire des symptômes simulant l'odontalgie.

- Histoire dentaire

Traumatisme récent, restauration récente, traitement antérieur des dysfonctionnements temporo-mandibulaires, état de la denture, état de l'hygiène bucco-dentaire...

➤ **Histoire de la plainte présente**

Les plaintes les plus courantes :

- ✓ J'ai mal
- ✓ Je suis enflé
- ✓ Ma dent est cassée
- ✓ Ma dent est tombée
- ✓ Ma dent est décolorée
- ✓ Ma dent est très longue
- ✓ Je ressens un mauvais goût

III.1.2. Examen exo-buccal

Les tissus intra et extra buccaux sont examinés, testés et comparés aux autres dents et tissus mous pour rechercher une pathologie.

- **L'apparence générale**
- **L'examen des téguments** : on note l'aspect, l'épaisseur, la couleur, la consistance, une décoloration, une rougeur, des cicatrices extra buccales, ou des fistules.
- **La symétrie faciale** : on notera toute tuméfaction, asymétrie pathologique
- **Adénopathies** : ce sont des indicateurs de l'état physique du patient, à la palpation on mettra en évidence la consistance, le volume, la mobilité, le siège et la douleur des ganglions.
- **Articulations temporo-mandibulaire** : à l'examen tactile on sera attentif à tout claquement, craquement, toute déviation ou asymétrie et on observera le degré d'ouverture buccale et les chemins d'ouverture et de fermeture buccale.

Un examen clinique minutieux aide à identifier la raison principale qui motive le patient à consulter, de même que le constat de la présence et de l'extension d'une réaction inflammatoire provenant de la cavité buccale ou d'un autre site extérieur.

III.1. 3. Examen endo-buccal

- **Hygiène bucco-dentaire :** c'est la première information que nous observons sur la motivation dentaire du patient et l'importance qu'il accorde à sa santé bucco-dentaire.
- **Tissus mous :** L'examen des tissus mous comprend l'examen visuel et la palpation de la muqueuse buccale, des joues, de la langue, du parodonte, du palais, du plancher, des muscles, de l'insertion des freins et des brides mais aussi de l'oropharynx et des glandes salivaires. Pendant l'évaluation de ces tissus, les anomalies seront enregistrées.

Des recherches de décoloration, d'inflammation, d'ulcération, de formation de fistules seront exécutées sur la muqueuse alvéolaire et la gencive attachée. Les fistules sont communes. Une stomie (parulie) indique souvent la présence d'une nécrose pulpaire et d'un abcès péri apical et parfois d'un abcès parodontal. Une pointe de gutta percha insérée dans une fistule peut parfois aider à la localisation tactile et radiographique des sources de ces lésions. Le sondage met en évidence un défaut parodontal isolé et profond d'origine endodontique.

- **Denture :** Les dents sont examinées à la sonde et au miroir pour rechercher des décolorations, des fractures, des abrasions, des érosions, des caries, des restaurations inadaptées, ou toute autre anomalie. Une dyschromie de la couronne dentaire est souvent pathognomonique d'une pathologie pulpaire, de ses séquelles ou d'un traitement de canal.

Bien que, dans certains cas, le diagnostic soit congruent à ce stade, il sera prudent de confirmer cette hypothèse par des examens complémentaires et radiographiques avant de décider de traiter.

La formule dentaire est reportée elle nous informe de l'âge dentaire du jeune patient et des anomalies d'éruption, ainsi que l'examen de l'occlusion.

Chez l'enfant, on examinera les fonctions pour évaluer la coordination des mouvements nécessaires à l'exécution des praxies essentielles (déglutition, mastication, respiration, phonation) ainsi que toutes para fonction et dysfonction afin d'établir un bilan des activités motrices et du degré de maturation cérébrale.

III.2. Les difficultés rencontrées [14]

L'accès visuel direct des faces proximales est bien souvent impossible et, pour parvenir à les analyser, le praticien doit avoir recours au miroir. La présence d'humidité et de buée sur ce miroir ne facilite pas la tâche du praticien dans son examen visuel. De plus, l'apport de lumière dans les espaces inter dentaires est particulièrement difficile, notamment pour les dents les plus postérieures. De ce fait, la différence de contraste entre une structure dentaire saine et une lésion dentaire est beaucoup moins marquée.

D'autres difficultés peuvent s'ajouter lors de l'examen des faces proximales telles que : les encombrements dentaires, ou les variations naturelles des formes des dents. De plus, il existe une usure physiologique du point de contact transformant celui-ci en surface de contact. Cette surface de contact devient de plus en plus importante au fil des années. Ainsi, les zones directement accessibles à l'examen visuel se restreignent pour le praticien.

La musculature des joues, les mouvements linguaux ainsi que la faible ouverture buccale rendent aussi l'examen visuel des faces proximales très complexe. Tous ces mouvements vont interférer avec les instruments du praticien et gêner celui-ci lors de son inspection.

De plus, l'isolement des dents à la salive est difficile à maintenir. En effet, lors d'un état d'anxiété, la quantité de salive excrétée est plus importante. Or, être assis sur le fauteuil dentaire est source de stress pour de nombreux patients. Par conséquent, les canaux salivaires de Sténon et de Warton vont excréter une grande quantité de salive. Celle-ci va, par la suite, s'étaler au niveau des surfaces lisses des dents et stagner dans les espaces inter-proximaux. La présence de salive va altérer les différences d'opacité et de translucidité entre une surface saine et une surface déminéralisée.

**Chapitre IV : Rappel sur les moyens conventionnels de diagnostic en
Odontologie Conservatrice / Endodontie**

IV.1. Le sondage [14]

Le sondage est utilisé pour évaluer la consistance du tissu dentaire. Il nécessite le recours à des sondes exploratrices. Ces sondes, de formes différentes, sont spécifiques de chaque site examiné. Les principales sondes exploratrices utilisées en odontologie conservatrice sont les sondes numéro 23, numéro 6 et numéro 17 (figure 1).



Figure 1 : les sondes exploratrices 17-23-6

Le passage délicat d'une sonde sur une tache blanche peut révéler une légère rugosité ; il faut noter qu'à ce stade superficiel initial, l'émail de surface est encore continu étant donné l'absence macroscopique de perte de substance. Il faut surtout éviter d'enfoncer la sonde, ce qui risque d'effondrer les prismes d'émail dans un site potentiellement reminéralisable (Keqeler, 1998).

Le sondage ne fournit aucune indication fiable sur la nature pathologique de la zone sondée. Ces dernières années le sondage a été remis en question. En effet, la pression exercée lors d'un sondage rigoureux peut produire des traumatismes de l'émail de surface correspondant à des lésions de sub-surface et la fissure peut ainsi devenir plus susceptible à la progression de la lésion. De plus, il favoriserait le transport bactérien d'un site à l'autre et permettrait donc la contamination des sites sains (Chala et al. 2004).

La sonde peut permettre de suspecter la présence de lésions carieuses. Toutefois, elle ne permet pas de définir, ni l'étendue, ni les limites de celles-ci. En outre, le sondage ne permet pas de savoir si la carie est active ou arrêtée. Ce manque d'informations pour le praticien est préjudiciable pour établir un traitement optimal. Le principal risque est le sur traitement avec une éviction importante de tissu sain, sans préalablement tenter une reminéralisation.

En conclusion, le sondage est une aide peu précise et pouvant être iatrogène. Les informations apportées sont bien souvent aléatoires et le préjudice possible pour la dent est beaucoup plus important que le bénéfice. L'usage de la sonde doit alors se limiter à la vérification de la consistance dentinaire après éviction de la lésion par l'excavateur.

IV.2. Le fil dentaire [14]

L'utilisation du fil dentaire a été décrite par BLACK lors de ses recherches en cariologie et en odontologie conservatrice. Lors d'une atteinte carieuse, la déminéralisation modifie l'état de surface amélaire. Les surfaces lisses sont altérées et il est possible d'observer l'apparition de rugosités. Le fil dentaire va permettre de détecter ces rugosités.

En effet, le fil dentaire, de préférence non ciré, est plaqué contre la dent. Lors de mouvements verticaux, le fil va entrer en contact avec la lésion amélaire et celui-ci va s'effiloche (Zero et al. 2009). Toutefois, les lésions précoces et les lésions dentinaires ne sont pas détectées par cette technique.

Le fil dentaire va toutefois permettre au praticien d'observer la quantité de plaque dentaire présente dans les espaces inter-dentaires. Ainsi l'état du fil dentaire peut être présenté au patient afin de lui faire prendre conscience de l'importance de son utilisation pour l'hygiène bucco-dentaire.



Figure 2 : Le fil dentaire

IV.3. Les élastiques séparateurs [14.21]

L'utilisation d'élastiques séparateurs orthodontiques est aussi une méthode d'aide à l'examen visuel [14]. Cette méthode est très utilisée par les orthodontistes pour obtenir l'écartement des dents. [21]

L'objectif de ces élastiques est d'ouvrir l'espace inter-proximal afin d'avoir une vision directe sur la surface dentaire dans son intégralité (Zéro et al. 2009). [14]

Les élastiques séparateurs sont des anneaux élastomériques [figure3]. Le point de contact dentaire doit se trouver exactement au centre de l'anneau élastomérique [14]



Figure3 : Les élastiques séparateurs

✚ Comment se déroule ce test ?

Afin d'obtenir un écartement dentaire, les élastiques séparateurs doivent rester en place sur une durée de 3 à 5 jours. Le patient devra être particulièrement vigilant à ne pas expulser les séparateurs lors du brossage dentaire et éviter les aliments collants (chewing gum...).[14]

Le patient devra revenir au cabinet dentaire pour se faire retirer les élastiques séparateurs. Le clinicien pourra ensuite analyser les faces proximales dans leur intégralité. La figure (3) présente la mise en place d'élastiques séparateurs [Figure 4a] ainsi que le résultat obtenu [Figure 4b].[14]



Figure 4 (a) : Espace inter-dentaire avec élastique séparateur



Figure 4 (b) : Sans élastique séparateur

Cette étape peut être particulièrement difficile lorsque les dents sont serrées. De plus la mise en place des élastiques séparateurs est longue et fastidieuse, surtout si le praticien doit en placer sur un grand nombre d'espaces inter dentaires. [14]

Mais cette méthode est cependant très peu utilisée dans la pratique quotidienne. [21]

IV.4. Les tests thermiques [9.18]

Constituent un élément déterminant de l'état pulpaire. Comportent le test au froid et le test au chaud.

Les réponses du patient au chaud et au froid sont identiques : les fibres C de la pulpe transmettent uniquement la sensation de douleur.

Lors de l'absence de réponse aux tests thermiques, la pulpe est soit non vitale, soit incapable de répondre soit à cause de calcifications, de traumatismes ou un apex immature. [9]

IV.4.1. Test au froid

✚ Principe

Le test au froid est un test de sensibilité consistant en l'application d'un stimulus froid sur la surface dentaire. Une réponse au froid indique la présence de fibres nerveuses fonctionnelles.

Il fonctionne grâce à la contraction du fluide dentinaire dans les tubuli dentinaires, créant ainsi une fuite du fluide. Ce mouvement rapide crée des forces hydrodynamiques qui stimulent les fibres A du complexe dentino-pulpaire, engendrant ainsi une sensation douloureuse « aigüe ».

Cette sensation dure tant que le stimulus est appliqué ou se prolonge après l'arrêt du stimulus selon l'état d'inflammation pulpaire.

✚ Comment se déroule ce test ?

C'est le test thermique le plus rapide et le plus facile à réaliser. Il doit être fait en première intention, sur une dent séchée et isolée. [9]

Il existe différents types de test au froid, les principales différences résident dans leur température et leur présentation. Certains sont tombés en désuétude, remplacés par des molécules plus performantes. [18]

➤ **La glace [18]**

La glace est le test au froid le plus ancien. Elle se conditionnait habituellement sous forme de bâtonnets, réalisés à l'aide de pailles placées au congélateur. Leur température est de 0°C.



Figure 5 : L'application d'un bâtonnet de glace

Les bâtonnets de glace ont été abandonnés car ils présentaient trop d'inconvénients :

- Leur température trop élevée ne stimule pas assez le complexe dentino-pulpaire
- Leur fonte entraînait des coulées d'eau sur les dents adjacentes qui pouvaient fausser les résultats
- Les résultats obtenus n'étaient ni précis, ni fiable.

➤ **La glace carbonique [18]**

La glace carbonique se conditionne sous forme de bâtonnets solides à appliquer sur la surface dentaire. Leur température est de -78°C , ce qui les rend très efficaces sur les dents immatures et les dents vitales couronnées, malgré un risque de fissure de la céramique.



Figure 6 : Bâtonnet de glace carbonique monté en seringue

On notera également que la glace carbonique permet de réaliser le diagnostic d'une bouche complète en 2 minutes, dent par dent, sans quitter la bouche et sans affecter les dents adjacentes, tout en donnant une réponse pulpaire intense. Ses résultats sont précis, sûrs et reproductibles.

➤ **Le spray réfrigérant [9.18]**

Le spray réfrigérant est une technique plus récente basée sur l'utilisation de composés chimiques. C'est le moyen le plus pratique, aux résultats fiables et reproductibles. [18]

Le spray réfrigérant peut-être, soit de la neige de dioxyde de carbone (-78°C) soit du difluorodichlorométhane (DDM) (-50°C).

Il est à noter qu'il ne faut pas appliquer le spray directement sur la dent : cela entraînerait une réaction trop vive du patient, il faut donc d'abord refroidir un rouleau de coton qui lui-même mis en contact avec la dent. [9]



Figure 7 : Application de spray réfrigérant

Avantages du test au froid [18]

- Le test au froid est le test de sensibilité qui présente la meilleure précision ainsi que la plus haute reproductibilité.
- Il est également sans danger pour la pulpe tant que le protocole est respecté.
- C'est un test facile à mettre en œuvre, peu onéreux et qui ne nécessite que très peu de matériel.
- Les études les plus récentes indiquent qu'il est surtout utile pour prédire la présence d'un problème (c'est-à-dire une dent non vitale) et pour faire la distinction entre inflammation pulpaire réversible et irréversible.

IV.4.2. Tests au chaud [9.18]

Principe

Le test au chaud est un test de sensibilité qui consiste en l'application d'un stimulus chaud sur la surface dentaire.

Il repose sur la stimulation des fibres nerveuses situées dans le complexe dentino-pulpaire. Contrairement au test au froid, il cause une dilatation du fluide dentinaire, entraînant une pression intra-tubulaire qui stimule les fibres A, que le patient ressent comme une sensation désagréable courte et intense.

Si l'application est de courte durée, le stimulus n'est pas assez puissant pour activer les fibres C. Cependant, si on prolonge l'application, ou si la pulpe est enflammée, il est possible d'activer les fibres C, provoquant ainsi une douleur sourde et de plus longue durée. [9]

🚦 Comment se déroule ce test ?

Il est nécessaire au préalable de sécher les dents avec un rouleau salivaire ou un carré de gaze et d'isoler les dents concernées. [9]

Il existe différents types de test au chaud : [18]

➤ **Gutta-percha chaude**

C'est le test le plus fréquemment employé. Il suffit de chauffer un cône de gutta-percha à l'aide d'une flamme, et de l'appliquer ensuite sur la dent préalablement vaselinée pour éviter une adhésion de la gutta-percha.

L'application ne doit pas excéder 5 secondes afin d'éviter tout dommage pulpaire.



Figure 8 : Application de gutta-percha chaude

Le principal inconvénient est qu'il est difficile de contrôler la température du cône de gutta ; un cône trop chaud peut causer des dégâts mais aussi un cône trop froid risque de ne pas assez stimuler les terminaisons nerveuses.

L'accès aux dents postérieures est également limité.

➤ **Instrument chauffés**

Il est également possible de chauffer des instruments de type brunissoir, et de les approcher de la surface dentaire, en évitant tout contact.

Tout comme la gutta, ce type de technique ne permet pas de contrôler la température.

C'est une technique avec un risque important de brûlures, et qui n'est de plus ni fiable, ni reproductible.



Figure9 : Technique de l'instrument chauffé

➤ **Source électrique**

Dans cette technique, on se sert d'appareils électriques produisant de la chaleur, utilisés pour l'obturation à chaud en endodontie. Après lubrification de la surface dentaire, l'appareil est amené au contact de la dent.



Figure 10 : Système électrique

L'avantage est qu'il est possible de contrôler la température, rendant cette technique sans danger pour la pulpe.

➤ **Chaleur de friction**

C'est la plus facile et la plus sûre des techniques, il suffit de mettre en mouvement une cupule en caoutchouc au contact de la dent, sans utiliser de spray.



Figure 11: Test au chaud par friction

L'avantage est que c'est un test qui ne nécessite que peu de moyens et qui est très peu onéreux.

IV.5. Le test électrique [9.18]

 **Principe**

Le test électrique est un test de sensibilité dont l'objectif est de mesurer la conduction nerveuse. Les fibres nerveuses A δ sont stimulées par l'application d'un courant électrique au niveau de la dent.

Les impulsions électriques sont conduites par le fluide contenu dans les tubuli dentinaires. Ainsi plus la distance entre l'électrode et la pulpe est courte, plus la résistance est faible. [9]

Les appareils existent sur batterie ou secteur, et se divisent en deux catégories :

- Testeurs bipolaires

C'étaient les plus employés dans les années 1950. Ils comprennent une électrode à placer en vestibulaire de la dent, et l'autre en palatin /lingual, créant ainsi un flux de courant qui passe directement à travers la dent.

Ce type d'appareil semble moins exciter les tissus de soutien et donc entraîner moins de faux-positifs. Ils sont cependant peu pratiques à utiliser. [18]

- Testeurs mono polaires

Ils sont plus récents et plus pratiques à utiliser. Une électrode dite principale est placée sur la surface dentaire, l'autre est tenue par le patient ou placée au niveau de la commissure labiale, fermant ainsi le circuit électrique. [18]

✚ Comment se déroule ce test ? [9]

La dent étant détartrée, isolée et séchée à l'air, on utilise comme électrolyte une pâte dentifrice, ou mieux un gel pour électrocardiogramme.

L'électrode est appliquée à la jonction émail-cément, là où l'épaisseur d'émail est la plus faible. Le testeur doit être appliqué au plus proche de la corne pulpaire, où la densité nerveuse est la plus forte.

La recherche débute par une charge faible dont l'intensité est augmentée progressivement jusqu'à l'obtention d'une réponse sous forme de sensation de fourmillement ou de chaleur. Une dent voisine présumée saine est testée comme élément de référence.


Les meilleurs appareils sont ceux qui fonctionnent avec un courant alternatif à basse fréquence et dont l'intensité peut être modifiée progressivement. Tous ces appareils possèdent un rhéostat gradué qui indique la quantité relative de courant fourni.



Figure 12: Testeur électrique



Figure13: Réalisation d'un test électrique.

 **Avantages du test électrique [18]**

- Le test électrique est une technique rapide, fiable et reproductible sur les dents matures. Il est utile pour le diagnostic de la vitalité pulpaire.
- Ces appareils ne présentent aucun risque pour les patients porteurs de pacemaker.
- C'est également le test de choix sur les dents lactéales.

IV.6. Tests de percussion [9.10]

 **Principe**

Ces tests peuvent s'avérer d'une extrême importance. Ils sont donc indiqués à chaque examen clinique.

Il faut commencer à distance du secteur incriminé pour progresser vers la dent suspectée. Cela permet de donner au patient une base de comparaison entre une réponse normale et celle qui signe une inflammation pulpaire.

C'est sur la dent causale que ces tests donnent l'information la plus fiable. [9]

 **Comment se déroule ce test ?**

Les tests de percussion s'effectuent en percutant délicatement les dents témoins et les dents à tester, avec le manche du miroir dans le sens vertical puis dans le sens horizontal afin de déterminer l'existence éventuelle d'une inflammation desmodontal.[9.10]

Il existe deux tests de percussion qui renseignent sur deux états pulpaires différents :

➤ **Le test de percussion horizontale**

Renseigne sur l'inflammation pulpaire propre.

En effet, ce test entraîne une réponse pulpaire, qui indiquera une atteinte réversible ou irréversible de la pulpe. [9]



Figure14 : Test de percussion horizontale

➤ **Le test de percussion verticale**

Donne des précisions sur l'existence ou non d'une participation parodontale.

Ce test positif indique souvent une nécrose pulpaire avec une parodontite apicale associée.

Néanmoins, il est bon de noter que lors d'une inflammation aigue pulpaire (pulpite aigüe irréversible), une inflammation ligamentaire est souvent associée, ce qui explique que parfois les deux tests, verticaux et horizontaux soient positifs. [9]



Figure 15 : Test de percussion verticale

IV.7. Test a la pression [16]

Ce test nous renseigne sur la profondeur de la cavité de carie et sa proximité du plafond pulpaire.

✚ Comment se déroule ce test ?

Il est réalisé en appliquant délicatement au fond de la cavité, avec une certaine pression, une boulette de coton tenue avec une précelle.

IV.8. Test au fraisage [18]

✚ Principe

Le test au fraisage est réalisé en dernier recours, quand tous les autres se sont montrés non concluants, il est effectué en fraisant à travers la jonction amelo-dentinaire sans anesthésie. Le patient prévient à la moindre douleur, signifiant alors que le tissu nerveux est encore fonctionnel.

✚ Comment se déroule ce test ?

Le fraisage est réalisé à l'aide d'un instrument rotatif lent type contre-angle pour éviter tout délabrement inutile, et sous irrigation abondante. On choisira un endroit de préférence non visible, et on prévient le patient qu'il devra réagir rapidement en cas de douleurs. En cas de test négatif (douleur ressentie), on arrête immédiatement le fraisage et la dent est restaurée. Si aucune douleur n'est signalée, le traitement endodontique est entamé.



Figure 16 : Fraise montée sur contre angle



Figure 17 : Test au fraisage

✚ Avantages du test au fraisage

C'est un test « sans appel » qui est également utile sur les dents immatures pour lesquelles les tests décrits précédemment ne sont pas toujours fiables.

Il est le plus simple à mettre en œuvre mais actuellement, ce test n'est plus justifié.

IV.9. Test de mobilité [15]

La dent est ancrée dans l'os qui l'entoure grâce aux fibres alvéolo-dentaires. Comme il ne s'agit pas d'un ancrage parfaitement rigide, on peut dire qu'à l'état normal, la dent bouge.

Mais il est vrai, qu'en pratique, la mobilité physiologique de la dent est presque imperceptible en raison d'une amplitude de mouvement limitée au dixième de millimètre.

 **Comment se déroule ce test ?**

La mobilité dentaire peut être mise en évidence soit :

- Praticué avec l'index des deux mains ou les manches arrondies de deux instruments métalliques en faisant bouger la dent vers la face vestibulaire/linguale ou palatine.
- En plaçant l'index sur la face linguale et on applique une force latérale à l'aide d'un instrument.



Figure 18 : Test de mobilité

- Des degrés de mobilité variés peuvent être estimés par la classification suivante : (Selon MULHEMANN)

- Degré 0 : Dent ankylosée.
- Degré 1 : Mobilité physiologique.
- Degré 2 : Mobilité de moins d'un millimètre dans le sens horizontal.
- Degré 3 : Mobilité de plus d'un millimètre dans le sens horizontal.
- Degré 4 : Mobilité dans le sens horizontal et vertical.

IV.10. Test de morsure [3.5.15]

Le test de morsure se pratique à l'aide d'un cure-dent en bois, d'une fraise caoutchouc, d'un rouleau de coton humide ou d'instruments plus spécifiques : Francfinder (Figure19), Tooth slooth (Figure20).



Figure 19 : Francfinder

Figure 20 : Tooth slooth

Ces outils ont la particularité de présenter une pyramide comportant au sommet une concavité qui se place sur une pointe cuspidienne, et qui permet de tester un secteur denté cuspidé par cuspidé. [5.15]

🚦 Comment se déroule ce test ?

On demande alors au patient de mordre doucement dent par dent afin d'évaluer de manière précise les effets de la pression. Le test de morsure doit être considéré comme un élément important du diagnostic des fêlures ou fractures. [3.15]

Il existe différentes méthodes pour réaliser le test de morsure : [15]

- Camerone est le premier à avoir décrit une technique utilisée avant lui par un autre praticien qui s'effectue en demandant au patient de mordre sur un cure-dent en bois. Il n'a pas donné de précision sur l'efficacité de ce test.
- Sturdevant en 1968 et Hiatt en 1973, quant à eux revendiquent l'utilisation d'une fraise caoutchouc à polir. Lorsque le patient mord sur cet instrument placé au niveau de la ligne de fracture, les deux morceaux de dent ont tendance à se séparer. Ce léger mouvement entre les segments dentaires est suffisant pour générer des douleurs.


- D'autres instruments comme le coton-tige mouillé ou l'enfonce couronne ont été proposé par Machtou et Matrin.
- Plus récemment, d'autres instruments pour le test de morsure ont été proposés comme le rouleau de coton ou des instruments spécifiques comme ToothSlooth et le Francfinder.
- L'AAE (American Association of Endodontists) propose une technique simple, quelque soit l'instrument utilisé : il faut placer les instruments sur chaque cuspide et demander au patient de mordre avec une pression modérée puis de relâcher. Il faut regarder le comportement du patient face à la douleur lorsqu'il mord sur l'objet et le relâche. Il faut tester plusieurs dents et cuspides pour comparer les résultats et établir un diagnostic sûr.



Figure 21 : Test de morsure avec le francfinder et avec le tooth slooth

IV.11. Test d'anesthésie sélective [4]

Ce test est utilisé quand on suspecte deux dents siégeant sur deux arcades différentes. L'anesthésie d'une des deux dents suspectées permet, en fonction de la disparition ou de la persistance des symptômes de déterminer la dent causale.

 **Comment se déroule ce test ?**

La technique de l'anesthésie sélective consiste à injecter en intra ligamentaire un anesthésique local au niveau de la dent soupçonnée, si au bout de quelques minutes, la douleur disparaît, c'est que la suspicion était fondée.

Dans le cas contraire, si la douleur persiste, une anesthésie de la dent distalement voisine est réalisée. Cette technique, fort peu employée, doit être réalisée avec une connaissance parfaite de l'innervation dentaire au niveau des deux arcades, ceci afin d'éviter l'anesthésie d'un groupe de dents.

IV.12. Sondage parodontale [15.19]

Un sondage parodontal peut être effectué pour aider au diagnostic de fêlures ou fractures lorsque celles-ci ont une extension sous gingivale. Dans ce cas à l'aide d'une sonde parodontale graduée (Figure 22), on constate la présence d'une poche parodontale isolée, localisée et ponctuelle autour de la dent incriminée. Ce sondage ponctuel devra être différencié d'un sondage étendu caractéristique d'une maladie parodontale. **[15.19]** Cependant, un défaut parodontal n'est pas un élément de diagnostic obligatoire. **[15]**

Un sondage délicat du sulcus peut donner quelques indices car d'anciennes fêlures peuvent entraîner des poches parodontales infra-osseuses. Le chirurgien-dentiste peut s'aider d'une sonde pour ressentir la fêlure et dans certains cas mobilisé le segment voire même le séparer. **[15.19]**



Figure 22 : Sonde graduée **Figure 23 : Sondage parodontale**

IV.13. Détermination du trajet fistulaire au cône de gutta [4]

Le cône de gutta est utilisé pour matérialiser l'origine du trajet fistulaire à la radiographie. En effet, si généralement l'ostium fistulaire est situé au niveau de la dent causale, il n'est pas rare de noter un décalage important entre les deux. Un cône suffisamment rigide est désinfecté dans l'hypochlorite de sodium, puis inséré lentement dans la fistule jusqu'à sentir une résistance (figure 24). La radiographie retro alvéolaire permet de visualiser la racine à l'origine de la fistule (figure 25).

Cependant l'anesthésie n'est pas nécessaire pour réaliser ce test.



Figure 24 : Introduction d'un cône de gutta percha en regard de la 25



Figure 25 : Cliché retro montre le trajet de la fistule aboutit à l'apex de la racine MV de 26

IV.14. Les colorants révélateurs de caries [16]

Les colorants révélateurs de caries sont apparus dans les années 1970. Le colorant principalement utilisé était la fuchsine basique. Ce colorant rouge violacé permet de teindre la dentine infectée. En effet, la dentine infectée s'étend à la périphérie de la lésion carieuse. Elle est fortement infectée par une flore bactérienne importante et diversifiée, provoquant des lésions marquées de la matrice de collagène.

La consistance de la dentine infectée est relativement molle et peut donc être facilement éliminée à l'aide d'un excavateur affuté. Il est cependant difficile de déterminer avec précision les limites de cette zone. La fuchsine est un colorant efficace de la matrice collagénique dénaturée permettant donc de limiter la zone atteinte. Elle est souvent utilisée pour les confirmations histologiques de lésions carieuses dans les publications. Cependant, la fuchsine est un carcinogène connu qui n'est donc pas utilisé pour la détection carieuse in vivo. La fuchsine est remplacée par des teintures à base de polypropylène glycol et de colorants : acide rouge 52 à 1% pour le Kuraray Caries Detector® ; des pigments bleus-noirs pour le Snoop®. Dans ces deux produits, le propylène glycol se fixe sur le collagène dénaturé présent dans la dentine infectée.

Le Kuraray Caries Detector® va ainsi colorer la dentine infectée en rouge alors que le Snoop® colore celle-ci en bleu.

Ces colorations peuvent entraîner des erreurs d'interprétation de la part du praticien. En effet, la coloration rouge peut être confondue avec du sang provenant de la pulpe. La coloration bleue-noire peut, quant à elle, être confondue avec la pénétration d'ions métalliques dans les tubules dentinaires dont l'origine est la présence d'un amalgame.

Ces colorants ont pour cible la dentine infectée, mais d'autres colorants ont pour cible la carie amélaire, comme ce fut le cas pour le colorant Procion®. Ce colorant se fixait aux groupements hydroxyles de l'émail présents à l'état ionique lors d'une phase de déminéralisation.

 **Limites :**

Toutefois, le désavantage de cette coloration est son irréversibilité. La coloration va donc rester même si un traitement de reminéralisation est mis en place. La validité de ces colorants pour la détection des caries amélares est plus douteuse que pour la carie dentinaire.

Vaarkamp et al. (1997) ont confirmé l'intérêt limité de son usage, lié à une pénétration réduite du colorant dans la lésion initiale.

Cette méthode étant à l'origine de nombreux faux positifs, son application à la pratique quotidienne pourrait être source de surtraitements (Chala et al., 2004). De plus, l'utilisation de révélateur sur une carie dentinaire fermée n'est pas toujours probante. Des études ont montré une pénétration des streptocoques mutans et lactobacilles au-delà des zones colorables, que la carie soit active ou non (Demonet, 2001). Ainsi, l'intérêt de ces colorants va se limiter à valider l'élimination complète de la dentine infectée après l'utilisation de l'excavateur. Ils ne permettent pas au praticien de clairement identifier la présence d'une lésion carieuse.

IV.15. Test à l'alcool iodé[27]

La cavité est asséchée et une boulette de coton imbibée d'alcool iodé est mise dans celle-ci. On assèche une seconde fois la cavité, la dentine saine n'est pas colorée et ne retient pas la coloration de l'iode donc le curetage dentinaire est complet., tandis que la dentine ramollie s'imbibe d'alcool iodé et se colore en brun donc il faut l'éliminer.

A éviter sur les dents antérieures vu le risque de coloration.

IV.16.L'examen complémentaire : La radiographie [6.7.20.21]

L'examen radiographique fait partie de l'arsenal thérapeutique de tout chirurgien-dentiste. Cet examen complémentaire s'est développé au cours du siècle dernier pour devenir une aide précieuse dans la détection des lésions dentaires non décelables cliniquement. [20.21]

L'examen radiologique est un outil diagnostique qui s'est avéré très fiable pour la détection des lésions proximales (même débutantes) et pour la mise en évidence des lésions dentinaires modérées à sévères.[6]

Selon certains, la radiographie doit être réalisée chez tous les patients avant la prise en charge (Abdellaoui et al, 2001). [6]

 **Principe physique**

La radiographie est basée sur l'émission de rayons X. Ces rayons X sont des ondes électromagnétiques générées par des nuages électroniques d'atomes. C'est leur pénétration dans les tissus ainsi que leur inégale atténuation par les différents constituants de l'organisme qui va créer une image formée de zones radiolaires ou radio-transparentes (tissu mou), et de zones radio-opaques (tissu dur).

Ainsi une radiographie dentaire retranscrira les différents tissus en dégradés de gris. Les tissus durs calcifiés se rapprochant de blanc et les tissus mous de noir. [6]

IV.16. Les types de radiographie dentaire [7.17]

On distingue deux types de techniques :

- ✓ **Les techniques intra orales**
- ✓ **Les techniques extra orales**

IV.16.1. Les techniques intra orales

IV.16.1.1. Rétro-alvéolaire

La radiographie rétro-alvéolaire est l'examen radiographique initial. En effet tous les cabinets dentaires sont équipés de générateurs à rayons X permettant ce type de radiographie. Le film se trouve en intra buccal alors que le tube radiogène se situe en extra buccal. Deux techniques de prise s'offrent au clinicien ; **la technique de la bissectrice** ou **celle des faisceaux parallèles**. La dernière est celle qui offre la plus grande précision avec un grandissement proche de 1. Pour obtenir cette précision, il faut un long cône de 40 centimètres dans le but d'obtenir des faisceaux parallèles entre eux. Le film quant à lui est placé le plus proche possible de la dent et est maintenu par un angulateur ce qui permet également d'obtenir un parallélisme entre le film et l'objet. Grâce à l'angulateur, le faisceau de rayons X est perpendiculaire à l'objet et au film.

Comme toutes les techniques de radiographie en 2D, celle-ci n'évite pas les superpositions. Cependant la règle de Clark permet de remédier à cet inconvénient. Elle consiste au déplacement latéral du faisceau initial tout en restant centré sur l'objet. L'objet qui est le moins déplacé est le plus près du film, il se trouve donc en palatin ou en lingual.

Cette technique permet d'obtenir une image détaillée d'une à 3 dents de manière à pouvoir étudier leurs racines (détecter des fractures), les tissus de soutien de la dent, détecter d'éventuels débuts de caries, kystes ou abcès ou encore d'apprécier l'adaptation d'un traitement prothétique fixé. [17]

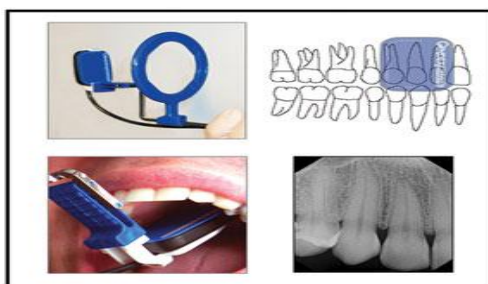


Figure 26 :Retro alvéolaire maxillaire

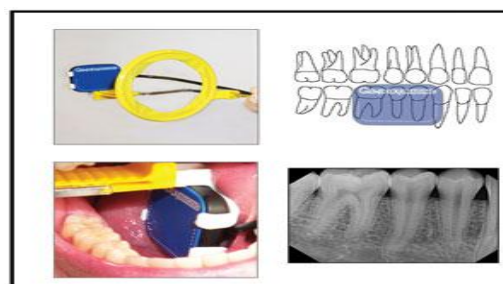


Figure 27 :Retro alvéolaire mandibulaire

IV.16.1.2. Clichés occlusaux ou mordus [7]

Il s'agit de l'incidence de Simpson pour le maxillaire et le cliché occlusal à la mandibule. Ce type de radiographie est réalisé avec des films format 57x76mm, très facile à utiliser chez les jeunes enfants, car l'étroitesse de la voûte palatine ou le plancher buccal ne permettent pas toujours le positionnement d'un film rétro-alvéolaire.

Le film est placé entre les arcades en occlusion. Pour le maxillaire, la feuille de plomb se trouve contre les dents mandibulaires alors que le tube radiogène est centré sur l'épine nasale antérieure de façon à obtenir un angle de 80° avec le plan du film.

Pour la mandibule, la tête du patient est placée en hyper extension, le film est mis dans la position inverse et le tube radiogène est placé de façon à réaliser un angle de 90° avec le film. C'est un examen complémentaire du précédent car il procure la troisième dimension horizontale.

IV.16.1.3. Cliché retro-coronaire (Bite-Wing) [7]

Il s'agit de clichés où l'on voit les dents supérieures et inférieures jusqu'au 1/3 moyen des racines. L'avantage de cette technique est que l'on voit toutes les dents postérieures d'un des côtés d'un individu avec une seule radiographie.

Ils permettent de détecter les caries proximales débutantes, les caries occlusales et leur profondeur, les reprises de caries ou obturations, les ajustements proximaux des obturations et des coiffes pédodontiques préformées.

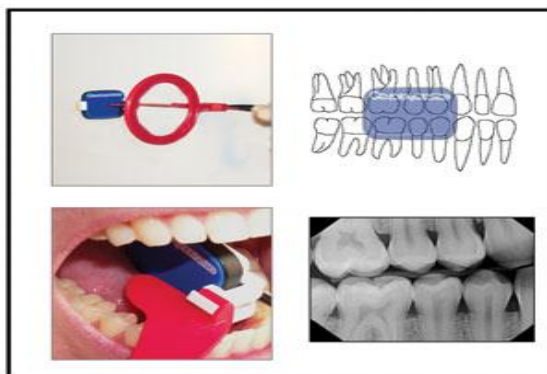


Figure 28: Bite Wing

IV.16.2. Techniques extra orales

IV.16.2.1. Radiographie panoramique dentaire [17]

✚ Principe

La radiographie panoramique est une tomographie, c'est-à-dire un procédé radiologique permettant d'obtenir, sur le film une image nette d'une seule tranche de coupe plus ou moins épaisse tout en supprimant les superpositions gênantes.

Pour les maxillaires, on obtient à partir d'une tranche de section courbe, une image développée sur une surface plane.

Les maxillaires étant des surfaces courbes, les techniques de radiographie panoramique sont adaptées à cette particularité ; ainsi la source et le film tournent autour de la tête du patient en formant une ellipse, en suivant trois centres de rotation.

La qualité des clichés dépend de la concordance entre la courbe des maxillaires et la courbe de l'appareil.



Figure 29 : Radiographie panoramique

 **Intérêts et limites**

La radiographie panoramique est l'examen de référence pour le dépistage des lésions dentaire. Elle offre une vue d'ensemble du maxillaire, de la mandibule, des procès alvéolaires, des dents, des fosses nasales et des sinus maxillaires. Elle permet une évaluation d'ensemble du système dentaire et de ses anomalies et de la morphologie des dents (anomalie de forme, courbure radiculaire, apex en crochet). Elle permet également d'observer la séquence et le trajet d'éruption, les agénésies, les dents surnuméraires, les inclusions, les dystopies, l'âge dentaire, les soins réalisés et ceux à effectuer.

Les limites de l'image panoramique sont la contrepartie de ses avantages et le replacent dans un protocole d'imagerie cohérent. Le cliché orthopantomographique est une « tomographie épaisse (zonographie) courbe » et ne peut rivaliser avec la parfaite définition du film dentaire argentique ou de l'image numérique intra-buccale.

D'autre part, l'impossibilité d'une localisation topographique dans le plan horizontal pourra conduire, en complément de l'OPT, à pratiquer des clichés endo-buccaux :

- dans un but de meilleure définition : rétro-alvéolaire long cône.
- dans un but de localisation topographique (par exemple pour visualiser la position d'une canine incluse) : incidence occlusale.

IV.16.2.2. Face basse « incidence front-nez-plaque » [22]

Cette incidence donne une vue globale sur la mandibule, réalisée bouche ouverte avec un appui nez-front-plaque, avec un rayon directeur antero-postérieur centré à quelques centimètres de la protubérance externe formant un angle de $+15^\circ$ à $+20^\circ$ avec le plan orbito-meatal.

Indiquée pour la localisation des DDS supérieures et inférieures incluses mais aussi pour le diagnostic des traumatismes mandibulaires.

IV.16.2.3. Profil strict [22]

Image avec superposition des deux héli maxillaires supérieur et inférieur.

Cette incidence permet d'étudier les fractures alvéolaires et alvéolo-dentaires ainsi que les inclusions dentaires ou de corps étrangers dans les tissus mous.

IV.16.2.4. Maxillaire défilé [22]

Permet de visualiser le rapport des dents avec les sinus dans le sens antéro-postérieur ainsi que les corps étrangers refoulés au sein du sinus, la position des canines incluses ou ectopiques et des DDS supérieures incluses.

 **Limites de la radiographie dentaire [6]**

Cet examen présente, néanmoins, certaines limites diagnostiques :

- Les caries des sillons (occlusaux, vestibulaires et linguaux/palatins) sont difficiles à visualiser sur une radio car l'épaisseur des tissus minéralisés est trop importante (Rock et Kidd, 1988 ; Wenzel et al. 1991 ; Verdonschot et al. 1992).
- Les lésions non cavitaires et les lésions cavitaires prennent la même apparence radiographique. Pourtant, toutes les déminéralisations visibles sur une radiographie ne sont pas automatiquement associées à la présence d'une cavité carieuse.
- Ce fait peut alors conduire à des erreurs thérapeutiques (une lésion non cavitaire peut, dans une certaine mesure, être traitée sur le mode médical préventif alors que la lésion cavitaire doit être traitée sur le mode chirurgical invasif).

**CHPITRE V : Les nouveaux moyens de diagnostic en Odontologie
Conservatrice / Endodontie**

V.1. Les aides optiques

D'après Lussi et Schaffner : « la précision de toute activité manuelle est limitée non pas par les mains mais par la vue. Tu peux faire ce que tu peux voir. » [21]

Les aides optiques peuvent être considérées comme étant l'ensemble des appareils visant à corriger une déficience visuelle, à prévenir ou réduire une situation de handicap, ou à compenser une incapacité visuelle. [12]

En odontologie, elles vont se situer entre les yeux de l'opérateur et le champ opératoire et vont permettre de faciliter l'acte en grossissant le champ d'observation. [12]

Ces aides optiques peuvent être des équipements portatifs de type loupes ou des équipements plus lourds comme les microscopes opératoires. [21]

V.1.1. Les loupes

V.1.1.1. Les loupes classiques

Les loupes classiques sont des systèmes optiques grossissants très simples. Elles comportent un seul élément grossissant c'est-à-dire une seule lentille convergente, ainsi qu'une monture simple. Leur grossissement est compris entre $\times 0.7$ et $\times 2$, ce qui est relativement faible et limité.

Dans la pratique dentaire, elles ne sont pas conformes aux exigences ergonomiques, notamment car leur distance de travail s'en trouve réduite (de l'ordre de 125mm). [12.13]



Figure 30 : Loupe classique

V.1.1.2. Les loupes binoculaires

Introduite dans les années 1990, les loupes binoculaires (aussi appelées **tééloupes**) ne cessent de s'améliorer, notamment en ce qui concerne la performance, le poids et donc le confort d'utilisation.

La loupe binoculaire met en jeux un principe important, celui de **la stéréomicroscopie**, permettant d'introduire la notion de relief.

On parle couramment de loupe pour qualifier les loupes binoculaires, ceci est une simplification de langage. Ces loupes ne sont pas des loupes proprement parlé, elles sont constituées d'une loupe combinée à un télescope.

La loupe permettra de reproduire l'image de l'objet dans le plan de netteté du télescope, et ce dernier permettra le grossissement de cette image. La loupe n'a donc ici pas la fonction de grossir l'objet.

Cette aide visuelle va permettre d'associer un grossissement convenable avec une distance de travail confortable pour le chirurgien-dentiste. [11]

On peut citer deux types de loupes binoculaires :

-**les loupes de Galilée** (Figure 31) qui permettent un grossissement de x2.5 jusqu'à x3 mais ne permettent de choisir sa distance de travail.

-**les loupes de Kepler** (Figure 21) qui offrent des grossissements allant de x3.2 à 8 et de nombreuses distances de travail. [21]



Figure 31 : Loupe de Galilée

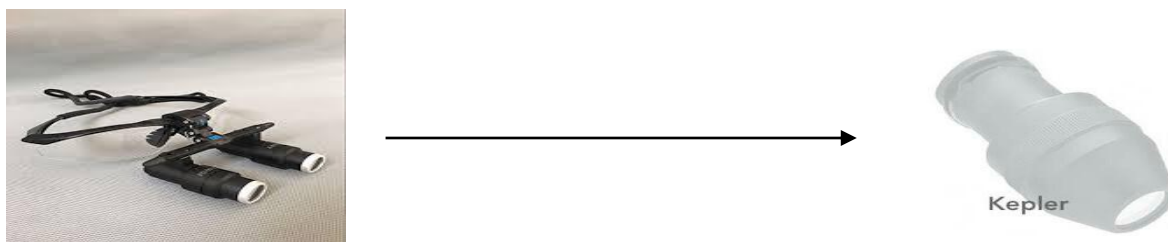


Figure 32 : Loupe de Kepler

✚ Description des éléments constitutifs [11.12.13]

- **Partie optique**

La fonction de la loupe est de reproduire une image de l'objet dans le plan de netteté du télescope, lequel réalise ensuite l'agrandissement de l'image. Une loupe se compose d'un objectif et d'un oculaire. Deux principes de construction sont possibles pour y parvenir :

➤ **Système de Galilée**

Le système optique se compose d'un objectif qui est une lentille convergente, et d'un oculaire divergent. Les rayons lumineux vont traverser les zones marginales du système galiléen. L'œil va capter cette image, avec toutes les aberrations propres à ces zones. L'image ne sera pas inversée.

Le grossissement est relativement faible, compris entre **x2.5 et x3**

Le défaut de la lunette de Galilée réside dans son astigmatisme : les rayons ne sont pas diffractés avec le même angle et se coupent en une zone et non en un point, l'image ne sera pas parfaitement relayée et comportera alors des aberrations géométriques et chromatiques. De plus, elle n'est utilisable de façon binoculaire que pour de faibles grossissements.

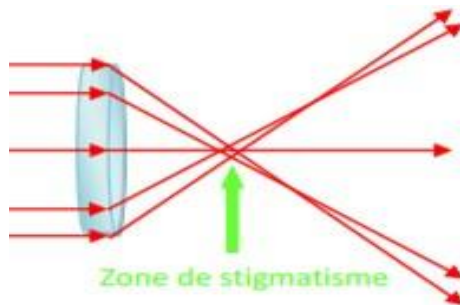


Figure 33 : Origine d'aberration visuelle,
Stigmatisme



Figure34 : Aperçu d'aberration en
périphérie du champ visuel

➤ **Système de Kepler**

Le système de Kepler (ou loupe prismatique) est composé de deux lentilles convergentes, à la différence du précédent système. Les aberrations sont à peine perçues car il y a la présence d'un diaphragme. Plus le diaphragme est petit, moins il y a d'aberrations. L'image est inversée, mais ce système comprend des prismes qui permettent de la redresser. Le grossissement est compris entre **x3.2 et x8**

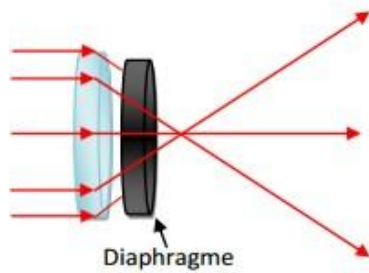


Figure 35: Intérêt d'un diaphragme pour supprimer les aberrations.

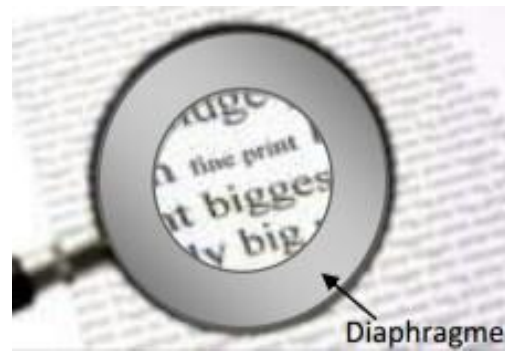


Figure36: Aperçu de l'effet d'un diaphragme. Noter la réduction du champ visuel associée.

- Parties_mécanique [12.13]

➤ Support [12]

Puisque les mains du praticien doivent être libérées, les loupes vont être supportées par la tête afin qu'elles suivent son regard.

Deux types de support sont communément retrouvés :

-Le casque :

Les supports casques à appui crânien sont plus encombrants mais ont l'avantage de mieux répartir le poids du système optique et d'accessoire comme l'éclairage.



Figure 37 : Téléloupe à monture type casque

-Les lunettes :

Support à appui auriculaire et nasal, à l'instar des montures de lunettes classiques. Elles ont l'avantage d'être peu encombrantes et légères si elles ne sont pas équipées d'accessoires.

-Le système FLIP UP, ou loupes relevables :

Ces loupes permettent de modifier la position des optiques à n'importe quel moment ; Quand le grossissement n'est pas recherché, il suffit simplement de remonter les optiques vers le haut pour obtenir un champ de vision non obstrué.

Le mécanisme de montage se fait par des charnières. Ce système doit être fiable : il doit assurer une stabilité importante et ne pas se dérégler facilement.



Figure 38 : Loupes binoculaires FLIP UP

-Le système TTL ou loupes transfixées

Elles comportent des optiques collées aux verres. Les optiques sont généralement plus proches des yeux que dans le système flip up.

Lors d'un renouvellement de correction, les loupes TTL vont entraîner inexorablement un retour vers le fabricant pour changement de verre, contrairement aux loupes relevables où les verres peuvent être changés par un opticien, sans modification des optiques grossissantes.



Figure 39 : Loupes binoculaire TTL

➤ **Eclairage**

L'éclairage peut être intégré au support afin de bénéficier d'une source lumineuse supplémentaire et quasi coaxiale. Le système se compose d'un bloc alimentation, d'un câble raccord et d'une source lumineuse LED frontale.

Le bloc doit pouvoir se positionner dans la poche du praticien pour le suivre dans ces mouvements.

Le câble peut suivre la monture ou se fixe au sommet du casque, l'important est qu'il ne doit pas pendre et gêner l'opérateur.

Enfin, la source lumineuse peut être fixée au sommet du nez ou entre les lunettes.

La puissance lumineuse maximale varie selon les fabricants de 17 000 à 34 000 lux, avec niveaux modulables au boîtier.

La batterie au lithium a une autonomie d'environ 8h d'éclairage. [13]



Figure 40 : Les composants de système d'éclairage

L'éclairage peut être historiquement de type halogène, au xénon ou maintenant à diode électroluminescentes(LED).

-La lumière halogène et au xénon avaient une puissance de flux limitée et pouvaient chauffer à l'utilisation. Elles ne sont plus commercialisées.

La source lumineuse LED peut être alimentée de deux manières différentes :

- Soit classiquement par une fibre reliant la LED au générateur de lumière.

Le générateur est à fixer sur soi ou dans sa poche par exemple.



Figure 41 : Loupe avec LED et son générateur

- Soit nouvellement intégrée dans la monture sans fil, cela permet plus de liberté de mouvement et une gêne diminuée. Une touche sur le côté de la monture va permettre d'activer et de régler l'intensité lumineuse. [12]



Figure 42 : Loupe et LED sans fil

✚ Avantages et inconvénients des loupes binoculaires [21]

Avantages des loupes	Inconvénients des loupes
Grossissement	Grossissement limité
Distance de travail	Encombrement
Ergonomie : dos, vision	Tension musculaire au niveau des cervicales car la posture n'est pas totalement droite

Tableau n°1 : avantages et inconvénients des loupes binoculaire

V.1.2. Le microscope opératoire [8.11]

Le microscope opératoire, permettant des grossissements plus importants que les loupes binoculaires, va avoir beaucoup d'indication en chirurgie dentaire. Il fait intervenir le principe de stéréoscope appliqué à la microscopie : la stéréomicroscopie. (Figure 43)



Figure 43 : Microscope opératoire

✚ Présentation

Cette aide optique est composée de trois parties : (Figure 44)

- **La partie optique** comportant le microscope proprement dit
- **La partie mécanique** avec son bras pantographique de mobilisation et son statif
- **La source lumineuse** permettant l'éclairage du site opératoire



Figure 44 : Microscope opératoire

✚ Les accessoires

- **Les filtres** ayant plusieurs fonctions :
 - Le **filtre orange**, bloquant les longueurs d'onde du domaine du bleu qui initialisent la photo-polymérisation du matériau composite.
 - le **filtre anti-projection**, facilement interchangeable pour l'asepsie et évitant les éclaboussures sur l'objectif.
- **Les diviseurs optiques**, il en existe deux types :
 - les **oculaires accessoires** : pour la visualisation du champ opératoire par l'assistante au fauteuil et faciliter le travail à quatre main, voir à six mains.
 - la **caméra ou l'appareil photo** : les documents recueillis seront ensuite stockés dans le dossier médical, afin de faciliter la communication pré et post opératoire.
- **L'écran**, associé à la camera. Le patient et l'assistante pourront suivre en direct l'acte opératoire.
- **La housse de protection**. Pour travailler dans des conditions stériles.

✚ Les avantages et les inconvénients des microscopes [21]

Avantage des microscopes	Inconvénients des microscopes
Grossissement important	Cout
Champ opératoire droit	Protection des yeux du patient
Ergonomie : posture plus droite qu'avec des loupes	Apprentissage

Tableau n°2 : les avantages et les inconvénients des microscopes

V.2. Système optique de fluorescence

La fluorescence est une émission lumineuse provoquée par l'excitation d'une molécule (généralement par absorption d'un photon) immédiatement suivie d'une émission spontanée. Ce phénomène est présent partout, notamment dans la dent grâce à sa composante organique ou autres matériaux, plaque, tartre etc. [20]

V.2.1. Le QLF (Quantitative Light induced Fluorescence ou fluorescence quantitative photo induite)

✚ Présentation du QLF [14]

Le QLF (Quantitative Light-induced Fluorescence) quantifie la perte de fluorescence des tissus cariés (par rapport à la fluorescence naturelle des tissus dentaires sains) mais la détection se fait par une fluorescence lumineuse (et non pas par une fluorescence LASER).

Il s'agit d'un système portatif constitué d'un boîtier et d'une sonde diagnostique. L'appareil est muni d'une caméra et est raccordé à un ordinateur (utilisant un programme propre au QLF). La sonde, qui émet une lumière bleue (lampe xénon + filtre), est promenée sur la dent testée qui retransmet cette lumière sous forme de fluorescence. Simultanément, la caméra intra-orale permet la prise d'une photographie qui apparaît à l'écran : elle montre les fluorescences différentielles entre les tissus sains et la lésion carieuse de la dent testée. Ce cliché instantané est ensuite traité par le « software » du QLF qui restitue alors une image reconstituée représentant la lésion carieuse (Shi et al., 2001).

✚ Le principe du QLF [14]

Le principe de QLF est basé sur la modification de l'auto-fluorescence du tissu dentaire après une altération de sa structure minérale. Lors d'une lésion amélaire, la porosité de la structure va être augmentée. Les minéraux sont principalement remplacés par de l'eau. Ceci entraîne une baisse d'absorption de la lumière par l'émail.

Du fait de cette baisse de pénétration dans la dent, la lumière va être beaucoup plus dispersée. Par conséquent, les molécules fluorescentes vont être moins excitées et une baisse de la fluorescence amélaire peut être détectée et mesurée quand la dent est illuminée par une lumière bleue violette (sa longueur d'onde est de 290-450nm, et en moyenne de l'ordre 380 nm).

La lumière est émise par une fibre optique puis l'image de cette fluorescence est capturée par une caméra contenant une fibre passe-haut jaune de 520 nm. Ce filtre permet d'exclure les lumières bleues et vertes dispersées.



Figure45 : Dispositif QLF

L'image capturée est convertie tout d'abord en image noire et blanche. Puis le logiciel va analyser cette image. Pour permettre le calcul de la perte de fluorescence au niveau de la lésion carieuse, l'éclat fluorescent de la lésion est reconstruit par interpolation de l'éclat fluorescent du tissu sain adjacent à la lésion.

De plus, le QLF peut aussi mesurer et quantifier la fluorescence rouge provenant du micro-organisme de la plaque dentaire. Cette fluorescence peut être ainsi utilisée pour vérifier la présence de la plaque et par conséquent analyser l'hygiène dentaire du patient.

Dans le cadre des faces proximales, il est ainsi possible de vérifier si le patient utilise le fil dentaire et/ou la bossette inter- dentaire.

La fluorescence va permettre au praticien d'évaluer le risque carieux à court et à long terme.

La figure 46 montre la fluorescence provenant de bactéries capturées par le QLF. Dans le cadre d'un examen visuel de la cavité orale (Figure 46a), la présence de plaque au niveau inter- proximal peut être difficile à quantifier.

Toutefois, après une analyse de la fluorescence par le QLF (Figure 46b), le praticien peut détecter la présence importante de plaque au niveau des espaces inter- dentaires.

La prise d'image à l'aide de la caméra intra-orale permet de montrer au patient cette accumulation bactérienne et ainsi le responsabiliser à l'hygiène de ses dents.



Figure 46 (a) : Cavité orale avant

Figure 46(b) : Analyse de la fluorescence rouge

De plus, le processus de fluorescence est dépendant de la déminéralisation mais aussi de la reminéralisation. En effet, un processus de reminéralisation d'une lésion carieuse entraîne une augmentation de la fluorescence. Il est donc possible avec le QLF de suivre la cinétique d'une lésion carieuse traitée par des fluorures.

✚ Les avantages du QLF [6]

- C'est un outil diagnostique très fiable pour la détection des lésions initiales strictement localisées à l'émail ainsi que pour le monitoring de ces lésions traitées médicalement.
- Il est plus sensible que les autres outils de diagnostic précoce car il permet de détecter les lésions dans leur stade d'évolution le plus initial.
- Il donne des résultats parfaitement reproductibles dans le temps mais aussi d'un opérateur à l'autre.

✚ Les limites du QLF [6]

- Il n'est pas fiable sur les lésions dentinaires car sa profondeur de détection n'excède pas 400 μm (il n'est pas d'une grande aide pour la détection des lésions de la dentine).
- Il est beaucoup plus sophistiqué et donc beaucoup plus difficile à utiliser.
- Il est nettement plus coûteux.

Il va s'en dire que le QLF ne peut être qu'un outil de diagnostic des lésions très précoce de l'émail, il permet d'identifier les lésions encore plus précocement.

V.2.2. Caméra LED intra-orale à fluorescence [6]

✚ Présentation de caméra LED intra-orale à fluorescence

La caméra intra-orale est un instrument un peu plus gros qu'un stylo et sert à prendre des images de l'intérieure de la bouche. Grâce aux possibilités de grossissement et d'éclairage de la caméra, le dentiste peut détecter plus facilement les caries, les fissures, les restaurations brisées ainsi que plusieurs autres problèmes de santé dentaire.

La caméra intra-orale est composée de fibre optique associée à une source lumineuse, une caméra et un écran qui permettra à l'opérateur la visualisation du champ opératoire grossi.



Figure 47 : Caméra intra-orale

✚ Principes

Cette technologie consiste en une caméra à très haute résolution qu'on entoure d'une tige de plastique. Cela permet au dentiste d'aller facilement filmer l'intérieur de la bouche. On recouvre la camera d'une petite couche de plastique transparente, la caméra, liée à un écran, permet de retransmettre les images avec une clarté impeccable. Cela permet au patient d'avoir une idée très précise de l'état de ses dents.

Les avantages

- conservation du teint habituel
- simplicité
- agrandissement de la dent sur un moniteur
- logiciel de communication avec le patient avec saisie de photographie numérique

Limites

Ce système est limité et utilisé par exemple en complément des loupes, car il doit se tenir d'une main, il est donc difficile d'effectuer par exemple du début à la fin le traitement endodontique à l'aide de cet appareil, car il complique l'ergonomie du praticien en le privant d'une main. De plus, l'image étant retranscrite sur un écran en 2 dimensions, la perte des reliefs et de la notion de profondeur nécessite un apprentissage particulier pour le praticien. Enfin, le cout de celui-ci est prohibitif pour un cabinet de ville conventionnel.

V.3. DIAGNOdent [6]

Présentation du DIAGNOdent

Contrairement à la QLF, le DIAGNOdent ne mesure pas les changements intrinsèques dans la structure de l'email, mais l'activité bactérienne et notamment la fluorescence issue du métabolisme des porphyrines ; ce que les auteurs appellent Laser-Induced Fluorescence (LIF) (Pretty, 2006).

Le DIAGNOdent est constitué d'une diode LASER (655 nm) transmettant une lumière pulsée qui sera absorbée sur environ 2 mm de profondeur par la surface testée. Celle-ci réémet alors une lumière fluorescente qui sera quantifiée (système électronique propre au DIAGNOdent) et enregistrée par l'appareil. (Figure 48)



Figure 48 : Le DIAGNOdent

Le DIAGNOdent est livré avec 1 boîtier contenant 1 plaque de céramique (servant au calibrage de l'appareil) et 2 types d'inserts : l'insert « A » à bout conique et fin permet d'explorer les aires de contact inter-proximales, sillons et puits occlusaux ; l'insert « B » à bout plat et large n'est utilisé que pour tester les surfaces vestibulaires, linguales et palatines.

Protocole opératoire

- Le DIAGNOdent doit être calibré à chaque utilisation : la sonde lumineuse munie d'un insert (A/B) est placée sur la plaque de céramique standard afin d'effacer les données mémorisées par le DIAGNOdent (c'est la remise à ZERO de l'appareil).
- Les surfaces testées doivent être parfaitement propres et sèches : si la mesure est réalisée au travers de la salive, de la plaque ou du tartre, la fluorescence enregistrée n'est pas celle des tissus dentaires examinés (ce qui conduit à l'enregistrement de faux-positifs) (Lussi et al., 1999).
- Le DIAGNOdent doit être étalonné pour chaque patient : la sonde lumineuse munie de son insert (A/B) est appliquée sur une surface dentaire saine. Celle-ci émet alors une fluorescence correspondant à la fluorescence naturelle des tissus dentaires sains du patient. Cette fluorescence naturelle est alors quantifiée par l'appareil ce qui donne une valeur X de référence (valeur étalon allant de 0 à 100).
- L'exploration des surfaces dentaires suspectes est réalisée en prenant soin de modifier l'inclinaison de l'insert car le faisceau lumineux doit impérativement traverser la zone cariée (cette manœuvre permet d'éviter les faux-négatifs). Le DIAGNOdent garde en mémoire la valeur pic (Y) du site exploré (perte maximale de fluorescence quantifiée sur le cadran droit de l'appareil). Il donne aussi, en fonction des mouvements imprimés à la sonde lumineuse, des valeurs instantanées (moment) qui peuvent être visualisées sur le cadran gauche du DIAGNOdent.
- Le score DIAGNOdent est obtenu en soustrayant la valeur de référence du patient (X) de la mesure pic enregistré au niveau du site exploré (Y). Ce score (0-100) équivaut, en langage mathématique, à $Y - X$ et correspond à la fluorescence du site testé : plus le score ($Y - X$) est élevé et plus la perte de fluorescence est importante (la sévérité de la lésion est proportionnelle au score $Y - X$).

✚ Valeur diagnostique du DIAGNOdent

L'interprétation clinique des valeurs obtenues par le Diagnodent est résumée dans le tableau suivant :

Score de fluorescence	Interprétation clinique
0 – 9	Tissu sain ou carie débutante
10 – 17	Carie de l'émail
18 – 99	carie de la dentine

Tableau n° 3 : Valeurs limites fournies par les fabricants du diagnodent (kavo)

✚ Valeur diagnostic et thérapeutique du DIAGNOdent

Il est important de noter que les mesures émanant des études histologiques sont toujours inférieures à celles obtenues en clinique (et ce en raison de l'utilisation de fixateurs tissulaires) et ne sont donc pas d'un grand intérêt pour le thérapeute. Ainsi, les mesures obtenues avec le DIAGNOdent ne trouvent leur réel intérêt que si une échelle clinique des scores, à la fois diagnostique et thérapeutique, est établie (Lussi et al., 2001) :

- Les scores compris entre 0 et 13 correspondent à des déminéralisations infra-cliniques ou à un tissu sain. Les soins sont purement prophylactiques et conduit à domicile par le patient (utilisation de dentifrice et de gelée fluorés ; hygiène inter- dentaire). Le site devra être réévalué dans 3-6 mois (mesure DIAGNOdent évolutive ou non).
- Les scores sont compris entre 14 et 20 lorsqu'une lésion débutante et non cavitaire s'est déjà constituée. Un traitement médical préventif sera immédiatement instauré (vernis fluoré) ainsi que des mesures prophylactiques à domicile (dentifrice et gelée fluorés, hygiène inter-dentaire).
- Si les scores sont compris entre 21 et 29, il y a une lésion carieuse. Dans ces cas, la thérapeutique à engager dépend du risque carieux du patient. Si le sujet présente un risque carieux individuel faible, le traitement peut être médical (sealant ou vernis fluoré). Au contraire, si le risque carieux individuel du patient est plus important, le traitement chirurgical de la lésion s'impose.
- Si les scores sont supérieurs à 30, la lésion carieuse est sévère et doit être traitée sur le mode chirurgical invasif.

Ces valeurs sont résumées dans le tableau suivant :

Score de fluorescence	Recommandation
0 – 13	soins prophylactiques
14 – 20	Soin préventif
21 – 29	Soin dépendant du risque carieux du patient
Supérieurs à 30	Soin chirurgical avec action préventive associée

Tableau n°4 : Valeur diagnostic et thérapeutique du DIAGNOdent

Les avantages de DIAGNOdent

- C'est un outil diagnostique très précis et très performant. Il permet la détection précoce des lésions initiales de l'émail mais aussi celle de la dentine (sa capacité de lecture s'étendant sur 2 mm de profondeur) et ce, même en présence d'un émail macroscopiquement intact (même sous un émail en apparence saine, le DIAGNOdent permet donc de mettre en évidence, les déminéralisations sous-jacentes).
- Il quantifie la sévérité de la lésion carieuse et par voie de conséquence, il renseigne sur le type de thérapeutique qui devra être instauré.
- C'est un outil précieux pour assurer le monitoring des lésions car il permet d'évaluer l'activité d'une lésion carieuse dans le temps (Pinelli et al., 2002 ; Karlsson et al., 2002). Il donne des valeurs fiables qui sont parfaitement reproductibles (d'un opérateur à l'autre mais aussi d'une fois à l'autre) ce qui permet de suivre avec une grande précision l'évolution ou la régression de l'atteinte carieuse (si le tissu se reminéralise, il tend à retrouver une fluorescence semblable à celle des structures dentaires saines du patient).
- Il s'est avéré efficace pour la détection des récurrences carieuses sous des restaurations en composite (Boston, 2003).
- Contrairement au sondage, le DIAGNOdent est une technique de diagnostic non invasive (pas de risque d'effondrement des prismes d'émail qui ne sont plus soutenus)
- Il est facile et rapide à manipuler.
- Son coût est relativement intéressant (environ 1000 Euros).

✚ Les limites du Diagnodent

Tiennent dans le fait qu'il ne peut être utilisé valablement que si les surfaces testées ont été, au préalable, parfaitement nettoyées. Ceci implique que, bien souvent, il faille procéder à un nettoyage prophylactique professionnel et/ou à un détartrage avant de l'utiliser (ce qui allonge considérablement le rendez-vous).

V.4. Système électrique ECM (*Electronic Caries Monitor*) [6]

✚ Présentation du ECM

Les dents possèdent une faible conductivité électrique (c'est-à-dire une grande résistance électrique) lorsqu'elles sont indemnes de carie (Huysmans et al., 1998a). Toute augmentation de cette conductivité traduirait une perte en minéraux et signerait ainsi la présence d'une lésion carieuse (Verdonschot et al., 1995 ; Pine et Bosch, 1996). L'ECM (*Electronic Caries Monitor*) mesure le différentiel électrique entre la R électrique des tissus sains et celle des tissus cariés : le tissu carié est plus poreux que le tissu sain et présente donc une R électrique plus faible (c'est-à-dire qu'il devient plus conducteur).

La mesure ECM doit être réalisée au niveau d'une dent parfaitement propre et impérativement isolée de la salive :

- La surface testée est recouverte d'un liquide conducteur.
- La sonde (munie d'un jet d'air co-axial) est promenée sur le site testé et un léger jet d'air (situé autour de la sonde) est soufflé sur la surface de la dent (ceci permet d'isoler le site testé du reste de la dent) jusqu'à l'obtention d'une mesure stable.

✚ Les avantages de l'ECM

- C'est un outil de diagnostic précoce plus précis que l'examen clinique (visuel et tactile), la radiographie et la FOTI (Ie et Verdonschot, 1994 ; Verdonschot et al., 1995 ; Huysmans et al., 1998a).
- Il permet de quantifier la sévérité de la lésion carieuse (par le biais d'une mesure de la R électrique des tissus testés).
- Il donne des résultats reproductibles dans le temps et d'un opérateur à l'autre (Huysmans et al., 1998b).
- L'ECM est un excellent outil diagnostique pour la détection des caries secondaires situées sous des obturations en résine composite car ces matériaux ont une faible conductivité électrique (semblable à celle des tissus dentaires sains).

✚ Les limites diagnostiques de l'ECM

- L'ECM s'avère inefficace au travers d'un émail fortement minéralisé en surface (comme par exemple dans les cas de « syndrome du fluor ») ce qui peut donner lieu à des faux-négatifs (caries fantômes) (Ie et al., 1995).
- L'ECM ne fait pas la différence entre un émail immature (hypoménéralisé) et un émail déminéralisé ce qui donne, dans 30 % de cas, des faux-positifs.
- Dans une même bouche, il semblerait que la conductivité électrique varie d'une dent à l'autre (une prémolaire n'a vraisemblablement pas la même résistance électrique qu'une molaire).

V.5.La transillumination [6]

V.5.1. Transillumination par fibre optique simple FOTI (Fiber Optical Transillumination)

L'inspection visuelle des caries est basée sur le phénomène de diffusion de la lumière dans la dent. Le système FOTI utilise cette propriété et l'amplifie en utilisant une lumière blanche de haute intensité.

✚ Principe

L'illumination est délivrée via les fibres d'une source lumineuse halogène placée au niveau de la surface dentaire.

La lumière est transmise dans la dent et lorsqu'un changement de structure intervient sur le chemin lumineux comme dans le cas d'une carie, cela provoque une diffraction de la lumière qui apparaît comme une ombre dans l'émail ou la dentine.

Ce système peut être utilisé sur toutes les surfaces de la dent et notamment sur les surfaces proximales (Pretty, 2006).

Un des systèmes de transillumination par fibre optique utilisé au cabinet dentaire est le Microlux transilluminator™.



Fig. 49 : Microlux™ tranilluminator

✚ Limites du FOTI

Ce système présente certaines limites :

- Le FOTI permet de détecter les lésions dentinaires, mais reste peu fiable pour les caries amélares, surtout en termes de sensibilité.
- Les restaurations, comme les résines composites, vont modifier la transition ainsi que la dispersion lumineuse ; une zone d'ombre peut alors apparaître au niveau de la dent illuminée, sans pour autant être une lésion carieuse.
- Le diagnostic par transillumination doit être réalisé en prenant soin d'éviter les interférences des lumières ambiantes.
- Le principal risque est de ne pas détecter une petite zone d'ombre.

L'analyse des dents par transillumination reste un examen entièrement dépendant du praticien et de son acuité visuelle. (Lussi 1998).

La création du DIFOTI a tenté de résoudre le problème de la variabilité inter et intra examinateur du FOTI.

V.5.2. La transillumination par fibre optique avec imagerie numérique ou DIFOTI (Digital Fiber Optic Transillumination)

Le DIFOTI a pour objectif de diminuer la grande variabilité intra et inter examinateur du diagnostic obtenu par FOTI. Pour cela, la transillumination par fibre optique a été associée à une camera CCD (Charge Coupled Device) et a un dispositif d'acquisition d'images numériques, permettant ainsi un archivage des données et un suivi dans le temps. La camera CCD et la fibre optique sont directement associées dans la pièce à main.

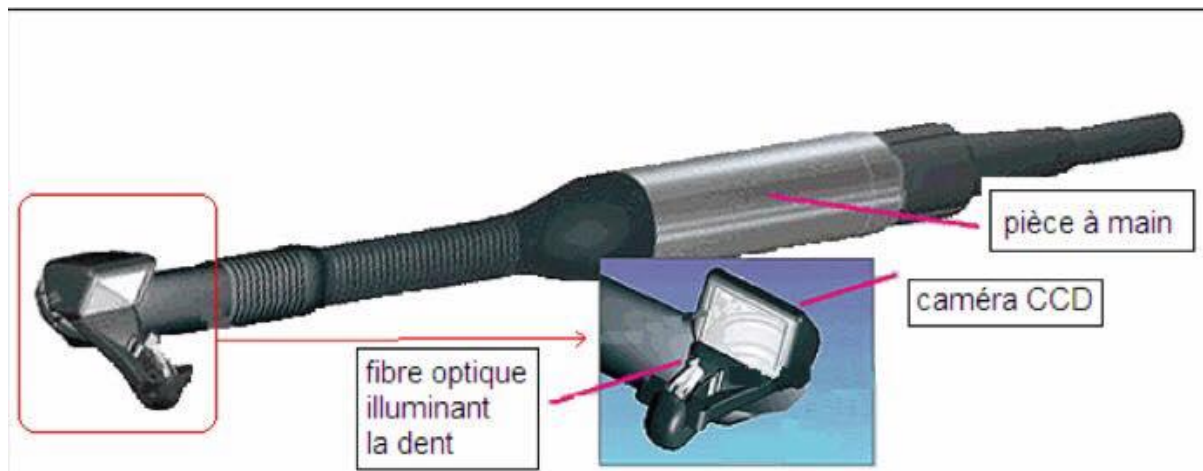


Figure 50 : DIFOTI

✚ Principe

Le DIFOTI émet une lumière blanche. Cette lumière est émise à travers la dent puis est captée par la caméra CCD.

Les images de la dent acquises par la camera sont envoyées à l'ordinateur qui va analyser celles-ci grâce à un algorithme spécifique. Cet algorithme va ainsi permettre de diagnostiquer et de localiser la lésion carieuse. Le système va créer instantanément une image numérique en haute définition de la surface analysée.

Le praticien va pouvoir étudier les images via l'écran informatique du dispositif et ainsi rechercher les variations de contraste.

Cependant, l'analyse est toujours dépendante de l'examineur qui fait une appréciation basée sur l'aspect de la diffusion.

✚ Avantages de la DIFOTI

- L'étude de Shneiderman et coll. en 1997 a révélé la supériorité de la DIFOTI par rapport à la radiographie pour la détection des caries débutantes, aussi bien au niveau des faces proximales, occlusales ou lisses.

- Les dispositifs utilisant la transillumination par fibre optique (FOTI) ont initialement été conçus pour la détection des caries proximales. Leur utilisation s'est aujourd'hui étendue dans d'autres domaines, tels que la parodontologie, pour la détection du tartre sous gingival, l'endodontie, pour aider à déterminer la position des entrées canalaires, la chirurgie, pour détecter des fragments après extraction difficile, ou bien pour détecter des micro fractures non décelables à la radiographie.

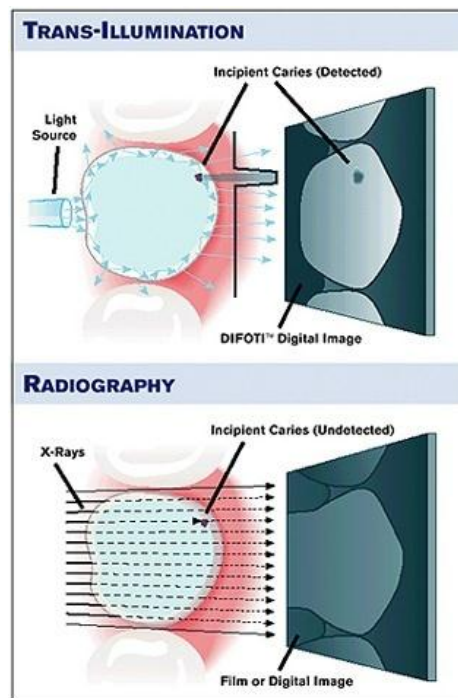


Figure 51 : Difference des images obtenus entre le DIFOTI et la radiographie.

V.6.Diagnostic par réflectance infrarouge [16]

✚ Principe de la réflectance infrarouge

La phase minérale de l'émail est constituée d'un module élémentaire : le monocristal d'hydroxyapatite. Les monocristaux sont empilés horizontalement et verticalement. L'ensemble constitue une cristallite.

Les cristallites sont regroupées en deux organisations structurales distinctes que l'on appelle le bâtonnet (ou prisme) et une substance entre les bâtonnets, dite aussi substance interprismatique ou encore émail interprismatique.

Comme le nom le suggère, la substance interprismatique forme un ensemble continu qui englobe les bâtonnets qui eux sont bien individualisés (Piette, 2001).

Quand l'émail est sain, les prismes sont rectilignes, longs et regroupés ensemble. Ceci forme une structure cristalline translucide laissant traverser la lumière.

Lors d'une atteinte carieuse, la destruction des cristaux d'apatite est bien systématisée.

Tout d'abord, il y a un élargissement de l'interface prisme-substance interprismatique estimé entre 0,3 et 1 μ m. Puis la destruction se poursuit par la dissolution des cristaux du corps du bâtonnet de l'émail. A un stade plus avancé, la destruction des cristaux de la substance interprismatique entraîne l'effondrement de la structure de l'émail, la cavitation et l'envahissement bactérien (Piette, 2001).

Lorsque la structure cristalline se brise, la taille des prismes se réduit, augmentant par conséquent l'espace interprismatique.

La figure (51) présente une microphotographie de déminéralisation de surface au cours du temps. Il est ainsi possible de voir l'élargissement de l'espace interprismatique.

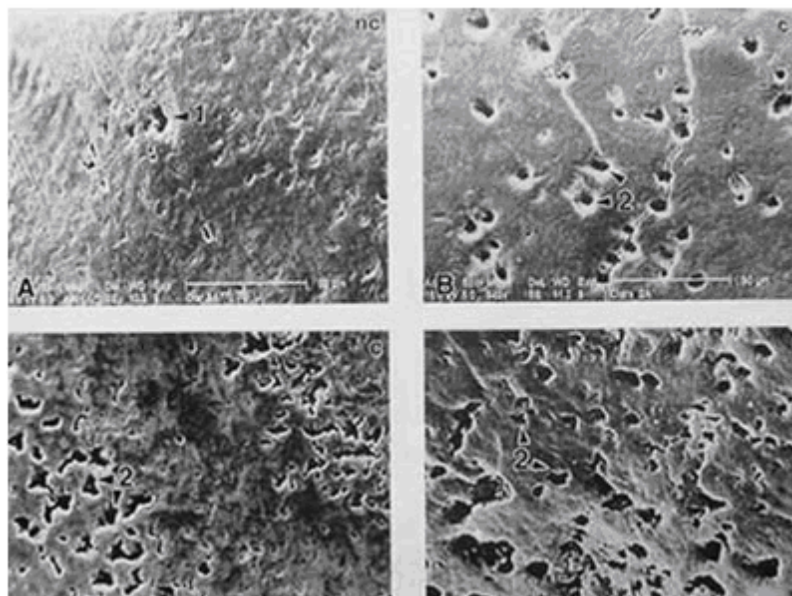


Figure 52: Microphotographie de déminéralisation de surface au cours du temps

L'altération structurale entraîne une modification des propriétés optiques de l'émail. En effet, l'émail devient moins translucide et la dispersion lumineuse est beaucoup plus importante. A partir de cette dispersion lumineuse, il est possible d'obtenir la réflectance lumineuse.

On appelle réflectance, la quantité de lumière réfléchiée par une surface et exprimée en pourcentage de la lumière incidente.

Chaque surface possède ce qu'on appelle sa propre courbe de réflectance. Cette courbe correspond au pourcentage de lumière réfléchiée dans chaque longueur d'onde, lorsque la surface est éclairée par une source lumineuse (Delorme et Fluckiger, 2003).

La courbe de réflectance est définie par la quantité d'énergie réémise par rapport à la quantité d'énergie reçue et cela pour toutes les longueurs d'onde couvrant le spectre visible, voire le proche infrarouge et l'ultraviolet.

Dans le cadre de la réflectance infrarouge, la lumière utilisée est une lumière située dans le spectre infrarouge. En effet, la lumière située dans la zone proche infrarouge (700 - 1000 nm) pénètre le tissu assez profondément, en comparaison avec la lumière visible (450-700 nm), et rend possible la détection de structures situées plus loin de la surface. Ainsi, l'analyse de la dent peut être réalisée jusqu'à une profondeur de 3 mm (Karlsson *et al.*, 2010).

La courbe de réflectance obtenue est, par la suite, analysée par spectroscopie. La spectroscopie par réflectance utilise des sondes de fibre optique, couplées simultanément à une source et à un spectromètre, pour transmettre la lumière d'une gamme définie vers la surface du tissu.

Au moment où les photons pénètrent le tissu, une partie de la lumière est absorbée, une partie est dispersée, et une partie traverse le tissu sans être interrompue; seule une partie des photons dispersés revient à la surface du tissu et émerge pour être détectée (Anderson *et al.*, 1996).

Lors d'une phase de déminéralisation, une majeure partie des photons est renvoyée au détecteur. Ainsi, l'intensité de la lumière révélée est augmentée. En mesurant les changements d'intensité de la lumière réfléchi sur une gamme spectrale, les changements relatifs de structures spécifiques peuvent être déterminés.

Etude clinique de la réflectance infrarouge

Wu et Fried (2009) ont étudié la réflectance infrarouge d'une face vestibulaire déminéralisée. Une lésion artificielle de 2 mm de large et 2 mm de hauteur est créée sur plusieurs molaires. Les dents sont soumises à une lumière proche infrarouge ; puis les images de la réflectance infrarouge sont capturées par une caméra CCD.

La figure (53) présente l'aspect visuel de la face vestibulaire de la dent avec sa lésion (Figure 53A) puis l'image de la réflectance infrarouge (Figure 53B). Il est possible de voir la nette différence de contraste entre une zone lésée et une zone saine. La courbe de réflectance de la surface est, par la suite, analysée par spectroscopie. Cette courbe est comparée aux valeurs préalablement enregistrées par le microprocesseur du dispositif.

Par conséquent, les dispositifs utilisant la réflectance infrarouge doivent, comme les lasers à fluorescence (Diagnodent®) être calibrés à partir d'un référentiel.

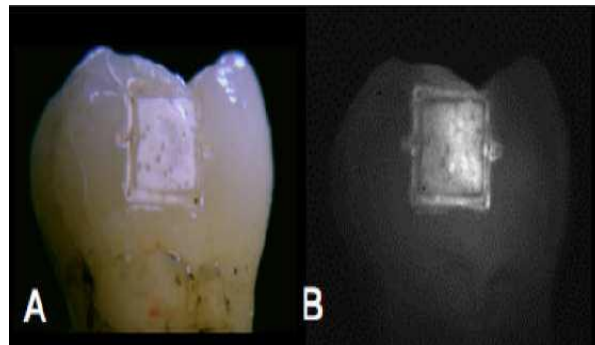


Figure 53: Face vestibulaire de la dent (A) et sa réflectance infrarouge (B)

Wu et Fried (2009) ont, par la suite, comparé la différence de contraste entre la lésion et la surface saine à l'aide d'un examen visuel, de la transillumination proche infrarouge, la réflectance infrarouge et du QLF.

Les résultats obtenus sont présentés par la figure (69). Il est ainsi possible de voir que la réflectance infrarouge permet d'obtenir un bien meilleur contraste. Les limites de la lésion vont donc être beaucoup mieux définies.

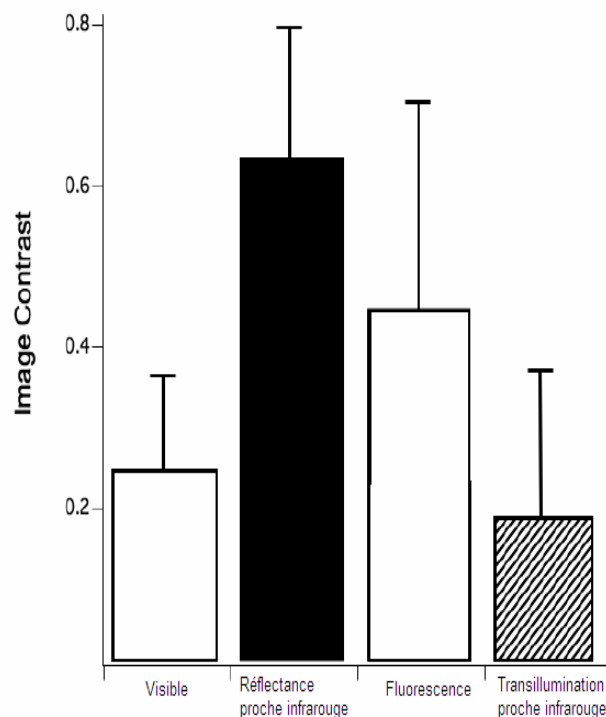


Figure 54: Différence de contraste de la dent en fonction de l'examen

✚ Les dispositifs actuellement utilisés en cabinet dentaire

Le dispositif actuellement utilisé dans les cabinets dentaires est le Midwest Caries I.D® de la société Dentsply (Figure 53).

La technologie Midwest Caries I.D fut introduite dans les cabinets dentaires en 2007, avec toutefois peu de publications préalables.



Figure 55: Midwest Caries I.D®

✚ Limites de la réflectance infrarouge

En conclusion, la réflectance infrarouge permet de différencier un émail sain d'un émail lésé et d'obtenir un meilleur contraste par rapport aux autres dispositifs lumineux.

Toutefois, l'utilisation de la réflectance infrarouge dans des conditions in vivo est très difficile à mettre en place. Les dispositifs, tels que le Midwest Caries I.D®, possèdent de nombreuses contraintes et limites.

Son utilisation se limite sur des dents : permanentes, du secteur postérieur, exemptes de soins et d'altérations structurelles.

Cette plage d'utilisation est plutôt restreinte dans le cadre d'un usage en omnipratique et ne permet pas le diagnostic des caries proximales du secteur antérieur.

De plus, le dispositif ne donne qu'au praticien une information « binaire » : lumière verte pour une surface saine et lumière rouge pour une lésion carieuse.

A la différence du Diagnodent® qui affiche une valeur numérique, le praticien ne peut pas réellement connaître l'étendue de la lésion.

Par conséquent, le choix thérapeutique est beaucoup plus compliqué pour le praticien.

De plus, si celui-ci décide de mettre en place un traitement de reminéralisation, il lui sera impossible de suivre l'évolution de ce traitement.

V.7.Méthodes expérimentales de diagnostic de la vitalité pulpaire basées sur l'exploration de la vascularisation pulpaire

V.7.1. L'oxymétrie de pouls [18]

Principe

L'oxymétrie de pouls est une technique développée par Takuo Aoyagi au début des années 1970. Elle est depuis largement utilisée en médecine, principalement lors des anesthésies générales pour mesurer le taux de saturation du sang artériel en oxygène.

Elle repose sur l'application de la loi de Beer, qui stipule qu'on peut connaître la concentration d'un soluté inconnu (ici l'hémoglobine) dans un solvant connu (ici le sang), grâce à l'absorption lumineuse de ce soluté.

Elle utilise un émetteur composé de 2 diodes qui émettent des lumières à 660nm (rouge) et 900-940nm (infrarouge), ainsi qu'un photorécepteur et un microprocesseur qui mesurent les taux de lumière absorbée. L'oxyhémoglobine ayant tendance à absorber plus de lumière infrarouge et inversement pour la désoxyhémoglobine, le changement pulsatile dans le volume du sang entraîne des variations dans la quantité de lumière rouge et infrarouge absorbée par le lit vasculaire avant d'atteindre le récepteur. L'ordinateur calcule ensuite le taux de saturation du sang en oxygène grâce à des courbes d'absorption préenregistrées.

A la différence du doigt ou de l'oreille, zones habituellement utilisées pour cette mesure, le changement d'absorption lumineuse dans la pulpe ne peut s'expliquer par la dilatation du volume pulpaire, puisque ce dernier est emprisonné dans la dent inextensible. Elle s'explique par la redistribution des globules rouges au sein des vaisseaux. Grâce au caractère pulsatile du sang artériel, l'appareil ignore l'absorption constante due aux tissus environnants.

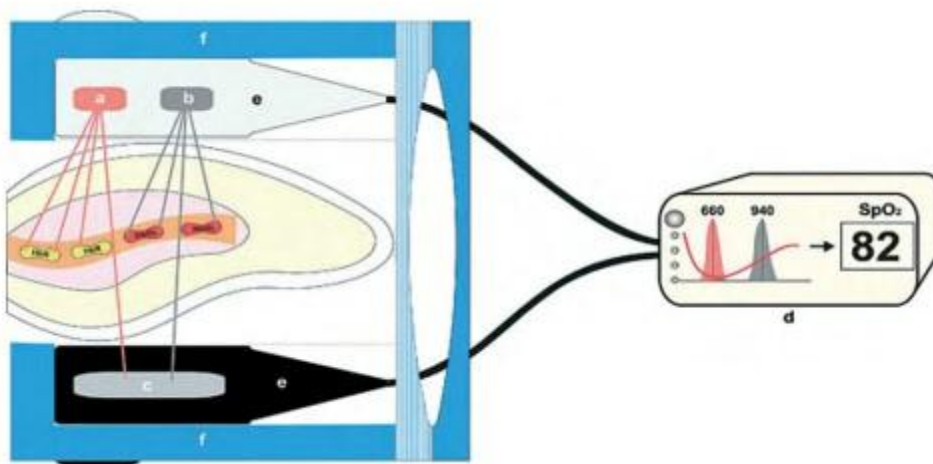


Figure56 : principe de l'oxymétrie de pouls-(a)=lumière rouge ;(b)=photorécepteur ;(d)=moniteur ;(e)=capteur ;(f)=structure de maintien

✚ Comment se déroule ce test ?

La réalisation d'un test de vitalité par oxymétrie de pouls nécessite un certain nombre de conditions. Si elles ne sont pas respectées, les résultats obtenus ne peuvent être considérés comme fiables.

Le capteur doit avant tout s'adapter à l'anatomie de la dent testée. En effet, si cette condition n'est pas remplie, les paramètres suivant ne pourront pas être respectés.

Les diodes émettrices et le photorécepteur doivent être parallèles pendant toute la durée de mesure, afin de ne perdre aucune émission lumineuse.



Figure 57: Essaiage du capteur fabriqué sur-mesure. La flèche noire représente la diode émettrice et la flèche bleue représente le photorécepteur

Le capteur doit être fixé solidement à la dent, et le patient doit rester immobile. Tout mouvement inopiné risquerait de perturber l'enregistrement.

Il faut également isoler la dent à l'aide d'une digue et de papier aluminium placé au collet de la dent pour éviter toute interférence du tissu gingivale.

Le capteur doit se situer au 1/3 moyen de la couronne : au 1/3 gingival, il y aura des interférences et au 1/3 occlusal, la quantité de pulpe n'est pas assez importante.

Les résultats sont lus après une durée d'environ 30 secondes : une valeur supérieure ou égale à 75% indique une dent vitale.

✚ Les avantages

- L'oxymétrie de pouls est une méthode non invasive, objective et considérée comme efficace dans la détermination de la vitalité pulpaire.
- Elle fournit des résultats fiables, reproductibles, et comparables entre deux mesures.
- Elle permet de mesurer la circulation pulpaire à travers l'émail et la dentine, indépendamment de la circulation gingivale.

- C'est une méthode qui semble appropriée à un usage pédiatrique, puisqu'elle ne provoque aucune sensation désagréable, et la mesure est effectuée assez rapidement. Elle est de plus applicable sur les dents temporaires et immatures dont l'innervation incomplète réduit l'efficacité des autres méthodes.
- Si des problèmes de coût et d'ergonomie se posaient il y a quelques années, les oxymétries d'aujourd'hui sont petites, peu onéreuses, et donc parfaitement adaptées à l'usage en cabinet.
- Enfin, plusieurs études confirment que l'oxymétrie de pouls possède une sensibilité et des valeurs prédictives supérieures à celles des tests thermiques et électriques, faisant de cette méthode un moyen de diagnostic sûr et définitif.

Limites

Puisque l'oxymétrie de pouls repose sur la mesure d'un flux sanguin, toute anomalie de ce flux donnera des résultats erronés.

On distingue les anomalies intrinsèques, extrinsèques et liées au patient :

- Anomalies intrinsèques :
 - Taux de CO₂ sanguin trop élevé qui interfère avec le taux de désoxyhémoglobine.
 - Hémoglobine liée à un autre gaz que l'oxygène (type monoxyde de carbone).
 - Acidité métabolique augmentée qui entraîne la désoxygénation de l'hémoglobine.
- Anomalie extrinsèque :
 - Mouvement du capteur.
 - Inutilisable sur dent couronnée (la lumière ne peut pas passer).
 - Interférence d'une lampe à arc xénon.
- Anomalie liées au patient :
 - Vasoconstriction périphérique intense.
 - Hypotension.
 - Hypovolémie.
 - Hypothermie.

Notons également qu'**aucun capteur adapté à l'usage dentaire** n'est disponible dans le commerce. Ceux utilisés pour l'oreille ou le doigt ne sont pas utilisables en pratique dentaire, car le système «émetteur-récepteur» n'est pas étanche. Les auteurs qui se sont penchés sur la question ont été forcés de créer eux-mêmes leurs capteurs, ce qui pose un sérieux problème pour l'utilisation de ce système en pratique quotidienne.

V.7.2. Fluxmétrie laser doppler [18]

✚ Principe

La fluxmétrie laser Doppler repose sur l'effet Doppler qui se définit par le décalage de fréquence d'une onde entre la mesure à l'émission et la mesure à la réception lorsque la distance entre l'émetteur et le récepteur varie au cours du temps.

Le laser Doppler utilisé en dentisterie est une technique électro-optique qui détecte la présence ou l'absence de flux sanguin dans la zone étudiée. Il comprend un faisceau de lumière infrarouge (780-820nm) ou proche infrarouge (632-638nm) dirigé sur les tissus par une fibre optique contenue dans une sonde spéciale. La lumière monochromatique est transmise, puis recaptée par un photorécepteur situé dans la sonde.

Les photons réfléchis par les cellules en mouvement subissent un décalage de fréquence selon le principe Doppler. Ceux qui interagissent avec les cellules immobiles sont diffractés mais ne subissent pas de décalage de fréquence.

La proportion de lumière dont la fréquence est décalée dans la lumière totale recaptée donne une mesure du flux sanguin dans le tissu, enregistrée par l'appareil et exprimée en perfusion Unit (1 PU = 10 mV).

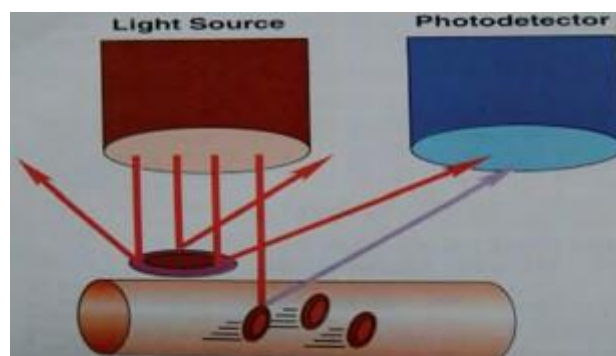


Figure 58: principe de la fluxmétrie laser Doppler



Figure59 : Moniteur doppler et sondes

✚ Comment se déroule ce test ?

Avant une fluxmétrie laser Doppler, il faut au préalable isoler la dent du tissu gingival environnant, à l'aide d'une digue, pour éviter toute interférence dans la mesure.

La sonde est ensuite placée au 1/3 moyen de la dent et doit rester immobile pendant toute la durée du test. Lors d'une première séance, il est possible de réaliser une cale pour la sonde à l'aide de silicone lourde et d'un crampon à digue (fig58). Si les mesures doivent être réitérées, il est intéressant de réaliser une gouttière personnalisée.



Figure 60 : dispositif de maintien de la sonde réalisé en silicone

L'appareil est mis en route et les résultats sont lus entre 1 minute 30 et 1 heure selon les études, avec une moyenne de 15 minutes par dent.

✚ Les avantages

- La fluxmétrie laser Doppler est une technique fiable, non invasive, de haute précision dont la validité dans l'évaluation de la vitalité pulpaire a été démontrée.
- Elle possède une meilleure spécificité et sensibilité que les tests thermiques et électriques même si aucun chiffre précis n'est retrouvé dans la littérature.
- Elle est également sans danger pour la pulpe, puisqu'elle utilise des lasers de faible puissance (1-2 mW).
- C'est une méthode indolore mais surtout objective, qui fournit une mesure précise et continue du statut pulpaire, ce qui la rend utile en pédodontie où la coopération des patients est difficile à opérateur-dépendants et sont ainsi comparables.
- Son efficacité est également reconnue sur les dents à apex immature.

✚ Limites

- La fluxmétrie laser Doppler est une méthode précise mais dont les résultats peuvent être facilement faussés. En effet, plusieurs paramètres interfèrent avec l'enregistrement du flux sanguin, comme la lumière ambiante, le tissu gingival, les vasoconstricteurs (qui diminuent le flux sanguin), la pression sanguine ou les colorations dentaires.
- De plus, il est nécessaire de placer la sonde sur une surface dentaire naturelle (donc non couronnée ou restaurée), et de la maintenir dans une immobilité totale pendant toute la durée de l'enregistrement, qui varie selon les études entre 1 min 30 et une

heure. Tout mouvement de la sonde, du patient ou de la dent entraîne des artefacts qui faussent les résultats. La question se pose donc de son utilisation en pratique quotidienne, et notamment en pédodontie où il est difficile d'obtenir une immobilité totale du patient.

- La fluxmétrie laser Doppler est également une technique avec une faible reproductibilité, puisque les résultats varient selon l'appareillage utilisé, notamment en fonction de la largeur du filtre de la bande ou de la longueur d'onde du laser.
- Enfin, notons que cette méthode est très onéreuse pour un acte purement diagnostique et semble donc peu accessible à la majorité des chirurgiens-dentistes.

IV.7.3. Thermographie [10]

La thermographie (mesure de la température) comme procédure diagnostique de la vitalité pulpaire a été décrite notamment, avec l'utilisation de cristaux liquides et la thermographie infrarouge.

Les cristaux liquides, qui exposent des couleurs différentes quand ils sont chauffés, ont été employés pour déterminer la vitalité pulpaire (Howell *et al.* 1970). Il a été montré que des dents avec un apport sanguin (pulpe vitale) avaient une température superficielle plus chaude comparées aux dents qui n'avaient aucun apport sanguin.

La température de surface de la dent a aussi été mesurée grâce à un thermomètre électrique attaché à une sonde et placé au contact de la dent (Fanibunda 1986a, Fanibunda 1986b). Ces études ont montré que même après refroidissement, seuls les dents vitales ont montré une augmentation de température de la surface.

L'imagerie thermographique est une méthode non invasive et fortement précise pour mesurer la température de la surface du corps. Elle a été utilisée pour démontrer que, après refroidissement, les dents non vitales sont plus lentes à se réchauffer que les dents vitales (Pogrel, Yen et Taylor 1989).

La technique est complexe et requiert que les sujets soient au repos une heure avant le test (Kells *et al.* 2000). Une température ambiante ainsi qu'un champ opératoire sont nécessaires pour la standardisation des résultats (Jafarzadeh *et al.* 2008).

De plus, Brown et Goldberg en 1966 ont montré qu'il n'y a pas de différence significative de température entre les dents vitales et non vitales.

Cette technique est très coûteuse pour une démarche purement diagnostique et semble donc peu accessible à la majorité des chirurgiens dentistes.

V.7.4. Lumière transmise par photoplethysmographie [10]

Cette technique non invasive est utilisée pour mettre en évidence la présence ou non d'un pouls pulpaire, en enregistrant les éventuelles variations de densité optique lors des pulsations sanguines.

Pour cela, il est utilisé un générateur de lumière placé sur la face de la dent et un capteur photosensible situé sur la face opposée. Le rayon lumineux traverse l'ensemble des tissus de la dent, avant d'être recueilli par le capteur photosensible.

Cette technique a été appliquée avec succès dans les études animales et humaines (Lindberg *et al.* 1991 ; Ikawa *et al.* 1994 ; Miwa *et al.* 2002).

Il a été suggéré qu'il y'avait moins de contamination du signal par le parodonte avec cette technique par rapport à la fluxmètrie laser Doppler

IV.7.5. Sonde radiation Xénon 133 [10]

Des matériaux radioactifs peuvent être utilisé pour mesurer la circulation sanguine pulpaire et différencier une pulpe vitale d'une pulpe nécrosée. Une solution comprenant le radio-isotope Xénon 133 est injectée dans le ligament parodontal, puis l'isotope est recherché au niveau coronaire grâce a une sonde. Bien que cette méthode soit efficace notamment pour mesurer le flux sanguin mémé le plus faible, elle reste onéreuse et restreinte pour l'être humain car de nombreux droits d'utilisation sont à obtenir.

Cette méthode est donc décrite a titre historique et n'a pas fait l'objet de recherche ultérieurs car elle s'est avérée inapplicable au cabinet dentaire (Kim *et al.* 1990 ; Himmel 1992)

IV.7.6. La spectrophotométrie à double longueur d'onde [28]

Cette technique détermine les changements d'oxygénation au niveau des capillaires de la pulpe.

Elle met en œuvre une double source de lumière (760 et 850 Nm). Elle est utile pour déceler la nécrose pulpaire et le statut inflammatoire pulpaire.

Des tests in vivo sont encore en cours d'expérimentation.

Toutes ces recherches concernant l'étude de la vascularisation pulpaire montrent l'importance qu'aurait une méthode d'investigation de vascularisation dans le diagnostic de la vitalité pulpaire.

Cependant, il subsiste des limitations a ces techniques, notamment en raison des difficultés d'utilisation en cabinet dentaire et de leur cout.

V.8.Nouvelles techniques de radiographie [23]

V.8.1. La RVG (la radiovisiographie)

✚ présentation de la RVG

C'est un système d'imagerie numérisé, rapide, à faible dose, obtenu à l'aide d'une petite sonde intra-orale à l'inverse du film radiographique, d'un écran d'intensification, et d'un dispositif à couplage de charge. Il présente la possibilité d'une exposition réduite du patient et d'une déformation minimale, bien que la résolution et l'attitude soient inférieure à la radiographie dentaire standard. Un récepteur est placé dans la bouche, la conduite signale à un ordinateur les signaux de ces images sur écran ou imprimé. Elle inclut la digitalisation du film radiographique ou de n'importe quel autre détecteur.

✚ Principe de la RVG

La RVG est une technique de radiologie numérique qui a comme particularité l'utilisation d'un capteur numérique intra-oral permettant l'apparition du cliché radiographique sur l'écran d'un ordinateur. Comme la radiologie conventionnelle, la radiologie numérique utilise les propriétés d'atténuation des rayons X : le cliché radiographique obtenu est la représentation de l'absorption d'un faisceau de rayons X émis par un appareil à rayons X après la traversée d'une structure du corps. Dans le domaine de la radiologie numérique, l'acquisition de l'image est obtenue, directement ou indirectement, à l'aide de plaques photo stimulables ou de capteur plan. Les images obtenues peuvent ensuite être traitées et stockées sur informatique.

✚ Les avantages de la RVG

- Réduction de la charge de rayonnement sur le corps humain de 10 fois.
- Vitesse de prendre des photos, donc en une minute, plusieurs images peuvent être faites.
- La possibilité de stocker les images sur un ordinateur.
- Traitement de l'image de l'ordinateur, si nécessaire, le dentiste peut changer la luminosité, le contraste et la couleur de l'image.

V.8.2.IRM

L'IRM, ou *Imagerie par Résonance Magnétique*, existe depuis la fin des années 1970. C'est à ce jour la technique d'imagerie médicale qui permet d'obtenir les images les plus précises de l'intérieur du corps en deux ou trois dimensions, grâce à une résolution à fort contraste.

L'IRM est constituée d'une bobine qui crée un champ magnétique qui va magnétiser les tissus de la zone ciblée.

Des ondes radios plus faibles appelées « *radiofréquences* » vont ensuite permettre de mesurer le signal électromagnétique renvoyé par les tissus, par un effet de résonance. Cette technique couplée à un système informatique va permettre de transformer ces données en images, en véritables photographies des tissus de l'organisme.



Figure 61 : Image d'une IRM des parotides

✚ Avantages et limites de l'IRM

Toutes les techniques d'imagerie médicale qui existent présentent l'avantage de se compléter les unes les autres.

Une IRM sera nécessaire lorsque les autres techniques telles que par exemple la radiographie ou l'échographie, ne suffisent pas à établir un diagnostic suffisamment précis. L'imagerie par résonance magnétique est particulièrement utilisée pour pouvoir étudier les tissus mous de l'organisme.

En odontologie elle est très utilisée pour examiner les muscles, ainsi que pour diagnostiquer des tumeurs.

À l'inverse, l'IRM ne permettra pas d'examiner les tissus durs de l'organisme tels que les os, par exemple, pour lesquels d'autres techniques d'imagerie médicale seront plus adaptés.

V.8.3.DENTASCAN [25]

✚ Principe

Le scanner dentaire est aujourd'hui réalisé selon le mode denta scanner (dentascan) comprenant :

Des coupes axiales (occlusales) millimétrique, chevauchées tous les 0.5 mm sur une hauteur d'environ 40 à 50 mm, englobant l'ensemble de maxillaire ou de la mandibule ; des reconstructions coronales perpendiculaires à la courbure des maxillaires et panoramiques parallèles à cette courbure, effectuées tous les 2 mm ou tous les mm ; éventuellement des reconstructions tridimensionnelles qui peuvent être dans certains cas d'un intérêt réel.

Seules les coupes axiales réalisées directement sur le patient sont irradiantes, la reconstruction étant des calculs informatiques.

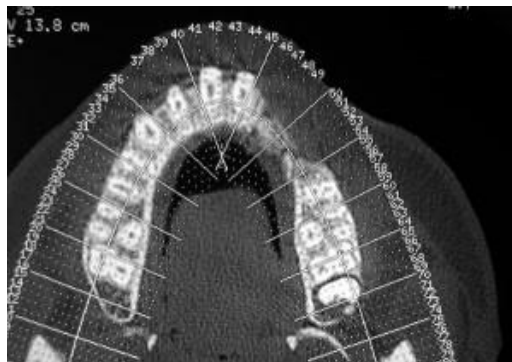


Figure 62 : Cliché Dentascan

✚ Avantages du DENTASCAN

- Les progrès du scanner l'ont rendu à la fois plus précis et plus rapide notamment grâce à l'avènement successif :
 - du mode hélicoïdale ou spiralé (en opposition au mode séquentiel où les coupes sont réalisées l'une après l'autre, le mode hélicoïdale autorisant une acquisition continue au cours du déplacement de la table ;
 - des scanners multi barrettes : le tube à rayon X distribuer le faisceau à plusieurs rangées de détecteurs (2 à 64 barrettes voir 256).de façon à restituer plusieurs coupes (au moins tant que de barrettes) en une seule rotation du tube.Ses progrès ont permis de réduire le temps d'acquisition des coupes : par exemples l'acquisition d'un scanner maxillaire ou mandibulaire exigeait 10à15 secondes pour les scanners actuels.

- En endodontie : Après avoir réalisé un bilan radiologique conventionnel, le dentascanner peut être indiqué dans les pathologies endodontiques. Il différencie les différentes racines et détermine leurs positions dans l'espace.
- Les coupes axiales permettent une analyse vestibulo-palatine ou vestibulo-linguale impossible en imagerie conventionnelle.
- Les reconstructions coronales précisent les rapports entre les racines et les éléments anatomiques comme les fosses nasales et les sinus maxillaires.
- Face à une lésion péri-apicale, le scanner peut localiser la ou les racines responsables.
- Il permet l'étude des rapports de la lésion avec les racines adjacentes, l'état des tables osseuses, les structures anatomiques de voisinage : sinus maxillaire, fosses nasales, canal incisif, canal mandibulaire, trous mentonnier (Abrahams 2001).
- La localisation du canal mandibulaire et du trou mentonnier est indispensable lors de la réalisation de résections apicales.
- Il permet également un diagnostic précis des lésions endodontiques des racines pluriradiculées peu fiable sur les clichés standard en raison des superpositions. Ces lésions se présentent sous la forme d'une zone d'ostéolyse centrée sur un apex ou en cas de lésion débutante qui échappe souvent au bilan rétroalvéolaire, latéralisée en forme de croissant.
- De même, une lésion à développement purement vestibulaire ou palatin/lingual peut être méconnue sur le bilan radiologique standard. Le scanner, en évitant les superpositions osseuses, démasque parfaitement ces lésions débutantes.
- En cas de douleurs résiduelles après traitement, le scanner permet l'évaluation des éventuelles complications : dépassement de pâte dentaire, fistule bucco-sinusienne, obturation incomplète d'un canal ou bifidité canalaire

V.8.4. Le cône beam [24]

Le cône beam (ou CBCT) est une nouvelle technique de radiographie numérisée apparue vers la fin des années 90.

Cette technique utilise un faisceau d'irradiation radio de forme conique.

A chaque déplacement angulaire, on obtient sur le capteur plan une image 2D du volume traversé.

La reconstruction de 250 à 360 acquisitions numériques permet d'obtenir un volume. Chaque unité ou VOXEL est isométrique, à la différence du scanner, ce qui permet une très grande résolution, d'environ 100 μ .

La résolution spatiale du Cône beam est supérieure à la résolution spatiale du scanner.

Avantages et limites du cône beam

Cet appareil présente notamment l'avantage d'être plus précis que le panoramique dentaire en offrant une résolution similaire, voire supérieure à celle du scanner, avec en plus la possibilité d'une reconstitution numérique en 3D.

Le cône beam apporte des indications plus détaillées sur les petites structures osseuses, difficiles à visualiser au scanner. Et à l'inverse de celui-ci, il permet de balayer en un seul passage l'ensemble du volume à radiographier, en étant en outre moins irradiant. Il offre par ailleurs la possibilité de localiser le champ d'examen sur la zone à étudier (quelques dents, une mâchoire), ce qui permet d'éviter d'irradier inutilement les autres parties du crâne.

Par conséquent, même si le cône beam offre une résolution supérieure au panoramique dentaire ou au scanner, il a ses limites et ne permet pas d'étudier les tissus mous, ni de mesurer la densité

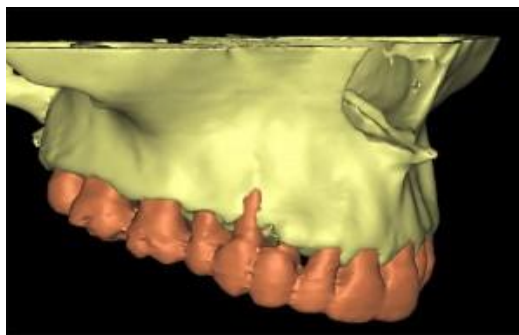


Fig 63 : Cliché cone beam

V.9. Techniques en cours d'expérimentation : Transillumination avec la lumière proche infrarouge. [16]

La transillumination par fibre optique permet de rechercher les lésions carieuses en émettant une lumière blanche à travers la dent. L'email sain présente une forte dispersion lumineuse quand la longueur d'onde de celle-ci est comprise dans le spectre visible (400-700nm). L'image de la dent est alors altérée après une pénétration lumineuse de 1 à 2 nm à travers celle-ci (Karlsson, 2010).

Toutefois de précédentes études (Fried et al, 2006) ont montré que l'amplitude de la dispersion lumineuse décroît de façon exceptionnelle lorsque la longueur d'onde est plus élevée. Ainsi les coefficients d'atténuation de l'email mesurés à des longueurs d'ondes de 1310 et 1550 nm, ont été respectivement de 3.1cm^{-1} et 3.8 cm^{-1} .

L'amplitude de la dispersion lumineuse est alors trente fois plus faible que pour les longueurs d'ondes comprises dans le spectre visible. Au-delà de 1550 nm, le coefficient d'atténuation de l'email ne peut plus diminuer.

En effet, l'email est composé d'environ 12% d'eau, or le coefficient d'atténuation de celle-ci augmente considérablement une fois la longueur d'onde de 1550 nm dépassée. Cette augmentation inhibe alors la diminution du coefficient d'atténuation de l'email. Par conséquent, la faible dispersion lumineuse à une longueur d'onde de 1310 nm permet aux photons de parcourir en moyenne 3,2 mm (Fried *et al.*, 2006).

De ce fait, l'email apparaît transparent si une lumière est émise à cette longueur d'onde. Dans le spectre électromagnétique, une longueur d'onde de 1310 nm correspond au domaine du proche infrarouge.

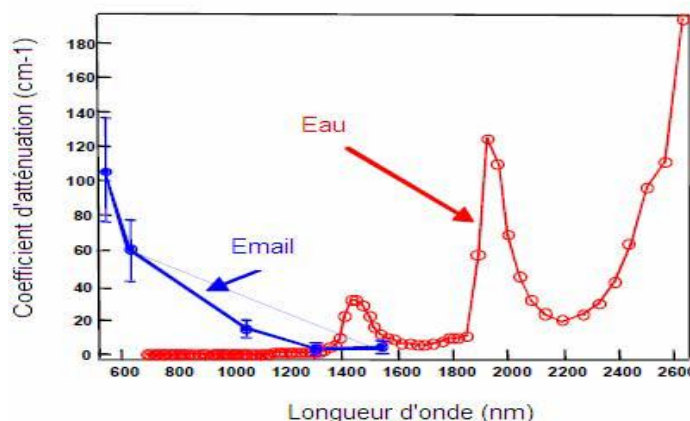


Figure 64: Coefficient d'atténuation de l'email (bleu) et de l'eau (rouge), en fonction de la longueur d'onde.

 Principe

Un nouvel outil de diagnostic utilisant la transillumination par lumière proche infrarouge est ainsi en cours de développement.

La source lumineuse est une diode superluminescente (SLD) de longueur d'onde 1310 nm. La lumière est, par la suite, transportée avec une fibre optique.

Plusieurs polarisateurs sont intégrés au dispositif afin de bloquer la lumière ambiante risquant de saturer la caméra CCD.

Les informations captées par la caméra sont ensuite transmises et analysées par le logiciel IRVista (Indigo Systems, Goleta, Ca).

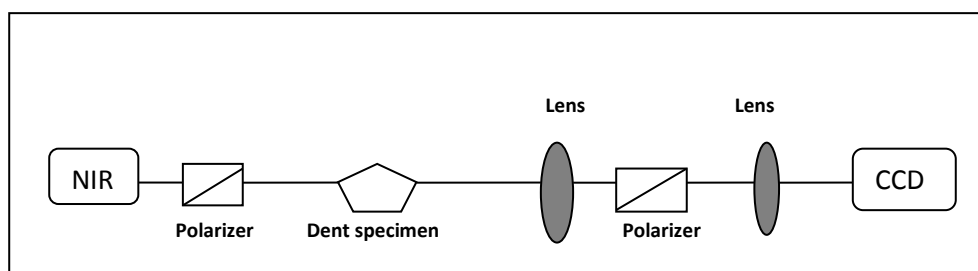


Figure65 : Dispositif de transillumination proche infrarouge

Comme pour les dispositifs de transillumination par fibre optique, les lésions carieuses apparaissent plus noires qu'un tissu sain. Toutefois, avec la lumière proche infrarouge, l'émail sain apparaît transparent.

La différence de contraste entre une zone saine et une zone cariée est optimale pour une lumière de longueur d'onde de 1310 nm. De plus, de nombreux chromophores n'absorbent pas la lumière dans le proche infrarouge.

Lors de transillumination en lumière visible, ces chromophores étaient à l'origine de tâches altérant le diagnostic des caries. Ainsi, avec la lumière proche infrarouge, il n'y a pas de perturbations, ce qui facilite la discrimination des lésions carieuses.

La transillumination proche infrarouge se révèle tout aussi utile que la transillumination en lumière visible. Il est, en effet, toujours possible de détecter les fractures ainsi que la présence de tartres.

La transillumination proche infrarouge est un dispositif très récent et toujours en cours de développement. A ce jour, il n'existe pas de dispositifs commercialisés et disponibles au cabinet dentaire. Néanmoins, ces dispositifs suscitent un très grand intérêt de la part des chercheurs.

Ainsi, plusieurs études ont été réalisées pour réellement définir les capacités de la transillumination proche infrarouge. Ces études portent principalement sur le diagnostic des caries proximales.

✚ Résultats obtenus

A ce jour, les mesures de sensibilité et de spécificité de la transillumination proche infrarouge n'ont fait l'objet d'aucune étude. Cependant, de nombreux essais cliniques ont été réalisés et comparés à la radiographie.

Jones *et al.* (2003) ont réalisé plusieurs lésions carieuses sur des dents extraites, puis les ont étudiées en utilisant différents moyens de diagnostic.

La figure (66) présente une lésion carieuse vue par examen visuel, par transillumination en lumière visible et en lumière proche infrarouge, ainsi qu'une radiographie de type bitewing de la lésion. En vision directe (Figure66A), une lésion de type white spot est identifiable au niveau proximal.

En transillumination par lumière visible (Figure66B), la lésion n'est pas détectable, alors qu'avec la transillumination proche infrarouge (Figure66C), celle-ci est parfaitement visible.

A l'examen radiographique (Figure66D), la faible différence de contraste entre la lésion et la surface saine rend le diagnostic difficile.

Ainsi, cette étude permet d'entrevoir le potentiel de la transillumination proche infrarouge dans la détection précoce des caries, dont les caries proximales.

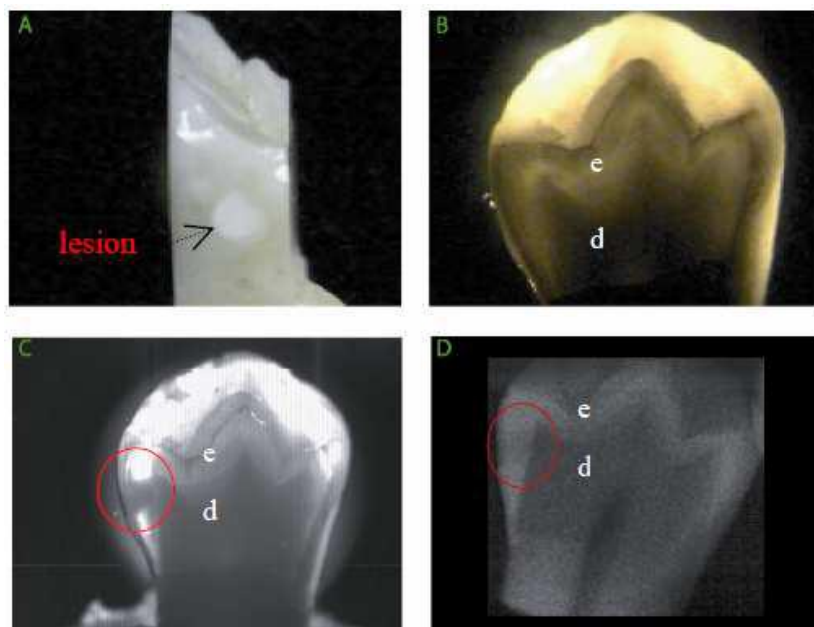


Figure 66: Lésion carieuse proximale vue par examen visuel (a), par transillumination en lumière visible (b) et en lumière proche infrarouge (c), et par radiographie bitewing (d) ;[e] = émail, [d] = dentine

 Etude in vivo du dispositif

La première étude in vivo de la transillumination proche infrarouge est très récente et a été réalisée par Staninec *et al.* (2010).

Cette étude a été réalisée sur 33 lésions carieuses présentes sur un total de 18 patients. Toutes ces lésions se trouvaient au niveau proximal. Il était possible de les discerner sur les radiographies de type bitewing, mais aucune d'entre elles n'étaient visible à l'examen clinique. La majorité des lésions étaient trop petites pour nécessiter la mise en place d'une restauration. Les images issues de la transillumination proche infrarouge ont toutes été acquises in vivo. Les 33 lésions examinées, à l'exception d'une seule, ont été identifiées sur ces images.

En conclusion, la première étude in vivo de la transillumination proche infrarouge a permis de mettre en évidence l'aptitude de ce dispositif à détecter les lésions proximales. Ainsi, la transillumination pourrait se substituer à la radiographie de type bitewing dans la détection des caries proximales.

Par ailleurs, Karlsson *et al.* (2010) ont étudié in vitro les capacités de la transillumination proche infrarouge dans la détection des lésions carieuses. Les résultats montrent que ce dispositif peut détecter les lésions amélares d'une profondeur de 250 μ m.

Cette détection précoce permet ainsi de mettre en place des traitements interceptifs visant à reminéraliser la dent.

Toutes ces études présentent la transillumination proche infrarouge comme un dispositif prometteur dans le diagnostic des caries proximales. Toutefois, le manque de données en matière de sensibilité et de spécificité ne permet pas de réellement connaître les possibilités de celui-ci. Il n'est, de plus, pas possible de le comparer aux autres systèmes de détections. Par conséquent, ce dispositif d'aspect très prometteur, nécessite des études beaucoup plus poussées afin de définir ses avantages et ses inconvénients.

Conclusion

Dans cette revue de littérature portant sur le thème des nouveaux moyens de diagnostic en odontologie conservatrice / endodontie, nous avons fait le point sur les nouvelles approches d'aide au diagnostic qui ont permis le développement et l'élaboration de nouveaux dispositifs de diagnostic spécifiques prometteurs de résultats plus fiables, plus précis et plus sensibles que les méthodes traditionnelles.

Ces nouveaux moyens simples et rapides à la mise en œuvre, utilisant des principes différents entre rayons X, lumières du spectre lumineux, fluorescence, conductibilité électrique et autres ; ont permis d'améliorer la qualité et la méthode de travail du praticien ainsi que sa sécurité.

L'ensemble des études menées sur les nouveaux moyens de diagnostic en odontologie conservatrice / endodontie, montrent leur efficacité s'ils sont utilisés à bon scient, avec des valeurs de sensibilité et de spécificité qui répondent aux besoins actuels du praticien pour détecter au plutôt les lésions initiales qui s'inscrivent dans une démarche prophylactique et permettent d'éviter le sur-traitement.

Il n'y a pas d'outil diagnostique parfait, chacun présentant des avantages et des inconvénients mais peuvent se compléter entre eux. Néanmoins, l'association de plusieurs outils précédée d'un éventuel interrogatoire minutieux nous permettent d'optimiser le diagnostic afin de percevoir la thérapeutique la plus adéquate.

Résumé

Le diagnostic en Odontologie Conservatrice et Endodontie, constitue une étape primordiale dans la prise en charge du patient, sans laquelle, la thérapeutique sera inappropriée donc vouée à l'échec.

Le docteur en médecine dentaire est sensé ; d'abord acquérir une bonne connaissance de l'histo-physiologie et la physio-pathologie de l'organe dentaire ; ensuite faire un interrogatoire précis et une bonne écoute du patient ; suivi par un examen clinique minutieux soutenu par divers moyens diagnostiques, lesquels jusqu'à un passé récent étaient basiques et imprécis, conduisant parfois le praticien à faire un traitement inefficace ou un sur traitement.

Les limites de ces moyens conventionnels ont poussé les spécialistes dans le domaine à mettre en œuvre de nouvelles techniques plus sophistiquées.

Summary

Historically, OC / E diagnosis has been the most important step in the development of the most appropriate therapy to avoid diagnostic errors that lead to treatment failure.

The knowledge of a symptomatology of the dental organ and the symptomatology of the pathologies encountered in OC / E, remain the point of departure of all diagnostic procedures so that the clinical interrogation which represents the key to the success of our diagnosis comes second; sharp and meticulous it allows us to collect the maximum of clinical data, that will be confirmed by means of diagnostic aids increasingly advanced and performing; it allows us to confirm the clinical data and successfully carries out the diagnostic procedure that will lead to the successful treatment chosen.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] : Cours dentaire odontologie conservatrice
- [2] : Les nouvelles approches diagnostiques. Présenté par Pr Mehdi C Faculté Médecine d'Alger
- [3] : PDF : conduite à tenir face à une urgence endodontique (page 237)
- [4] : PDF : diagnostic des parodontites apicales
- [5] : PDF : le crackers tooth syndrome
- [6] : PDF : les méthodes de diagnostic en dentisterie restauratrice
- [7] : Thèse pour obtenir le grade de docteur en chirurgie dentaire LECONTE Nicolas en 2009 : Canine incluse maxillaire et mandibulaire
- [8] : Thèse pour obtenir le grade de docteur en chirurgie dentaire GUYOT Maxime : développement et application des systèmes de grossissement en endodontie
- [9] : Thèse pour obtenir le grade de docteur en chirurgie dentaire. Rohée Julien en 2011 : diagnostic de l'état pulpaire
- [10] : Thèse pour obtenir le grade de docteur en chirurgie dentaire. FERRAND Lucie en 2016 : Diagnostic pulpaire : limites et perspectives
- [11] : Thèse pour obtenir le grade de docteur en chirurgie dentaire en 2015 : Intérêt des aides optique
- [12] : Thèse pour obtenir le grade de docteur en chirurgie dentaire le 10/10/2016 : Intérêt des loupes binoculaires en odontologie
- [13] : Thèse pour obtenir le grade de docteur en chirurgie dentaire CURET Maxime :
Les aides optiques
- [14] : Thèse pour obtenir le grade de docteur en chirurgie dentaire KONATE Anaïs :
Les différents moyens diagnostique de détection des lésions carieuses
- [15] : Thèse pour obtenir le grade de docteur en chirurgie dentaire HERROUET Josselin le 02/04/2010 : Les fêlures coronaires
- [16] : Thèse pour obtenir le grade de docteur en chirurgie dentaire ANCEAUX Christophe en 2011 : Moyens de diagnostic des caries proximales
- [17] : Thèse pour obtenir le grade de docteur en chirurgie dentaire AZOULA Andrée en 2014 : Principe et méthode de la synthèse clinique et thérapeutique

[18] : Thèse pour obtenir le grade de docteur en chirurgie dentaire REVERSAT Quentin le 09 /02/2015 : Test de vitalité et traumatisme dentaire

[19] : Thèse pour obtenir le grade de docteur en chirurgie dentaire : Traitement endodontique d'urgence

[20] : <http://dumas.ccds.cnrs.fr/dumas-01158662>

[21] : <http://dumas.ccds.cnrs.fr/dumas-00726191>

[22] : <https://fr.slideshare.net/AbdeldjalilGadra/explorations-radiologiques>

[23] : <http://imageriemedicale.fr/examens/irm/>

[24] : <http://imageriemedicale.fr/examens/imagerie-dentaire/cone-beam/>

[25] : <https://www.sop.asso.fr/admin/documents/ros/ROS0000127/135.pdf?v1.02>

[26] : wikipédia odontologie conservatrice

[27] : <http://cours-dentaire.blogspot.com/p/dentisterie-operatoire.html>

[28] : https://www.idweblogs.com/wp-content/uploads/2016/12/etat_pulpaire.pdf